

Atte Latvakoski

## **Lohkoketjut, kryptovaluutat ja tokenit**

IoT:n ja arvon näkökulmasta

## **Lohkoketjut, kryptovaluutat ja tokenit**

IoT:n ja arvon näkökulmasta

Atte Latvakoski  
Opinnäytetyö  
Syksy 2020  
Taloushallinto  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Liiketalous, Taloushallinto

---

Tekijä: Atte Latvakoski

Opinnäytetyön nimi: Lohkoketjut, kryptovaluutat ja tokenit IoT:n ja arvon näkökulmasta

Työn ohjaaja: Arja-Leena Itkonen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2020

Sivumäärä: 105

---

Opinnäytetyössä käsitellään lohkoketjuja, kryptovaluuttoja ja tokeneita esineiden Internetin sekä arvon näkökulmasta. Työn perimmäisenä tavoitteena oli hakea vastausta ja näkökulmia pääkysymykseen: ”Soveltuvatko olemassa olevat ratkaisut IoT-tyyppisiin sovellustapauksiin?”

Opinnäytetyön aihe valikoitui sen ajankohtaisuuden ja aiheen mielenkiintoisuuden vuoksi. Aiheen valintaan liittyi vahvasti myös opinnäytetyön tekijän henkilökohtainen kiinnostus sekä toimeksiantajan motiivit.

Opinnäytetyön yleisessä tietoperustassa käsiteltiin alkuun yleisellä tasolla lohkoketjuteknologiaa sekä tutustuttiin tarkemmin Bitcoinin lohkoketjun yleiseen toimintaan. Tämän jälkeen syvennyttiin erilaisten lohkoketjuprojektien esittelyyn ja arvoon liittyviin tekijöihin. Arvo -kappaleessa tarkoituksena oli hahmottaa Bitcoinin ja utility tokeneiden valuaatiomalleja ja esitellä erilaisia työkaluja arvonmäärittämiseen avuksi. Tietoperustan jälkeen tavoitteena oli tehdä vertaileva analyysi IoT-kontekstiin liittyvistä projekteista, esitellä niiden markkina-arvojen kehityksiä, tarkempia arvoon liittyviä tekijöitä ja kehittää arvon laskentamalli yhdelle vertailussa mukana olleelle projektille.

Työ toteutettiin selvitystyyppisenä opinnäytetyönä vetoketjumallia apuna käyttäen. Työn teoriaa ja tuloksia ei ole siis eroteltu erillisiksi osiksi, vaan työhön liittyvä tuotos tulee ilmi työn edetessä. Tutkimuksen runko on rakennettu kirjoja sekä muita tieteellisiä tutkimuksia käyttäen. Selkeyden vuoksi näitä edellä mainittuja lähteitä on täydennetty erilaisten artikkeleiden, white papereiden, blogitekstien, videoiden ja alalla tunnettujen toimijoiden kirjoitusten avulla.

Tutkimustuloksissa päädyttiin monopoliseen ratkaisuun. Lohkoketjujen peruselementit ovat nykyisellään datan ja arvon siirtelyyn liittyen osittain kunnossa. Kuitenkin nykyisten lohkoketjuteknologian soveltaminen suureen määrään IoT-laitteita voi aiheuttaa ongelmia skaalautuvuuden suhteen ja verkon toimintakapasiteetti voi olla kyseenalaista. Erilaiset kehitysaskelleet teknologian suhteen voi kuitenkin synnyttää mahdollisuuksia teknologian käyttöön otossa IoT:n suhteen.

Lohkoketjuteknologiasektorin alkuvaiheen kehityksen vuoksi, työstä nousee esille laajat jatkotutkimusmahdollisuudet. Tutkia voidaan muun muassa koko sektorin yleistä kehitystä teknologian ja arvon näkökulmasta. Lisäksi tutkimusmahdollisuuksia löytyy valuuttojen ja tokeneiden luonteisiin liittyen.

---

Asiasanat: lohkoketju, kryptovaluutta, arvo, esineiden Internet

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in business economics, Option of Financial Administration

---

Author: Atte Latvakoski

Title of thesis: Blockchain, cryptocurrencies and tokens from IoT and value perspective

Supervisor: Arja-Leena Itkonen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2020      Number of pages: 105

---

The thesis dealt with blockchain technology, cryptocurrencies and tokens from Internet of Things and value perspective. The ultimate goal of the thesis was to seek answers and perspectives to the main question: "Are the existing blockchain related solutions suitable for IoT-type application cases?"

The topic of the thesis was chosen because of the interest of that topic. The choice of the topic was also strongly related to the personal interest of the author of the thesis and the motives of the client.

The knowledge base of the thesis initially dealt with blockchain technology at a general level and got acquainted in more detail with the general operation of Bitcoin's blockchain. This was followed by an in-depth look at factors related to the presentation and value of various blockchain projects. The purpose of the value section was to outline the valuation models for Bitcoin and Utility tokens and to introduce various tools for determining value and helping to perceive value. After the general knowledge base, the aim was to perform a comparative analysis of projects related to the Internet of Things context. After comparative analysis of projects the purpose was then to present the developments in their market values, more precise value-related factors and to develop a value calculation model.

The thesis was carried out as a study-type thesis with the help of a zipper model. It does not separate the theory and results of the work into separate parts, and the work-related output becomes apparent as the work progresses. The body of the study was constructed using books as well as other scientific studies. For the sake of clarity, the sources were supplemented with various articles, white papers, blog posts, videos, and writings by well-known actors in the field.

The research results led to a multi-generational solution. The basic elements of blockchains are currently in a good condition in terms of value and data transfer. However, the application of current blockchain technology to a large number of IoT devices can cause scalability problems and network performance may be questionable. Different advances in technology may still create opportunities for real opportunities for technology adoption in relation to IoT.

Due to the initial development the work revealed extensive opportunities for further research. For example, the general development of the whole sector from the perspective of technology and value can be studied. In addition research opportunities can be found related to the nature of currencies and tokens.

---

Keywords: blockchain, cryptocurrency, value, Internet of Things

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Toimeksiantaja .....	8
1.2	Tutkimuksen rajaus ja tutkimuskysymykset.....	8
1.3	Tutkimuksen rakenne ja tutkimusmenetelmät .....	9
1.4	Keskeiset käsitteet .....	11
2	VIRTUAALIVALUUTTOJEN JA LOHKOKETJUJEN PERUSKÄSITTEET .....	12
2.1	Lohkoketjun määritelmä .....	12
2.2	Virtuaalivaluutan määritelmä .....	13
2.3	Virtuaalivaluuttojen historia.....	16
2.4	Lohkoketjujen historia.....	17
2.5	Nykyisenlaisten kryptovaluuttojen synty .....	17
2.6	Lohkoketjujen toimintaperiaatteet.....	19
2.7	Älysopimukset .....	23
2.8	Lohkoketjuteknologian hyödyt .....	25
2.9	Lohkoketjuteknologian haasteet .....	26
3	LOHKOKETJUPROJEKTIEN ESITTELY .....	30
3.1	Tokenisointi .....	30
3.2	Oman lohkoketjuinfrastruktuurin omaavat projektit.....	33
3.2.1	Ethereum .....	33
3.2.2	IOTA .....	34
3.2.3	VeChain .....	37
3.2.4	Tezos .....	40
3.2.5	SolarCoin .....	42
3.3	ERC20-protokollan projektit.....	44
3.3.1	Dent .....	44
3.3.2	ShipChain .....	45
3.3.3	Robotina.....	46
3.3.4	BAT .....	48
3.3.5	Chainlink .....	50
4	KRYPTOVALUUTTOJEN JA TOKENIEN ARVO.....	53
4.1	Network value.....	53

4.2	Bitcoinin valuaation hahmottaminen.....	54
4.2.1	Käyttöarvo ja spekulatiivinen arvo.....	54
4.2.2	Kiertonopeus.....	55
4.2.3	Diskonttaus.....	58
4.3	Utility tokeneiden valuaation hahmottaminen.....	61
4.4	Arvonmäärityksessä käytettäviä työkaluja.....	63
4.4.1	Network Value to Transactions.....	63
4.4.2	Network Value to Transactions Signal.....	65
4.4.3	Stock to Flow – malli.....	67
5	IOT-KONTEKSTIN LOHKOKETJURATKAISUJEN ANALYSOINTI.....	71
5.1	Internet of Things.....	71
5.2	Vaatimukset/piirteet IoT-kontekstin projekteille.....	73
5.3	IoT-projektien vertailu.....	74
5.4	Arvonmäärityksen hahmotus.....	77
5.4.1	Arvo.....	77
5.4.2	Laskentaesimerkki utility tokenin arvosta.....	82
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	85
6.1	Token vai valuutta?.....	85
6.2	Kasvun raja.....	86
6.3	Projektien luotettavuus.....	88
6.4	Yhteenveto.....	90
6.5	Johtopäätökset.....	91
6.6	Jatkotutkimusaiheet.....	92
6.7	Opinnäytetyöprosessin yleinen pohdinta.....	92
	LÄHTEET.....	95

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe on lohkoketjut, kryptovaluutat ja tokenit IoT:n ja arvon näkökulmasta. Työssä esitellään lohkoketjuihin ja virtuaalisiin valuuttoihin liittyviä perusasioita sekä arvoon liittyviä tekijöitä. Lisäksi työssä esitellään erilaisia lohkoketjuprojekteja, otetaan huomioon IoT-konteksti sekä analysoidaan ja pohditaan muita toimeksiantajan toivomia asioita. Aihealue on itsessään valtavan laaja ja haastava kokonaisuus, josta löytyy harmillisen vähän tieteellistä tutkimusta. Lisäksi aiheeseen liittyy erittäin paljon sekaannusta, ennakkokäsityksiä sekä ihmettelyä. Vaikka koulussa en olekaan aihetta opiskellut, vapaa-ajallani olen jonkin verran innostunut tutustumaan aiheeseen ja hieman pintapuolista tietoa minulta jo löytyy. Erityisesti virtuaalivaluuttoja kohtaan kohdistuva yleinen keskustelu on ajoittain hyvin polarisoitunutta, joten halusin hakea erilaisia näkökulmia aiheeseen liittyen. Halusin tehdä opinnäytetyöni minua kiehtovasta aiheesta, joten toimeksiantajan löytymisen jälkeen aiheen valinta oli helppo, ja uskon sen tuovan opinnäytetyölleni lisäarvoa kaikkien osapuolien kannalta.

Aihe itsessään on erittäin haastava, koska siihen liittyy valtava määrä eri alojen osa-alueita; tietotekniikkaa, taloutta, matematiikkaa, historiaa ym. Pääsen kuitenkin haastamaan itseäni uuden oppimisessa sekä syventymään jonkin verran tähän uuden teknologian pariin. Lisäksi minulle avautuu erittäin hyvä mahdollisuus kehittää omaa englanninkielentaitoa, koska suurin osa lähdeaineistosta on englanninkielistä.

Tässä opinnäytetyössä pyritään antamaan lohkoketjuteknologiasta ja virtuaalisista valuutoista selkeä ja yksinkertainen kuvaus. Tavoite on avata lohkoketjujen toimintaa mahdollisimman yksinkertaisesti ja selkeyttää virtuaalivaluuttojen roolia niiden toiminnassa. Haluan saada selkeän kokonaiskuvan lohkoketjujen sekä virtuaalivaluuttojen maailmasta ja tarjota samanlainen mahdollisuus myös muille aiheesta kiinnostuneille lukijoille. Toimeksiantajalleni on tarkoitus tarjota hyödyllistä informaatiota ja erilaisia näkökulmia aiheen käsittelyyn ja päätöstenteeon ympärille. Uskon, että tämän kokonaisuuden pääpiirteittäinen hahmottaminen auttaa minua oppimisessa ylipäätään sekä mahdollistaa oman osaamisen syventämisen vielä opinnäytetyön jälkeenkin.

## 1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyöni toimeksiantaja on Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. VTT lukeutuu Euroopan johtavimpiin tutkimuslaitoksiin. Omistajana toimii Suomen valtio, joten he edistävät kotimaista ja kansainvälistä tutkimusta ja teknologian hyödyntämistä sekä niiden kaupallistamista elinkeinoelämässä ja yhteiskunnassa. VTT perustettu vuonna 1942, työntekijöitä oli vuoden 2019 lopulla yhteensä 2103 kappaletta. (Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy 2020, viitattu 20.10.2020.)

VTT:llä on käynnistynyt kansainvälinen tutkimushanke liittyen kyberfysiisiin IoT (Internet of Things) -järjestelmiin sekä informaatiopohjaiseen liiketoimintaan. Minun tarkoitukseni on tuoda näkemyksiä ja selvennyksiä siihen, miten olemassa olevat lohkokejupohjaiset ratkaisut soveltuvat IoT-tyyppisiin sovellustapauksiin. Lisäksi tavoitteena on antaa myös näkökulmia tokeneiden ja valuuttojen arvoon ja lohkokejupohjaisten ratkaisujen rakentamiseen liittyvistä tekijöistä.

## 1.2 Tutkimuksen rajaus ja tutkimuskysymykset

Aiheen laajuuden vuoksi rajaus nousee erittäin suureen rooliin. Aihe on niin valtava kokonaisuus, että sisällöstä tulisi helposti liian suuri, vaikeasti luettava sekä liikaa teknisiin yksityiskohtiin perustuva. Lisäksi opinnäytetyöhön käytettävä aika on rajallinen, joten on hyvä keskittyä käsittelemään ainoastaan olennaisia asioita. Työn aihe on rajattu avoimiin lohkokejuihin, joihin oleellisenä osana kuuluu niissä käytettävät valuutat ja tokenit. Jotta työ pysyisi tavoitteessaan ja saisi jonkinlaisia tuloksia aikaan, yleisen tietoperustan täytyy pysytellä hyvin yleisellä tasolla. Teknisistä asioista käydään läpi vain oleellisimmat sekä suurimmat tekijät. Äsken mainittu rajaus aiheuttaa sen, että jokaisesta asiasta esitellään ainoastaan pääkohdat ja tarkemmat yksityiskohdat voivat jäädä vähäisemmäksi. Lisäksi eri projektien esittelyssä käytetään harkintaa määrän rajaamisessa. Tavoite on esitellä tärkeimpiä ja vaikuttavuudeltaan isoimpia projekteja huomioiden myös IoT-näkökulma. Erilaisia lohkokejuprojekteja on useita tuhansia, joten valitut projektit ovat muotoutuneet oman mielenkiinnon, toimeksiantajan toiveiden sekä eri virtuaalivaluuttakategorioiden pohjalta.

Yleisessä tietoperustassa pyritään käyttämään yleisiä hyviksi lähteiksi katsottuja kirjoja, tieteellisiä julkaisuja, kryptovaluuttojen liikkeellelaskijoiden white paper -konseptiartikkeleita ja nettisivuja,



mahdollisimman neutraaleja blogitekstejä sekä yksittäisten alalla toimivien vaikuttajien tuottamia aineistoja. Teoriaosuuden runko pyritään kasaamaan eritoten painetuista lähteistä ja vertaisarvioituista tieteellisistä julkaisuista. Teoriaosuutta täydennetään sekundääristen lähteiden avulla, jotta teksti pysyisi ajantasaisena ja sujuvana. Luotettavien lähteiden löytäminen ja käyttäminen vaatii tarkkaa ja järkevää pohdintaa, koska aiheesta löytyy valtavasti erinäköistä informaatiota. Bitcoinin tapauksessa erilaisia lähteitä löytyy valtavasti, mutta muiden projektien kohdalla näin ei joka tilanteessa ole.

Tutkimuksessa pyritään hakemaan vastausta pääkysymykseen: ”Soveltevatko olemassa olevat lohkoketjupohjaiset ratkaisut IoT-tyyppisiin sovellustapauksiin?” Jotta edellä mainittuun kysymykseen saataisiin aikaan ratkaisu, etsitään ensin vastauksia ensin seuraaviin alakysymyksiin:

- Mitä kryptovaluutat, tokenit ja lohkoketjut ovat?
- Mitkä tekijät synnyttävät tokeneille ja virtuaalisille valuutoille arvon?
- Millaisia olemassa olevia IoT-tyyppisiä ratkaisuja on onnistuttu kehittämään?
- Millaisia ovat olemassa olevien IoT-tyyppisten lohkoketjuprojektien tokenien käyttötarkoitukset ja mitkä tekijät synnyttävät näille arvon?
- Millaisia asioita olisi hyvä ottaa huomioon lohkoketjupohjaisten järjestelmien rakentamisessa?

### **1.3 Tutkimuksen rakenne ja tutkimusmenetelmät**

Opinnäytetyö koostuu johdannosta, yleisestä tietoperustasta, analysoinnista, aiheeseen liittyvästä yleisestä pohdinnasta, johtopäätöksistä sekä opinnäytetyöprosessin yleisestä pohdinnasta. Opinnäytetyö on tarkoitus toteuttaa selvitystyyppisenä työnä vetoketjumallia hyväksi käyttämällä. Siinä teoriaa sekä tuloksia ei eroteta erillisiksi osiksi vaan työhön liittyvä tuotos tulee ilmi työn edetessä. Edellisessä kappaleessa mainittuihin alakysymyksiin vastaukset löytyvät siis tekstin edetessä. Pääkysymykseen on tarkoitus antaa vastaus työn loppupuolella.

Kappale kaksi koostuu yleisestä informaatiosta, jossa esitellään ja määritellään pääpiirteittäin lohkoketjuteknologia, virtuaaliset valuutat, historia, toimintaperiaatteet, älyopimukset, hyödyt ja haasteet. Sen tarkoitus on olla yleisen tiedon määrittelijä ja kokonaiskuvan hahmottaja.

Kappaleessa kolme on tarkoitus esitellä kehitteillä olevia projekteja. Siinä esitellään aluksi tokenisointia, joka on security tokeneiden yksi sovellusalue. Tämän jälkeen vuorossa on erilaisten lohkoketjuprojektien esittely. Projektien esittely on toteutettu siten, että aluksi esitellään omaan lohkoketjuinfrastruktuuriin pohjautuvia projekteja. Tämän jälkeen esitellään puolestaan ERC20-protokollaan perustuvia lohkoketjupohjaisia sovelluksia ja järjestelmiä. Tämä jako selkeyttää ja auttaa hahmottamaan erilaisten virtuaalisten valuuttojen jakoluokkia ja ominaisuuksia. ERC20-protokollaa avataan käsitteenä enemmän Ethereumin esittelyn yhteydessä.

Yleiseen tietoperustaan kuuluu oleellisesti myös arvo -kappale, jossa pureudutaan syvemmin virtuaalisten valuuttojen ja tokenien arvoon. Siinä pyritään selventämään, mihin näiden arvo pohjautuu ja miten näiden arvoa voitaisiin pyrkiä määrittämään. Arvo -kappaleessa esitellään alkuun käsite network value, joka kuvaa pääasiallisesti virtuaalisten valuuttojen arvoon kohdistuvia tekijöitä. Tämän jälkeen syvennytään tarkemmin Bitcoinin ja utility tokeneiden numeraaliseen arvonmääritykseen rahan kvantiteettiteoriaan pohjautuen. Lopuksi tarkoitus on vielä esitellä erilaisia työkaluja arvon kehitykseen liittyen.

Toimeksiantajalle tehtävässä IoT-kontekstin lohkoketjuratkaisujen analysoinnissa on tarkoitus vertailla ja käsitellä syvemmin kappaleessa kolme esiteltyjä IoT-tyyppisiä lohkoketjuratkaisuja. Tarkoituksena on tehdä syventävä analyysi, jossa vertaillaan erityyppisiä IoT-kontekstin lohkoketjuprojektien toimintamalleja sekä muita niihin liittyviä oleellisia asioita. Analyysin alkuun määritellään käsite esineiden Internet ja avataan sen mahdollisuuksia ja ominaisuuksia. Sen jälkeen esitellään erilaisia vaatimuksia ja piirteitä, joita täytyy projektista löytyä, jotta ne voidaan ottaa mukaan vertailutaulukkoon ja analyysiin. Vertailu toteutetaan itsessään taulukkotyyppisenä ratkaisuna ja sen tarkoituksena on lyhyesti esitellä ja selventää niiden erilaisia ominaisuuksia. Vertailutaulukon tekeminen auttaa ja antaa huomattavaa informaatiota arvon hahmottamiseen liittyvälle kappaleelle sekä johtopäätökset ja pohdinta -osiolle. Kappaleessa 5.4 analysoidaan ja pohditaan teoriaosuuden pohjalta tarkemmin arvon muodostumiseen liittyviä tekijöitä sekä esitellään vertailussa mukana olevien projektien markkina-arvojen kehityksiä. Tämän jälkeen tehdään utility tokenin arvoon liittyvä laskentaesimerkki.

Johtopäätökset ja pohdinta -kappaleessa pureksitaan ja pohditaan analyysivaiheeseen liittyviä laajempia kokonaisuuksia. Tarkoitus on pohdiskella aluksi projektin rakentamiseen liittyviä tekijöitä, kasvuun liittyviä rajoja sekä yleisiä projektien luotettavuuteen liittyviä asioita. Näiden tarkoitus on

yhdistää ja selventää analysointikappaleessa tehtyjä vertailuja sekä vastata viimeiseen alaky-  
symykseen. Lisäksi kappaleen yhteenvedossa on tarkoitus vastata koko opinnäytetyön pääky-  
symykseen. Johtopäätökset -alakappaleessa vedetään vielä tiivistetysti yhteen koko työtä koskevat  
olennaiset johtopäätökset. Siinä on tarkoitus kerrata lyhyesti ja ytimekkäästi työhön liittyvät pohdin-  
nat. Tämän jälkeen pohditaan vielä tiivistetysti opinnäytetyöprosessia ja sen luotettavuutta.

#### **1.4 Keskeiset käsitteet**

Lohkoketjuihin liittyvissä keskusteluissa ja tässä opinnäytetyössä käytetään usein uudenlaisia ja  
välillä hieman hämmentäviä termejä. Jotta opinnäytetyön lukija saisi paremman ja selkeämmän  
kuvauksen aiheesta, avataan hieman muutamia vaikeaselkoisimpia termejä.

Vertaisverkko (eng. peer to peer network): Yksinkertaisimmillaan tietokoneista muodostettu verkko,  
jotka ovat yhteydessä toistensa kanssa ja toimivat verkon palvelimina.

Louhinta (eng. mining): Toiminta, jossa tietokoneen laskentatehoa käytetään transaktioiden käsit-  
telyn mahdollistamiseksi sekä verkon toiminnan turvaamiseksi. Louhinnasta saadaan palkkioksi  
kryptovaluuttaa.

Konsensusmekanismi (eng. consensus mechanism): Konsensusmekanismin avulla uusi lohko  
liitetään ketjuun. Sen avulla luodaan yhteisymmärrys ja luottamus tuntemattomien tahojen välille.  
Konsensusmekanismimalleja on monia erilaisia, kuten Proof of Work, Proof of Stake ja Proof of  
Authority.

## 2 VIRTUAALIVALUUTTOJEN JA LOHKOKETJUN PERUSKÄSITTEET

Lohkoketjuista ja kryptovaluutoista on muodostunut valtava ilmiö viimeisen kymmenen vuoden aikana. Lohkoketjut ovat yksi 2010-luvun suurimmista puheenaiheista, ja aiheeseen liittyy valtavasti epävarmuutta ja hämmennystä. Tämän kappaleen tarkoitus on käydä läpi yleisiä perustietoja ja esitellä käytännön toimintaa. Lisäksi tässä kappaleessa käydään läpi lohkoketjujen ja virtuaalivaluuttojen historiaa, älysovimuksia sekä lohkoketjujen hyötyjä ja haasteita.

### 2.1 Lohkoketjun määritelmä

Lohkoketju tarkoittaa pääperiaatteissaan vertaisverkossa toimivaa hajautettua tilikirjaa, jonne kaikki lohkoketjussa tapahtuvat transaktiot kirjataan aikajärjestyksessä (Hallamaa 2018, viitattu 2.9.2020). Lohkoketjun yhtä lohkoa voidaan verrata kirjanpidon tilikirjaan, johon kirjataan kaikki tapahtumat tietyllä ajanjaksolla. Kun rahansiirrot on kirjattu ja tilikirja on suljettu, se liitetään aikaisempiin tilikirjoihin ja muodostaa tilikirjoista lohkoketjun. Yhteen lohkoon kirjattuja tietoja ei voida muuttaa jälkikäteen, koska lohkoketju on hajautettu lukuisille eri tietokoneille. Järjestelmä tunnistaa matemaattisesti, jos jokin toimija yrittää muokata lohkoa jälkikäteen. Lohko on kuin palapelin pala, jossa edeltävä lohko sopii ainoastaan seuraavaan lohkoon ja niin edelleen. (Storås 2016, viitattu 6.10.2020.)

Lohkoketjuissa ei ole yhtä keskeistä hallinnollista toimijaa, vaan kaikki transaktiot ja tapahtumat hyväksytään hajautetusti lohkoketjussa ennalta määriteltyjen sääntöjen mukaisesti. Lohkoketju tarkoittaa liiketoiminnan näkökulmasta alustaa, missä kuluttajat voivat tehdä arvovaihtoa transaktioilla ilman tarvetta luottaa kolmanteen osapuoleen, kuten pankkeihin tai muihin keskeisiin toimijoihin. (Bashir 2020.)

Avoimet lohkoketjut ovat Bitcoinin ja Ethereumin tapaisia julkisia järjestelmiä, jossa tapahtuvat transaktiot ovat kaikkien nähtävillä, ja joiden toimintaan kuka tahansa voi osallistua. Entuudestaan toisilleen tuntemattomien tahojen välinen yhteisymmärrys ja luottamus luodaan monimutkaisten laskutoimitusten avulla. Suljetut lohkoketjut puolestaan ovat suunniteltu rajatulle porukalle. Näissä transaktioiden tarkasteleminen vaatii luvan ja niiden kehitys tapahtuu suljetuissa ja luvanvaraisissa

verkoissa. Suljettua mallia käytetään esimerkiksi yhteisen liiketoiminnan suorittamiseen, eikä siinä tarvitse luoda luottamusta monimutkaisilla laskutoimituksilla. (Hallamaa 2018, viitattu 6.10.2020.) Näiden lisäksi olemassa on myös erilaisia hybridimalleja, joissa yhdistellään sekä avoimien että suljettujen lohkoketjujen ominaisuuksia. Jokaisella näillä on omat vahvuutensa, heikkoutensa ja käyttökohteensa. Tämän työn tarkoitus on käsitellä ainoastaan avoimia lohkoketjuja.

Lähes jokaisessa avoimessa lohkoketjussa ja lohkoketjusovelluksessa on käytössään oma virtuaalivaluutta tai token. Sillä pyritään luomaan taloudellinen kannustin lohkoketjujen käyttäjille ja jäsenille, jotka ovat toisilleen entuudestaan tuntemattomia ja pyrkivät yhteisymmärrykseen verkon tapahtumista. Osallistumalla lohkoketjun ylläpidolliseen toimintaan, lohkoketju palkitsee lohkoketjussa käytettävällä yksiköllä. Näitä yksiköitä voidaan käyttää lohkoketjujärjestelmässä valuuttalailla. Koska jokainen sovellus tarjoaa erilaisia palveluita myös niiden kannustimien pitää olla erilaisia. Voidaan siis sanoa lohkoketjussa käytettävän virtuaalivaluutan tai tokenin olevan arvon mitta. (Hallamaa 2018, viitattu 6.10.2020.)

## **2.2 Virtuaalivaluutan määritelmä**

Virtuaalivaluuttojen ja tokenien määritelmä on haastava, koska olemassa olevia valuuttoja ja tokeneita on kehitelty niin moneen erilaiseen käyttötarkoitukseen. Alla tilannetta kuvaamiseksi suora lainaus Euroopan parlamentin ja neuvoston rahanpesudirektiivistä, jossa annetaan määritelmä virtuaalivaluutoista.

”Virtuaalivaluutat ovat digitaalisia arvonkantajia, jotka eivät ole keskuspankin tai viranomaisen liikkeeseen laskemia tai takaamia, joita ei välttämättä ole kytketty lailliseksi maksuvälineeksi vahvistettuun valuuttaan ja joilla ei ole samaa oikeudellista asemaa kuin valuutalla tai rahalla, mutta jotka luonnolliset henkilöt tai oikeushenkilöt hyväksyvät vaihdantavaliineenä ja joita voi siirtää, varastoida ja myydä sähköisesti.” (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2018/843, viitattu 8.9.2020.)

Myös keskuspankit ovat alkaneet kehittämään omanlaisiaan virtuaalisia valuuttoja, joista käytetään lyhennettä CBDC eli Central Bank Digital Currency. Näitä keskuspankkien virtuaalisia valuuttoja kehittää ja laskee liikkeelle nimensä mukaisesti eri keskuspankit. (Rochemont & Ward 2019, 9, viitattu 24.9.2020.) Keskuspankin virtuaaliset valuutat ovat täysin eri asia, eivätkä ne asetu edellä

mainittuun Euroopan parlamentin ja neuvoston määritelmään. Niitä ei myöskään käsitellä tässä työssä.

Finanssivalvonnan sivuilla kerrotaan lisää virtuaalivaluuttojen määritelmästä. Virtuaalivaluutoista käytetään nykypäivänä myös nimitystä krypto- tai virtuaalivarat. Näitä virtuaalivaroja voidaan pitää omanlaisenaan varallisuuden muotona, mutta ainoastaan niin kauan, kun niillä on toimivat markkinat. (Finanssivalvonta 2019, viitattu 8.9.2020.)

Virtuaalivaluutat voidaan jakaa karkeasti kolmeen luokkaan, vaikka sieltä löytyykin myös eräänlaisia hybridimalleja.

#### 1. Kryptovaluutat

Yksinkertaistettuna, perinteiseen kryptovaluutat -kategoriaan kuuluvat virtuaalivaluutat toimivat omassa lohkoketjussaan. Näitä voivat olla sekä maksujärjestelmäksi rakennetut virtuaalivaluutat että muunlaiset alustatyypiset virtuaalivaluutat.

#### 2. Utility tokenit

Utility token -tyyppisiä virtuaalivaluuttoja käytetään liikkeeseenlaskijan tuotteiden ja palveluiden maksamiseen. Näitä tokeneita käytetään jonkin lohkoketjussa toimivan rajatun ohjelmiston tai hajautetun sovelluksen sisällä. Utility tokeneilla ei ole omaa lohkoketjua, vaan ne on rakennettu jonkin muun lohkoketjuinfrastruktuurin päälle.

#### 3. Security tokenit

Nämä virtuaalivaluutat ovat arvopaperin tapaisia, jotka sisältävät tuotto-odotuksia sen järjestelmään liittyen. Yleisesti security tokenit toimivat jonkin lohkoketjun päälle rakennetun hajautetun sovelluksen tai ohjelmiston sisällä. Tuotto-odotusten lisäksi niihin voi liittyä myös sekä ääni- että omistusoikeuksia. (Bauer, Oliveria, Schwabe & Zavolokina 2018, 7; Finanssivalvonta 2019, viitattu 25.9.2020.)



KUVIO 1. Tokenien ja kryptovaluuttojen luokittelu (Bauer, Oliveria, Schwabe & Zavolokina 2018, 9; Finanssivalvonta 2019, viitattu 25.9.2020.)

Edellä hahmottava virtuaalisten valuuttojen luokittelukuvio (kuvio 1). Perinteisestä kryptovaluutta - kategoriasta voidaan mainita esimerkkinä maksuvälineinä toimivat kryptovaluutat (Bitcoin ja Litecoin) sekä erilaiset lohkoketjupalustat (Ethereum, Tezos ja VeChain). Utility token -kategoriaan kuuluvat muun muassa tässäkin työssä käsiteltävät Chainlink ja Basic Attention Token. Security tokenit liittyvät osittain aiheeseen tokenisointi (kappale 3.1). Kuitenkaan security tokeneita ei tokenisointia enempää tässä työssä käsitellä. Pääpaino on kryptovaluutoissa ja utility tokeneissa.

Purpose Parameters	Class	Coin / Cryptocurrency		Utility Token		Tokenised Security	
	Function	Asset-Based Token		Usage Token		Work Token	
	Role	Right	Value Exchange	Toll	Reward	Currency	Earnings
Governance Parameters	Representation	Digital		Physical		Legal	
	Supply	Schedule-based	Pre-mined, scheduled distribution	Pre-mined, one-off distribution	Discretionary		
	Incentive System	Enter Platform	Use Platform	Stay Long-Term	Leave Platform		
Functional Parameters	Spendability	Spendable			Non-Spendable		
	Tradability	Tradable			Non-Tradable		
	Burnability	Burnable			Non-Burnable		
	Expirability	Expirable			Non-Expirable		
	Fungibility	Fungible			Non-Fungible		
Technical Parameters	Layer	Blockchain (Native)		Protocol (Non-Native)		Application (dApp)	
	Chain	New Chain new Code	New Chain, forked Code	Forked Chain, forked Code	Issued on top of a protocol		

KUVIO 2. Tokenien ja kryptovaluuttojen luokittelu (Bauer, Oliveria, Schwabe & Zavolokina 2018, 9, viitattu 25.9.2020.)

Kuvio 1. on rakennettu Zurichin yliopiston tutkimuksen (kuvio 2.) sekä Finanssivalvonnan määritelmän pohjalta. Sen rakentamisessa on tehty kohtuullinen yksinkertaistus selkeyden vuoksi.

Kuviossa kaksi on esitelty vielä tarkempi virtuaalisten valuuttojen ominaisuuksiin perustuva jakokuva. Siinä jaotellaan niiden ominaisuuksia erilaisiin parametreihin ja esitellään enemmän eri kategorioihin liittyviä ominaisuuksia. Kuviossa pääasialliset parametrit liittyvät käyttötarkoituksiin, hallintoon, toiminnalliseen ja teknisiin parametreihin. Tärkeintä on kuitenkin hahmottaa se, että valuutoilla ja tokeneilla on myös hyvin paljon muita ominaisuuksia kuviossa 1 mainittujen asioiden lisäksi.

Initial Coin Offering (ICO) on tapahtuma, jossa tarkoitus on kerätä lohkoketjua kehittäväälle yritykselle tai sen hankkeelle riskirahoitusta. Käytännön tasolla se tarkoittaa joko perinteisten kryptovaluuttojen tai utility tokeneiden ennakkomyyntiä sijoittajalle. Utility tokeneihin liittyvissä tapahtumissa liikkeeseenlasku perustuu liikkeeseenlaskijan lupauksiin tokeneiden tulevaisuuden käyttömahdollisuuksista. Liikkeellelaskun yhteydessä ei sovelleta yleisiä arvopaperilakeja. Security tokeneita lasketaan puolestaan liikkeelle STO-tapahtumissa (Security Token Offering). Niissä lasketaan ICO:n tapaan liikkeelle tokeneita, mutta niitä ei käytetä lohkoketjuverkon toiminnan kannalta oleellisiin tarkoituksiin. Security tokeneille voidaan maksaa muun muassa tuotto-osuuksia ja niitä voidaan pitää ainoastaan osana varainhankintatekniikkaa. STO-tapahtumissa sovelletaan tiukasti arvopaperilakeja, joten liikkeeseenlaskija joutuu antamaan tietoja huomattavasti enemmän ICO-tapahtumiin verrattuna. (Medium 2019a, viitattu 11.11.2020.)

### **2.3 Virtuaalivaluuttojen historia**

Virtuaalisia valuuttoja ja virtuaalisia maksujärjestelmiä on historian aikana yritetty kehittää satoja kertoja hyvin monin eri tavoin. Ensimmäisen kerran virtuaalisesti Internetissä maksaminen mahdollistui luottokorttien avulla. Luottokortilla maksettaessa annetaan luottokortin numero myyjälle, myyjä taas jakaa nämä luottokortin tiedot kolmansille osapuolille eli pankeille ja luottokorttiyrityksille. Virtuaalisten maksujärjestelmien kehitys siis jatkui, koska virtuaalisesta maksamisesta haluttiin tehdä riittävän suojattua ilman tarvittavaa luottamusta kolmanteen osapuoleen. (Bonneau, Clark, Felten, Goldfeder, Narayanan & Miller 2016, 3-5, viitattu 7.9.2020.)

Suurin osa historiassa tehdyistä sadoista kehitysyrityksistä anonyymiin ja hajautettuun digitaaliseen valuuttaan liittyen olivat jollain tavalla menestyksekkäitä. Kuitenkaan ne eivät onnistuneet keksimään hajautettua ratkaisua ”double-spendingiin”, eli ongelmaan, jossa yhtä valuuttaa voidaan



käyttää useampaan kertaan saman henkilön toimesta. Yhdistämällä aikaisempien menestymättömien yritysten hyvät puolet ja ratkaisemalla ”double-spendingiin” liittyvät ongelmat, Bitcoinin alkuperäinen luoja Satoshi Nakamoto onnistui ratkaisemaan virtuaalisten valuuttojen ja maksujärjestelmien suurimmat ongelmat. (Bashir 2020.)

## 2.4 Lohkoketjujen historia

Lohkoketju-konsepti kehitettiin jo 1990-luvun alussa amerikkalaistutkijoiden Stuart Haberin ja W. Scott Stornetan toimesta. Tutkijat pyrkivät kehittämään mallin, missä dokumenttien muokkaushistoria voitaisiin varmistaa täysin ja niiden sisällön salaaminen olisi mahdollista. Mallissa dokumenttien yksilölliset tiivisteet (sekalaisen merkkijonon synnyttämä tunniste, esimerkiksi jokaisen rivin ensimmäinen kirjain) muodostavat ketjun, jonka satunnaisesti valitut tutkijat aikaleimaavat. Dokumentteja ei pysty näin muokkaamaan jälkikäteen, koska silloin dokumenteista muodostetut tiivisteet eivät enää sopisi yhteen dokumentin kanssa. (Hallamaa 2018, viitattu 2.9.2020.)

Mallin jatkojalosteena syntyi vielä seuraavanlainen konsepti: tiivistepuu. Tiivistepuu kokoaa jokaisen dokumentin yksilölliset tiivisteet yhteen, josta muodostuu kokonaan oma itsenäinen tiiviste. Jokaisella tiivistepuu-kokonaisuudella on viittaus aikaisempaan tiivistepuuhun, josta muodostuu ketju. Näin ollen ketjussa olevia dokumentteja ja niiden järjestystä ei siis pysty muokkaamaan jälkikäteen. (Hallamaa 2018, viitattu 2.9.2020.)

## 2.5 Nykyisenlaisten kryptovaluuttojen synty

Nykyisenlainen lohkoketjuteknologia syntyi 31.lokakuuta vuonna 2008, kun mysteerihenkilö tai joukko anonyymejä tutkijoita julkaisivat koodinimellä ”Satoshi Nakamoto” artikkelin ”Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” (Burniske & Tatar 2018, 3). Ensimmäinen Bitcoin-lohko eli *Genesis block* tallennettiin 3.1.2009. Se sisälsi tekstin ”The Times 03/Jan/2009 Chancellor on brink of second bailout for banks”. (Bitcoin Wiki 2020.) Chris Burniske ja Jack Tatar mainitsivat kirjassaan, että Bitcoin syntyi finanssikriisin seurauksena vaihtoehdoksi nykyiselle rahajärjestelmälle. Koska

globaalin finanssikriisin seurauksena koko nykyisintuntemamme rahajärjestelmä oli vaarassa, Satoshi Nakamoto osui keksinnöllään näkyvyyden kannalta juuri oikeaan hetkeen. Tämän vuoksi Bitcoinin nousua ja suosiota on ollut vaikeaa jättää huomioimatta. (Burniske & Tatar 2018, 3.)

Edelleenkaan kukaan ei tiedä, kuka Bitcoinin ja lohkoketjujen isä Satoshi Nakamoto on. Bitcoinin julkaisun jälkeen hän pysyi aktiivisena ja kehitti sitä vielä vuoteen 2011 saakka. Tämän jälkeen hän luovutti Bitcoinin kehittämisen muille kehittäjille ja katosi. (Bashir 2020.)

Alla Bitcoinin toimintaan liittyvä suora lainaus Satoshi Nakamoton kirjoittamasta tekstistä Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System:

”A purely peer-to-peer version of electronic cash would allow online payments to be sent directly from one party to another without going through a financial institution. Digital signatures provide part of the solution, but main benefits are lost if a trusted third party is still required to prevent double-spending. We propose a solution to the double-spending problem using a peer-to-peer network. –” (Nakamoto 2008, 1, viitattu 2.10.2020.)

Pari vuotta Bitcoinin julkaisemisen jälkeen oli selvää, että Bitcoin oli ensimmäinen onnistunut täysin hajautettu virtuaalinen valuutta, jota ihmiset alkoivat ottamaan käyttöönsä entistä enemmän. Kuitenkin Bitcoinissa oli teknisiä osia ja ominaisuuksia, joista kaikki ihmiset eivät pitäneet. Esimerkiksi liian pitkät transaktiiviiveet eivät olleet kaikkien mieleen, joka synnytti Bitcoinille kilpailijoita. Näistä käytetään nimitystä *altcoin* (alternative coin) ja ne ovat omanlaisiaan virtuaalivaluuttoja. Altcoinit eroavat Bitcoinista teknisten ominaisuuksien kuten transaktioaikojen sekä lohkojen koon muodossa. Namencoin ja Litecoin olivat ensimmäisiä Bitcoinin kilpailijoita. (Burniske & Tatar 2018, 38-41.)

Vuonna 2013 Vitalik Buterin julkaisi Ethereumin whitepaperin. Sen pääasiallinen tarkoitus oli luoda alusta, jossa voidaan lähettää informaatiota erilaisten ohjelmien välillä. Ethereum ei ollut suoranaisesti Bitcoinin kilpailija vaan enemmänkin kyseessä oli hajautettu lohkoketjuteknologiaan perustuva tietojenkäsittelyalusta. Käytännössä tavoitteena oli luoda Applen järjestelmän tapainen globaali tietokone, jonka päälle kehittäjät pystyisivät rakentamaan erilaisia luottamusta vaativia sovelluksia ja sopimuksia, joissa liikkuu raha ihmiseltä ihmiselle. (Burniske & Tatar 2018, 54-55.)

Blogissaan 23. tammikuuta 2014 Vitalik Buterin kuvasi Ethereumin syntyä seuraavilla sanoilla:

"I first wrote the initial draft of the Ethereum whitepaper on a cold day in San Francisco in November, as a culmination of months of thought and often frustrating work into an area that we have come to call "cryptocurrency 2.0" – in short, using the Bitcoin blockchain for more than just money. In the months leading up to development of Ethereum, I had the privilege to work closely with several projects attempting to implement colored coins, smart poverty, and various types of decentralized exchange." (Buterin 2014, viitattu 9.9.2020.)

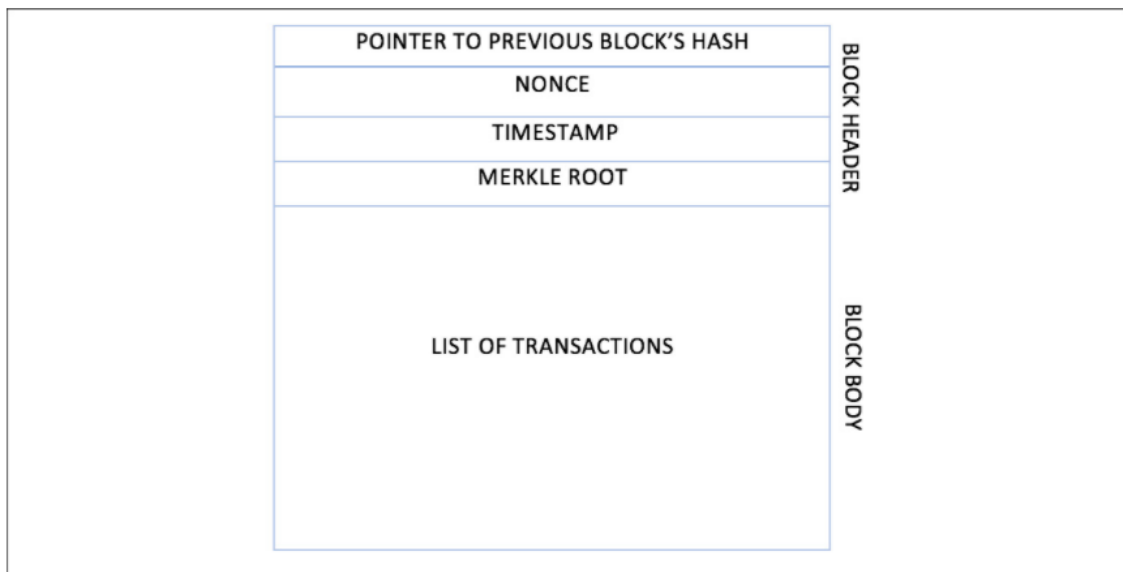
Blogitekstissään Buterin kertoi saaneensa valmiiksi suunnittelemansa virtuaalivaluutta 2.0:n. Ethereumia tulnaisiin käyttämään siis tulevaisuudessa myös muuhun kuin rahansiirtoihin, esimerkiksi informaation ja datan liikuttamiseen sekä älysovimuksien käyttämiseen. (Buterin 2014, viitattu 9.9.2020.) Ethereumin toimintaan, teknisiin ominaisuuksiin ja älysovimuksiin syvennyttään enemmän myöhemmässä vaiheessa.

Ethereumin julkaisun jälkeen alkoi markkinoille syntymään monenlaisia uusia hajautettuja sovelluksia, joita kutsutaan myös nimellä *dApps*. Monet näistä hajautetuista sovelluksista julkaisivat oman älysovimuspohjaisen virtuaalivaluuttansa, joten olemassa olevien virtuaalivaluuttojen määrä on räjähtänyt valtavan suureksi. (Burniske & Tatar 2018, 58-59.) Coinmarketcap-sivuston mukaan tällä hetkellä 9.9.2020 olemassa olevia virtuaalivaluuttoja on 6973 kappaletta. Uusia valuuttoja syntyy edelleen päivittäin lisää. (CoinMarketCap 2020, viitattu 9.9.2020.)

## **2.6 Lohkoketjujen toimintaperiaatteet**

Tämän alaluvun käsittelyn päätarkoituksena on esitellä Bitcoinin lohkoketjun rakennetta ja sen toimintaa, koska Bitcoinin lohkoketjun rakenne on peruseriaatteiltaan kaikkien olemassa olevien lohkoketjujen taustalla. Lisäksi alaluvussa esitellään myös muita oleellisia teknisiä asioita lohkoketjujen toimintaan liittyen.

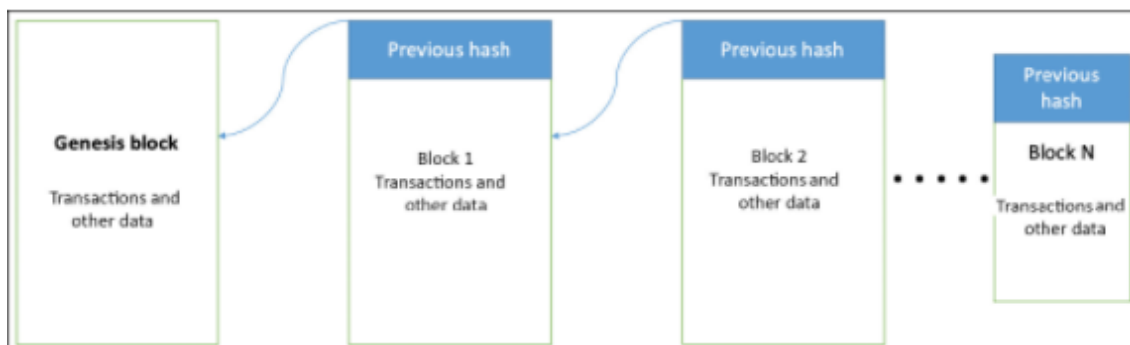
Bitcoinin tapauksessa nodet ja sen verkossa toimivat louhijat pitävät lohkoketjua toiminnassa. Nodet ovat palvelimia, jotka tallentavat lohkoketjun historian ja valvovat verkossa tapahtuvia transaktioita ja niiden oikeellisuutta. Louhijat puolestaan käyttävät tietokoneidensa laskentatehoa matemaattisten algoritmien ratkaisemiseen, joilla he luovat uusia lohkoja, hyväksyvät sekä digitaalisesti allekirjoittavat transaktiot. Louhijat saavat yhdestä lohkon luomisesta palkakseen tietyn määrän Bitcoineja. (Bashir 2020.)



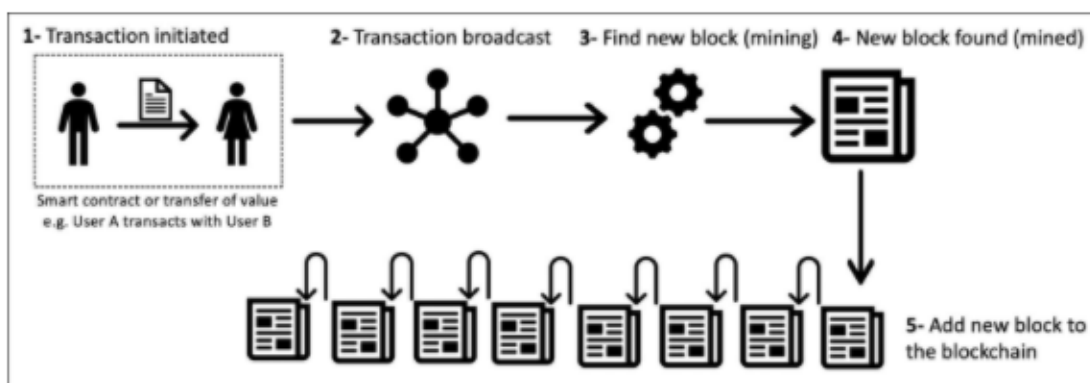
KUVIO 3. Bitcoinin lohkon rakenne (Bashir 2020.)

Sana lohko tarkoittaa yksinkertaisesti listaa tietyistä määrästä transaktioita, jotka ovat loogisesti kasattu yhteen (kuvio 3). Lisäksi lohkoon sisältyy myös muita osia, kuten *Merkle root*, *Timestamp* sekä *Nonce*. (Bashir 2020.) Lohkojen koko määritellään joko ajan tai sen koon perusteella riippuen lohkoketjuprojektista ja se liittyy oleellisesti muun muassa verkon skaalautuvuuteen. Bitcoinin lohkon koko on rajattu noin 1 MB paikkeille. (Haig 2019, viitattu 8.10.2020.) Transaktioita yhdessä lohossa on vuonna 2020 ollut keskimäärin 1800-2300 kappaletta ja yhden lohkon luontiaika on keskimääräisesti noin 10 minuuttia. (BitInfoCharts 2020; Blockchain.com 2020a, viitattu 8.10.2020).

Kuviossa 4. esitetään havainnollisesti bitcoinin lohkoketjun yleistä rakennetta. Lohkot liitetään edellisen lohkon jatkoksi sen tiivistefunktion perustuen. "Genesis block" tarkoittaa Bitcoinin lohkoketjun ensimmäistä lohkoa. (Bitcoin Wiki 2020, viitattu 5.10.2020).



KUVIO 4. Bitcoin-lohkoketjun yleinen rakenne (Bashir 2020.)



KUVIO 5. Bitcoin-lohkoketjun toimintaperiaate (Bashir 2020.)

Bitcoinin lohkoketjun toimintaperiaate nähdään kuviossa 5. Alla vielä sanallinen selitys kuvion eri kohdista.

1. Transaktio laitetaan liikkeelle
2. Transaktio validoidaan noden toimesta ja lähetetään eteenpäin
3. Etsitään uusi lohko (louhinta)
4. Löydetään uusi lohko: matemaattinen laskukaava on ratkaisu ja transaktio on vahvistettu (louhinta suoritettu)
5. Lisätään uusi lohko ketjuun edellisen lohkon jatkoksi (Bashir 2020.)

Satoshi Nakamoto kuvailee Bitcoinin lohkoketjun toimintaa ja louhijoiden toimintalogiikkaa seuraavasti:

”-The network timestamps transactions by hashing them into an ongoing chain of hash-based proof-of-work, forming a record that cannot be changed without redoing proof-of-work. The longest chain not only serves as proof of the sequence of events witnessed, but proof that it came from the largest pool of CPU power. As long as a majority of CPU power is controlled by nodes that are not cooperating to attack the network, they’ll generate the

longest chain and outpace attackers. The network itself requires minimal structure. Messages are broadcast on a best effort basis, and nodes can leave and rejoin the network at will, accepting the longest proof-of-work chain as proof of what happened while they were gone.” (Nakamoto 2008, 1, viitattu 2.10.2020)

Lohkon sisään voidaan sisällyttää paljon muutakin kuin vain virtuaalisen rahan kirjanpitoa. Siellä voidaan säilöä oikeastaan mitä vain tiedostoja kuten tekstiä, kuvia tai vaikkapa pdf-asiakirjoja. Silloin asiakirjaan tai kuvan tiettyyn versioon voidaan ikuisesti viitata tietyllä tunnisteella, jonka osoittama sisältö pysyy taatusti muuttumattomana. Lisäksi lohkon sisään voidaan säilöä koodia, mikä mahdollistaa älysopimusten käytön. (Storås 2016, viitattu 6.10.2020.) Älykkäistä sopimuksista lisää kappaleessa 2.7.

Louhinta tai yleisemmin transaktioiden hyväksyminen ovat erittäin kriittisiä tekijöitä avoimissa lohkoketjujärjestelmissä. Jokaisen lohkoketjun on tehtävä päätös siitä, millä tavoin seuraavan lohkon hyväksyminen tehdään olemassa olevaan ketjuun. Tätä kriittistä päätöstä kutsutaan konsensusmekanismiksi. Eri lohkoketjuprojekteilla on käytössään omanlaisiaan konsensusmekanismeja. Bitcoinin konsensusmekanismista käytetään nimitystä *Proof of Work* (jatkossa lyhennettynä PoW). PoW -konsepti perustuu siihen, että riittävät laskennalliset resurssit on käytetty ennen kuin arvo ehdotetaan verkkoon hyväksyttäväksi. *Proof of Stake* (jatkossa lyhennettynä PoS) on toisenlainen konsensusmekanismi, jossa ei käytetä laskennallisia resursseja PoW:n tavoin. Se toimii perusidealla, että lohkoketjussa toimiva node voi louhia tai vahvistaa transaktioita omistumääränsä perusteella. Tämä luo kannustimen hoitaa lohkoketjun toimintaa mahdollisimman hyvin ja säästää tietokoneiden laskentatehoa. PoS-mallissa käytettävät valuutat ovat luotu etukäteen, joten lohkoketjun ylläpitäjät saavat yleensä palkkiokseen käyttäjiltä perittäviä transaktiokuluja. *Proof of Authority* (jatkossa lyhennettynä PoA) puolestaan käyttää hyväksi nodejen identiteettiä. Nodet ovat julkisesti tunnettuja ja heillä on valta tuottaa uusia lohkoja lohkoketjun sääntöjen mukaisesti. (Investopedia 2019a; Bashir 2020, viitattu 20.10.2020.) Kaikilla konsensusmekanismityypeillä on omat hyvät ominaisuutensa ja haasteensa.

Bitcoinin lohkoketjuun on määritelty säännöt muun muassa louhintapalkkioista, louhintapalkkioiden määrästä sekä Bitcoin-kolikoiden kokonaismäärästä. Louhinnasta saatavat palkkiot ovat ainoa tapa lisätä Bitcoinin kokonaistarjontamäärää. Louhintapalkkiot puoliintuvat (*halving*) 210 000 lohkon välein, joka tarkoittaa käytännössä neljän vuoden ajanjaksoa. Bitcoin-kolikoiden kokonaismäärä on määritelty 21 miljoonaan ja tämä saavutetaan vasta vuonna 2140 louhintapalkkioiden

puoliintumisen avulla. Vuonna 2009 louhijat saivat palkkseen 50 Bitcoin-kolikkoa yhtä lohkoa kohden. Vuonna 2012 ensimmäisen puoliintumisen jälkeen palkkio laski 25 kolikkoon, vuonna 2016 palkkio oli puolestaan enää 12,5 kolikkoa. Vuoden 2020 toukokuussa tapahtunut puoliintuminen aiheutti sen, että palkkio lohkoa kohden laski 6,25 kolikkoon. (Investopedia 2020a, viitattu 20.10.2020.) Kappaleen kirjoittamishetkellä eli 20.10.2020 Bitcoin-kolikoiden tarjonnassa oleva määrä ylittää 18 522 075 kappaleeseen (Coinmarketcap 2020, viitattu 20.10.2020).

## 2.7 Älysopimukset

Nick Szabo julkaisi jo vuonna 1994 artikkelin älykkäistä sopimuksista. Artikkelissa kerrotaan älykkäiden sopimusten olevan *koneellistettuja transaktioprotokollia*, jotka toteuttavat sopimukseen määritetyt yleiset ehdot, vähentävät poikkeamia ja virheitä sekä poistavat tarpeen kolmannesta luotetusta osapuolesta. Älysopimusten käyttäminen vähentää petosten ja muiden haitallisten ilmiöiden määrää ja laskevat samalla niistä koituvia transaktiokustannuksia. (Szabo 1994, viitattu 24.9.2020.)

Älysopimukset kuuluvat erittäin isoon ja tärkeään rooliin nykyisenkaltaisessa lohkoketjuteknologiassa. Lohkoketjuun nämä älykkäät sopimukset implementoitiin ensimmäisen kerran Ethereumin syntyessä. Nimi älysopimus on osittain harhaanjohtava, koska todellisuudessa älysopimus ei ole millään tavalla superälykäs eikä älysopimus osaa ajatella itsenäisesti. Yksinkertaistettuna älysopimukset ovat vain pätkä koodia, johon on kirjattu älysopimusten kriteerit. Logiikaltaan ne ovat ehdollisia transaktioita ja ne toimivat muiden transaktion tapaisesti. Niihin on vain kirjattu koodi "IF this, THEN that". Älysopimus on siis lohkoketjuun ohjelmoitu sopimus, missä jonkin tietyn asian tapahtuessa sopimus noudattaa edellä mainittuja ehtoja luotettavasti. (Burniske & Tatar 2018, 52.)

Älysopimuksia voidaan käyttää esimerkiksi tilanteissa, joissa tehdään kaupankäyntiä tai kaupallista yhteistyötä. Näissä tilanteissa tehdään yleisesti paljon erilaisia sopimuksia, joten älysopimusten soveltaminen näihin tilanteisiin tuo molemmille osapuolille varmuuden luotettavasta sopimisesta ilman kolmannen osapuolen välttämätöntä läsnäoloa. Älysopimukset poistavat ylimääräisten kolmansien osapuolien tarpeen, koska teknologia itsessään mahdollistaa transaktioiden todentami-

sen. Kolmansien osapuolien tarpeen poistaminen vähentää puolestaan niistä koituvia kuluja. Lisäksi älysopimukseen liittyvä turvallisuus on parempi verrattuna nykyisiin sopimusjärjestelmiin. (IBM 2018, viitattu 24.9.2020.)

Koska älysopimukset ovat digitaalisia ja automatisoituja, sopimukseen liittyviä asioita ei tarvitse tehdä manuaalisesti eikä aikaa kulu paperityöhön. Älysopimukseen kirjattu koodi toteuttaa sopimuksen tarkasti ja nopeasti liikaa aikaa viemättä. Koska älysopimukset toimivat automaattisesti ja toimittavat transaktioita etukäteen kirjattujen sääntöjen mukaisesti, kummankaan osapuolen ei tarvitse kyseenalaistaa sitä. Älysopimukset tallennetaan hajautettuun lohkoketjuun, joka tuo turvallisuutta ja jälkikäteen sopimusten sääntöjen muuttaminen on erittäin vaikeaa. Jotta sopimuksen sääntöjä voitaisiin muuttaa jälkikäteen koko lohkoketjuun pitäisi tehdä vaikeita ja suuria muutoksia. Sopimuksen teossa osapuolet voivat luottaa siihen, että näkyvillä oleva data ja teknologia toteuttaa sopimuksen ehtojen mukaisesti. (IBM 2018, viitattu 24.9.2020.)

Hyvänä käytännönläheisenä esimerkkinä älysopimuksista toimii vedonlyönti, jossa kaksi osapuolta haluaa lyödä vetoa jalkapallo-ottelun lopputuloksesta. Tehdään älysopimus, jossa sovitaan ottelun lopputuloksesta ja johon molemmat osapuolet lukitsevat omat rahansa. Kun ottelu päättyy, älysopimuksessa oleva ehtolause "IF this, THEN that" tunnistaa lopputuloksen ja tilittää vedonlyöntiin kirjatut rahat automaattisesti voittajalle. (Bitcoinkeskus 2020c, viitattu 16.9.2020.)

Älysopimuksissa on vielä jonkin verran haasteita. Yksi erittäin iso ongelma on se, mistä älysopimukseen tuleva ulkopuolinen data saadaan turvallisesti ilman datan korruptiomahdollisuutta. Dataan tulee pystyä luottamaan täydellisesti. (Ellis, Juels & Nazarov 2017, 3, viitattu 16.9.2020.) Jotta esimerkiksi saataisiin riittävän faktuaalista dataa jalkapallo-ottelun lopputuloksesta, data ei voi tulla yhdeltä toimijalta, vaan se täytyy saada hajautetusta tietokannasta. Chainlinkin tavoitteena on ratkaista nämä älysopimukseen liittyvät datan korruptio-ongelmat. Sen toimintaan pureudutaan syvemmin kappaleessa 3.3.5.



## 2.8 Lohkoketjuteknologian hyödyt

Pääasiallinen hyöty lohkoketjuteknologiassa on *Decentralization*, eli sen hajautettu luonne. Hajauttaminen lohkoketjuteknologiassa tarkoittaa sitä, että tarve luottaa kolmanteen osapuoleen tai välimieheen katoaa. Kolmannen osapuolen sijaan konsensusmekanismia käytetään transaktioiden hyväksymiseen. Koska lohkoketjut ovat hajautettu ja kaikki tapahtumat ovat kaikkien osapuolten nähtävillä, läpinäkyvyys ja luottamus kuuluvat oleellisiin hyötyihin. Lisäksi datan muuttumattomuus nähdään lohkoketjuteknologian etuna. Kun kerran data on syötetty lohkoketjuun sitä ei saada kovinkaan helposti muutettua tai otettua pois. (Bashir 2020.) Hajauttaminen alentaa riskiä järjestelmässä tapahtuviin virheisiin liittyen ja hakkereiden hyökkäykset tehdään vaikeiksi sekä kalliiksi. Lisäksi yhteisössä toimivien henkilöiden toiminta oman edun ajamiseksi tehdään vaikeaksi ja tehokkuus lisääntyy. Hajauttamista voidaan käyttää apuna muun muassa monopolien purkamisessa, energian tuotannossa, jakelussa, lähteiden todennuksessa sekä markkinamekanismeissa. (EventHorizon 2017, viitattu 25.9.2020.)

Lohkoketjuteknologia on sen hajautetun ominaisuuden vuoksi äärimmäisen luotettava tietojen säilytysmenetelmä verrattuna aiempiin menetelmiin. Lohkoketjuteknologian perusolemuksen vuoksi siinä ei edellytetä luottamista verkon yksittäiseen jäseneen, koska tietojen lähteestä riippumatta niiden oikeellisuus on aina mahdollista kryptografisesti todentaa. Luotettavuuden mahdollistaa ainoastaan se, että laskentatehossa mitattuna vähintään puolet vertaisverkossa toimivista ylläpitäjistä käyttäytyy rehellisesti ilman omaa agenda. Tämä mahdollistaa myös tietojen turvallisen säilyttämisen myös sellaisten toimijoiden haltuun, joilla voisi olla epärehellisiä toimintatapoja. (Mattila & Seppälä 2015, 7-8, viitattu 6.10.2020.)

Systeemin perustana on olla hajautettu vertaisverkko, jossa on tuhansia louhijoita tai validaattoreita tekemässä heille kannattavaa louhinta tai validointitoimintaa. Vaikka jokin yksittäinen louhija joutuisi lopettamaan toimintansa taloudellisten syiden vuoksi, lohkoketju pystyy silti jatkamaan toimintaa kaikkien muiden toimijoiden avulla. Kaikki tapahtumat lohkoketjussa ovat kryptografisesti salattu ja tarjoavat siten sekä verkon että tietojen saatavuuden ja eheyden. Transaktiot tarkistetaan ennalta määrättyjen sääntöjen mukaisesti ja vain kelvolliset tapahtumat lisätään lohkoon ja hyväksytään. (Bashir 2020.)

Nykyisin monilla perustoimijoilla kuten finanssi- sekä terveyssektorilla on omanlaisensa tietokannat. Erilaisten tietokantajärjestelmien vuoksi datan jakaminen näiden välillä voi olla vaikeaa. Koska

lohkoketju voi toimia yhtenä jaettuna pääkirjana monien osapuolten kesken, se voi johtaa järjestelmien vähentämisen kautta yksinkertaistamiseen. Lisäksi nopeampi asiointi, kustannussäästöt sekä älysovimusten käyttöönoton mahdollistaminen ovat lohkoketjuteknologian hyötyjä ja lisäävät mahdollisuuksia. (Bashir 2020.)

Forbesin artikkelissa listataan 13 eri sektoria, missä kaikkialla lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää työkaluna: mainostamisessa, pankki- ja finanssialalla, hallituksissa, yleishyödyllisissä organisaatioissa, äänestyksissä, esineiden Internetissä, kiinteistöalalla, koulutuksessa, autoteollisuudessa, terveydenhuollossa, lääketieteessä ja teollisuudessa yleisesti. Yleisesti käyttämällä hyväksi lohkoketjuun tallennettavaa dataa voidaan ehkäistä petosten lukumääriä sekä antaa asiakkaille ja yhteistyökumppaneille parempaa informaatiota. (Forbes 2019, viitattu 6.10.2020.) Tarkemmin lohkoketjuteknologian avulla voidaan jäljittää esimerkiksi osakekauppoihin liittyviä rikoksia, nopeuttaa ja helpottaa kansainvälisiä rahansiirtoja sekä mahdollistaa kuluttajille paremman läpinäkyvyyden tuotteiden ja hyödykkeiden seurantaan liittyen. (Koksal 2019, viitattu 22.11.2020). Lohkoketjujen käytännön hyötyjä esitellään lisää kappaleen 3. yhteydessä, kun käsitellään erilaisia projekteja sekä niiden mahdollisuuksia.

Myös teollisuuden ja yhteiskunnan ansaintalogiikat voivat mullistua täysin lohkoketjuteknologian avulla. Onnistuessaan erilaisten älykkäiden komponenttien mukautumiskykyiset mikropiirit voivat jakaa datan lisäksi myös paljon muuta, kuten esimerkiksi kaistanleveyttä, laskentatehoa, energiaa tai tallennustilaa. Lohkoketjutietokantojen avulla älykkäät komponentit voisivat pystyttää myös omia hajautettuja markkinapaikkoja keskenään, joka mahdollistaisi älykkäiden komponenttien välisen vaihdannan ja yhteistyön. Vaihdanta ja yhteistyö onnistuisivat, vaikka osapuolet eivät luottaisikaan toisiinsa ja joiden keskinäistä vaihdantaa ei olla etukäteen suunniteltu. Tämä edellä mainittu menetelmä mahdollistaisi tuotannollisen joustavuuden ja kustannusten optimoimisen täysin uudessa mittakaavassa. (Mattila & Seppälä 2015, 9, viitattu 6.10.2020.)

## **2.9 Lohkoketjuteknologian haasteet**

Kuten missä tahansa teknologiassa myös lohkoketjuteknologiassa on omat haasteensa. Jotta lohkoketjuista saataisiin tehtyä entistä vakaampia, hyödyllisempiä sekä käytettävämpiä on erilaisiin ongelmiin puututtava. (Bashir 2020.) Lohkoketjuteknologian haasteet voidaan jakaa kahteen

osaan: operatiivisiin ja teknologisiin haasteisiin. Operatiivisina haasteina ovat muun muassa kehittäjien sekä tilaajien teknologiaosaamisen taso, uusien toimintamallien vaikeus, sääntelyn epäselvyys, korkeat soveltamisen kustannukset, selkeys hallintomalleissa, kehittäjäyhteisöiden luotettavuus, kehityksellinen stabiliteetti, rakenteelliset haasteet ja identiteetin hallinta. (Hukkinen, Jia, Koulu, Laikari, Markkanen, Mattila & Seppälä 2019, 51, viitattu 26.10.2020.)

Teknologiaa haasteita ovat ratkaisujen keskeneräisyys, järjestelmien monimutkaisuus, huonokaalautuvuus ja niihin liittyvä suorituskyky, energiaa tuhlaavat konsensusmekanismit, yksityisyydensuoja sekä tietoturvaan liittyvät haasteet. (Hukkinen ym. 2019, 51, viitattu 26.10.2020.)

Skaalautuvuus on lohkoketjujen suuri ongelma. Lohkoketjut eivät ole esimerkiksi läheskään yhtä skaalautuvia kuin nykyiset finanssijärjestelmät. (Bashir 2020.) Maksukorttiyhtiö Visa onnistuu siirtämään noin 1700 transaktiota sekunnissa. Kuitenkin Bitcoin ylittää keskiarvoltaan vain 3,3 - 7 transaktioon per sekunti riippuen sen järjestelmän käyttöasteesta. Ethereum puolestaan ylittää 10 - 30 transaktioon sekunnissa. Tätä ongelmaa yritetään koko ajan parantaa ja siinä on myös onnistuttukin uusimmissa lohkoketjuprojekteissa. (Mearian, L 2020, viitattu 11.9.2020.)

Toisaalta myös se, että lohkoketjuteknologia on vasta niin uusi keksintö aiheuttaa teknologiaa haasteita. Lohkoketjuteknologiasta tehty tutkimus on vielä niin vähäistä verrattuna esimerkiksi perinteiseen IT-sektoriin, jossa tutkimusta on tehty vuosikausia. Myös yksityisyys on melko suuri huolenaihe varsinkin julkisissa lohkoketjuissa. Kaikki lohkoketjun käyttäjät näkevät jokaisen transaktion hajautetusta tilikirjasta. Tämä tarkoittaa sitä, että joillain perinteisillä aloilla ei voida ottaa teknologiaa käyttöön, koska näissä käsitellään yksityisyyteen liittyviä asioita. Jonkin verran yksityisyyteen liittyviä asioita on yritetty jo kehittää, mutta tutkimusta täytyy vielä jatkaa. (Bashir 2020.)

Lohkoketjuteknologiaa pidetään yleisesti kehittyvänä teknologiana. Sen käyttöön ottaminen nähdään vaikeana ja haastavana, joka vaikuttaa huomattavasti sen käyttöön ottamiseen. Jotta teknologian käyttöön ottamisessa päästäisiin kasvupolulle on sen käyttöönottoa helpotettava huomattavasti. Lisäksi sääntely tuo omat ongelmansa. Lohkoketjun tarkoitus on olla hajautettu järjestelmä, joten kukaan ei todellisuudessa ole siinä tapahtuvissa ongelmissa vastuussa. Tämä tuo haasteita varsinkin kuluttajille sekä lainsäätäjille. (Bashir 2020.)

Nykyinen lainsäädäntö ja sen vähyys tuovat haasteita myös lohkoketjuteknologian ja kryptovaluuttojen kehittäjille ja niiden käyttäjille. Sääntelyn vähyys mahdollistaa sen, että teknologiaa voidaan käyttää väärin tarkoitusperiin. Alla suora lainaus alalla toimivan vaikuttajan Antony Welfaren haastattelusta tivi-lehdessä:

”Valtioiden hallinto on yksi kaikkia uusia teknologioita jarruttava tekijä. Ongelma on se, etteivät poliitikot usein ymmärrä uutta teknologiaa. Emmehän me itsekään täysin ymmärrä sitä. Siksi valtiot seuraavat uuden teknologian kehitystä ja innovointia pitkään ennen kuin tekevät siitä standardin.” (Savonen 2019, viitattu 6.10.2020.)

Sääntelyn epäselvyys luo myös riskejä lohkoketjuteknologian käyttöönotolle. Jatkuvasti muuttuvat tai myöhemmin säädettävät lait saattavat muuttaa niiden toimintamahdollisuuksia ja jopa lopettaa niiden toiminnan. Esimerkiksi yhteiskunnallinen keskustelu virtuaalisten valuuttojen roolista on ollut ajoittain polarisoitunutta, riippumatta siitä millainen järjestelmää koossa pitävä voima ne avoimissa lohkoketjujärjestelmissä on. (Hukkinen ym. 2019, 51-52, viitattu 26.10.2020.) Sveitsi puolestaan houkuttelee aktiivisesti ulkomaisia lohkoketjuprojekteja perustamaan yrityksiä maahansa. Kryptolaaksoksi kutsuttavaan Zugiin on vuoteen 2018 mennessä perustettu noin 200 kryptovaluutta- ja lohkoketjualan yritystä muun muassa Ethereum Foundation, Cardano sekä suomalais-taustainen Streamr. (Leppänen 2018b, viitattu 21.9.2020.) Sääntely, sen vähyys sekä sekalaisuus esimerkiksi juuri Suomessa voi aiheuttaa sen, että uutta teknologiaa kehittävät yritykset siirtyvät vapaamielisempään maahan.

Lohkoketjujen hajautetut toimintamallit lisäävät puolestaan haasteita järjestelmien hallintaan ja kehitykseen liittyvistä näkökulmista. Varsinkin alustatyyppisissä julkisissa lohkoketjuissa riita- ja ongelmatilanteiden ratkaiseminen voi tuoda valtavia lisähaasteita. Lohkoketjujen lyhyestä historiasta huolimatta alalta löytyy useita käytännön esimerkkejä, joissa kehittäjien yhteisymmärrys kehityssuunnista eivät ole olleet yhtenäisiä ja toiminta on haarautunut useille eri poluille. (Hukkinen ym. 2019, 52, viitattu 26.10.2020)

Yleisesti lohkoketjuteknologia ei ole onnistunut viimeisten vuosien aikana täyttämään sille asetettuja odotuksia. Yksi syy voisi olla se, että odotukset teknologiaa kohtaan ovat kasvaneet huomattavasti.

tavan suuriksi ja kohdistuneet mahdollisesti väärin asioihin. Kun lohkoketjuteknologian perusluonnetta on siihen pohjautuvissa yrityksissä heikosti hahmotettu, sitä on jo lähtökohtaisesti yritetty soveltaa vääränlaisiin tarkoituksiin. Toisaalta myös aivan perusinfrastruktuurin kehityksessä riittää edelleen valtaviakin haasteita, mikä tekee sen tehokkaasta hyödyntämisestä haastavaa. (Hukkinen ym. 2019, 12, viitattu 26.10.2020)

### 3 LOHKOKETJUPROJEKTtien ESITTELY

Tässä kappaleessa käydään lävitse mielenkiintoisia erilaisia lohkoketjuteknologiaan pohjautuvia projekteja. Niiden esittelyn tavoitteena on tuoda ilmi olemassa olevia ratkaisuja, esitellä niiden toimintatapoja, mahdollisuuksia ja saavutuksia. Projektit, joita tässä kappaleessa käsitellään, on valittu niiden suosion, oman mielenkiinnon sekä toimeksiantajan toivomusten perusteella. Lisäksi projektien valinnassa on huomioitu niiden ratkaisumallien erilaisuus, eri kategoriat sekä IoT-näkökulma, joka tulee aiheelliseksi myöhemmin työn loppuvaiheessa.

Coinmarketcap-sivuston mukaan kappaleen kirjoittamishetkellä 12.10.2020 olemassa olevia virtuaalivaluuttoja on yhteensä 7371 kappaletta. Uusia valuuttoja syntyy edelleen päivittäin lisää. (CoinMarketCap 2020, viitattu 12.10.2020.) Tämän vuoksi paljon jäi myös mielenkiintoisia lohkoketjuprojekteja ja niiden mahdollisuuksia käsittelemättä.

#### 3.1 Tokenisointi

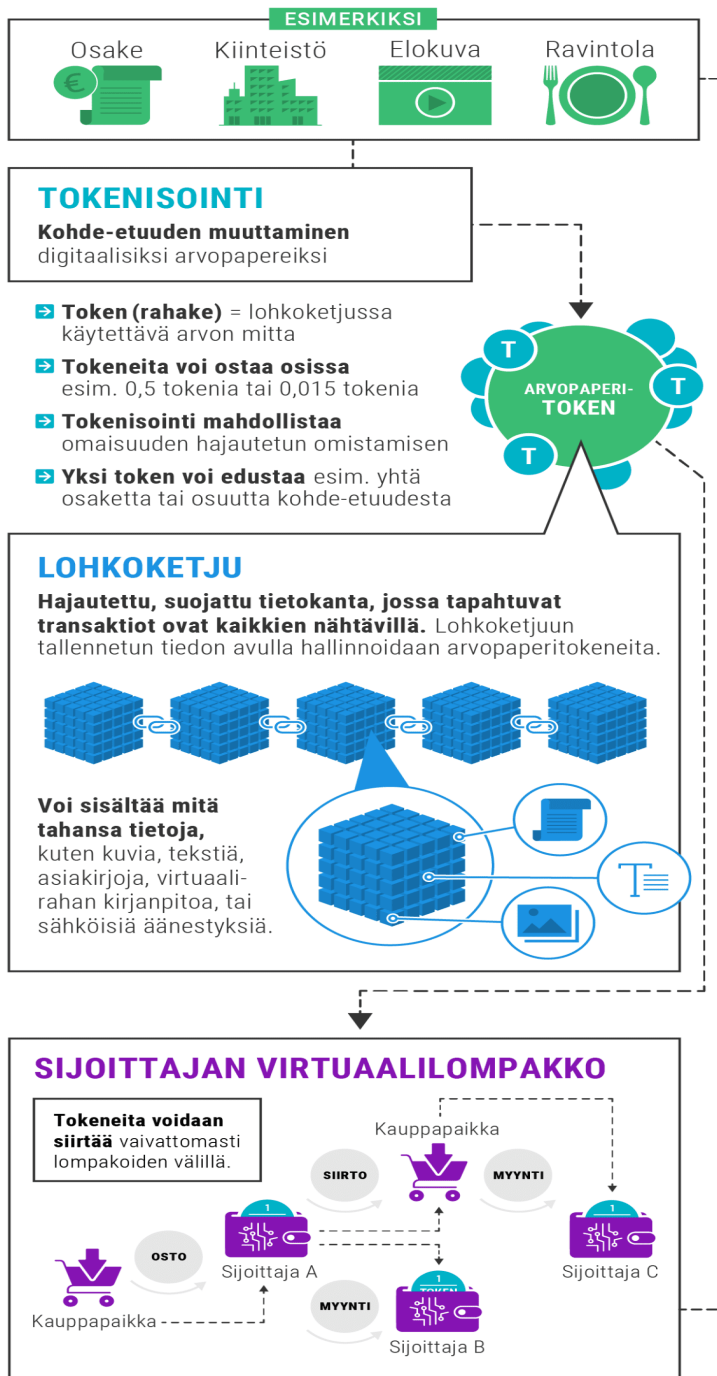
Tokenisointi on prosessi, jossa muutetaan jokin tietty oikean maailman omaisuususerä tai omistusoikeus digitaaliseksi tokeniksi lohkoketjuun. Hyviä esimerkkejä omaisuususeristä, jotka voitaisiin tokenisoida ovat erilaiset hyödykkeet, kiinteistöt, taide-esineet, valuutat, osakkeet tai jokin muu arvokas omistus. (Bashir 2020.)

Digitaalisista arvopapereista käytetään termiä arvopaperitoken. Teknisesti nämä tokenit vastaavat kryptovaluuttoja, mutta niiden taustalla on todellinen fyysinen omistus. (Leppänen 2019.) Perinteisiin arvopapereihin verrattuna tokenisoidut arvopaperit ovat käsittely- ja liikkeeseenlaskukustannuksiltaan pienempiä. Lisäksi tokenisoituja arvopapereita voitaisiin sekä ostaa että myydä ilman välikäsiä globaaleilla markkinoilla. Digitaalisen arvopaperin vastuut, oikeudet sekä edut kirjataan älysopimukseen, joten mahdolliset tuotot arvopaperitokenien omistajille hoituvat automaattisesti. (Leppänen 2018a, viitattu 12.9.2020.)

Leppänen haastattelee artikkelissaan yhtä suomalaista digitalisoitujen arvopaperien markkinapainon perustajaa Janne Lohvansuuta. Lohvansuu kertoo, että arvopaperitokenit tulevat tulevaisuudessa muuttamaan käsityksiä omistussuosuksista sekä niiden hajauttamisesta. Jopa linja-auton istuimia voitaisiin tokenisoida, joilla linja-autoyhtiö voisi hakea itselleen rahoitusta ja jakaa voittoja istuimiin sijoittaneille. Lisäksi kokonainen yksiö voitaisiin tokenisoida ja se voitaisiin laittaa Airbnb-palveluun vuokralle. Tästä syntyneet vuokratulot voitaisiin välittää eteenpäin kaikille tokenien omistajille. (Leppänen 2018a, viitattu 12.9.2020.) Tokenisointi voisi mahdollistaa tavalliselle ihmiselle myös murto-omistuksen Vincent van Goghin maalauksesta. Maalauksen omistus voitaisiin jakaa murto-osiin ja kaikilla olisi mahdollisuus omistaa sitä. (Bashir 2020.) Sijoittaja voisi myös tokenisoi- tuun eteläamerikkalaiseen sademetsään, jonka haluaa säilyttää koskemattomana (Leppänen 2019, viitattu 12.9.2020). Tulevaisuudessa tokenisoinnin ansiosta voisi olla mahdollista myös se, että tavallinen suomalainen piensijoittaja voisi omistaa osan yksiöstä vaikkapa Manhattanilta.

Kuviossa 6. kiteytetään ja yksinkertaistetaan tokenisoinnin käsite ja tässä kappaleessa esitellyt perusasiat. Kuvion perusidea menee lyhykäisyydessään seuraavasti: esimerkiksi sadan neliömetrin kiinteistön omistus muutetaan neliömetrien perusteella sadaksi tokeniksi lohkoketjuun. Neliömetrien omistus voidaan jakaa tokenien avulla vielä pienemmäksi määräksi, eli tokenisoinnin avulla pienempikin sijoittaja saa mahdollisuuden omistaa arvokasta kiinteistöä ja pääsee hyötymään siihen liittyvistä tuotoista. Lisäksi tokenisointi mahdollistaa hajautetun omistamisen ja vapaamman kaupankäynnin, eli kiinteistöihin sijoitettavat varat eivät tarvitse tulla enää vain muutamalta toimijalta ja omistuksilla voidaan käydä vaivattomasti kauppaa sijoittajien virtuaalilompakoiden välillä.

## OMAISUUS TAI KOHDE-ETUUS





## 3.2 Oman lohkoketjuinfrastruktuurin omaavat projektit

Tässä kappaleessa esitellään oman lohkoketjuinfrastruktuurin omaavia projekteja. Valitut projektit ovat pääasiassa erilaisia lohkoketjualustoja ja niissä käytettävät valuutat kuuluvat yleisesti ottaen kryptovaluuttakategoriaan.

### 3.2.1 Ethereum

Ethereumin white paper julkaistiin vuonna 2013 venäläisen Vitalik Buterin toimesta. Tavoitteenaan hänellä oli tehdä Bitcoin 2.0, joka olisi paljon muutakin kuin vain virtuaalinen raha. Hän halusi luoda uudenlaisen ekosysteemin ja virtuaalisen lohkoketjujärjestelmän hajautettujen sovellusten rakentamiseen ja korjata Bitcoinissa ilmeneviä teknisiä ongelmia. (Buterin 2014, viitattu 9.9.2020.) Ethereumin tavoitteena oli luoda alusta, missä kuka tahansa pystyisi helposti tekemään älysopimuksia ja luomaan hajautettuja sovelluksia (dApps) sekä hajautettuja autonomisia organisaatioita (DAO). Lisäksi Vitalik Buterin halusi mahdollistaa nopean kehittämisen, turvallisen ympäristön pienille ja harvoin käytetyille sovelluksille sekä erilaisten sovelluksien tehokkaan vuorovaikutuksen keskenään. Filosofia järjestelmän taustalla tavoitteiden mahdollistamiseksi ovat yksinkertaisuus, universaalisuus, modulaarisuus, ketteryys sekä syrjimättömyys. (Ethereum 2020, viitattu 21.9.2020.)

Ethereum käyttää Bitcoinin tapaan konsensusmekanismina PoW -mallia eli transaktioiden sekä lohkojen varmistamiseen käytetään louhijoiden laskentatehoa. Louhijat saavat työstään palkkiona Ethereum-järjestelmässä käytettävää Ether-valuutta. Ether-valuutta käytetään louhijoiden kannustimen lisäksi ”virtuaalisena bensana”, jolla maksetaan transaktioista aiheutuvat kulut sekä älysopimusten käyttö. (Bitcoinkeskus 2020a; Ethereum 2020, viitattu 21.9.2020.)

Ethereumin whitepaperin mukaan sen järjestelmässä voidaan rakentaa kolmen tyyppisiä sovelluksia. Rahoitukseen liittyvät sovellukset, puolirahoitussopimukset sekä muunlaiset sovellukset. Rahoitukseen liittyvät sovellukset ovat sovelluksia, jotka tarjoavat käyttäjilleen tehokkaampia tapoja rahavarojensa hallintaan ja mahdollisuuden tehdä rahallisia sopimuksia, esimerkiksi johdannaisen, säästölompakoiden, testamenttien tai jopa työsopimusten muodossa. Puolirahoitussopimukset tarkoittavat sopimuksia, joissa raha liikkuu omistajalta toiselle. Puolirahoitussopimuksissa on kuitenkin mukana myös jokin muu ulottuvuus. Muunlaiset sovellukset ovat esimerkiksi online-äänestys ja hajautettu hallintomalli, joihin ei rahoitus liity millään tavalla. (Ethereum 2020, viitattu 21.9.2020.)

Ethereumin kasvua ovat vauhdittaneet sen järjestelmässä toimivat ERC20-tokenit. ERC tulee sanoista Ethereum Request for Comment ja tarkoittaa Ethereumin teknistä standardia, joka määrittelee säännöt sen alustalla toimiville tokeneille ja älysopimuksille. Nämä ERC20-protokollan tokenit ovat rakennettu yksinkertaistettuna Ethereumin lohkoketjualustan päälle eikä näillä ole täten omaa lohkoketjua. Tunnetuimpiin ERC-20 tokeneihin kuuluu tässäkin työssä käsiteltävä BAT eli Basic Attention Token. (Bitcoinkeskus 2020a; Investopedia 2020b, viitattu 21.9.2020.) Lisää ERC20 -protokollan projekteja käsitellään kappaleessa 3.3.

Ethereum-verkkoon on kehitteillä päivitys, jossa siirretään nykyinen Ethereum uuteen verkkoon. Tätä kutsutaan Ethereum versio 2.0:ksi ja se sisältää suuren määrän päivityksiä, jotka mahdollistavat Ethereumista entistä nopeamman ja turvallisemman. Suurin muutos on konsensusmekanismin vaihtuminen PoS-malliin, koska nykyinen PoW-malli vaatii valtavasti resursseja ja kuluttaa huomattavan määrän laskentatehoa. Ethereumin uudessa PoS-mallissa maksimaalinen louhintateho määräytyy hallussa olevien kolikoiden mukaisesti. Mitä enemmän kolikoita louhijalla on hallussaan, sitä enemmän louhintatehoa hänellä myös on. Jos louhija omistaa esimerkiksi yhden prosentin kryptovaluutoista, voi hän vastaavasti louhia vain yhden prosentin lohkoista. PoS-päivityksen lisäksi kuvioon astuu myös *sharding*. Shardingin avulla pilkotaan koko järjestelmä pienempiin ketjuihin, mikä mahdollistaa samanaikaisia siirtoja eri ketjuissa. (Keronen 2020, viitattu 6.10.2020.) Vitalik Buterinin mukaan sharding mahdollistaa nykyisen Ethereumin skaalautuvuuden kymmeniin tuhansiin transaktioihin per sekunti. Tämän koko päivityksen tarkoitus on hakea reaali maailman ja lohkoketjujen lähentymistä toistensa kanssa. Käytettävyys, helppous sekä skaalautuvuus paranevat sekä käyttäjien transaktiokulut laskevat. Ethereumin päivitys on arvioitu valmistuvan aikavälillä 2020-2022. (Block in Press 2019, viitattu 6.10.2020.) Päivitykseen liittyy konsensusmekanismin ja järjestelmän pilkkomisen lisäksi myös muita osia.

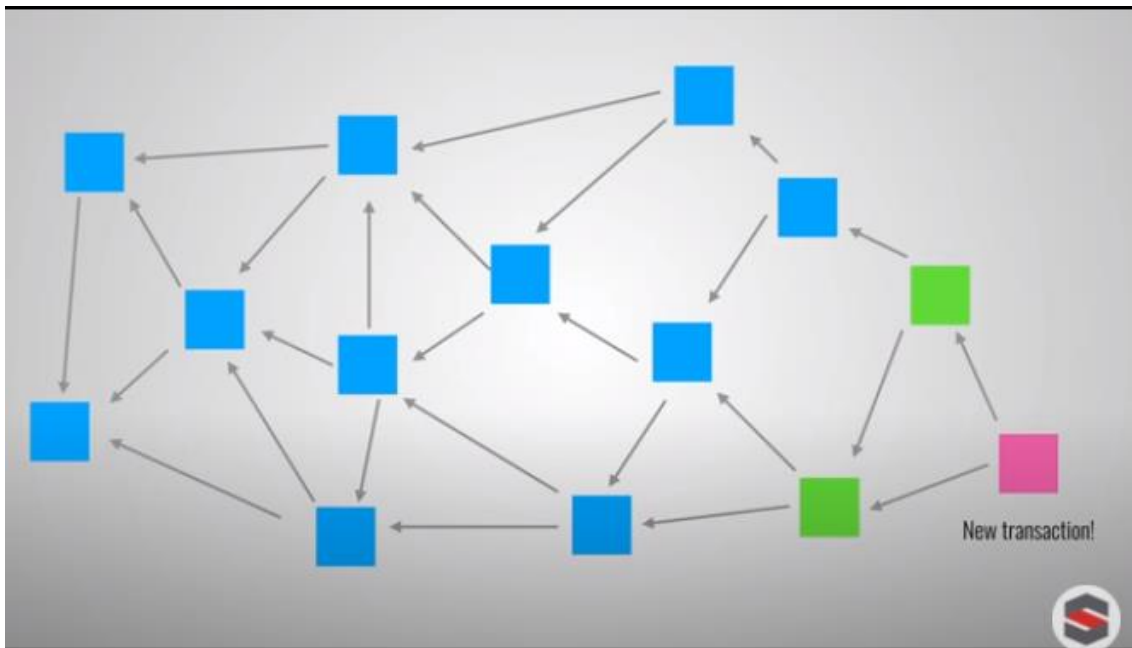
### 3.2.2 IOTA

IOTA on saanut alkuunsa Saksassa vuonna 2015 Dominik Schienerin, David Sonstebon, Sergey Popovin sekä Sergey Ivancheglon toimesta. Projekti lähti liikkeelle Jinn-laiteprojektina, jonka tavoitteena oli suunnitella matalakuluisia sekä yleiskäyttöisiä prosessoreita. Tämän pohjalta muotoutui heidän tavoitteensa kehittää globaali IoT-standardi, joka mahdollistaisi kuluttomat transaktiot sekä äärettömän skaalautuvuuden laitteiden ja koneiden välillä. IOTAn olennaisena osana ovat

maksuvälineenä toimiva kryptovaluutta nimeltä IOTA (markkinoilla mIOTA=100 miljoonaa IOTA-tokenia), IOTA-verkko, Jinn-mikroprosessorit sekä Qubic-protokolla. (Investopedia 2018; Bitcoinkeskus 2020e, viitattu 29.9.2020.) IOTAn toiminta on erittäin haastava ymmärtää jo ylipäättänsä siitä syystä, että se ei tavalliseen tapaan toimi lohkoketjussa. Sen ainutlaatuinen ratkaisumalli ja lohkoketjun puuttuminen tuottaa suuria haasteita myös sen virtuaalisen valuutan kategorian määrittelyssä.

IOTAn tavoitteena on siis luoda standardi koneiden ja ihmisten välisiin datan ja arvonsiirtoihin. IOTAn kehittäjät ovat kuvailleet ratkaisuaan julkiseksi esineiden Internetin selkärangaksi, joka mahdollistaa useiden laitteiden välisen yhdessä toimimisen. Tämä tarkoittaa yksinkertaisesti sanottuna sitä, että liiketoimet yhdistettyjen laitteiden välille mahdollistetaan ja kuka tahansa voi käyttää sen arkkitehtuuria hyväkseen. (Investopedia 2018, viitattu 29.9.2020.) Käytännössä toiminta mahdollistetaan siten, että laitteisiin asennettu Jinn-mikroprosessori tuottama data välitetään Qubic-protokollan avulla IOTAn kehittämään verkkoon. Verkossa mahdollistetaan datan siirrot, kaupankäynti sekä säilyttäminen. (Bitcoinkeskus 2020e, viitattu 29.9.2020.)

IOTA toimii *Tangle-verkossa*, jota kuvaillaan heidän verkkosivuillaan avoimeksi, kuluttomaksi ja skaalautuvaksi hajautetuksi tilikirjaksi, jossa olevaa dataa ei voida muuttaa tai tuhota. Lisäksi se on suunniteltu tukemaan kitkatonta datan ja arvon siirtelyä ihmisten ja koneiden välillä. Tangle eli DAG (Directed Acyclic Graph) tarkoittaa suunnattua syklitöntä verkkoa ja se mahdollistaa IOTA Foundationin mukaan kuluttoman ja äärimmäisyyteen skaalautuvan alustan, koska verkossa ei lohkoketjun tapaan käytetä lohkoja tai louhijoita. Skaalautuminen mahdollistuu yksinkertaisesti siten, että lähettämällä yhden transaktion, hyväksytään samalla kaksi muuta transaktiota (kuvio 7). (IOTA Foundation 2020a, viitattu 29.9.2020.)



KUVIO 7. Tangle-verkon toiminta (Simply Explained 2017, viitattu 29.9.2020.)

Tanglen toiminta yksinkertaisuudessaan tarkoittaa onnistuessaan sitä, että verkon kapasiteetti kasvaa entistä suuremmaksi sen käyttäjämäärien lisääntyessä. Tangle-verkossa käytetään lohkoketjujen tapaan node-palvelimia transaktioiden hyväksymisessä. Tällä hetkellä IOTAn tangle-verkko ei ole valmis ja sen nykyisestä ylläpidosta vastaa IOTA Foundationin hallinnoima Coordinator-node. Se on järjestelmän alkuvaiheen erillinen ylläpitäjä, joka vahvistaa transaktioiden lähetykset. Se on tarkoitus poistaa IOTA Coordicide -prosessissa, jonka jälkeen IOTAn tangle-verkko on hyvin lähellä sen lopullista muotoaan. (Bitcoinkeskus 2020e, viitattu 19.11.2020.)

Iota.org-sivustolla listataan mahdollisia sektoreita, missä heidän ratkaisujaan voidaan käyttää hyödyksi. Esimerkiksi autojen valmistukseen heillä löytyy ratkaisuja; autot muutetaan digitaalisiksi alustoiksi, jotka mahdollistavat muun muassa autojen itsenäisen kaupankäynnin. Autot onnistuessaan voisivat itse maksaa parkkimaksut, akkujen lataukset, tietullit sekä muut palvelut. Lisäksi ne voisivat tehdä itsenäisesti rahaa myymällä keräämäänsä dataa tai sähköä akuistaan. (IOTA Foundation 2020b, viitattu 29.9.2020.)

IOTAn tarkoitus on tehdä ajoneuvon koko elinkaaresta läpinäkyvämmän seuraamalla kaikkea, mitä Tangle-verkossa olevalle ajoneuvolle tapahtuu. Seuraamalla ajoneuvon käyttöä ja omistajia mahdollistuu huijausten estäminen, käyttöön perustuvat maksut, kuten vakuutukset sekä monet muut sovellukset. Uusiutuvien energialähteiden tullessa uudeksi standardiksi, sähköautot tulevat ansait-

semaan rahaa ottamalla osaa energianmyynnin vertaisverkkokauppaan ja samalla auttavat stabilisoimaan energian tarjontaa. Yhdistämällä autot vielä ympäröivään maailmaan, autot, liikennevalot ja muut näihin liittyvät asiat tarvitsevat infrastruktuurin turvalliseen kommunikointiin ja maksujen vaihtoon. Tämä toisi IOTAn Tangle-verkolle hyvän tilaisuuden astua kuvaan. (IOTA Foundation 2020b, viitattu 29.9.2020.)

Ajoneuvojen teknologisen mullistamisen lisäksi IOTA listaa sivuillaan myös muita heille sopivia sovellustapojaan. Esimerkkinä maailmankauppa sekä toimitusketjut, Industrial IoT, terveydenhuolto, älykaupungit, tulli ja rajahallinto sekä digitaalinen identiteetti. (IOTA Foundation 2020c, viitattu 29.9.2020.) Mukana uutta IoT-standardia ovat kehittämässä muun muassa Jaguar Land Rover, Dell Technologies sekä monet muut hyvin tunnetut yritykset ja toimijat (IOTA Foundation 2020d, viitattu 29.9.2020).

### **3.2.3 VeChain**

VeChain-projekti on lähtöisin singaporelaisesta lohkoketjuteknologiaa kehittävästä yhtiöstä BitSe, joka perustettiin jo vuonna 2013. BitSe eli Bit Service Expert on yksi maailman ensimmäisistä BAAS-yrityksistä (Blockchain As A Service). Vaikka kryptovaluutta sekä lohkoketjua kehittävä VeChain Foundation on perustettu vasta 2017, itse VeChain-brändi on julkistettu jo vuonna 2015. VeChain Foundationin toimitusjohtajana toimii kiinalainen Sunny Lu. VeChain on Ethereumin tapaan lohkoketjualusta, jonka päälle voidaan rakentaa erilaisia hajautettuja sovelluksia. Sen tavoitteena on luoda lohkoketjupohjainen käyttöjärjestelmä yritysmaailmaan ja toimitusketjujen hallintaan. (Bitcoinkeskus 2020b, viitattu 14.9.2020.) VeChainThor lohkoketju on suunniteltu yrityskäyttöön kaikenkokoisille yrityksille. Tavoitteena on tehdä yrityksille mahdolliseksi hyvin skaalautuva ja helposti käyttöön otettava lohkoketjujärjestelmä. Visiona heillä on alentaa yritysten kynnystä lohkoketjuteknologian käyttöönottoon liittyen sekä lisätä vakiintuneiden liiketoimintojen arvoa sekä ratkaista erilaisia taloudellisia ongelmia. (VeChain Foundation 2019, 1, viitattu 14.9.2020.)

Taloudellinen malli on yritetty suunnitella yrityksille sopivaksi siten, että lohkoketjun transaktiokulut pysyisivät vakaana ja ennustettavana. VeChainThor-alustan taloudelliseen malliin kuuluvat sen VET-valuutta sekä VTHO-token. VET on ns. järjestelmän päävaluutta, joka tuottaa VeThor tokenia (VTHO). Tässä kaksivaluuttajärjestelmässä VTHO-tokenia käytetään transaktioiden maksuihin ja

muihin lohkoketjussa maksettaviin kuluihin. VTHO-tokenia voidaan siis ajatella VeChainThor-lohkoketjun bensana, jota ilman lohkoketju ei toimi. (VeChain Foundation 2019, 30-33, viitattu 14.9.2020.)

Mathematically, we can write our model as:

$$E = v * V * t \quad (1)$$

$$E = p * G \quad (2)$$

$V$ : the amount of VET

$E$ : the amount of VTHO

$G$ : the amount of gas (in units of one thousand gas), where gas is the internal unit of the VeChainThor blockchain to price various blockchain operations. The name 'gas' is adopted from the Ethereum blockchain.

$t$ : the amount of time used to accumulate VTHO from VET. Note that  $t$  is counted in number of blocks rather than conventional time units.

$p$ : the gas price in VTHO

$v$ : the generation speed of VTHO from VET

*KUVIO 8. VeChainThor-lohkoketjun tokenien malli matemaattisesti ilmaistuna (VeChain Foundation 2019, 31-32, viitattu 14.9.2020.)*

Kuvion 8. kaava 1 tarkoittaa sitä, kuinka paljon jokaisen lohkon valmistumisen jälkeen yksi VET-valuutta generoi omistajalleen VTHO-tokenia. Kaava numero kaksi kertoo, kuinka paljon VTHO-tokenia kulutetaan transaktioissa. Sekä VET-valuutan että VTHO-tokenin hinta määräytyvät markkinoilla kysynnän ja tarjonnan mukaisesti. Jotta lohkoketjun transaktiokulut saadaan pysymään taseisena ja ennakoitavana, VTHO-tokenin hinnan noustessa voidaan muuttaa kuviossa mainittuja parametreja  $p$  ja  $v$ . (VeChain Foundation 2019, 34-36, viitattu 14.9.2020.)

Konsensusmekanismina VeChainThor lohkoketju käyttää PoA-mallia. Käytännössä lohkoketjulla ei ole louhijoita vaan Authority Masternode -palvelimet valvovat, hyväksyvät transaktioita ja kontrolloivat verkkoa. Näitä päättäviä Authority Masternodeja VeChainThor-lohkoketjussa on 101 kappaletta, jotka ovat kaikki VeChain Foundationin vahvistamia ja hyväksymiä tahoja. Authority Masternodeksi hyväksytään ainoastaan yrityskumppanit, lohkoketjun kehitystiimit, akateemiset tutkimuspartnerit, VeChainin yhteisön avustajat sekä liiketoiminnan kehittäjät. (VeChain Foundation 2018.) Vaikka VeChain Foundation onkin taustalla kehittämässä lohkoketjua, päätökset muutoksista lohkoketjun rakenteeseen tehdään äänestämällä. Äänestys oikeus riippuu nodejen statuksesta eli siitä,

kuinka paljon tokeneita node omistaa. Äänestys-oikeus jaetaan kolmeen kategoriaan: Authority Masternodes, Economic X Nodes sekä Economic Nodes, kuten kuvio 9. nähdään. Äänestys-oikeuden lisäksi nodeksi rekisteröitymällä voidaan saada suurempia generoituja määriä VTHO-tokeneita kuin tavallisesti. (VeChain Foundation 2019, 18-19, viitattu 14.9.2020.)

Category	Node Tier	Minimum VET Holding	Votes per Node (in-category)	Voting Authority
<b>Authority Masternodes (AM)</b> <i>*KYC required</i>	N/A	25,000,000	1 AM vote	<b>40%</b>
<b>Economic X Nodes (XN)</b>	MX	15,600,000	26 XN votes	<b>40%</b>
	TX	5,600,000	10 XN votes	
	SX	1,600,000	3 XN votes	
	VX	600,000	1 XN vote	
<b>Economic Nodes (EN)</b>	M	15,000,000	15 EN votes	<b>20%</b>
	T	5,000,000	5 EN votes	
	S	1,000,000	1 EN vote	

KUVIO 9. VeChainThor-lohkoketjun äänestysjärjestelmä (VeChain Foundation 2019, 20, viitattu 14.9.2020.)

VeChainin lohkoketjussa toimintaa ylläpitävien Authority Masternodejen identiteetti kuuluisi olla julkisia PoA-konsensusmekanismin toimivuuden kannalta. Niitä ei ole kuitenkaan vielä syksyyn 2020 mennessä julkaistu, koska nykyinen lainsäädäntöön ja julkisuuteen liittyvä epävarmuus voi aiheuttaa muita ongelmia. Esimerkiksi Facebookin kehittänyt virtuaalinen valuutta Libra on joutunut vaikeuksiin, koska siinä julkisesti mukana olleet yritykset joutuivat luopumaan mukanaolosta sääntelyn epäselvyyteen vedoten. (VeChain Foundation 2020a, viitattu 21.11.2020.)

VeChain yrittää toteuttaa toimitusketjujen seuraamista yhdistelemällä lohkoketju-infraa sekä IoT -ratkaisuja. Tuotteiden seurantaan käytetään RFID ja NFC-siruja sekä QR-koodeja, jotka ovat yhdistetty lohkoketjuun. Sirut upotetaan valmistettavien tuotteiden materiaaleihin, joten niiden poistaminen ja väärentäminen muuttuu erittäin vaikeaksi. (Bitcoinkeskus 2020b, viitattu 14.9.2020.)

VeChain on ollut kehittämässä ratkaisuja muun muassa elintarvikesektorilla keräämällä dataa elintarvikkeista, elintarvikkeiden alkuperästä sekä niiden logistiikkaketjuista. Myös luksusbrändien piratismiin on VeChain pyrkinyt kehittämään ratkaisuja. Fyysiseen tuotteeseen kiinnitetään NFC-siru, johon on kerätty tuotteen digitaalinen identiteetti ja johon kerätään dataa logistiikkaketjuista. Lisäksi autoihin liittyvät data, kuten ajokilometrit, korjaukset ja huollot, tekniset tiedot sekä muut ovat VeChainin kehityksen kohteena. (VeChain Foundation 2019, 36-41, viitattu 14.9.2020.)

VeChainilla on paljon erilaisia yhteistyökumppaneita, muun muassa DNV GL, PWC China, BYD, DB Schenker sekä muita isompia ja pienempiä toimijoita. (VechainInsider 2020, viitattu 10.11.2020). Lisäksi Kiinan yksi suurimmista viinin maahantuojista Direct Imported Goods (DIG) on asentanut tunnisteet jo miljooniin viinipulloihin (Bitcoinkeskus 2020b, viitattu 10.11.2020).

### **3.2.4 Tezos**

Tezos Foundation on perustettu vuonna 2016 Sveitsissä ranskalaisen Arthur Breitmanin toimesta. Sen tavoitteena oli luoda vaihtoehtoinen alusta Ethereumille, joka yksinkertaisesti tarjoaa kaikille osapuolille paremman alustan älysovelluksille sekä muille alustalle rakennettaville sovelluksille. Breitman halusi luoda Ethereumista omannäköisen versionsa, koska sen hallintorakenne ja verkon kehitystyö olivat hänen mielestään puutteellisia. (Bitcoinkeskus 2020d, viitattu 18.9.2020.) Tezosin lohkoketjun toimintaa ylläpitävästä valuutasta käytetään nimitystä XTZ.

Tezoksen hallintomalli toimii ottamalla kaikki sen valuutan omistajat mukaan sen lohkoketjussa tapahtuvien asioiden muutosten sekä päätösten tekoon. Tezoksen kehittäjät muodostavat äänestyslohkoketjuun tehtävistä muutoksista, josta tehdään oma sisäinen äänestys. (Tezos 2020, viitattu 30.9.2020.) Tezos-lohkoketju käyttää konsensusmekanismina PoS-mallia eli omistamalla tietyn määrän tokeneita pääsee nodeksi hyväksymään transaktioita. Kuitenkin Tezoksen lohkoketjun kannustinmalli eroaa valtavasti muista PoS-konsensusmekanismeista, koska he käyttävät joukko-velkakirjojen ja palkkioiden yhdistelmää. Siinä kiinteän palkkion lisäksi verkossa toimivat nodet lukitsevat (staking) tietyn määrän tokeneita vuodeksi kerrallaan. Koko ajanjakson ajan tokeneita lukinnut node saa korkoa talletukselleen. Jotta luottamusta järjestelmän sisällä voidaan kasvattaa,



epärehelliset nodet voivat myös menettää omalla käytöksellään tämän lukitun määrän. Joukkovelkakirjajärjestelmä luo turvallisuutta koko lohkoketjulle sekä lohkoketjun ylläpitäjille kannustimen toimia rehellisesti ja verkon edun mukaisesti. (Goodman 2014, 8, viitattu 18.9.2020.)

Nykyiset nodejen staking-palkkiot pyörivät 5-6% tuntumassa kuten kuvioista 10. nähdään. Louhimisen sijaan lohkojen luomisesta käytetään termiä baking ja validaattorina toimivasta Tezos-verkon nodesta käytetään termiä bakery tai baker. Käytännön perusidea toimii muiden lohkoketjujen tavoin, eli nodeksi päästäkseen tarvitaan yhteensä 8000 XTZ-valuutta sekä tietokoneelle ladattava Tezos-ohjelmisto. (Bitcoinkeskus 2020d, viitattu 18.9.2020.)

#	Name	Fee %	Baking Since	Staking Yield	Efficiency	Capacity	Country
1	Happy Tezos Premium	15 %	Jul 2018	5.31 %	AAA		Austria
2	P2P Validator Premium	9.95 %	Dec 2018	5.62 %	AAA		Cayman Islands
3	At James Premium	12 %	Aug 2018	4.77 %	AA		UK
4	Lucid Mining Premium	9.5 %	Nov 2018	5.66 %	AAA		USA
5	Everstake Premium	5 %	May 2020	5.94 %	AAA		Ukraine
6	PayTezos Premium	10 %	Nov 2018	5.63 %	AAA		Malta
7	Staking Facilities Premium	12.5 %	Aug 2018	5.47 %	AAA		Germany
8	ProofofBake.com Premium	8 %	Feb 2020	5.76 %	AAA		Netherlands
9	MyTezosBaking Premium	14 %	Oct 2018	5.38 %	AAA		Spain

KUVIO 10. Tezoksen staking-palkkiot (MyTezosBaker 2020, viitattu 18.9.2020.)

Nodejen staking-mekanismiin lisäksi Tezosin lohkoketjussa mahdollistetaan pienempien omistuksien delegointi. Siinä pienenkin määrän omistava omistaja voi delegoida omat valuuttansa haluamalleen aktiiviselle nodelle. Nodet ottavat käytännössä itselleen delegoinnista saatavista palkkioista pienen siivun itselleen ja loput palkkioista tilitetään delegoinnin tehneelle omistajalle. Nämä kulut nähdään kuviossa 10. omassa sarakkeessaan. (Bitcoinkeskus 2020d, viitattu 18.9.2020.)

Tezos eroaa hallintomallin ja konsensusmekanismiin lisäksi Ethereumista siinä, että se käyttää lohkoketjun ja älysopimuksen turvallisuuden takaamiseen omaa ohjelmointikieltä sekä *formaalia varmennusta*. Formaali varmennus auttaa matemaattisesti todentamaan koodin oikeellisuuden ja sitä kautta mahdollistaa älysopimusten täysin turvallisen toiminnan. Tämä mahdollistaa Tezokselle taloudellisten älysopimusten (security token) käytön, jotka edellyttävät takeita siitä, että varoja ei ole

mahdollista menettää tai jäädyttää koodivirheen vuoksi ja jotka edustavat merkittävää todellista arvoa (tokenisoidut arvopaperit, lainat, taideteokset ym). (Tezos wiki 2020, viitattu 30.9.2020.)

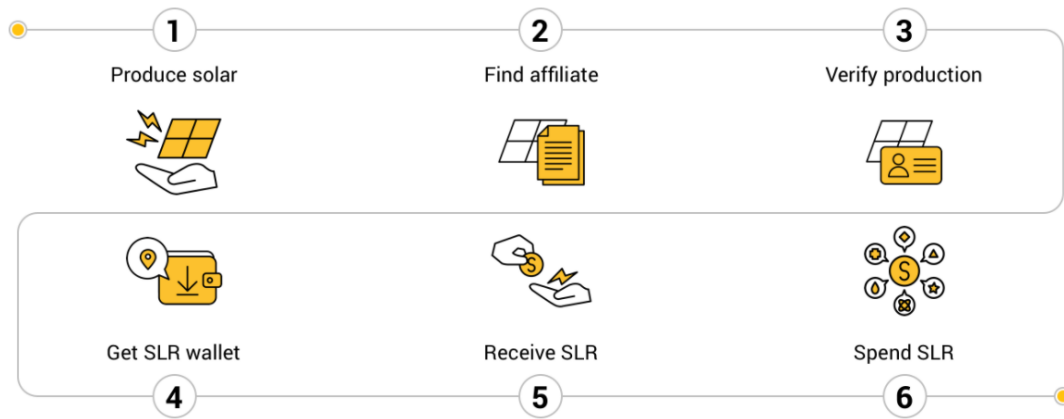
### 3.2.5 SolarCoin

SolarCoin-projekti on luotu vuonna 2014 Yhdysvalloissa SolarCoin Foundationin toimesta. SolarCoin Foundationin takana ovat nimet Nick Gogerty ja Joseph Zitoli. White paperin kaltainen ”Policy paper” esittelee heidät lohkoketjupohjaiseksi aurinkoenergiakannustimeksi. SolarCoin-projektiin kuuluvat oma lohkoketju sekä lohkoketjussa toimiva valuutta SolarCoin (SLR). Se on suunniteltu nopeuttamaan siirtymistä puhtaan energian talouteen. Se on globaali ja hajautettu Bitcoinin tavoin, mutta SolarCoinin tavoitteena on sitoa heidän digitaaliset valuuttansa pääasiallisesti ympäristön toiminnan kehittämiseen aurinkoenergian muodossa. Sen tavoitteina on luoda ilmainen kannustinohjelma aurinkoenergian tuottajille, olla ensimmäinen luonnonpääoman suojelemiseksi kehitetty digitaalinen valuutta sekä ensimmäinen maailmanlaajuinen hajautettu, valtioista riippumaton aurinkoenergian kannustinohjelma. Lisäksi tavoitteena on mahdollistaa myös aurinkopaneelien tuottaman sähkön myynti SLR-valuuttoihin perustuen. (SolarCoin 2020a, 2, 5, viitattu 21.10.2020.)

SolarCoinilla on siis oma lohkoketju, kuten aikaisemmassa kappaleessa mainittiin. Lohkoketjun konsensusmekanismiina käytetään PoS-mallia ja konsensusmekanismin taloudellisena kannustimena SLR-valuuttaa. Toimintaa pitää yllä pääasiassa itse SolarCoin Foundation, yritykset (affiliaatit) sekä aurinkoenergian tuottajat. SolarCoin Foundation hoitaa lohkoketjuun liittyvät asiat, hyväksyvät aurinkoenergian tuottajien hakemuksia ja jakavat SLR-valuuttoja kannustimena tuottajille ja yrityksille. Yritykset toimivat SolarCoin Foundationin apuna hakemuksien hyväksymisessä ja valuuttojen jaossa, joista he saavat palkkioita. (SolarCoin 2020a, 4; SolarCoin 2020c, viitattu 21.10.2020.)

Kuviosta 11. nähdään SolarCoin-projektin toiminta käytännössä aurinkoenergian tuottajan näkökulmasta. Minkä tahansa kokoinen aurinkoenergian tuottaja voi vapaasti lähettää hakemuksen SolarCoin-järjestelmään rekisteröidäkseen omistamansa aurinkokennot. Rekisteröitymisen hyväksymisen jälkeen tuottaja lataa ilmaisen SolarCoin lompakon itselleen, joka toimii pankkitilin tavoin.

SolarCoin Foundation palkitsee aurinkoenergian tuottamisesta yhdellä SLR-valuutalla yhtä verifioitua MWh-yksikköä kohti. SLR-valuutta voidaan säästää, vaihtaa ja kuluttaa vapaasti aurinkoenergian tuottajan halun mukaisesti. (SolarCoin 2020b, viitattu 21.10.2020.)



KUVIO 11. SolarCoinin toiminta energiantuottajan näkökulmasta (SolarCoin 2020b, viitattu 21.10.2020.)

Tuottajat joutuvat käymään tarkan ja yksityiskohtaisen prosessin rekisteröidessään aurinkopaneelinsa SolarCoin-järjestelmään. SolarCoinin verkkosivuilla kerrotaan, että rekisteröityäkseen käyttäjäksi tarvitaan neljä erilaista dokumenttia: aurinkopaneelien omistajuuden todentaminen (Proof of Ownership), paneelien yksilöllinen rekisteröinti (Know Your Device), sähköntuotantotiedot (tai Know Your Energy) sekä hakijan identiteetin tunnistetiedot (Know your Customer). (SolarCoin 2020c, viitattu 21.10.2020.)

Käytännössä SolarCoin tavoittelee suurta aurinkoenergiantuottajien verkostoa, johon on sisäänrakennettu kannustin aurinkoenergian tuottajille. SLR-valuuttoja ei PoS-konsensusmekanismissa louhita, vaan niiden kokonaismäärä on lohkoketjun luonnin aikana määritelty 97,5 miljardiin kappaaleeseen, joista 38 miljoonaa kappaletta on vapautettu julkiseen kaupankäyntiin, loput on lukittu Foundationin reserviin. Jokainen yrityksille sekä tuottajille maksettava palkkiomaksu maksetaan Foundationin reservistä. Lisäksi Foundationin tavoitteena on, että verkostossa toimivat yritykset loisivat heidän kanssaan käyttökohteita SLR-valuutalle, joka loisi valuutalle lisää kysyntää ja sitä kautta kasvattaisi sen arvoa. (Now You Know 2017, viitattu 21.10.2020.)

### 3.3 ERC20-protokollan projektit

ERC20-protokollan projektit ovat rakennettu Ethereumin lohkoketjuinfrastruktuurin pohjalle. Tässä kappaleessa esiteltävien projektien virtuaaliset valuutat kuuluvat yleisesti utility token -kategoriaan.

#### 3.3.1 Dent

Dent Wireless LTD on perustettu vuonna 2014 Hong Kongissa Tero Katajaisen, Mikko Linnanmäen sekä Andreas Vollmerin toimesta. Heidän tarkoituksenaan on luoda standardi eSIM-korteille nykyisten SIM-korttien tilalle. Lisäksi heidän tavoitteenaan on tokenisoida mobiilidata luomalla lohkoketjupohjainen markkinapaikka, jossa sen käyttäjät voivat ostaa, myydä ja lahjoittaa heidän mobiilidataansa. DENT-markkinapaikka on rakennettu Ethereumin lohkoketjun pohjalle ja markkinapaikassa käytettävää valuuttaa kutsutaan DENT-tokeniksi. Mobiilidatapakettien kauppaaminen sovelletaan älysopimusten avulla. (Dent Wireless LTD 2017, 4-7, 11, viitattu 22.10.2020.)

Mobiilidatasta on tullut lähes yhtäläinen pakollinen tarve ihmisille kuin kuumasta vedestä sekä sähköstä. Kuitenkin vuonna 2016 vain alle puolet maapallon väestöstä käyttää mobiilidataa päivittäisessä elämässä. Mobiilidatan käyttö vaihtelee suuresti maantieteellisten alueiden mukaisesti, mikä avaa liiketoiminnalle valtavan potentiaalin mahdollisuudet. Syitä mobiilidatan maailmanlaajuiseen vähäiseen saatavuuteen ovat matkapuhelinten korkeat hinnat, datakustannukset ja alueisiin sidotut rajoitukset. Lisäksi mobiilidatan käyttö ulkomailla voi aiheuttaa kohtuuttoman suuria laskuja operaattoreilta. (Dent Wireless LTD 2017, 4, viitattu 22.10.2020.)

Yksinkertainen esimerkki DENT markkinapaikan toiminnasta: Yhdysvaltalainen Mike matkustaa Australiaan. Hän omistaa 2000 DENT-tokenia. Laskeutuessaan Australiaan hän hakeutuu lentokentän Wi-Fi:n avulla DENTin kehittämälle markkinapaikalle ja ostaa sieltä itselleen tarvittavan mobiilidatansa. Tämä data voisi olla esimerkiksi australialaisen Janen myymää mobiilidataa. Miken ei siis tarvitse tehdä ylimääräisiä ostosopimuksia tai vaihtaa käytettävää SIM-korttia, vaan hän voi ostoksensa jälkeen käyttää vapaasti australialaista verkkoa. Jane saa itselleen DENT-tokeneita ja hän pystyy käyttämään näitä hyödykseen kesälomamatkalla matkallaan Eurooppaan. (Dent Wireless LTD 2017, 10, viitattu 22.10.2020.)

Mobiilidata on Dent Wireless LTD:n mukaan uusi hyödyke sähkön, öljyn ja muiden hyödykkeiden tavoin. He ovat käytännössä virtuaalisoimassa mobiilidatan kauppaamisen ja tehneet siitä kaupattavan hyödykkeen globaalilla markkinapaikalla. Tällä hetkellä heidän kyseinen markkinapaikkansa on käytettävissä 43 maassa ympäri maailmaa. (Dent Wireless LTD 2017, 10, viitattu 22.10.2020.)

### 3.3.2 ShipChain

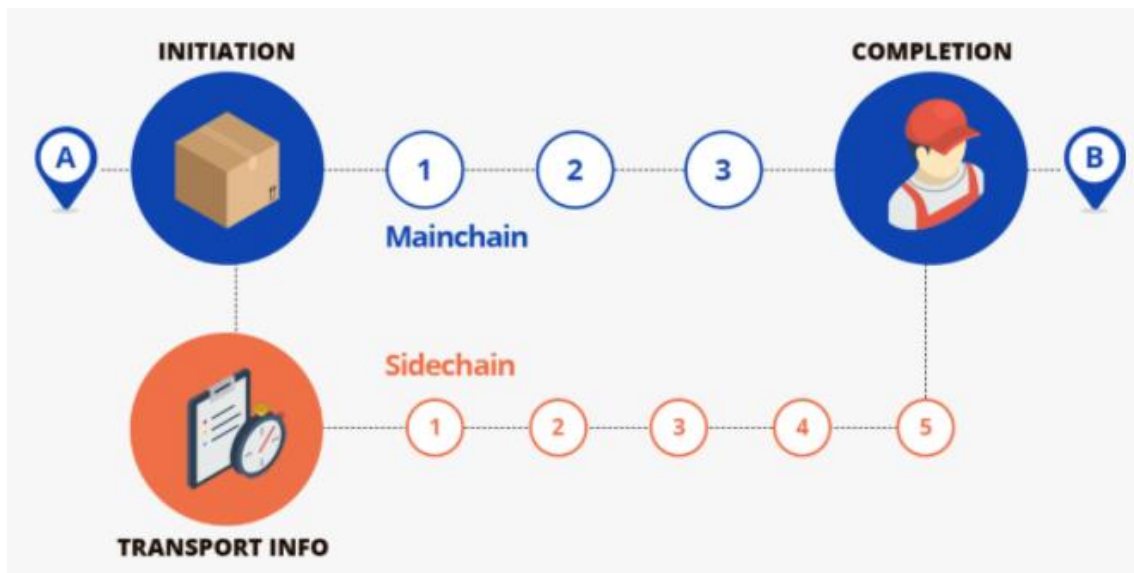
ShipChain on yhdysvaltalainen logistiikkasektorille suuntautuva lohkoketjuprojekti. Sen tavoitteena on lohkoketjua hyväksi käyttämällä torjua logistiikkayrityksiin kohdistuvia petoksia ja alentaa niiden tappioita. Tarkoituksena on kehittää integraatiojärjestelmä logistiikkayrityksille hyödyntämään lohkoketjun tarjoamia etuja. Näihin liittyvät oleellisesti sopimusten luotettava toteutus sekä historiallisten tietojen muuttumattomuus. ShipChainin järjestelmän ytimessä on Ethereumin lohkoketjun äly-sopimukset. ShipChain on siis rakennettu Ethereumin pohjalle ja siinä käytettävää utility tokenia kutsutaan nimellä SHIP-token. (ShipChain 2020, viitattu 31.10.2020.) ShipChainin lohkoketjujärjestelmässä käytetään hyväksi NFC-tunnisteita toimitusketjujen tietojen tallennukseen, hallintoihin sekä jakamiseen (Cate Lawrence 2020, viitattu 9.11.2020).

ShipChainin ratkaisuna on Track & Trace-alusta, joka yhdistää seurannan koko toimitusketjussa kaikkien logistiikkaketjujen sidosryhmien välillä. Kun lähetyksessä on ongelma, ajantasaiset tiedot mahdollistavat nopean toiminnan ja korjaustoimenpiteet, mikä puolestaan estää dominoefektit toimitusketjun ongelmassa. Lohkoketjuun tallennetaan toimitusketjun jokainen vaihe, joita ei voida muokata jälkikäteen. Järjestelmään kuuluvat osanottajat palkitaan osallistumisestaan. Operaattoreita voidaan palkita tehokkaiden kuljetusreittien käytöstä tai tavaroiden toimittamisesta ajallaan. Kuljettajia voidaan palkita nopeusrajoitusten noudattamisessa, turvallisesta käyttäytymisestä sekä ekologisesta ajotavasta. Älykkäiden sopimusten luonteen vuoksi maksujen välittäjiä ei järjestelmässä enää tarvita. Lohkoketju eliminoi kaikki välittäjistä aiheutuneet kustannukset. (ShipChain 2020, viitattu 31.10.2020.)

ShipChain on täysin mukana toimitusketjussa eli hetkestä, jolloin tuote poistuu tuotantolaitoksesta lopulliseen toimitukseen asiakkaalle saakka. Jokainen lähetys yhdistetään ja validoidaan järjestelmään lohkoketjusopimuksilla. Lähetysten sijaintipaikka ja niiden seuranta mahdollistetaan ilmoitusten avulla reaaliajassa. (ShipChain 2020, viitattu 31.10.2020.) ShipChain-lohkoketjualustan avulla

kaikki sidosryhmät voivat seurata lähetyksiään matkan jokaisessa vaiheessa. Alusta päivittää myös tietoja arvioituista toimitusajoista. Asiakirjojen kopiot ladataan alustalle toimituksen päätyttyä, mikä lisää Hunt Partnersin artikkelin mukaan kuljetettavien tavaroiden näkyvyyttä ja läpinäkyvyyttä. (Hunt Partners 2020, viitattu 31.10.2020.)

ShipChainin lohkoketju jaetaan kahteen osaan: pääketjuun ja sivuketjuun (kuvi 12). Pääketju on Ethereumin älysojimuksiin pohjautuva. Älysojimuksilla sovittavat toimitukset mahdollistavat oikeudenmukaisen ja väärinkäytön estävän kaupan. Sivuketjussa säilytetään kuljetustietoja ja omistajan hallitsemia salattuja tietoja. Sivuketjuihin voidaan rakentaa erilaisia hajautettuja sovelluksia (dApps), jotka hyödyttävät kehittäjiä ja loppukäyttäjiä muun muassa nopeiden vahvistusaikojen muodossa. (ShipChain 2020, viitattu 31.10.2020.)



KUVIO 12. ShipChainin lohkoketju (ShipChain 2020, viitattu 31.10.2020.)

### 3.3.3 Robotina

Robotina on vuonna 1990 Sloveniassa perustettu teknologiayritys. Sen luoma lohkoketjupohjainen alusta Robotina on julkistettu vuonna 2018 ja tavoitteena on uudistaa nykyisenkaltaista sähköverkkojärjestelmää. Yhdistämällä IoT, lohkoketjuteknologia sekä Artificial Intelligence (AI) yhdeksi kokonaisuudeksi saadaan aikaan Robotina-alusta. Se mahdollistaa sekä energiankulutuksen tehostamisen ja rahan ansaitsemisen sekä alustaan yhdistettyjen IoT-laitteiden kontrolloimisen. Robotina-alusta on rakennettu Ethereumin lohkoketjun pohjalle. Alustassa toimivasta tokenista

käytetään nimitystä Robotina Utility Token (ROX). (Robotina 2018, 7; RobotinaROX 2020, viitattu 2.11.2020.)

Alustan perusidea on, että IoT-laitteet yhdistetään heidän omalla hallintajärjestelmällään Robotina-alustalle. Robotina-alustalla on tarjolla reaaliaikaista informaatiota sekä erilaisia älysovimuksiin pohjautuvia palveluja. Lisäksi alustalla tarjotaan todellisia mitattavia etuja sekä käyttäjille että myös yhteisölle kokonaisuudessaan. Ihmiset, laitteet ja yritykset muodostavat virtuaalisen yhteisön, johon voidaan rakentaa lisää erilaisia yhteistyöhön perustuvia liiketoimintamalleja. Robotina-alusta tarjoaa houkuttelevan markkinapaikan yhteisölle, jossa voidaan käydä kauppaa ROX tokenin avulla. Alusta itse kerää tapahtuvista transaktioista palkkioita, joita käytetään hyväksi alustan tekniseen parantamiseen. (Robotina 2018, 24, viitattu 2.11.2020.)

Käyttäjät hyötyvät alustan käyttöönotossa monin eri tavoin. Alla listattuna alustan mahdollisuuksia. Listaus kuvastaa hyvin Robotina-alustan toimintaa yleisestikin. (Robotina 2018, 29-30, viitattu 2.11.2020.)

1. Tietoisuus

Tietoisuus omasta energiankulutuksestaan ja tuotannostaan, sekä näistä saatavien tulojen analysointimahdollisuuksista ja ennusteista.

2. Kontrolli

Mahdollisuus hallita omia laitteitaan älypuhelimien tai tietokoneen avulla riippumatta sijainnista.

3. Energian säästö

Koneoppimisen, käyttäytymisanalyyysien ym. avulla voidaan saavuttaa paras kompromissi energiankulutuksen ja mukavuuksien yhteensovittamisessa.

4. Älykkäät verkot

Käyttäjät hyötyvät dynaamisesta energiahinnoittelusta. Osa IoT-laitteista käyttävät energiaa, osa puolestaan tuottaa energiaa.

5. Energiakauppa

Yhteisön kauppapaikalle liittyessään ja tarjoamalla omaisuutensa palveluun, saadaan palkinnoksi ROX-tokeneita. Alusta yhdistää käyttäjät ja muodostavat siitä "virtuaalisen voimalaitoksen" (Virtual Power Plant).

6. Sisäinen energiakauppa

Mahdollistaa sen yhteisön käyttäjien välisen energian ostamisen sekä myynnin. Yhteisön vuoksi jäsenet voivat neuvotella paremmista hinnoista ja mahdollistavat näin parempia edellytyksiä lisäsäästöille.

#### 7. Datakauppa

Alusta kerää käyttäjistään erilaista anonyymiä dataa, jota voidaan jakaa niitä tarvitseville yrityksille. Hyväksyessään tarkemman datan jakamisen, käyttäjät palkitaan tokeneilla.

#### 8. Yhteisökirja

Yhteisökirja on ns. sosiaalisen median verkostoitumisen palvelu yhteisölle.

Alusta on joustava markkinapaikka, johon voivat ottaa osaa energia-alan yrityksistä yksityishenkilöihin. ROX-tokeneita käytetään maksuvälineenä kaikissa alustassa tapahtuvissa transaktioissa. (Robotina 2018, 31, viitattu 2.11.2020.)

### 3.3.4 BAT

Basic Attention Token on Brendan Eichin kehittämä kryptovaluutta. Brendan Eich on ohjelmointikielen JavaScript:in kehittäjä sekä on ollut mukana kehittälemässä Mozilla Firefox -selainta. Vuonna 2015 hän perusti Brave Software -nimisen yrityksen ja alkoi luomaan Brave-selainta, joka liittyy oleellisesti Basic Attention Tokenin eli BAT:n toimintaan. (Bitcoinkeskus 2018, viitattu 15.9.2020.) BAT kuuluu utility-token ryhmään ja sitä käytetään Brave-selaimen sisällä maksuvälineenä.

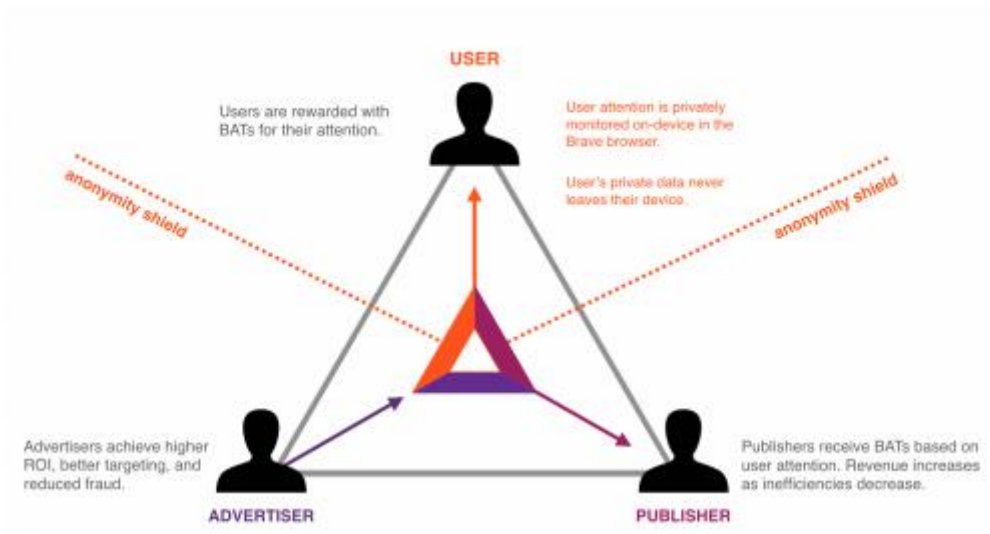
Brave Softwaren tavoitteena on luoda turvallinen ja anonyymi lohkoketjupohjainen selain, jonka sisään on rakennettu omanlaisensa digitaalinen mainosjärjestelmä. Nykyinen Internetissä toimiva digitaalinen mainonta on heidän mukaansa huono, koska kaikki osapuolet eli Internetin käyttäjät, sisällöntuottajat sekä mainostajat kärsivät. Nykyisen järjestelmän voittajat eli Google ja Facebook ottavat tällä hetkellä 73 % digitaalisen mainonnan liikevaihdosta itselleen. Muut osapuolet häviävät puolestaan käyttökokemuksena, mainosten näkyvyydessä sekä taloudellisesti. (Brave Software 2018, 3-4, 9, viitattu 15.9.2020.)

Basic Attention Token nettisivuilla listataan asioita, missä kaikissa asioissa Internetin käyttäjät, sisällöntuottajat sekä mainostajat häviävät nykyisessä digitaalisen mainonnan järjestelmässä. Jopa



50 prosenttia käyttäjien keskimääräisestä mobiilidatasta on katoavat mainoksiin ja seurantaohjelmiin. Puhelinta käyttävät joutuvat keskimääräisesti odottamaan viisi sekuntia mainoksen lataamista, jotka puolestaan alentavat mobiililaitteen akun kestoa 21 prosenttia. Käyttäjien yksityisyyttä loukataan seurantaohjelmilla. Lisäksi haittaohjelmien määrä kasvaa jopa 132 prosenttia vuodessa. Sisällöntuottajilta puolestaan Google ja Facebook liikevaihdon lisäksi ja 99 prosenttia niiden kasvusta. Pelkästään botit tekivät viime vuonna 7,2 miljardin dollarin edestä petoksia sisällöntuottajien kustannuksella. Lisäksi sisällöntuottajien mainoksia estävien sovellusten käyttö on levinnyt yli 600 miljoonaan puhelimeen ja tietokoneeseen. Mainostajat puolestaan häviävät siinä, että he eivät tiedä mistä he todellisuudessa maksavat ja huijauksia heitä kohtaan tehdään väärin verkkosivustojen ja bottien toimesta. Mainosten kohdistaminen asiakkaille on heikkoa, minkä vuoksi Internetin käyttäjät todennäköisemmin vain häiriintyvät ja sivuuttavat mainokset. (Basic Attention Token 2020, viitattu 30.9.2020.)

Brave-selain blokkaa automaattisesti kaikki Internetissä olevat mainokset sekä seurantaohjelmat suojaamalla käyttäjiensä dataa. Itse mainosten katselijoille maksetaan mainosten katsomisesta eli Internetin käyttäjät saavat ison ja tärkeän roolin Brave-järjestelmässä. Mainostajat ostavat mainos-tilaa BAT-tokenin avulla, jotka tilitetään mainosten katsojille sekä sisällöntuottajille. Sisällöntuottajille eli verkkosivustojen omistajille maksetaan automaattisesti sivustolla käyvien ihmismäärien mukaisesti. (Brave Software 2018, 19-20, viitattu 30.9.2020.) Basic Attention Tokenin nettisivuilla kerrotaan Brave-selaimen ja BAT-tokenin yhdistelmän olevan täydellinen työkalu digitaaliseen mainontaan. Se tietää millä sivustoilla käyttäjät viettävät aikaansa ja mitä mainoksia he katselevat, joiden kautta se osaa itse automaattisesti palkita käyttäjiään sekä sisällöntuottajia. Sisällöntuottajat puolestaan saavat enemmän tuloja, koska välittäjien määrä sekä petokset vähenevät. Mainostajat saavat aiempaa parempaa informaatiota menoistaan ja asiakkaistaan, koska käyttäjille mahdollistuu osallistava ja palkitseva yksityinen mainoskokemus. (Basic Attention Token 2020, viitattu 30.9.2020.)



KUVIO 13. Brave selaimen toiminta (Brave Software 2018, 28, viitattu 30.9.2020.)

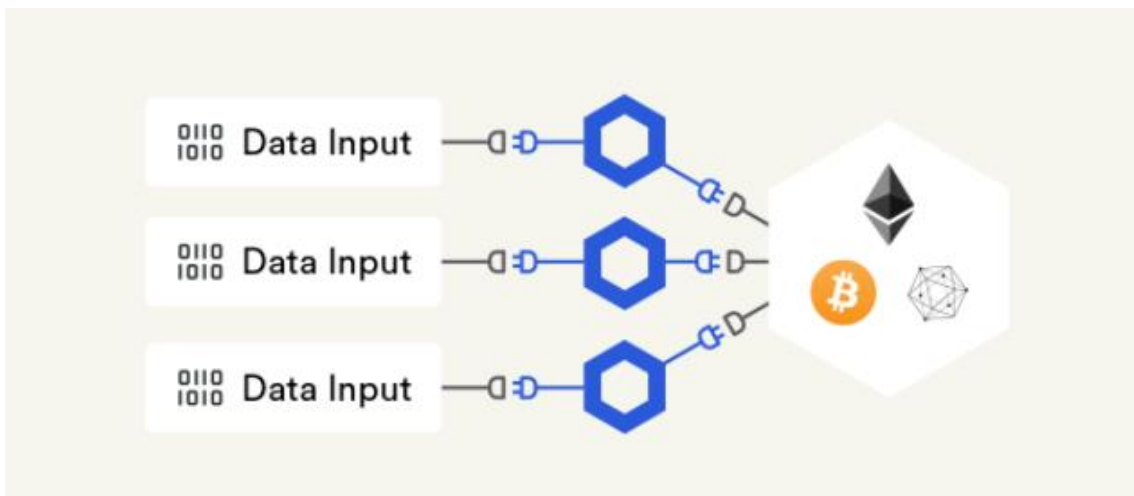
Kuviosta 13. nähdään, kuinka Brave-selain yhdistää BAT-tokenin avulla Internetiä käyttävät toimijat. Se luo hyvin erilaisen digitaalisen mainosjärjestelmän nykyiseen verrattuna. Tulevaisuudessa BAT-tokenia voidaan käyttää järjestelmän sisäisen kannustimien lisäksi myös eri sisältöjen käyttöoikeuksien ja muiden palveluiden hankintaan. (Basic Attention Token 2020, viitattu 30.9.2020).

### 3.3.5 Chainlink

Chainlink on perustettu Yhdysvalloissa SmartContract Ltd nimisen yhtiön toimesta vuonna 2014. Sen päähahmoina toimivat Sergey Nazarov sekä Steve Ellis. Chainlink-ohjelmistossa toimiva LINK-token on utility token -tyyppinen kryptovaluutta ja se on rakennettu Basic Attention Tokenin tavoin Ethereumin alustan päälle. Se ei kuitenkaan ole esimerkiksi BAT:in tavoin ERC-20-protokollaan pohjautuva, vaan se on rakennettu ERC677-standardin pohjalle. (Bitcoinkeskus 2020c, viitattu 16.9.2020.) Chainlinkin nettisivujen mukaan heillä on tavoitteena ratkaista älysopimuksiin liittyvät ongelmat. Älysopimusperusteiset ratkaisut eivät nykyisin pääse lukemaan itsenäisesti lohkoketjun ulkopuolista dataa. Lisäksi yhden toimijan tietolähteen yhdistäminen lohkoketjuun tuottaa ongelmia, koska älysopimuksen toiminta on tällöin ainoastaan yhden tietolähteen pohjalla. Tällöin sen luotettavuus voi olla ongelma korruptoituneen datan vuoksi. (Chainlink 2020a, viitattu 30.9.2020.)

Chainlinkin white paperissa annetaan esimerkkejä seuraavan sukupolven älysopimuksista, joissa dataa saadaan lohkoketjun ulkopuolisesta maailmasta: arvopapereihin, vakuutuksiin sekä kaupankäyntiin liittyvät älysopimukset. Arvopapereihin pohjautuvat älysopimukset (lainat ym.) vaativat lohkoketjujen ulkopuolista dataa muun muassa markkinahinnoista sekä koroista. Vakuutuksiin liittyvät älysopimukset taas tarvitsevat tietoja käsiteltäviin asioihin liittyen, esimerkiksi oliko varaston magneettinen ovi lukittu sen rikkomisajankohtana tai oliko yrityksen palomuuuri toiminnassa tapahtumajankohtana. Kaupankäyntiin liittyvät älysopimukset viittaavat puolestaan dataan lähetysten GPS-tiedoista sekä tietoihin toimitusketjujen toiminnanohjausjärjestelmistä. (Ellis, Juels & Nazarov 2017, 3-4, viitattu 16.9.2020.)

Chainlinkin ratkaisuna on kehittää älysopimuksille ja lohkoketjuille täysin turvallinen ja hajautettu *oraakkeliverkosto*, jossa datantuottajilla on kannustin tuottaa laadukasta dataa. Oraakkeliverkoston tarkoituksena on datan saaminen hajautetusti eri toimijoilta eikä se ole ainoastaan yhden toimijan tuottamaa (kuvio 14). (Ellis, Juels & Nazarov 2017, 3-4, viitattu 16.9.2020.) Kuviossa 14. on pyritty esittämään lohkoketjun ulkopuolisen datan tuottamiseen liittyvä yksinkertaistus, jossa Chainlinkin tehtävänä on olla esimerkiksi Ethereumin ja ulkoisen datalähteen välissä ns. ”linkkinä”.



KUVIO 14. Chainlinkin ratkaisu älysopimusten oraakkeliongelmiin (Chainlink 2020a, viitattu 30.9.2020.)

Chainlink-verkko on siis Ethereum-alustan päälle rakennettu ohjelmisto ja sen tokenista käytetään nimitystä LINK. LINK-tokenia käytetään yleisesti järjestelmän sisäisiin maksuihin, joilla maksetaan palkkioita lohkoketjun ulkopuolelta hakeville laadukkaana datan tuottajille. Näistä datan tuottajista käytetään nimitystä ChainLink Node. (Ellis, Juels & Nazarov 2017,21, viitattu 16.9.2020) Chainlink-

järjestelmän LINK-tokeneilla luodaan kannustin datan tuottajille, jotta asianomainen voi olettaa saavansa luotettavaa dataa. Service level agreement (SLA) on lohkoketjuun implementoitu sopimus, jossa sovitaan datan toimittamisesta asianomaiselle. Dataa tarvitseva toimija tekee lohkoketjuun sopimusehdotuksen toimitettavasta datasta, jossa on mukana asianomaisen määrittämä datantoi-  
mittajan panosvaatimus. Se on siis summa, jonka noden täytyy laittaa panokseksi laadukkaan da-  
tan takaamiseksi. Tämän hyväksyessään datantoi-  
mittaja sitoutuu sopimukseen tietyllä panoksella ja panos voidaan menettää sopimusta rikottaessa. (Ellis, Juels & Nazarov 2017, 5-6, viitattu 16.9.2020.) SLA:n käyttäminen Chainlinkin toiminnassa ei ole vielä mahdollista. Sen käyttö todennäköisesti mahdollistuu vuoden 2020 loppupuolella tai vuoden 2021 alussa. (Bitcoinkeskus 2020c, viitattu 30.9.2020.)

## 4 KRYPTOVALUUTTOJEN JA TOKENIEN ARVO

Tämän kappaleen pääagendana on syventyä kryptovaluuttojen ja tokenien arvoihin. Tarkoitus on käsitellä yksinkertaistaen selkeimpiä arvoon liittyviä tekijöitä sekä arvoihin liittyviä laskentamalleja.

### 4.1 Network value

Monet miettivät seuraavia kysymyksiä kryptovaluuttojen kohdalla: Mistä kryptovaluutat saavat arvonsa, jos ne eivät tuota mitään? Miten näkymättömällä bitinpalasella voi olla arvoa? Kappaleessa yritetään vastata näihin kysymyksiin ja havainnollistaa kryptovaluuttojen ja tokenien arvoa ja niiden arvon muodostumisen periaatteita. Koska kryptovaluutat ja tokenit ovat niin uusi asia, olemassa olevaa dataa näiden toimivuudesta käytännössä sekä tutkimusmäärä aiheesta on erittäin vähäistä. Kuitenkin arvoa pystytään jo nyt jonkin verran hahmottamaan ja määrittelemään.

Kryptovaluuttojen arvo määräytyy osakkeiden tapaan kysynnän ja tarjonnan mukaan. Kuitenkaan kryptovaluuttoja ja niiden fundamentaalista arvoa ei voida määrittää täysin kuten perinteisiä osakkeita, koska ne eivät ole sitä joistain yhtäläisyyksistä huolimatta. Niitä ei voida arvottaa esimerkiksi yhtiön substanssiarvon perusteella tai kuten perinteisiä valuuttoja, koska niillä ei ole takanaan suuria valtioita ja keskuspankkeja. Kryptovaluutan arvoa voidaan perustella enemmänkin sen taustalla toimivalla teknologialla. Se, miten taustalla toimivaa teknologiaa ja sen arvoa voidaan määrittää, on verkon arvo eli *network value*. (Bitcoinkeskus 2019, viitattu 16.9.2020.)

Verkon arvoa mitattaessa valuutalla täytyy olla vahva käyttöperuste ihmisten kannustimena, jotta siinä voidaan ajatella olevan arvoa. Esimerkinä Ethereumissa käytettävä valuutta Ether. Etheriä käytetään Ethereumin alustan sisällä valuuttana, joka mahdollistaa transaktiot, niiden siirrot sekä sovellusten kehittämisen. Mitä enemmän transaktioita tehdään ja sovelluksia kehitetään, sitä suurempi on myös Etherin kysyntä. Kannustimena voivat olla muun muassa myös äänioikeudet, tuotto-osuudet tai yleisesti vaihdonväline vahvasti toimivassa ekosysteemissä. Toinen arvoon vaikuttava tekijä on valuutan niukkuus. Jos tarjonta pysyy kiinteänä ja kysyntä kasvaa pidemmällä aikavälillä valuutan arvon kuuluu taloustieteellisesti kasvaa. Kolmas tekijä on oletettu arvo eli miten markkinoilla toimivat ihmiset olettavat kyseisen kryptovaluutan arvon. Jos jokin tietty projekti jatkuvasti

saavuttaa omat tavoitteensa ja kehittää onnistuneesti sovelluksiaan uskottavien yritysten kanssa, se lisää kryptovaluutan oletettua arvoa. (MasterTheCrypto 2020, viitattu 16.9.2020.)

Ethereumin sekä muiden lohkoketjupalustojen verkon arvon kehitystä voidaan pyrkiä määrittämään niiden lohkoketjuissa tapahtuvien transaktioiden määrällä, uusien osoitteiden luomisella sekä muilla vastaavilla kehitystä kuvaavilla työkaluilla. Pidemmällä aikavälillä katsottuna arvokkaimmaksi päätyy se alusta, jolla on parhaat ja eniten käytetyt sovellukset. (Bitcoinkeskus 2019, viitattu 16.9.2020.)

## **4.2 Bitcoinin valuaation hahmottaminen**

Tämän kappaleen alaluvuissa pyritään avaamaan Bitcoinin fundamentaalista arvoa. Vaikka käsiteltävänä onkin Bitcoin, se voi antaa näkemyksiä myös muiden kryptovaluuttojen arvon hahmottamiseen.

### **4.2.1 Käyttöarvo ja spekulatiivinen arvo**

Käyttöarvo viittaa kryptovaluutan käyttöön, jolla päästään käsiksi digitaaliseen omaisuuteen tai resurssiin. Jack Tatar ja Chris Burniske mainitsevat kirjassaan Bitcoinin käyttöarvon muodostuvan turvallisesta, nopeasta sekä tehokkaasta arvonsiirrosta kenelle tahansa, minne päin maailmaa hyvänsä. Tähän esimerkkiperusteluna käytetään kirjassa Skypeä, joka lähettää globaalilla tasolla turvallisesti, nopeasti ja tehokkaasti ääntä ja videokuvaa minne tahansa. Bitcoinin käyttöarvoa voidaan Skype-esimerkin perusteella pyrkiä määrittämään arvioimalla, kuinka monta Bitcoin-kolikkoa tarvitaan, jotta se palvelisi kokonaista Internet-taloutta. (Burniske & Tatar 2018, 176-177.)

Kuvitellaanpa tilanne, jossa brasilialainen kauppias haluaisi ostaa 100 000 dollarilla terästä kiinalaiselta teräksentuottajalta käyttäen Bitcoinia, koska se mahdollistaa tavallista nopeamman ja tehokkaamman rahansiirron. Brasilialainen kauppias joutuu ostamaan ensiksi 100 000 dollarin edestä Bitcoinia, jonka jälkeen hän lähettää nämä eteenpäin kiinalaiselle teräksentuottajalle. Kun kiinalainen valmistaja odottaa näiden Bitcoinien saapumista ja niiden vahvistusta, kyseiset Bitcoinit ovat sen ajan jäädytettyinä ja poissa vapaasta kaupankäynnistä. Kun ajatuskuviossa mennään hie-man pidemmälle ja hahmotellaan sitä, että yhden brasilialaisen ostajan lisäksi olemassa on 99 999

muuta ostajaa, jotka haluavat tehdä samoin. Yhteensä kaikki edellä mainitut 100 000 ostajaa tuhannen dollarin kuvitteellisella hinnalla loisivat 10 miljardin dollarin kysynnän Bitcoinille. Tämä tarkoittaisi 10 miljoonan Bitcoin-kolikon putoamista pois vapaasta kaupankäynnistä. (Burniske & Tatar 2018, 176-177.)

Myös erilaiset sijoittajat omistavat valtavan määrän Bitcoin-kolikoita. Cryptoassets-kirjan kirjoittamishetkellä vuonna 2017 noin 5,5 miljoonaa Bitcoin-kolikkoa oli tuhannen omistajan hallinnassa. Ajatellaanpa, että nämä sijoittajat eivät suunnittele kolikoidensa myyntiä, koska he yrittävät spekuloida tämän hinnalla. He odottavat Bitcoinin kysynnän jatkavan kasvuaan, jota kautta myös sen arvo kasvaisi. Lisäksi heidän oletuksenaan on Bitcoinin käyttöarvon kasvaminen tulevaisuudessa entistäkin suuremmaksi. Tulevaisuuden käyttöarvo voidaan näin ajatella olevan spekulatiivista arvoa ja nämä käyttöarvolla spekuloidut sijoittajat pitävät 5,5 miljoonaa kolikkoa pois vapaasta tarjonnasta. Cryptoassets-kirjan kirjoittamishetkellä olemassa oli yhteensä 16 miljoonaa Bitcoin-kolikkoa. Vapaaksi kaupankäyntiin siis jäisi tässä kuvitteellisessa tilanteessa yhteensä 500 000 yksittäistä kolikkoa, kun vähennetään olemassa olevasta määrästä edellä mainittujen sijoittajien ja ostajien omistukset. Markkinat kehittyvät luonnollisesti näille vapaana oleville yksiköille muodostaen näin Bitcoinille markkina-arvon kysynnän ja tarjonnan mukaan. (Burniske & Tatar 2018, 176-177.)

Jos Bitcoinin kysyntä jatkaa kasvuaan, sen kiinteä tarjonta ajaa markkina-arvoa korkeammaksi. Kuitenkin tietyn pisteen saavuttaessa, jotkut sijoittajat saattavat todeta Bitcoinin arvon olevan sen maksimipisteessä ja myyvät omistuksensa. Toisin sanoen tällöin spekulatiivista arvoa ei ole enempää jäljellä, vaan sen arvoa tukee ainoastaan Bitcoinin käyttöarvo. Koska käyttöarvoa on ainoastaan jäljellä ja sen arvo on saavuttanut oman maksimaalisen potentiaalinsa, spekuloidulla sijoittajalla ei ole mitään syytä omistaa Bitcoinia. Jotta voidaan esittää laskelma, jonka mukaan edellä mainittu Bitcoinin maksimiarvo voisi olla saavutettu, esitellään vielä kaksi seuraavanlaista konseptiä: rahan kiertonopeus sekä diskonttaus. (Burniske & Tatar 2018, 176-177.)

#### **4.2.2 Kiertonopeus**

Rahan kiertonopeuden ymmärtäminen on tarpeellinen työkalu, jotta voidaan hahmottaa olemassa olevat mahdollisuudet Bitcoinin arvon kasvulle. Velocity eli kiertonopeus selitetään fiat-valuuttojen liikevaihdolla. (Burniske & Tatar 2018, 177-178.) Alla suora lainaus St. Louis Federal Reserven määritelmä kiertonopeudesta:

“The velocity of money is the frequency at which one unit of currency is used to purchase domestically-produced goods and services within a given time period. In other words, it is the number of times one dollar is spent to buy goods and services per unit of time. If the velocity of money is increasing, then more transactions are occurring between individuals in an economy.” (Federal Reserve Bank of St. Louis 2020, viitattu 25.9.2020.)

St. Louis Federal Reserve määrittelee rahan kiertonopeuden olevan frekvenssi, missä yksi valuttan yksikkö käytetään kotimaisesti tuotettujen tavaroiden ja palveluiden ostamiseksi tietyssä ajanjaksona. Toisin sanoen se mittaa sitä, kuinka monta kertaa yhtä dollaria käytetään tavaroiden ja palveluiden ostamiseen tiettyä aikayksikköä kohti. Jos rahan nopeus kasvaa, talouden yksilöiden välillä tapahtuu enemmän transaktioita ja liiketapahtumia. (Federal Reserve Bank of St. Louis 2020, viitattu 25.9.2020.)

Rahan kiertonopeuden laskeminen sovelletaan tässä tapauksessa rahan kvantiteettiteorian kaavasta eli Fisherin yhtälöstä (kuvio 15). Kvantiteettiteoria on lyhyesti kiteytettynä teoria, jonka mukaan käytettävissä oleva rahan määrä kasvaa samalla nopeudella kuin yleinen hintataso pitkällä aikavälillä. Kuviossa M tarkoittaa kierrossa olevaa rahan määrää tietyn periodin (esimerkiksi vuosi) aikana. V tarkoittaa puolestaan rahan kiertonopeutta, P yleistä hintatasoa ja Q tuotettujen palveluiden ja tavaroiden määrää. (Investopedia 2019b; CFI Education 2020, viitattu 5.11.2020.)

$$M \cdot V = P \cdot Q$$

*KUVIO 15. Fisherin yhtälö (Investopedia 2019b; CFI Education 2020, viitattu 5.11.2020.)*

Rahan kiertonopeus lasketaan jakamalla tietyn ajanjakson bruttokansantuote vapaassa tarjonnassa olevien rahayksiköiden määrällä (kuvio 16). Jos jonkin tietyn maan bruttokansantuote on 20 triljoonaa dollaria, mutta ainoastaan 5 triljoonaa dollaria rahaa on vapaana markkinoilla, rahan täytyy kiertää neljä kertaa, jotta kysyntä kohtaisi tarjonnan. Toisin sanoen rahan kiertonopeus on tässä tilanteessa neljä. (Burniske & Tatar 2018, 177-179.)



$$\text{Rahan kierto nopeus} = \text{BKT} / \text{Tarjonnassa oleva rahan määrä}$$

KUVIO 16. Rahan kierto nopeuden laskukaava (Investopedia 2020c, viitattu 26.9.2020)

Bitcoinin tapauksessa voidaan käyttää kotimaisesti tuotettujen tuotteiden ja palveluiden sijaan kansainvälisesti tuotettuja tavaroita ja palveluja. Esimerkiksi Bitcoinin toimintaan liittyvästä markkinasta voidaan käyttää maailmanlaajuisia rahansiirtomarkkinoita. Maailmanlaajuisilla rahansiirtomarkkinoilla välitetään vuosittain noin 500 miljardia dollaria. Jos oletetaan Bitcoinin kattavan koko maailmanlaajuisen rahansiirtomarkkinan, oletetaan Bitcoinin kierto nopeudeksi dollarin tavoin viisi, saadaan Bitcoinin kokonaisarvoksi 100 miljardia dollaria ( $500/5=100$ ). Koska Bitcoin-kolikoita on yhteensä 21 miljoonaa kappaletta, yhden Bitcoin-kolikon arvoksi saadaan 4762 dollaria ( $100/21=4762$ ). (Burniske & Tatar 2018, 177-179.)

Edellä mainittu esimerkki on erittäin yksinkertaistettu, koska nykyisellään Bitcoin ei onnistu mitenkään palvelemaan koko kansainvälistä rahansiirtomarkkinaa. Sen sijaan voidaan tehdä oletus tietyistä prosenttiosuudesta rahansiirtomarkkinoista, jota Bitcoin voisi onnistuessaan palvelemaan. Jos oletetaan Bitcoinin prosenttiosuudeksi 20, saadaan yhden Bitcoin-kolikon arvoksi 952 dollaria ( $4762*20\%=952$ ) täyttääkseen oman osansa maailmanlaajuisen rahansiirtomarkkinoiden kysynnästä. (Burniske & Tatar 2018, 177-179.)

Toisaalta voidaan ajatella Bitcoinin ottavan osansa myös maailmanlaajuisista kultamarkkinoista. Globaalien kultamarkkinoiden koko on Cryptoassets-kirjan mukaan yhteensä noin 2,4 triljoonaa dollaria, joten Bitcoinin ottaessa tästä esimerkiksi 10 prosentin osuuden, sen olisi säilytettävä arvoa 240 miljardin dollarin ( $2,4 \text{ triljoonaa} * 10 \% = 240 \text{ miljardia}$ ) edestä. Koska kultaa ainoastaan omistetaan ja sen pääasiallinen tarkoitus on säilyttää arvoa, kierto nopeus oletetaan olevan yksi. Koska kierto nopeus on tässä tapauksessa yksi, Bitcoinin osuutta kultamarkkinoista ei ole tarvetta jakaa sen kierto nopeudella. Koska Bitcoin-kolikoita on olemassa maksimissaan 21 miljoonaa kappaletta, jokaisen yksikön tulisi sisältää arvoa 11430 dollaria ( $240/21=11430$ ), jotta se vastaisi 10 prosentin kysyntään kultamarkkinoista. Yhteenvetona, jos Bitcoin onnistuu ottamaan itselleen 20 prosenttia maailmanlaajuisista rahansiirtomarkkinoista ja 10 prosenttia kultamarkkinoista digitaalisena

kultana sen kokonaisarvon täytyisi olla 12382 dollaria ( $952+11430=12382$ ). (Burniske & Tatar 2018, 177-179.) Bitcoinin ominaisuutta ”digitaalisenä kultana” käsitellään kappaleessa 4.4.3.

Bitcoinin käyttötapoja on olemassa lukematon määrä, joita laskuprosessiin voitaisiin lisätä. Kuitenkin haasteelliseksi tekee tässä tapauksessa sen, minkälaisen prosenttiosuuden markkinasta (esimerkiksi kultamarkkinat) voisi lopullisesti täyttää ja mikä Bitcoinin kiertonopeus näissä tapauksissa voisi olla. Lisäksi näitä laskelmia arvioitaessa olisi hyvä muistaa, että laskukaavoissa käytettävä Bitcoinin kokonaismäärä 21 miljoonaa yksikköä saavutetaan vasta vuonna 2140. Kun yritetään koota kryptovaluutan fundamentaalista arvoa yhteen, on tärkeää pohtia muun muassa mitä aikaväliä ja yksikköä käytetään, koska joillain kryptovaluutoilla voi olla aluksi erittäin korkea inflaatio. (Burniske & Tatar 2018, 177-179.)

### 4.2.3 Diskonttaus

Tässä kappaleessa käydään ensin läpi koron kertyminen ja diskonttaus. Sen jälkeen niitä sovelletaan kirjan mukaisesti Bitcoinin tapaukseen ja esitellään lopuksi monipuolinen Bitcoinin arvon laskentamalli.

Seuraava tarpeellinen konsepti Bitcoinin nykyarvoa määrittäessä on tulevaisuuden arvon diskonttaaminen takaisin nykyarvoon. Jos esimerkiksi nyt talletetaan 100 dollaria pankkitilille ja siitä saadaan 5 prosentin korko, vuoden kuluttua rahamäärä on kasvanut 105 dollariin ( $100 \cdot (1+0,05) = 105$ ). Kahden vuoden kuluttua talletuksesta tämä summa on kasvanut 110,25 dollariin ( $100 \cdot (1+0,05)^2 = 110,25$ ), koska ensimmäisen vuoden jälkeen korkoa saadaan summalle 105 dollaria. (Burniske & Tatar 2018, 179-180.)

Diskonttausmenetelmää käytetään selvittääkseen muun muassa sitä, kuinka paljon täytyisi osakkeesta maksaa nykyhetkellä, jos sen hinnan on odotettavissa olevan enemmän tulevaisuudessa. Diskonttaus on yksinkertaisesti päinvastainen koron kertymisestä, jota käytiin edellisessä kappaleessa läpi. Aiemmin lasketusta 110,25 dollarista saadaan päinvastaisella kaavalla 100 dollaria ( $110,25 / (1+0,05)^2 = 100$ ). Samaa laskentakaavaa voidaan käyttää myös seuraavassa valintaesimerkissä: 150 dollaria kymmenen vuoden päästä vai 100 dollaria nyt? Jos olisi täysin turvallinen tapa saada 5 prosenttia korkoa vuodessa, 100 dollarin valinta nykyhetkellä olisi taloudellisesti kan-

nattavinta. 150 dollaria diskontattuna nykyhetkeen tarkoittaisi 92 dollaria ( $150/(1+0,05)^{10}=92$ ). (Burniske, C. & Tatar, J. 2018, 179-180.) Diskonttaukseen liittyy oleellisesti myös menetetyn hyödyn periaate. Se tarkoittaa suurinta mahdollista hyötyä, joka tarvittavista tuotannontekijöistä olisi voitu saada muussa käytössä. (Routio 2007, viitattu 20.10.2020.)

Yhdistämällä kaikki kappaleessa 4.2 käydyt konseptit eli kysyntä ja tarjonta, kiertonopeus sekä diskonttaus, voidaan pyrkiä selvittämään Bitcoinin tämän päivän arvo olettaen sen palvelevan aiemmin mainittuja asioita kymmenen vuoden kuluttua. Tämä on kuitenkin helpommin sanottu kuin tehty, koska siihen liittyy markkinoiden kokojen selvittäminen tulevaisuudessa, Bitcoinin prosenttiosuus näistä markkinoista, kiertonopeuksien arviointi ja sopiva diskonttauskorko. Diskonttauskorko pitäisi olla riskin funktiona, joka usein kryptovaluuttojen tapauksessa tarkoittaa 30 prosenttia tai jopa enemmän. (Burniske & Tatar 2018, 179-180.) Tämä diskonttauskorko on enemmän kuin kaksinkertainen siihen verrattuna, mitä käytetään riskialttiiden osakkeiden diskonttaamisessa (old school value 2020, viitattu 25.9.2020).

Jos yhden Bitcoinin aiemmin laskemamme hypoteettinen arvo on 12382 dollaria ja oletamme sen saavuttavan nämä sisään lasketut markkinaosuudet kymmenen vuoden kuluttua, 30 prosentin diskonttauskorolla saadaan yhden Bitcoin-kolikon nykyarvoksi 898 dollaria ( $12382/(1+0,3)^{10}=898$ ). Näin ollen Bitcoinin nykyhetken markkina-arvo voidaan sanoa olevan yliarvostettu, jos sitä peilataan sen tulevaisuuden odotuksiin. (Burniske & Tatar 2018, 179-180.)

Tällä mallilla on monia oletuksia sekä puutteita. Esimerkiksi edellä mainitussa laskennassa käytimme ainoastaan kahta Bitcoinin käyttötapaa, prosenttiosuuksien perusteluja ei ole sekä oletimme Bitcoin-kolikoiden määräksi 21 miljoonaa. Todellisuudessa olemme kymmenen vuoden kuluttua viiden prosentin päässä 21 miljoonasta, joka ilmaisee kryptovaluutan tulevaisuuden tarjonnan tärkeiden fundamentaalisessa arvonmäärityksessä. Tämän kaltaisia laskentamalleja käytettäessä on tärkeää muistaa, että niitä on helppo manipuloida omaksi edukseen saadakseen käsiteltävä hinta näyttämään yli- tai aliarvostetulta. Näitä edellä mainittuja malleja ei pidä ottaa absoluuttisina toetuksina. Kuitenkin nämä laskentamallit voivat antaa hyödyllisiä näkemyksiä ja auttavat ymmärtämään, mistä todellisuudessa esimerkiksi Bitcoin-sijoittaja maksaa ostaessaan Bitcoinia. (Burniske & Tatar 2018, 179-180.)

SUPPLY												
	2014A	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
Total Bitcoin in Circulation (End of Year)	13 125 000	15 000 000	16 025 000	16 656 000	17 287 000	17 918 000	18 410 000	18 725 000	19 041 000	19 357 000	19 687 500	20 343 750
% of total		71.43%	76.31%	79.31%	82.32%	85.32%	87.67%	89.17%	90.67%	92.18%	93.75%	96.88%
Held for Investment or Dormant %	50%	50%	48%	46%	44%	42%	40%	39%	38%	36%	34%	33%
Held as Working Capital %	50%	50%	52%	54%	56%	58%	60%	61%	62%	64%	66%	67%
Bitcoin Available for Transactions	6 562 500	7 500 000	8 333 000	8 994 240	9 680 720	10 392 440	10 953 950	11 422 250	11 900 625	12 388 480	12 895 313	13 562 568
DEMAND												
\$ Billion	2014A	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
Online Payments	1500	1725	1984	2281	2624	3017	3379	3785	4239	4747	5317	5955
Remittances	435	457	480	504	529	555	583	612	643	675	709	744
Micro Transactions	540	567	595	625	656	689	724	760	798	838	880	924
Unbanked	4305	4435	4568	4705	4846	4991	5141	5295	5454	5618	5786	5960
Other	1829	1902	1978	2057	2140	2225	2314	2407	2503	2603	2707	2816
Growth Rates												
Online Payments		15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Remittances		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Micro Transactions		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Unbanked		3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Other		4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Bitcoin Share												
Online Payments	0.02%	0.04%	0.08%	0.17%	0.34%	0.67%	1.35%	2.70%	5.39%	7.00%	9.00%	10.00%
Remittances	0.01%	0.03%	0.09%	0.27%	0.54%	1.08%	2.16%	4.32%	8.64%	17.28%	18.50%	20.00%
Micro Transactions	0.01%	0.03%	0.09%	0.27%	0.54%	1.08%	2.16%	4.32%	8.64%	17.28%	18.50%	20.00%
Unbanked	0.001%	0.003%	0.01%	0.03%	0.08%	0.24%	0.73%	1.46%	2.92%	5.83%	7.50%	10.00%
Other	0.01%	0.02%	0.04%	0.08%	0.16%	0.32%	0.64%	1.28%	2.56%	5.12%	7.50%	10.00%
Capacity Supported by Bitcoin												
Online Payments	\$ 0.32	\$ 0.70	\$ 1.70	\$ 3.80	\$ 8.80	\$ 20.30	\$ 45.60	\$ 102.10	\$ 228.60	\$ 332.30	\$ 478.50	\$ 595.50
Remittances	\$ 0.04	\$ 0.10	\$ 0.40	\$ 1.40	\$ 2.90	\$ 6.00	\$ 12.60	\$ 26.40	\$ 55.50	\$ 116.60	\$ 131.10	\$ 148.80
Micro Transactions	\$ 0.05	\$ 0.20	\$ 0.50	\$ 1.70	\$ 3.50	\$ 7.40	\$ 15.60	\$ 32.80	\$ 68.90	\$ 144.80	\$ 162.70	\$ 184.70
Unbanked	\$ 0.04	\$ 0.10	\$ 0.40	\$ 1.30	\$ 3.90	\$ 12.10	\$ 37.50	\$ 77.20	\$ 159.00	\$ 327.60	\$ 434.00	\$ 596.00
Other	\$ 0.18	\$ 0.40	\$ 0.80	\$ 1.60	\$ 3.40	\$ 7.10	\$ 14.80	\$ 30.80	\$ 64.10	\$ 133.30	\$ 203.10	\$ 281.60
Total	\$ 0.63	\$ 1.50	\$ 3.80	\$ 9.80	\$ 22.50	\$ 52.90	\$ 126.10	\$ 269.30	\$ 576.10	\$ 1054.60	\$ 1409.40	\$ 1806.60
Assumed Annual Velocity												
Online Payments	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Remittances	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Micro Transactions	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Unbanked	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Other	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Bitcoin Monetary Base Required												
Online Payments	\$ 0.03	\$ 0.06	\$ 0.14	\$ 0.32	\$ 0.74	\$ 1.69	\$ 3.80	\$ 8.50	\$ 19.05	\$ 27.69	\$ 39.88	\$ 49.63
Remittances	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.04	\$ 0.11	\$ 0.24	\$ 0.50	\$ 1.05	\$ 2.20	\$ 4.63	\$ 9.72	\$ 10.93	\$ 12.40
Micro Transactions	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 0.04	\$ 0.14	\$ 0.30	\$ 0.62	\$ 1.30	\$ 2.74	\$ 5.74	\$ 12.06	\$ 13.56	\$ 15.39
Unbanked	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 0.07	\$ 0.23	\$ 0.71	\$ 2.21	\$ 6.81	\$ 14.04	\$ 28.92	\$ 59.57	\$ 78.90	\$ 108.36
Other	\$ 0.03	\$ 0.07	\$ 0.14	\$ 0.30	\$ 0.62	\$ 1.29	\$ 2.69	\$ 5.60	\$ 11.65	\$ 24.23	\$ 36.92	\$ 51.19
Total BTC Monetary Base Required	\$ 0.08	\$ 0.18	\$ 0.44	\$ 1.10	\$ 2.61	\$ 6.31	\$ 15.66	\$ 33.08	\$ 69.99	\$ 133.28	\$ 180.18	\$ 236.97
VALUATION												
Bitcoin Monetary Base Required/			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bitcoin Available for Transactions	\$ 12	\$ 24	\$ 53	\$ 123	\$ 269	\$ 608	\$ 1 429	\$ 2 896	\$ 5 881	\$ 10 758	\$ 13 973	\$ 17 473
BTC Price	\$ 462	4.11.2015										
Excess Value Based on Future Demand	\$ 450											
PV USD/BTC	\$ 604											
Discount Rate	40%											

KUVIO 17. Bitcoinin fundamentaalinen valuatiomalli vuoteen 2025 saakka (Burniske & Tatar 2018, 181.)

Kuviosta 17. nähdään vielä Cryptoassets -kirjassa esitelty Bitcoinin fundamentaalisen valuatioiden laskentataulukko vuodesta 2014 vuoteen 2025 saakka. Siinä on arvioitu Bitcoinin käyttökohteiksi verkkomaksut, rahalähetykset, mikrotransaktiot, pankkitilit ja muut. Niiden markkina-arvojen kasvulle on tehty ennusteet ja arvioitu niiden pohjalta Bitcoinin osuudet. Tämän jälkeen on arvioitu vielä käyttökohteisiin liittyvät kiertonopeudet. Lopuksi laskennassa saatu vuoden 2025 Bitcoinin arvo on diskontattu 40 prosentin diskonttauskorolla vuoteen 2015. Lopputulokseksi on muotoutunut 604 dollaria. Tässäkin tapauksessa käyttötapausten arviointi ja muiden suurien oletusten teko tuo oman haasteensa mallin oikeellisuuden ja toiminnan arviointiin. Tämän taulukon esittelyn tarkoituksena oli ilmentää Bitcoinin fundamentaalisen arvon laskennan monimutkaisuutta ja haasteellisuutta.

### 4.3 Utility tokeneiden valuaation hahmottaminen

Kappaleessa keskitytään utility tokeneiden arvon hahmottamiseen rahan kvantiteettiteoriaan pohjautuen. Utility tokeneiden toiminta lohkoketjujärjestelmissä liittyy oleellisesti niiden käytettävyyteen lohkoketjujärjestelmän sisällä. Tässä kappaleessa esitelty laskentakaava on hyvin samankaltainen kuin edellisessä Bitcoinin liittyvässä kappaleessa. Siinä tehtävät oletukset sekä käsitteet ovat kuitenkin hyvin erilaisia.

Utility tokeneiden arvo riippuu yleisesti niiden järjestelmässä tuotettujen tavaroiden ja palveluiden kysynnästä sekä liikkeellä olevien tokenien tarjonnan määrästä. Järjestelmässä myytävien tavaroiden ja palveluiden hintoja suhteessa maksuvälineenä käytettävään tokeniin voidaan muuttaa erisuuruiseksi, joten tokenin hinta suhteessa euroon tai dollariin voi liikkua vapaasti tavaroiden tai palveluiden hinnasta riippumatta. Koska utility tokenit toimivat yleisesti vaihdon välineenä järjestelmässä, voidaan käyttää näistä käsitettä ”käytön vaihtoehtoiset kustannukset”. Alustassa toimivat osapuolet hoitavat tuotteiden ja palveluiden maksamisen siinä toimivilla tokeneilla, joten näiden hintoja voidaan vertailla perinteisissä valuutoissa ilmoitettaviin hintoihin. Näiden avulla voidaan arvioida yksikköarvo tokenille, koska rationaaliset käyttäjät eivät käyttäisi tokeneita jos samat tavarat ja palvelut olisivat saatavilla muualla halvemmalla ja helpommalla tavalla. (Bufton, Daniel & Rommel 2019, 10-13, viitattu 5.11.2020.) Yksinkertainen esimerkki käytön vaihtoehtoisista kustannuksista: Opiskelija viettää kolme tuntia elokuvissa tenttiä edeltävänä iltana. Vaihtoehtoisin kustannuksiin kuuluu opiskeluun käytetty aika. (Fagan 2020, viitattu 23.11.2020.)

Utility tokenin funktio vaihdon välineenä tai toisin sanoen ainoana ”laillisena” maksuvälineenä järjestelmässä luo mielekkäitä rinnakkaisuuksia perinteisten fiat-valuuttojen kanssa. Pienoistalouden metafora on hyvä kuvaus niiden järjestelmistä, koska niissä toimivat tokenit ja käyttäjät luovat järjestelmän sisälle omanlaisen yhteisön. Tämä mahdollistaa tokenin hintatason tarkastelemisen rahan kvantiteettiteorian avulla. (Bufton ym. 2019, 10-13, viitattu 5.11.2020.) Rahan kvantiteettiteorian käsitettä ja kaavaa käytiin lyhyesti lävitse kappaleessa 4.2.2.

Ennen kuin esitellään utility tokeneihin sovellettua kaavaa rahan kvantiteettiteorian pohjalta, käydään läpi kaavassa huomioon otettavia käsitteitä. Rahan määrän tarjonta utility tokeneiden järjestelmässä määräytyy kahden osatekijän kombinaatiosta (kuvio 18.). Pidemmän aikavälin kiinteä  $M^*$  tarkoittaa olemassa olevien tokeneiden kokonaismäärää. Toinen osatekijä on  $f$ , eli se prosenttiosuus, joka on vapaassa kaupankäynnissä markkinoilla ( $f = (1 - \text{prosenttiosuus tokeneista, jotka ovat$

liikkeeseenlaskijan reservissä). Pidemmälle aikavälille katsottuna vapaassa kaupankäynnissä olevan määrän pitäisi lähentyä 100 prosenttia. (Bufton ym. 2019, 10-13, viitattu 5.11.2020.)

Lohkoketjujen julkisen luonteen vuoksi, utility tokeneiden pohjalla olevat järjestelmät tekevät rahan kiertonopeudesta havaittavissa olevan käsitteen. Tämä onnistuu esimerkiksi osoitteiden omistusaikojen mittaamisella. Kiertonopeuden mittaaminen vaatii järjestelmien huolellista analyysia. Kiertonopeuden analyysissä ostojen koko sekä niiden tiheys ovat pääasiallisia vertailun kohteita. Kiertonopeuksia voidaan suhteuttaa myös kohtuullisella tavalla vertailukelpoisten tokeneiden vastaaviin lukuihin. Pidemmän aikavälin arvoa määrittäessä olisi hyvä muistaa, että näiden utility tokenien kiertonopeus voi vaihdella hyvinkin paljon. (Bufton ym. 2019, 10-13, viitattu 5.11.2020.)

Koska rahan kvantiteettiteorian kaavassa käytetään yleisesti BKT:n tyyppistä lukua, utility tokeneihin sovellettaessa tämän termin tilalla voidaan käyttää kyseisen sektorin suoritettujen palvelujen kokonaisarvoa tietyn ajanjakson aikana. Esimerkkinä kovalevyn tallennustilan jakamiseen perustuva järjestelmä, joka täyttää osan tiedostojen etätallennuksen maailmanlaajuisesta kysynnästä ja arvosta. Tästä voidaan arvioida osuus arvioitavan järjestelmän täyttämästä kysynnästä. Kvantiteettiteorian pohjalta sovelletussa kaavassa (kuvio 18.) käytetään BKT-tyyppistä lukua, joka on selvyyden vuoksi hajotettu kahteen osa-alueeseen: markkinoiden kokoon  $D$  ja markkinaosuuteen  $s$ . Arvon määrittämisen kannalta pääasiallinen keskittyminen riippuu valtavasti näiden kohtuullisista arvioista. Näiden edellä mainittujen tekijöiden arviointi on erittäin monimutkaista ja edellyttää huomattavaa harkintaa. (Bufton ym. 2019, 10-13, viitattu 5.11.2020.)

Yleisesti utility tokeneiden arvoa mitataan suhteessa perinteisiin fiat-valuuttoihin. Utility tokeneiden kontekstiin on lähdemateriaaliaineistossa sovellettu seuraavassa kaavamaisessa muodossa, joka ilmaisee lopputulokseksi saatavan tokenin arvon  $p$  (kuvio 18). (Bufton ym. 2019, 10-13, viitattu 5.11.2020.)

$$p = \frac{1}{P} = \frac{D \times s}{M^* \times f \times V}$$

KUVIO 18. Utility tokenin arvon laskentakaava (Bufton ym. 2019, 10-13, viitattu 5.11.2020.)

Äsken käsitellyssä kaavassa ei oteta huomioon ollenkaan aikaperspektiiviä, mikä on arvon määrittämisen kannalta erittäin huomionarvoista. Koska utility tokenit ovat nykyisellään erittäin vahvasti kehitysvaiheessa, tulevaisuuden toiminnan tila on erittäin suuressa roolissa. Pelkästään näiden uusien järjestelmien kehitys voi kestää vielä useita vuosia. Kun aika-arvo otetaan mukaan laskentaan, edellä mainitusta kaavasta saatava lopputulos diskontataan nykyhetken käyttämällä järkevää ja hyväksyttävää diskonttokorkoa. (Bufton ym. 2019, 10-13, viitattu 5.11.2020.)

Kyseisen mallin laskennassa joudutaan tekemään huomattavia oletuksia. Niiden arvioimisessa täytyy muistaa pysyä tarkkana ja huolellisena. Lisäksi yleisiin haasteisiin kuuluvat utility tokeneiden lyhyt historia, sääntelyn epävarmuus, riippuvuus kehittäjästä, jotka voivat vaikuttaa tokeneiden hintaan ja ylipäättänsä niiden olemassaoloon. On myös hyvä muistaa, että rahan kvantiteettiteoriaan pohjautuvien arvonmäärittäsmallien käytännön toiminnasta ei löydy täyttä yksimielisyyttä.

#### **4.4 Arvonmäärittäksessä käytettäviä työkaluja**

Tämän kappaleen tarkoituksena on esitellä erilaisia työkaluja etenkin Bitcoinin arvoon liittyen. Pääasiassa kappaleen työkalut liittyvät markkina-arvojen liikkeisiin. Stock to Flow -mallin tarkoituksena on havainnollistaa Bitcoinin ominaisuutta liittyen digitaaliseen niukkuuteen.

##### **4.4.1 Network Value to Transactions**

Osakkeiden arvonmäärittäksessä käytetään apuna erilaisia tunnuslukuja, kuten P/E-lukua (osakkeen hinta/osakekohtainen tulos). Historiaan verrattuna korkea P/E-luku kuvastaa yksinkertaisesti joko korkeaa valuaatioita tai nopean kasvun yritystä. Tätä tunnuslukua ei voida suoraan käyttää kryptovaluuttojen arvonmäärittäksessä, koska kryptovaluutat eivät ole yrityksiä eivätkä ne tee voittoa. Kryptovaluuttamaailmasta tunnettu data-analyytikko Willy Woo kertoo blogissaan hänen ja Chris Burnisken kehittämästä mallista, jota kutsutaan kryptovaluuttojen P/E-luvuksi. Malli on oikealta nimeltään network value to transaction ratio, eli NVT-luku. NVT-luvun tarkoituksena on mitata sitä, onko käsiteltävä kryptovaluutta joko yli- tai aliarvostettu. (Woo 2017, viitattu 17.9.2020.)

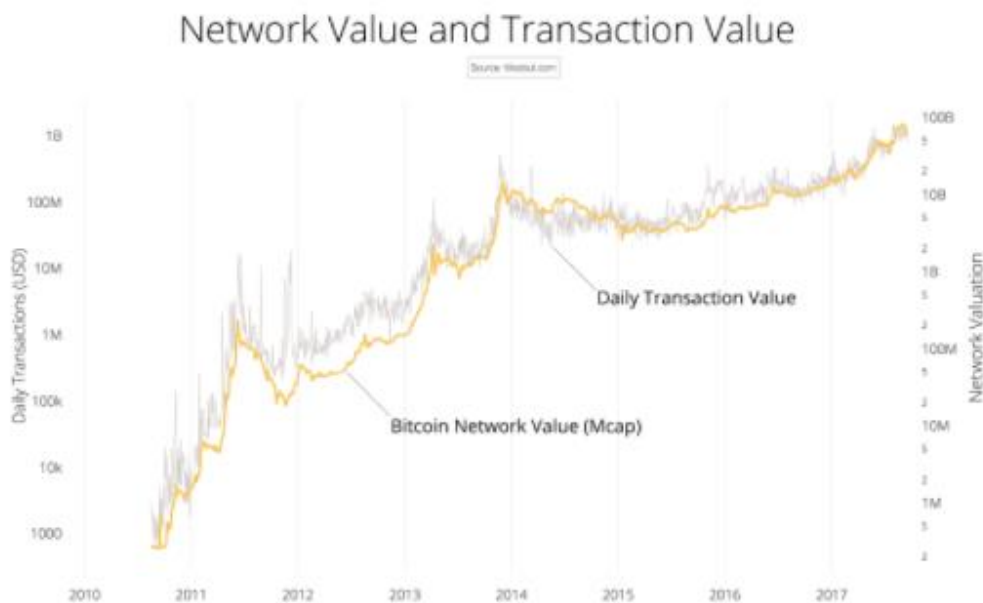
NVT-luku lasketaan käytännössä seuraavalla kaavalla: koko olemassa olevan verkon arvo markkinoilla jaetaan sen verkon transaktioaktiivisuudella (kuvio 19.). Markkina-arvo saadaan laskettua

kertomalla yhden kryptovaluutan hinta olemassa olevien kryptovaluuttojen määrällä. Transaktioaktiivisuus saadaan käyttämällä dollarimääräistä transaktiomäärää viimeisen 24 tunnin ajalta. Transaktioaktiivisuus ei ole sama asia kuin P/E-luvussa nimittäjänä käytettävä osakekohtainen tulos, vaan se edustaa kryptovaluutan käyttöä ja kysyntää. (Woo 2017, viitattu 17.9.2020.)

$$NVT = \frac{\text{Network Value}}{\text{Daily Transaction Volume}}$$

KUVIO 19. NVT-luvun kaava (Kalichkin 2018, viitattu 17.9.2020.)

NVT-luvuksi saadaan tietty luku, jota verrataan historiassa tapahtuviin muutoksiin. Historiaan verrattuna NVT-luvun ollessa alhainen, kryptovaluutan arvoa voidaan pitää aliarvostettuna. Alhainen NVT-luku voi tarkoittaa Woon mukaan kahta asiaa. Joko transaktiovolyymi on normaalista poikkeavalla tasolla tai valuutta on yksinkertaisesti aliarvostettu. (Woo 2017, viitattu 17.9.2020.)

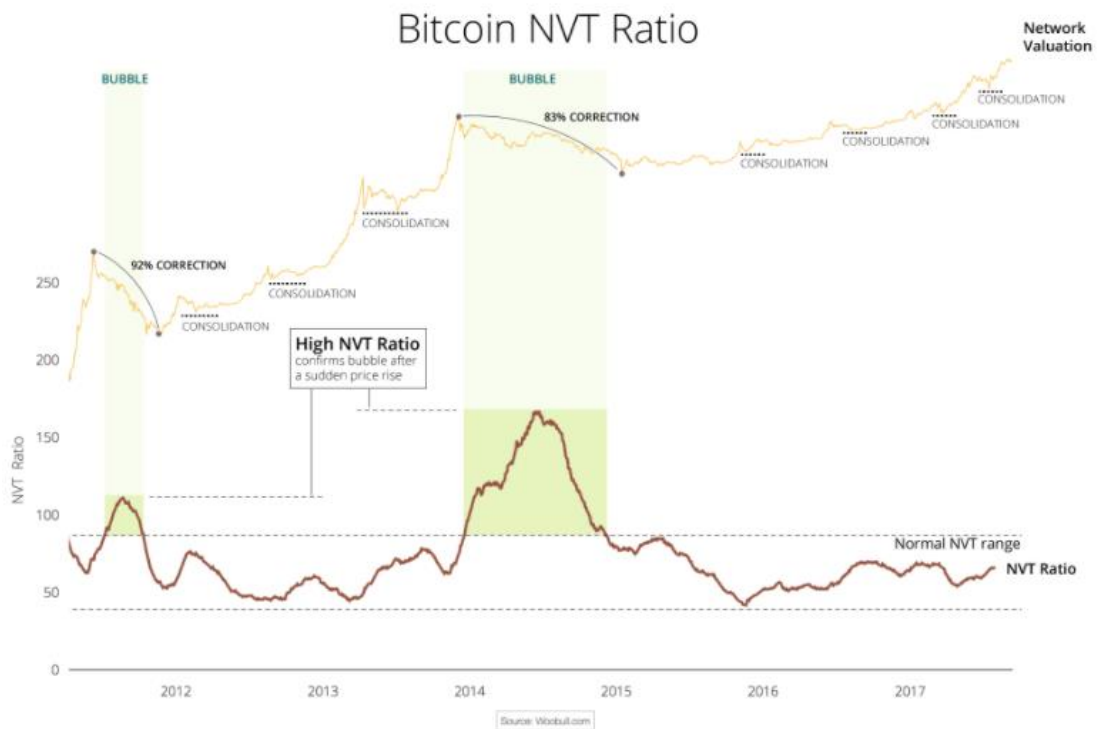


KUVIO 20. Bitcoinin markkina-arvon ja sen päivittäisten transaktioiden arvon kehitys (Woo 2017, viitattu 17.9.2020.)

Kuviossa 20 on esitetty Bitcoinin markkina-arvon (keltainen) sekä päivittäisten transaktioiden arvon (harmaa) kehitys. Kuten kuviosta voidaan nähdä, Bitcoinin lohkoketjun päivittäisten transaktioiden



arvo korreloi hyvin vahvasti sen olemassa olevan verkon arvon kanssa (Woo 2017, viitattu 17.9.2020).



KUVIO 21. Bitcoinin markkina-arvo (keltainen) ja NVT-luku (ruskea) (Woo 2017, viitattu 17.9.2020.)

Kuviosta 21. nähdään Bitcoinin markkina-arvon kehitys sekä laskettu NVT-luku. Kuviosta nähdään, että NVT-luvun ansiosta on pystytty paikantamaan Bitcoinin historiallisia kuplia kuukausia jälkikäteen kohtuullisen selkeästi. (Woo 2017, viitattu 17.9.2020.)

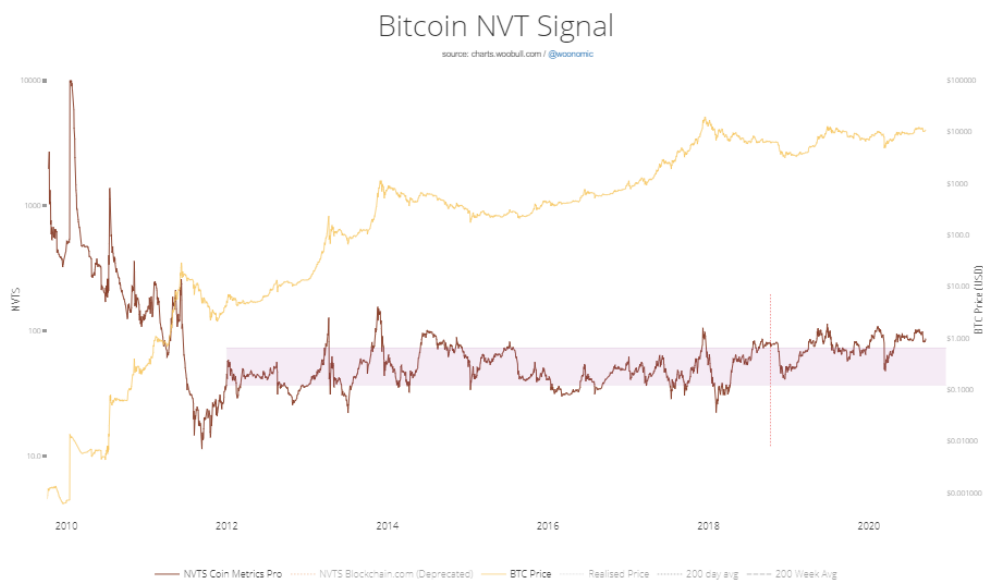
#### 4.4.2 Network Value to Transactions Signal

Dmitry Kalichkin pyrki soveltamaan Willy Woon sekä Chris Burnisken kehittämää NVT-lukua uudelleen ja parempaan muotoon. Hänen mielestään NVT-luvun nykyinen toiminta on huono, koska NVT-luku näyttää seuraavan markkinan liikkeitä muutaman kuukauden jäljessä. NVT-luvun huippu näyttää tulevan hänen mukaansa vasta keskellä markkinoiden korjausliikettä. (Kalichkin 2018, viitattu 17.9.2020.)

Dmitry Kalichkin on yrittänyt kehittää NVT-luvusta paremman version. Siinä verkon markkina-arvo jaetaan päivittäisen transaktiomäärän 90 päivän liukuvalla keskiarvolla (kuvio 22). 90 päivän liukuva keskiarvo transaktioaktiivisuudesta antaa hänen mukaansa paremman kuvauksen pidemmän aikavälin fundamentaalisesta arvosta kuin tavallinen NVT-luku. (Kalichkin 2018, viitattu 17.9.2020.)

$$NVT_{new} = \frac{\text{Daily NV}}{90MA(\text{Daily TV})}$$

KUVIO 22. NVTS-luvun laskentakaava (Kalichkin 2018, viitattu 17.9.2020.)



KUVIO 23. Bitcoinin markkina-arvon kehitys (keltainen) ja NVTS-luku (ruskea) (Woo 2020, viitattu 17.9.2020.)

NVTS-lukua voidaan käyttää ja analysoida NVT-luvun tavoin eli sitä peilataan historiaan. Kuten kuvio 23. voidaan nähdä, se näyttää seuraavan markkinoiden liikkeitä NVT-lukua tarkemmin. NVT Signal- sekä NVT-lukua voidaan käyttää yleisesti myös muiden kryptovaluuttojen arvoa määrittäessä. NVT-luku peruseriaatteeltaan vertaa verkon markkina-arvoa siihen, kuinka paljon verkkoa käytetään. Jotta soveltaminen muihin kryptovaluuttoihin voisi olla järkevää olisi hyvä miettiä miten transaktioaktiivisuutta mitataan. Lisäksi on hyvä ottaa huomioon se, että uudemmissa kryptovaluutoissa historiallista dataa on Bitcoinin verrattuna hyvin vähän. (Woo 2017, viitattu 17.9.2020.) NVT- sekä NVTS-luvun toimivuutta olisi hyvä miettiä tarkkaan ennen suurempien johdopäätösten tekoa.

#### 4.4.3 Stock to Flow – malli

Tämän kappaleen tarkoitus on pyrkiä hahmottamaan Bitcoinin digitaaliseen niukkuuteen liittyvää arvoa Stock to Flow-mallin avulla. Kappaleessa käsitellään alkuun Stock to Flow-luku, jonka jälkeen pyritään mahdollisimman havainnollisesti esitellä sen toimivuutta käytännössä. Malli liittyy oleellisesti Bitcoinin kokonaismäärään ja sen rajoituksiin sekä lohkopalkkioiden puoliintumisiin.

Bitcoinin Stock to Flow -malli julkaistiin maaliskuussa 2019 pseudonyymi Plan B:n toimesta. Stock to Flow-luku eli varanto-virtaussuhde ei ole Plan B:n aikaansaannosta. Hän on pyrkinyt ainoastaan soveltamaan sitä Bitcoinin tapaukseen ja onnistunut luomaan siitä kyseisen mallin. Rajattu maksimimäärä eli 21 miljoonaa Bitcoin-kolikkoa mahdollistaa sen, että Bitcoin on kokonaisuudessaan maailman ensimmäinen digitaalisesti niukka objekti. Se on kullaa ja hopean tavoin niukka eli niiden tarjonnassa oleva maksimimäärä on rajattu tai lisääntyy hyvin vähän. (Medium 2019b: Medium 2019c, viitattu 20.10.2020.)

Niukkuutta pyritään hahmottamaan Stock to Flow-mallissa varanto-virtaussuhteella. Suhdeluku lasketaan jakamalla olemassa oleva varanto (stock) vuosittaisella tuotannolla (flow). Alla laskentakaavio (kuvio 24). (Medium 2019b, viitattu 20.10.2020.)

$$\text{Varanto-virtaussuhdeluku} = \text{Varanto (Stock)} / \text{Vuosittainen tuotanto (Flow)}$$

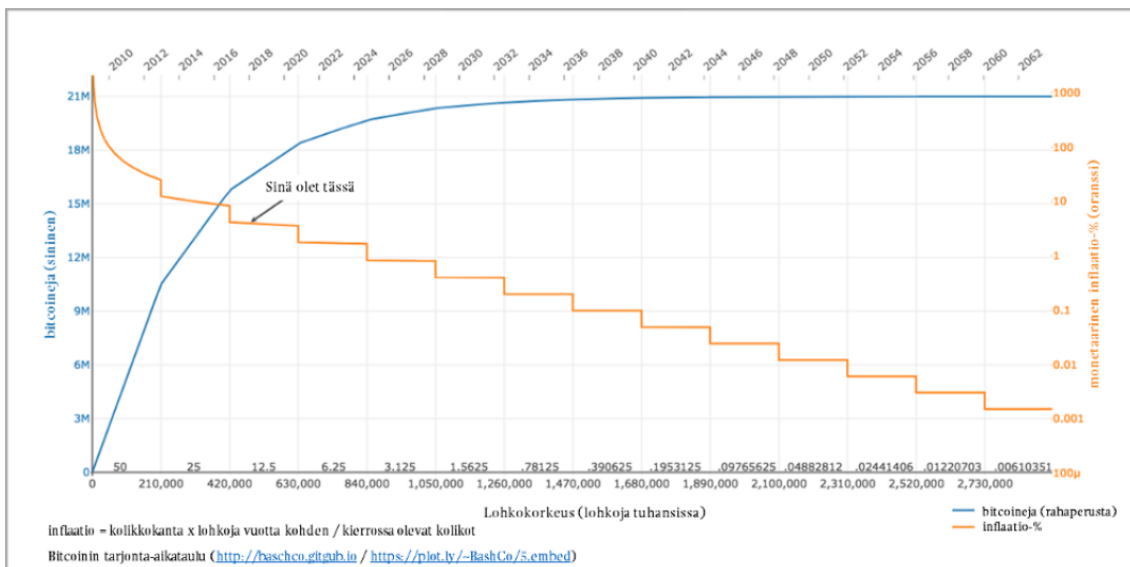
KUVIO 24. Varanto-virtaussuhdeluvun laskentakaava (Medium 2019b, viitattu 20.10.2020.)

	Varanto (t)	Virtaus (t)	VV	Tarjonnan kasvu	Hinta (\$/oz)	Markkina-arvo
kulta	185 000	3 000	62	1,6 %	1 300 \$	8 417 500 000 000 \$
hopea	550 000	25 000	22	4,5 %	16 \$	308 000 000 000 \$
palladium	244	215	1,1	88,1 %	1 400 \$	11 956 000 000 \$
platina	86	229	0,4	266,7 %	800 \$	2 400 000 000 \$

KUVIO 25. Neljän jalometallin varanto-virtaussuhdelukuja sekä markkina-arvoja (Medium 2019c, viitattu 20.10.2020.)

Kuviosta 25. nähdään tunnettujen raaka-aineiden varanto-virtaussuhdelukuja sekä niiden markkina-arvoja. Kullan suhdeluku on 62, joka tarkoittaa yksinkertaistettuna 62 vuotta tuotantoa nykyisen kultavarannon saavuttamiseen. Hopean suhdeluku on puolestaan 22. Palladiumin ja platinan luvut puolestaan ovat hyvin alhaisia, koska niiden tuotantomääriä voidaan muuttaa helposti kysynnän ja tarjonnan mukaisesti. Hintojen noustessa tuotannon määrää voidaan kasvattaa ja se puolestaan johtaa hintojen laskuun uudelleen. Bitcoinin suhdeluku oli 25 lähteen kirjoittamishetkellä 22.3.2019 (17,5 miljoonaa kappaletta/0,7 miljoonaa). (Medium 2019b, viitattu 20.10.2020.)

Kappaleessa 2.6 mainitaan Bitcoinin lohkoketjun louhijoiden palkkioiden puoliintuminen. Palkkioiden puoliintuminen neljän vuoden välein liittyy oleellisesti tarjontaan ja sitä kautta laskettavaan Bitcoinin varanto-virtaussuhdeluvun suuruuteen. Alla vielä tilannetta hahmottava kuvio, jossa oletetaan uusien lohkojen luomisajaksi 10 minuuttia (kuvio 26). Bitcoinin kokonaismäärästä ja sen asteittaisesta tarjonnan määrän laskusta käytetään Bitcoinin kontekstissa termiä monetaarinen inflaatio. (Medium 2019b, viitattu 20.10.2020.) Kuviossa 26. on siis ilmaistu Bitcoin-kolikoiden lukumäärän kasvu sinisellä sekä sen inflaatio oranssilla. Inflaatiokuvaajasta nähdään puoliintumisesta aiheutunut portaittainen vaikutus.

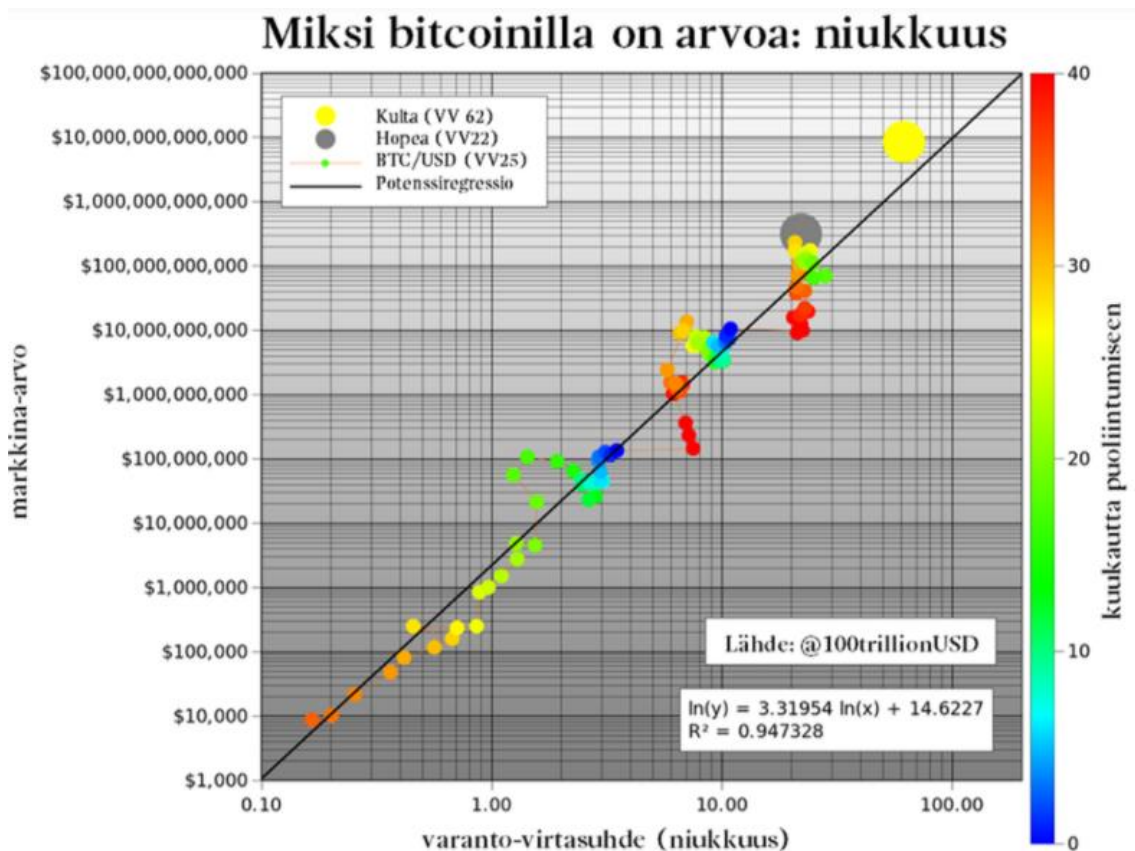


KUVIO 26. Bitcoin-kolikoiden lukumäärän kasvu (sininen) ja inflaatio (oranssi) (Medium 2019c, viitattu 20.10.2020.)

Lohkopalkkioiden puoliintuminen sovellettuna tähän tapaukseen tarkoittaa sitä, että laskettavan suhdeluvun tuotantomäärä pienenee noin neljän vuoden välein. Kaavassa nimittäjän määrän

putoaminen tarkoittaa puolestaan sitä, että suhdeluku kasvaa portaittain. Bitcoinin suhdeluku oli sen alkuvaiheessa hyvin pieni, koska luohintaan liittyvät palkkiot olivat suuria ja olemassa oleva varanto hyvin pientä. (Medium 2019b, viitattu 20.10.2020.)

Kuviossa 27. on kasattu Bitcoinin markkina-arvo ja sen kehitys suhteessa laskettuihin varanto-virtaussuhdelukuihin. Lisäksi mukaan on otettu kullan (keltainen suuri piste) ja hopean (harmaa suuri piste) markkina-arvot suhteessa niiden suhdelukuihin. Bitcoinin liikkeet on esitelty erivärisillä pisteillä riippuen puoliintumisajasta. Siniset pisteet esittävät aikaa ennen puoliintumista ja punaiset puoliintumisen jälkeistä ajanhetkeä. Puoliintumisen yhteydessä tapahtunut varanto-virtaussuhteen kasvu näkyy kaaviossa. (Medium 2019c, viitattu 20.10.2020.) Historiaan peilaten voidaan todeta Bitcoinin markkina-arvo ja varanto-virtaussuhteluvun kasvu ovat tukeneet toinen toisiaan.



KUVIO 27. Bitcoinin markkina-arvon kehitys suhteessa varanto-virtaussuhdelukuun (Medium 2019c, viitattu 20.10.2020.)



KUVIO 28. Bitcoinin markkina-arvo ja sen kehitys sekä Stock to Flow-malli (Digitalik 2020, viitattu 20.10.2020.)

Kuviossa 28. nähdään vielä Bitcoinin markkina-arvon historiallinen kehitys sekä sen korrelaatio laskettuun varanto-virtaussuhdelukuun ja sen kehitykseen. Suhdeluku ja sen kehitysennuste on sinisellä viivalla piirrettynä ja sen vuosittaisen tuotannon laskemisessa on käytetty 463 päivän arvioitua tuotantoa, jotta kuvioista saataisiin selkeämpi ( $(463 \text{ päivän tuotanto} / 463 \text{ päivää}) * 365$ ). Markkina-arvon kehitys on merkitty eri väreillä perustuen aikaan lohkopalkkioiden puoliintumisesta. (Digitalik 2020, viitattu 20.10.2020.)

Historiallisesti katsottuna Stock to Flow -malli näyttää korreloivan Bitcoinin markkina-arvon kanssa, mutta kannattaa muistaa ettei historia ole taee tulevasta. Tämän kappaleen ainoana tavoitteena oli hahmottaa Bitcoinin ominaisuutta digitaalisen niukkuuden muodossa ja esitellä siihen kehiteltyä mallia.

## 5 IOT-KONTEKSTIN LOHKOKETJURATKAISUJEN ANALYYSINTI

Tämän pääkappaleen alkuun määritellään käsite Internet of Things. Sen jälkeen esitellään vaatimuksia vertailuun mukaan otettaville IoT-kontekstin projekteille ja tehdään niistä sekä niiden ominaisuuksista yksinkertainen taulukkomuotoinen vertailu. Vertailutaulukon jälkeen esitellään ja vertaillaan projekteihin liittyviä ominaisuuksia. Tämän jälkeen pureudutaan entistä tarkemmin niiden arvonmuodostumiseen liittyviin tekijöihin sekä havainnoidaan tiivistetysti niiden markkina-arvojen kehityksiä. Lisäksi yhdelle vertailussa mukana olevalle tokenille kehitellään kappaleen 4.3 pohjalta arvon laskentamalli.

### 5.1 Internet of Things

Ilmaisulla esineiden Internet (Internet of Things, jatkossa lyhennettynä IoT) viitataan Internetin ja verkon laajentamiseen fyysisen maailman kanssa. Kyseessä on erittäin laaja käsite ja eri tahot ymmärtävät sen merkityksen eri tavoin. Esineiden Internetissä digitaaliset ja fyysiset yksiköt voidaan yhdistää toisiinsa Internetin avulla. Sillä mahdollistetaan kokonaan uusi sovellus- ja palveluluokka, joissa erilaisten tietojen lukeminen laitteista sekä niiden ohjaus muita laitteita ja palveluita hyväksi käyttäen on mahdollista. (Chlamtac, De Pellegrini, Mionardi & Sicari 2012; Finanssiala ry 2020, viitattu 1.11.2020.) Mikko Leppäsen kirjoittamassa uutisessa esineiden Internet määritellään yleisesti sensoreilla varustetuksi esineiden, laitteiden ja koneiden sekä niiden mahdollistaminen yhdeksi palveluiden verkoksi. Sensorit keräävät dataa ja laitteet sekä niiden palvelut voivat olla vuorovaikutuksessa keskenään Internetin välityksellä. Tämä mahdollistaa IoT pohjaiset palvelut, joilla voidaan esimerkiksi monitoroida, valvoa sekä ohjata verkkoon kytkettyjä laitteita Internet -yhteyksien avulla. (Leppänen 2018b, viitattu 21.9.2020.)

Nykyaikana lähes kaikkiin laitteisiin rakennetaan kyvykyys kytkeytyä Internetiin, mikä mahdollistaa niistä saatavan informaation ja palveluiden yhdistämisen. Laitteiden ja verkkojen välisillä yhteyksillä mahdollistetaan palvelujärjestelmille ja niiden käyttäjälle reaaliaikainen tiedonsaanti. Hyvinä esimerkkeinä ovat murto- ja varashälyttimet, kamera sekä älypuhelin. Älypuhelimien avulla voidaan tarkastella reaaliaikaista kuvaa kamerasta niiden välisen yhteyden avulla. Toisaalta taas, jos asunnossa tapahtuu murtohälytys, hälytys lähettää siitä ilmoituksen puhelimeen (Finanssiala ry 2020,

viitattu 1.11.2020.) Melkein mitä tahansa esineitä ja laitteita voidaan muuttaa osaksi IoT:ta. Normaali hehkulamppu, joka voidaan kytkeä päälle älypuhelinsovelluksella, on IoT-laite, samoin kuin liiketunnistin tai katuvalo. IoT-laitteena voi toimia myös kuorma-auto tai lentokoneen suihkumoottori. Sensorit keräävät ja tuottavat data laitteesta ja näin varmistavat muun muassa lentokoneen suihkumoottorin toimimisen oikealla tavalla. IoT tekee ympäröivästä maailmasta älykkäämmän ja reagoivamman yhdistämällä digitaalisen ja fyysisen maailman toisiinsa. (Ranger 2020, viitattu 21.9.2020.)

Esineiden, koneiden ja laitteiden valmistajat kytkevät tai sisällyttävät sensoreita tuotteisiinsa, jotta he saisivat dataa niiden toiminnasta. Tämä voi auttaa valmistajia havaitsemaan komponenttien vikaantumisen ja vaihtamaan sen ennen siitä aiheutuvaa vahinkoa. Lisäksi sensoreiden tuottamaa dataa voidaan käyttää järjestelmien ja toimitusketjujen tehostamiseen, koska niillä on ihmiseen verrattuna tarkempaa dataa siitä, mitä todellisuudessa tapahtuu. (Ranger 2020, viitattu 21.9.2020.)

Valmistajien lisäksi IoT:n integroituminen myös muille toimialasektoreille voi tuoda esiin mielenkiintoisia mahdollisuuksia. Esimerkiksi autosektori, jossa autoihin asennettavat sensorit voivat valmistajien tapaan auttaa paikantamaan jo etukäteen koneiden hajoavia osia. IoT:n avulla auton omistajat voivat operoida autojaan etänä, esimerkiksi esilämmittämällä auto ennen ajoa. IoT mahdollistaa myös laitteiden ja palveluiden välisen viestinnän, joten auto voi itse varata huoltoajan ennakoivasti. Kuljetus- sekä logistiikkajärjestelmissä voidaan käyttää hyväksi tavaroiden seuranta ja jäljitystä sekä lämpötilan säätöä. Esimerkiksi ruokatoimituksessa, sensorit voisivat hälyttää lämpötilan noustessa liian korkealle tasolle. IoT mahdollistaa kauppiaille ja jälleenmyyjille inventaarioprosessien ja varaston hallinnan parantamisen, asiakaskokemusten kehittämisen sekä toiminnan kustannusten alentamisen. Julkinen sektori taas voisi käyttää IoT-perusteisia sovelluksia veden, sähkön ja muiden tuotantoon ja niiden toimintaan. Terveystieteissä voidaan puolestaan mahdollistaa lääkkeiden sekä muiden sairaaloissa käytettävien tärkeiden asioiden seuraamisen. Fyysisen tavaroiden ja laitteiden lisäksi IoT:ta voidaan käyttää hyväksi muun muassa parantamaan työntekijöiden turvallisuutta. Haastavissa olosuhteissa työskenteleville työntekijöille voisi liittää anturit, jotka ilmoittavat tapahtuvista onnettomuuksista. (Oracle 2020, viitattu 21.9.2020.)

IoT:n hyötyihin kuuluvat etenkin saatava data, kasvava tuottavuus ja tehokkuus, mahdollisuus uudenlaisiin liiketoimintamalleihin ja siten liikevaihdon kasvuun sekä fyysisen reaaliaikaisen maailman yhdistettävyyden digitaaliseen liiketoimintaan. Esineiden, laitteiden ja koneiden tuottamasta datasta saadaan reaaliaikaisia ja helposti tulkittavia tietoja niin tuotteiden valmistajille kuin myös



niiden käyttäjille. (Oracle 2020, viitattu 21.9.2020.) Vuonna 2020 IoT-laitteita on lähteenä käytettävän artikkelin mukaan 20,4 miljardia kappaletta. Luvun oletetaan kasvavan 75 miljardiin kappaleeseen vuoteen 2025 mennessä. Markkina-arvoltaan mitattuna, tämä tarkoittaisi kasvua 212 miljardista dollarista 1,6 biljoonaan dollariin. (Vega 2020.)

## 5.2 Vaatimukset/piirteet IoT-kontekstin projekteille

Haasteena IoT-kontekstin projektien rajaukseen tuo niihin liittyvien projektien sekä niiden ratkaisujen vähäinen määrä. Mukaan selvitykseen valittiin kuitenkin selkeimmät IoT-tapaukset, joita on jo tässä työssä aiemmin käyty lävitse. Tavoitteena on vertailla kappaleessa kolme käsiteltyä projektia vielä tarkemmin, jotta niiden tavoitteet, mahdollisuudet sekä ratkaisumallit tulisivat mahdollisimman selkeästi esille.

Vertailussa käsiteltävät lohkoketjupohjaiset ratkaisut ovat rajattu tässä opinnäytetyössä käsiteltäviin projekteihin. Vertailuun mukaan otettavat projektit ja niiden tokenit täytyvät kuulua IoT-kontekstiin. Näiden ratkaisut pyrkivät siis yhdistämään jollain tavoin esineitä, asioita, koneita ja laitteita sensorin tai muun älykkään komponentin muodossa lohkoketjuun. Käsittelyyn ja vertailuun voidaan ottaa myös projekteja, jotka ottavat muilla tavoin reaali maailman asioita kehityskohteeksi ja näin häilyvät IoT-kontekstin rajamailla. Oma lohkoketjuinfrastruktuuria käsiteltävillä projekteilla ei tarvitse olla, vaan ne voivat olla rakennettu myös ERC20-protokollan pohjalle.

Apuna valittaviin IoT-kontekstin projekteihin käytetään sekä CryptoSlate että Coinmarketcap -nimisiä verkkosivustoja. Näihin on listattu kaikki olemassa olevat projektit markkina-arvon suuruuden sekä niiden sektoreiden perusteella. (Coinmarketcap 2020; CryptoSlate 2020, viitattu 1.11.2020.) Lisäksi tarkasteltavien projektien valinnassa ja vertailussa on otettu huomioon toimeksiantajan toiveet sekä niiden toivomat näkökulmat. Tavoitteena ei ole tehdä valtavan suurta vertailupakettia, vaan niiden määrä on rajattu viiteen mielenkiintoisimpaan projektiin, ja niistä tehtävät huomiot liittyvät pääasiassa isoimpiin kokonaisuuksiin ja oleellisimpiin asioihin.

Vertailun kohteiksi on valittu viisi mielenkiintoisinta ja selkeintä IoT-tyyppistä projektia, eli IOTA, Solarcoin, ShipChain, Robotina sekä VeChain. Seuraavassa kappaleessa on tarkoitus tehdä taukkomuotoinen vertailu näihin liittyen ja analysoida niihin liittyviä eroavaisuuksia.

### 5.3 IoT-projektien vertailu

Projektien vertailu tehdään taulukkomuotoisesti. Taulukkoon (kuvio 29.) on kasattu oleellimmat tekijät ja yksityiskohdat käsiteltävistä projekteista ja niihin liittyvistä ominaisuuksista. Vertailuluokiksi on valittu seuraavanlaisia tekijöitä: ratkaisumallit, lohkoketjutyypit, konsensusmekanismit, käytettävä token/valuutta sekä niiden arkkityypit. Arkkityyppi -luokassa on käytännössä jaoteltu projektissa käytettävä virtuaalinen valuutta omaan kategoriaan, kuten luvun 2.2 Virtuaalivaluutan määritelmän alla pohjustetaan.

Valituista projekteista on kerätty oleellimmat asiat seuraavanlaiseen taulukkoon (kuvio 29). Taulukon rakentamisen apuna on käytetty kappaleessa kolme esiteltyä asioita.

Projekti	1. IOTA	2. SolarCoin	3. ShipChain	4. Robotina	5. VeChain
Vertailuluokat					
Maa	Saksa	Yhdysvallat	Yhdysvallat	Slovenia	Singapore (Kiina)
Minkä ongelman ratkaisee?	Koneiden, laitteiden sekä ihmisten väliset datan ja arvonsiirrot	Aurinkopaneelin käyttöönoton lisääminen	Toimitusketjujen hallinnoimisen yhdistäminen ja läpinäkyvyyden parantaminen	Energian kulutuksen tehostaminen, IoT-laitteiden kontrollointi, data- ja energiakauppa	Toimitusketjujen hallinta, kynnysen laskeminen lohkoketjuteknologian käyttöönotossa
Kehittämiskohde	Globaali IoT-standardi	Aurinkoenergia kannustinverkko	Toimitusketjut	Energian kulutus	Toimitusketjut
Ratkaisu	Datan tuottaminen Jinn-mikroprosessorin ja Qubic-protokollan avulla, IOTA-verkossa datan siirto, kaupankäynti ja säilyttäminen	Monitahoinen rekisteröitymistapahtuma, (PoO, KYD, KYE, KYC)	Track & Trace-alusta, NFC-tunnisteet	Robotina-alusta, IoT-laitteet oman hallintajärjestelmän avulla lohkoketjuun	RFID-sirut, NFC-tunnisteet, QR-koodit
Oma lohkoketju/verkko	Kyllä (Tangle)	Kyllä	Ei	Ei	Kyllä
Konsensusmekanismi/vastaava	Lähetämällä yhden transaktion, hyväksytään kaksi muuta	Proof of Stake	Ethereum, ERC20-protokolla	Ethereum, ERC20-protokolla	Proof of Authority
Token/valuutta	IOTA, (markkinoilla mIOTA)	SLR	SHIP	ROX	VET/VTHO
Token/valuutta-arkkityyppi	Valuutta/utility	Valuutta/utility	Utility-token	Utility-token	Valuutta

KUVIO 29. IoT-tyyppisten projektien vertailutaulukko

Saksassa kehitettävä IOTA on ollut pitkään yksi suurimmista ja suosituimmista IoT-kontekstiin liittyvistä lohkoketjuprojekteista. Sen tavoite on rakentaa globaali IoT-arkkitehtuuri koneiden, laitteiden sekä ihmisten välisille datan ja arvonsiirroille. Yhdysvaltalaisen SolarCoinin päätavoitteena on puolestaan luoda kannustinverkko aurinkopaneelien käyttöönottoon ja lisätä näin aurinkoenergian käyttöä sekä puhtaamman energian tuotantoa. ShipChain on samoin Yhdysvaltalainen, mutta sen tarkoitus on parantaa ja kehittää toimitusketjujen hallinnointia ja niiden läpinäkyvyyttä. Robotina on slovenialainen energiankulutukseen liittyvä lohkoketjuprojekti. VeChain on puolestaan Singapo- resta lähtöisin oleva toimitusketjujen hallintaan ja tuotteiden seurantaan liittyvä lohkoketjuprojekti.

Vertailuun valittavien projektien tavoitteena oli valita erilaisia lohkoketjuprojekteja, joten tässä nähtävästi onnistuttiin kohtuullisen hyvin. Vaikka toimitusketjujen hallintaan liittyykin kaksi projektia, niiden ratkaisumallit ja rakenteet ovat hyvin erilaisia ja toisistaan poikkeavia.

Ratkaisumallit ovat lohkoketjun toiminnan ytimessä ja niiden avaaminen selventää huomattavasti projektien käytännön toimintaa. IOTAn toiminta on hyvin erilainen ja monitahoinen muihin ratkaisumalleihin verrattuna eli sen kokonaisuuden toiminnan tarkoituksena on yhdistää kolme erilaista osaa. Näiden kolmen osan yhdistelmä muodostuu siis Jinn-prosessorista, Qubic-protokollasta sekä Tangle-verkosta, ja ne yhdessä mahdollistavat datan siirrot, kaupankäynnin sekä niiden säilyttämisen. SolarCoinin eroavaisuus muihin on siinä, että sen järjestelmässä käytetään monimutkaista rekisteröitymistapahtumaa aurinkopaneeleja liitettäessä. Siinä ei ole tarkoitus käyttää minkäänlaista ulkoista mikroprosessoria tai tunnistetta aurinkopaneelien yhdistämisessä. ShipChainissa puolestaan yhdistetään ohjelmointirajapinnan sekä NFC-tunnisteen avulla logistiset lähetykset alustalle, jossa voidaan seurata muun muassa reaaliaikaisia liikkeitä. Robotinan ratkaisu on myös mielenkiintoinen, koska siinä IoT-laitteet on yhdistetty heidän oman hallintajärjestelmänsä kautta lohkoketjupohjaiseen alustaan. VeChainin tarkoituksena on puolestaan yhdistää tuotteita ja logistiikkalähetyksiä RFID-sirujen, NFC-tunnisteiden sekä QR-koodien avulla lohkoketjuun. Vertailtavilla projekteilla on yleisesti hyvin erilaisia ratkaisumalleja, mutta pääasiallinen tapa yhdistellä laitteita ja tuotteita lohkoketjujärjestelmään liittyy erilaisten komponentteihin (Jinn+Qubic, RFID-sirut, NFC-tunnisteet, QR-koodit). Lisäksi osassa projekteissa käytetään laitteiden yhdistämisen apuna erilaisia laitteiden hallintajärjestelmiä.

Lohkoketjuinfrastrukturi ja sen puuttuminen on mielenkiintoinen jakoluokka. Se antaa hyödyllistä informaatiota tuleviin vertailuluokkiin. Lisäksi se helpottaa vertailtavien valuuttojen ja tokeneiden eri arkkityyppeihin jakamisessa. Lohkoketjuinfrastrukturiin ja niiden rakentamiseen liittyyiin yleisiin asioihin keskitytään myöhemmin johtopäätökset ja pohdinta -osiossa. IOTA eroaa valtavasti näihin asioihin liittyvissä jakoluokissa. Sillä on oma infrastrukturi, mutta se toisaalta ei ole lohkoketju. Tangle-verkoksi kutsuttu verkko toimii yksinkertaistaen siten, että lähettämällä yhden transaktion hyväksyy samalla kaksi muuta. ShipChainilla ja Robotinalla ei puolestaan ole omaa lohkoketjuinfrastrukturia. Niiden molempien ratkaisut ovat rakennettu Ethereumin ERC20-protokollan pohjalle eli ne pohjautuvat Ethereumin ennalta määriteltyihin sääntöihin ja ovat hyvin riippuvaisia Ethereumin toiminnasta. SolarCoinilla ja VeChainilla on puolestaan oma lohkoketjujärjestelmänsä. SolarCoinin lohkoketjun konsensusmekanismi käyttää PoS-mallia, VeChainissa puolestaan PoA-mallia. Yleisesti lohkoketjuinfrastruktuurin omaavat projektit ovat laajempia kokonaisuuksia, joiden pohjalle

voidaan rakentaa lisää erityyppisiä järjestelmiä ja sovelluksia. Oman lohkoketjun puuttuminen tekee sen, että projektit sitoutuvat vain yhden tietyn järjestelmän rakentamiseen. Lisäksi niihin liittyvät säännöt otetaan annettuina ja ovat tiukasti linkittyneitä näissä tapauksissa Ethereumin lohkoketjuun. Lohkoketjuinfrastruktuurin rakentaminen tai sen rakentamatta jättäminen on riippuvainen projektin tavoitteista ja sen ratkaisumallista. Konsensusmekanismin käyttö ja valinta on hyvin suorasti riippuvainen projektin päämäärästä ja tavoitteista, eikä olemassa ole näkökannasta riippuen parasta yksittäistä vaihtoehtoa.

Lohkoketjuinfrastruktuurin ja konsensusmekanismin valinta liittyy oleellisesti skaalautuvuuteen. Esimerkiksi IOTAn järjestelmässä toimiva Tangle-verkko ei nykyisellään poikkea skaalautuvuuteen liittyvissä asioissa muista lohkoketjuista. Kuitenkin onnistuessaan Tangle-verkon lopulliseen muotoon saattamisessa, skaalautuvuuteen liittyvät ongelmat ovat todennäköisesti ratkaistu ja verkko pystyy skaalautumaan. Toisaalta Ethereumin pohjalle rakennetut ShipChain ja Robotina ovat hyvin suorassa riippuvuussuhteessa Ethereumin skaalautuvuuskykyissä. Myös Ethereumin tulevan päivityksen onnistuminen voi mahdollistaa niiden toimintakapasiteetin lisäämisen. VeChainin lohkoketjun skaalautuvuus puolestaan mahdollistaa 165 transaktion sekuntia kohden ja on näin nykyistä Ethereumin lohkoketjua 11 kertaa nopeampi (Brown 2020, viitattu 20.11.2020).

Osa vertailuun mukaan otettavista projektien maksuvälineistä on utility-tyyppisiä tokeneita. Lisäksi muutamalla näistä on myös muunlaisia ominaisuuksia, joten niitä voidaan kutsua näiden sekoi-tukseksi. IOTAn järjestelmässä toimivaa tokenia kutsutaan IOTAksi. Sen jakoluokka omaan arkkityyppiluokkaan on haastava, mutta se voidaan luokitella valuutan ja utility tokenin yhdistelmäksi. SolarCoinin SLR-valuutalla on myös paljon molempien kaltaisia ominaisuuksia. VeChainin VET-valuutta on valuuttakategorian valuutta. Kuitenkin sen järjestelmään oleellisena osana kuuluu VTHO-token, jota käytetään oleellisesti hyödyksi lohkoketjun toiminnassa. VTHO-tokenia on haastava luokitella omaan ryhmäänsä, eikä sitä tässä työssä ole oleellista tehdä. ShipChainin SHIP-token ja Robotinan ROX-token kuuluvat puolestaan utility tokenit ryhmään. Valuuttojen luokittelu omiin kategorioihinsa auttavat ja selkeyttävät niiden arvon hahmottamista huomattavasti. Eri kategorioiden maksuvälineiden arvon muodostumisen keinot ja käyttötapaukset ovat hyvin erilaisia. Näitä esitellään tiivistetysti kappaleessa 5.4.1.

## 5.4 Arvonmäärityksen hahmotus

Tämän kappaleen tarkoitus on pureutua vertailussa käsiteltävien projektien markkina-arvoihin sekä arvoon liittyviin tekijöihin tarkemmin. Lisäksi kappaleessa 5.4.2 kehitellään yhdelle utility tokenille arvoon liittyvä laskentamalli.

### 5.4.1 Arvo

Tässä kappaleessa pohditaan arvoon liittyviä tekijöitä aikaisempien arvoa käsittelevien kappaleiden pohjalta sekä esitellään vertailussa mukana olleiden projektien markkina-arvojen kehitystä. Arvonkehitystä analysoidessa on hyvä muistaa, että suurin virtuaalisiin valuuttoihin vaikuttava tekijä pidemmällä aikaperspektiivillä on sen lohkoketjun tai järjestelmän käytettävyys sekä käyttömahdollisuudet tulevaisuudessa (network value). Järkevät ja todelliseen tarpeeseen tulevat alustat ja järjestelmät tuovat käyttäjiä niiden alaisiksi ja kasvattavat näin niissä käytettävien valuuttojen sekä tokeneiden kysyntää. Yleisesti nykyiset lohkoketjuprojektit ovat vielä vuonna 2020 hyvin alkuvaiheen projekteja, joiden ratkaisuja ei ole vielä joitain kokeiluja lukuun ottamatta otettu todelliseen käyttöön. Koko lohkoketjusektorin kehitys on nähtävästi vielä hyvin alkuvaiheessa, joka näkyy sääntelyn suoranaisena puuttumisena, reaali maailman ratkaisujen vähyytenä sekä muiden perusasioihin liittyvien haasteiden olemassaolona.

Utility tokeneiden suurin arvoon vaikuttava tekijä on sen valuutan käyttömahdollisuudet tulevaisuudessa, koska niitä käytetään yleisesti järjestelmien sisällä valuuttana liikkeeseenlaskijan tuotteiden ja palveluiden maksamiseen. Jotta utility tokeneita olisi kannattava omistaa arvon kannalta, täytyy sillä olla jokin järkevä käyttöperuste muun muassa sellaisiin palveluihin liittyen, joita ei ole mahdollista muualta saada. Rationaalisten käyttäjien ei kannata omistaa sellaisia utility tokeneita, jos sillä ei voi saada mitään todellista lisäarvoa. Haastavin utility tokeneiden arvoon liittyvä tekijä on liikkeeseenlaskijoiden suuret lupaukset tulevaisuuden käyttömahdollisuuksista. Jos lupaukset eivät vastaa odotuksia ja mitään järkevää palvelua ei järjestelmän sisälle synny, muuttuu projektin ja tokenin olemassaolo erittäin kyseenalaiseksi.

Perinteiseen kryptovaluuttakategoriaan kuuluvat puolestaan oman lohkoketjuinfrastruktuurin omaavat projektit. Niiden infrastruktuurissa täytyy olla jokin järkevä käyttöperuste pidemmän aika-

välin arvon ja omistamisen kannalta. Mitä suurempi käyttäjämäärä tai toimintavolyymi lohkoketjunalustalla toimii, sitä suuremmaksi muodostuu myös niiden kysyntä kryptovaluuttaa kohtaan. Lohkoketjun ylläpitäminen luo itsessään jo taloudellisen kannustimen siinä käytettävän valuutan omistamiseen. Esimerkiksi Ethereum ja sen tuleva PoS-malli, jossa louhintateho määräytyy omistettavan Ether-valuutan määrän mukaisesti. Järkevän käyttöperusteen ja lohkoketjun ylläpitämisen lisäksi oma lohkoketjuinfrastruktuuri mahdollistaa erilaisen kannustinmallien sekä muiden kysyntää kasvattavien sovellusten rakentamisen. Esimerkkinä omistamiseen liittyen, joissain projekteissa mahdollistuu myös muiden kuin louhijoiden staking-mekanismi (mm. Tezos). Siinä voidaan "lainata" omia varoja verkkoa ylläpitäville toimijoille ja saadaan niiden määrään pohjautuen palkkioita. Toisaalta VeChainin lohkoketjuun rakennettu kaksivaluuttajärjestelmä luo itsessään jo kannustimen VET-valuutan omistamiselle. Yksi VET-valuutta tuottaa tietyn määrän virtuaalisena bensana käytettävää VTHO-tokenia, jonka arvo määräytyy markkinoilla kysynnän ja tarjonnan mukaan. Se luo omalla tavallaan kannustimen VET-valuutan omistamiselle, koska VET-valuutan omistajan voidaan ajatella saavan omistamisestaan palkkioita. Lisäksi tietyn määrän VET-valuuttoja omistamalla ja rekisteröitymällä alustan nodeksi, saadaan suurempia määriä palkkioita VTHO-tokenien muodossa.

Todellisia lohkoketjunalustoihin ja lohkoketjujärjestelmiin kohdistuvia arvoon liittyviä tekijöitä sekä projektien yleisen kehityksen tilaa voidaan pyrkiä mittaamaan monin eri tavoin. Päädyin verkon arvon mittaamisessa on lohkoketjun tai sen järjestelmän käytettävyyttä. Verkon arvon kasvaessa kysyntä kohdistuu puolestaan siinä käytettävään valuuttaan tai tokeniin. Mitata voidaan tapauskohtaisesti lohkoihin ja verkon aktiivisuuteen perustuvia määriä sekä muita projektiin liittyviä oleellisia asioita. Esimerkiksi lohkoihin liittyviä mittareita voisivat olla lohkojen koot, keskiarvoiset transaktiomäärät yhtä lohkoa kohden sekä lohkon kokoon liittyvät keskiarvot. Verkon aktiivisuuteen liittyviä asioita voidaan pyrkiä mittaamaan muun muassa omistajien lukumäärillä, transaktioiden (raha)määrillä sekä louhijoiden tai verkkoon kuuluvien ylläpitäjien määrällä. Lisäksi muun muassa PoW-konsensusmekanismia käyttävien järjestelmien toimintakykyä voidaan mitata louhijoiden kannattavuudella sekä louhintateholla. Näitä edellä mainittuja mittareita voidaan tarkastella suhteessa historiaan ja arvioida niiden pohjalta järjestelmän kehitystä. Lisäksi yleisellä tasolla voidaan empirisesti tarkastella alustojen tai järjestelmien järkevien sovellusten tai palveluiden määriä ja arvioida kehitystasetta. Oleellisten sekä hyvin harkittujen mittareiden yhdisteleminen ja niiden historiaan peilaaminen voi tuoda oleellista informaatiota projektin kehitysvaiheesta ja toiminnan kannattavuudesta.

desta. Suurena haasteena on kuitenkin näiden статистиikkojen saamisen vaikeus. Suurimpien kryptovaluuttojen, kuten Ethereumiin ja Bitcoinin liittyviä статистиikkoja löytyy jonkin verran, mutta pienimpien projektien osalta näin ei ole (Blockchain.com 2020b; Etherscan 2020, viitattu 18.11.2020.)

Lisäksi Bitcoinin ja utility tokenien määrällisiä markkina-arvoja voidaan puolestaan pyrkiä perustelemaan rahan kvantiteettiteoriaan pohjautuen, joista on kerrottu kappaleessa neljä. Nykytilanteen haasteena on se, että tosiasialliset ratkaisut ovat vielä hyvin keskeneräisiä ja niiden käytettävyys tulevaisuudessa on edelleen kyseenalaista. Lisäksi edellä mainitun teorian pohjalta sovelletuissa laskentakaavoissa joudutaan tekemään valtavia oletuksia, jotka syövät laskelmien legitimitettä. Kuitenkin onnistuessaan todellisten ongelmien ratkaisemisessa, voidaan kaavoja teoriassa pyrkiä soveltamaan.

Kuvioon 30. on kasattu vertailutaulukossa käsiteltävien projektien markkina-arvot, tarjontamäärät sekä Coinmarketcap-rank. Lisäksi mukaan on otettu kontrastin vuoksi Bitcoin, Ethereum sekä Chainlink. Markkina-arvojen esille tuominen antaa yleistä syvyyttä tämän kappaleen lukemiseen ja analysointiin. Kuviossa 30. esitelty Coinmarketcap-rank tarkoittaa listausta, johon on listattu kaikki olemassa olevat virtuaaliset valuutat markkina-arvon suuruuden mukaiseen järjestykseen. Kappaleen kirjoitushetkellä, eli 17.11.2020 kaikkien yhteenlaskettujen virtuaalisien valuuttojen kokonaismarkkina-arvo oli 483 703 019 126 dollaria. Bitcoinin osuus tästä edellä mainitusta kokonaismarkkina-arvosta oli 65,3 prosenttia. (Coinmarketcap 2020, viitattu 17.11.2020.)

	Bitcoin	ETH	LINK	VET	mIOTA	SHIP	ROX	SLR
Coinmarketcap-rank	1.	2.	5.	29.	31.	759.	784.	1124.
Markkina-arvo (\$)	\$ 315 881 353 718,00	\$ 53 130 057 900,00	\$ 5 021 349 231,00	\$ 779 193 221,00	\$ 728 390 822,00	\$ 4 119 304,00	\$ 3 837 272,00	\$ 1 329 844,00
Markkina-arvo/kpl (\$)	\$ 17 032,32	\$ 468,25	\$ 12,79	\$ 0,012	\$ 0,262	\$ 0,009	\$ 0,013	\$ 0,021
Vapaa markkinoilla	18 546 000	113 464 084	392 509 556	64 315 576 989	2 779 530 283	478 598 260	304 947 473	62 029 230
Kokonaistarjonta	21 000 000	113 464 084	1 000 000 000	86 712 634 466	2 779 530 283	500 000 000	331 614 077	98 035 116 829

*KUVIO 30. Vertailtavien kryptovaluuttojen ja tokenien markkina-arvojen, tarjontamäärien sekä Coinmarketcap-rankin tilanne 17.11.2020. (Coinmarketcap 2020, viitattu 17.11.2020.)*

Nykyinen markkina-arvojen muodostuminen tapahtuu kysynnän ja tarjonnan kohdatessa. Koska todellista käytettävyttä ei lohkoketjuprojekteilla vielä hirvittävän suuresti ole, muodostuu näiden markkina-arvot suurelta osin spekulatiivisuuden pohjalta. Spekuloita voidaan projektin kehitysvaiheella, tulevaisuuden käyttöasteella ja käytettävyydellä, lyhyen aikavälin hinnan vaihteluilla ym (kappaleeseen 4.2.1 viitaten). Spekulaatioihin perustuvaan hinnanmuodostukseen kuuluvat oleellisesti osana suuret markkina-arvojen liikkeet, jotka houkuttelevat mukaan myös erilaisia velkarahalla keinoittelijoita ja luovat markkinakuplia (Hurri 2017, viitattu 17.11.2020). Kuitenkin todennäköistä on,

että pidemmällä aikavälillä arvon kehitykseen vaikuttavat todennäköisesti aiemmin mainitut lohko-  
ketjun kyky ratkaista todellisia ongelmia ja sen käyttöönoton kasvu (4.1 kappaleeseen viitaten).



*KUVIO 31. Virtuaalisien valuuttojen dollarimääräisen kokonaismarkkina-arvon kehitys lineaarisella kurssigraafilla (TradingView 2020a, viitattu 19.11.2020.)*

Kuviossa 31. nähdään kaikkien olemassa olevien virtuaalisten valuuttojen kokonaismarkkina-arvo perinteisellä lineaarisella kurssigraafilla sekä viikkokohtaisilla ”kynttilöillä”. Kuvioista voidaan todeta markkina-arvojen liikkeiden olleen huimia molempiin suuntiin, varsinkin vuosien 2017 ja 2018 aikana. Vuoden 2018 pohjan ja koronakriisistä seuranneen pudotuksen jälkeen kokonaismarkkina-arvo on lähtenyt nousujohteiseen kasvuun.





KUVIO 32. Bitcoinin, Ethereumin, IOTAn, Chainlinkin, ShipChainin sekä VeChainin markkina-arvojen kehitys suhteessa dollariin logaritmisella kurssigraafilla (TradingView 2020b, viitattu 19.11.2020.)

Kuviossa 32. on yhdistetty Bitcoinin (sininen), Ethereumin (valkoinen), mIOTA (oranssi), Chainlinkin (violetti), ShipChainin (vaaleanpunainen) sekä VeChainin (keltainen) yksittäisten valuuttojen ja tokenien markkina-arvojen kehitys. Kuviossa on käytetty logaritmisia kurssigraafia, koska se antaa silmämääräisesti paremman ja selkeämmän kuvauksen erilaisten projektien pidemmän aikavälin markkina-arvon muutoksista. Lisäksi se helpottaa hyvin hinnanmuutoksista muodostuvien trendien seuraamista ja parantaa analyysin tasoa verrattuna lineaarisiin kurssigraafeihin. Mukaan kuvioon eivät päässeet SolarCoinin sekä Robotinan markkina-arvot, koska niitä ei käytettävistä TradingView -palvelusta löytynyt. Analyysi tehdään silmämääräisesti, eikä esimerkiksi korrelaatio-kerrotimeja ja volatiliitteja suhteessa Bitcoinin lähdetä laskemaan ajanpuutteen vuoksi.

Silmämääräisenä huomiona kuviosta 32. voidaan nähdä eri projektien markkina-arvojen samankaltainen ja samansuuntainen kehitys. Ethereumin liikkeet ovat olleet päällisin puolin hyvin saman suuntaisia suhteessa Bitcoinin kehitykseen. Chainlinkin kehitys on puolestaan vuonna 2020 tehnyt huomattavan eriytymisen muusta markkinasta ja pelkästään vuoden 2020 aikana tehty nousu on noin 600 prosenttia. Syitä poikkeavaan ja eriyvään kehitykseen voisivat olla Chainlink-projektin yleinen tunnetuksi tuleminen suurelle yleisölle sekä suurten yhteistyösopimusten julkaiseminen. (Young 2020, viitattu 19.11.2020). ShipChain, VeChain ja mIOTA ovat puolestaan pysytelleet tassaaisina ja seuraavat silmämääräisesti isoimpien valuuttojen liikkeitä. Yhteenvetona voidaan todeta,

että Bitcoinin ja Ethereumin markkina-arvojen kehitys on historiallisesti suurin yksittäinen tekijä pienempien projektien markkina-arvojen kehityksessä. Pienempien projektien liikkeet ovat saman suuntaisia, mutta niiden lyhyen aikavälin liikkeet ovat huomattavasti Bitcoinia ja Ethereumia terävämpiä.

#### 5.4.2 Laskentaesimerkki utility tokenin arvosta

Kappaleessa käydään läpi esimerkinomaisesti ShipChainin SHIP-tokenin arvoa kappaleeseen 4.3 pohjautuen. Tilanteen hahmottamisen vuoksi ShipChainin nykyinen kokonaistarjonta on 500 000 000 kappaletta, joista 478 598 260 on vapaana kaupankäynnissä markkinoilla. Kokonaismarkkina-arvo oli kappaleen kirjoittamishetkellä 17.11.2020 4 119 304 dollaria, ja yhden SHIP-tokenin markkina-arvo oli 0,009 dollaria. (Coinmarketcap 2020, viitattu 17.11.2020.)

Alla olevaan kuvioon on laskettu ShipChainin SHIP-tokenin valuaatio vuoteen 2027 saakka (kuvio 33). Markkinan koon määrittämisessä on käytetty Allied Market Research yritysentuottamaa enustetta toimitusketjujen hallinnan osalta. Toimitusketjujen hallinnan maailmanlaajuisen markkinaosuuden odotetaan kasvavan 15,85 miljardista dollarista vuodesta 2019 vuoteen 2027 noin 37 miljardiin dollariin. Annualisoitu kasvuprosentti on 11,2. (Allied Market Research 2020, viitattu 6.11.2020.)

ShipChain	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Kokonaistarjonta M*	500 000 000	500 000 000	500 000 000	500 000 000	500 000 000	500 000 000	500 000 000	500 000 000
Vapaana tarjonnassa	478 598 260	488 598 260	489 598 260	490 598 260	491 598 260	492 598 260	493 598 260	494 598 260
Vapaan tarjonnan %-osuus f	95,7%	97,7%	97,9%	98,1%	98,3%	98,5%	98,7%	98,9%
Markkinoiden koko D (11,2% kasvu)	\$ 17 625 200 000,00	\$ 19 599 222 400,00	\$ 21 794 335 308,80	\$ 24 235 300 863,39	\$ 26 949 654 560,08	\$ 29 968 015 870,81	\$ 33 324 433 648,35	\$ 37 056 770 216,96
Markkinaosuus s								
Optimistinen	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
Neutraali	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,9%	1,0%	1,10%	1,20%
Pessimistinen	0,10%	0,11%	0,12%	0,13%	0,14%	0,15%	0,16%	0,17%
Kiertonopeus V	4	4	4	4	4	4	4	4
Laskettu arvo (ilman aika-arvoa)								
Optimistinen	\$ 0,09	\$ 0,20	\$ 0,33	\$ 0,49	\$ 0,69	\$ 0,91	\$ 1,18	\$ 1,50
Neutraali	\$ 0,05	\$ 0,06	\$ 0,08	\$ 0,10	\$ 0,12	\$ 0,15	\$ 0,19	\$ 0,22
Pessimistinen	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,02	\$ 0,02	\$ 0,02	\$ 0,03	\$ 0,03
2027 arvot diskontattuna (40%)								
Optimistinen	\$ 0,142							
Neutraali	\$ 0,021							
Pessimistinen	\$ 0,003							

KUVIO 33. SHIP-tokenin arvon laskentamalli vuoteen 2027 saakka

ShipChainin arvon laskentamallissa on tehty suuria yksinkertaistuksia. Yksinkertaistuksien avaaminen avartaa mallin toimintaa enemmän ja selkeyttää huomattavasti sen toiminnan ymmärtämistä. Vapaana tarjonnassa olevien tokenien määrä oletetaan kasvavan vuosittain 10 miljoonalla tokenilla. Edellä mainittu oletus on tehty siksi, koska yleisesti lohkoketjuprojekteja kehittävät

toimijat vapauttavat liikkeelle vuosittain tietyn määrän tokeneita rahoittaakseen oman kehitystoimintansa. Markkinaosuuksien arviointi koko toimitusketjujen hallinnan markkinasta osoittautui erittäin haasteelliseksi. Siihen vaikuttavat monet tekijät, kuten projektin kehityksen taso, järjestelmän käyttöönotto reaali maailmassa sekä sen toiminnan laajuus. Mallin rakentamisen sekä markkinaosuuksien arvioinnin helpottamiseksi käytetään kolmea erilaista ennustetta: optimistinen, neutraali sekä pessimistinen. Optimistisessa markkinaosuuden ennusteessa on käytetty yhden prosenttiyksikön vuosittaista kasvua ja oletettu vuoden 2020 markkinaosuudeksi yksi prosentti. Neutraalissa ennusteessa puolestaan oletetaan vuoden 2020 markkinaosuudeksi 0,5 prosenttia ja sen vuosittaiseksi kasvuksi 0,1 prosenttiyksikköä. Pessimistisessä ennusteessa vuoden 2020 markkinaosuuden oletetaan olevan 0,1 prosenttia ja sen vuosittaiseksi kasvuksi ennustetaan 0,01 prosenttiyksikköä.

Kiertonopeuden arvioimisessa on tehty todella suuri yksinkertaistus, koska osoitteiden omistusaikojen mittaaminen on työlästä ja aikaa vievää. Mallissa oletetaan, että sen kiertonopeus pysyy luvussa neljä vuoteen 2027 saakka. Kappaleessa 4.2.2 mainitaan dollarin kiertonopeuden olevan viisi ja sen pohjalta on tehty pyrittä tekemään kohtuullinen arvio, koska utility tokeneiden käytettävyys järjestelmän sisäisenä valuuttana tuo mieleen paljon samankaltaisuuksia perinteisten valuuttojen kanssa. Lisäksi kiertonopeuden arvioimiseen vaikuttavat muun muassa staking-ohjelmat, jossa omistajat voivat lukita omistamiaan tokeneitaan tietyksi määräajaksi palkkioita vastaan. Yleisesti kiertonopeuden oletetusta luvusta voidaan käydä suurempaakin keskustelua ja todellisudessa se voi olla myös mallissa käytettävään lukuun verrattuna huomattavasti suurempi.

Laskettu arvo on jaettu markkinaosuuksien pohjalta myös optimistiseen-, neutraaliin-, sekä pessimistiseen arvoon. Tässä on hyvä huomioida, että aika -muuttujaa ei ole otettu vielä mukaan laskentaan. Lasketun arvon laskennassa on käytetty apuna kappaleessa 4.3 mainittua rahan kvantiteettiteoriaan pohjautuvaa kaavaa (kuviokuva 18). Mallin alalaidassa on lopuksi laskettu vuoden 2027 saadut arvot ja diskontattu ne 40 prosentin diskonttauskorolla. Kappaleessa 4.2.3 on käytetty Bitcoinin tapaukseen diskonttauskorkona 30 prosenttia, joten alkuvaiheen lohkoketjuprojekteille on laitettu vielä 10 prosenttiyksikön lisäys käytettävään diskonttauskorkoon. Laskelmasta saadut vuoden 2027 diskonttatut arvot ovat lasketun arvon tavoin jaettu optimistiseen-, neutraaliin-, sekä pessimistiseen arvoon. Optimistinen- sekä neutraali diskontattu arvo on kyseisessä laskelmassa huomattavasti korkeampi kuin nykyinen markkina-arvo. Pessimistinen puolestaan on nykyistä markkina-arvoa matalampi.

Mallin toiminnan arvioinnissa tulee ottaa huomioon sen kompleksisuus ja siinä tehdyt oletukset. Oletuksia on jouduttu tekemään valtavasti ja yhdenkin muuttujan (vapaana tarjonnassa olevien tokeneiden määrä, markkinaosuudet, kiertonopeus sekä diskonttaus korko) uudelleenarvointi vaikuttaa saatavaan lopputulokseen. Esimerkiksi kiertonopeuden muutos suurempaan pienentää sen laskettua sekä diskontattua arvoa huomattavasti. Vaikka markkinoiden koko perustuu kolmannen osapuolen valistuneisiin ennusteisiin ja analyyseihin, niihinkään ei kannata luottaa täysimääräisesti.

Tämän kappaleen tavoitteena oli antaa näkemyksiä sille, mitkä tekijät vaikuttavat kyseisen kaavan mukaan utility tokeneiden arvoon ja kehitellä siihen perustuva laskentamalli. Mallin avulla voidaan vertailla ja kokeilla, miten muuttujien muutos vaikuttaa yhden tokenin arvoon. Rahan kvantiteetti-teorian pohjalta sovelletun laskentakaavan toiminnasta ei ole täyttä varmuutta eikä sen toimivuuteen kannata luottaa ehdottoman sinisilmäisesti.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä luvussa käydään aluksi läpi opinnäytetyöhön liittyviä omia pohdintoja käyttäen hyväksi sekä yleistä tietoperustaa että analyysiä. Yhteenvedo-osiossa on tarkoitus hakea vastausta pääasialliseen tutkimuskysymykseen. Johtopäätöksissä tehdään vielä tiivistetty yhteenvedo liittyen aiempiin kappaleisiin. Lisäksi kappaleen lopussa on tarkoitus pohtia opinnäytetyöprosessin kehitystä sekä tutkimuksen luotettavuutta.

### 6.1 Token vai valuutta?

Oman julkisen lohkoketjuinfrastruktuurin rakentaminen on monitahoinen prosessi. Sen rakentamisen yhteydessä joudutaan tekemään valtavasti filosofisia pohdintoja ja päätöksiä lohkoketjun säännöistä sekä sen yleisistä toimintamalleista. Huomioon on hyvä ottaa muun muassa hallintomallin keskittyneisyyteen, verkon ylläpidon järjestämiseen sekä konsensusmekanismiin liittyvät kysymykset. Lisäksi konsensusmekanismin vaikutukset skaalautuvuuteen, ilmastoon ja koko verkon toimintalogiikkaan olisi hyvä huomioida. Lohkoketjuinfrastruktuurin rakentaminen vaatii itsessään valtavasti resursseja tutkimukseen, työmäärään ja päätöksiin liittyen. Rakentamisen ja päätösten lisäksi olisi suositeltavaa huomioida myös korkean tietoturvatason ylläpitäminen, infrastruktuurin jatkuva kehittäminen sekä sääntelyn huomioon ottaminen.

Päätöksenteon ja rakentamisen haastavuudesta huolimatta oman julkisen lohkoketjuinfrastruktuurin rakentaminen tuo toisaalta vapautta omaan toimintaan, kuten oman yrityksen perustamisen yhteydessä. Se ei ole esimerkiksi ERC20-protokollan sääntöihin sekä Ethereumin kehitykseen ja haasteisiin linkittyvä, vaan siinä mahdollistuu vapaus tehdä omia päätöksiä haluamallaan tavalla. Lisäksi se antaa vapauden kehitellä omia ratkaisuja erilaisiin haasteisiin liittyen sekä mahdollistaa erilaisten kannustinmallien luomisen ja valuutan käyttötarkoitusten laajentamisen.

Toisaalta olemassa olevan lohkoketjuinfrastruktuurin päälle rakennettavalla projektilla on myös omia hyviä ominaisuuksia. Sen rakentaminen ei vaadi niin huomattavan suurta työmäärää, filosofisia pohdintoja tai muita perusinfrastruktuuriin liittyviä päätöksiä. Esimerkiksi juuri ERC20-protoko-

kollan pohjalle rakennetut järjestelmät voivat hyötyä käyttämällä Ethereumiin liittyviä ratkaisuja hyväkseen. Ethereumin pohjalle rakennettaessa saadaan perusinfrastruktuuriin liittyvät asiat annettuina ja voidaan keskittyä kokonaisuudessaan oman toiminnan kehittämiseen sen puitteissa. ERC20-protokollan sääntöihin perustuvan järjestelmän rakentamiseen liittyy siis sekä hyviä että huonoja puolia riippuen rakennettavan projektin luonteesta.

Järjestelmän rakentamisen yhteydessä Ethereumin lohkoketjun pohjalle sitoudutaan tukevasti ennalta määriteltyihin sääntöihin ja toimintatapoihin. Siinä luotetaan ja oletetaan Ethereumin toimintatapojen oikeellisuuteen, tulevaisuuden olemassaoloon sekä järjestelmän toimivuuteen. Ongelmaksi voi muodostua mahdolliset Ethereumin järjestelmässä tapahtuvat haasteet muun muassa skaalautuvuuteen ja turvallisuuteen liittyen. Olemassa olevan infrastruktuurin hyväksi käyttämisessä olisi suositeltavaa huomioida siihen liittyvät monitahoiset riskit, jotka tulevat oman toiminnan lisäksi myös Ethereumin suunnasta. Toisaalta ICO:n järjestäminen tuo myös ison lainsäädännöllisen riskin omaan toimintaan. Niiden yhteydessä ei sovelleta yleisiä arvopaperilakeja ja niiden puuttuminen voi aiheuttaa tulevaisuudessa haastaviakin ongelmia projektin toiminnan kannalta.

Monet nykyiset oman lohkoketjuinfrastruktuurin omaavat lohkoketjut ovat rakennettu alun perin Ethereumin ERC20-protokollan pohjalle. Ne tulivat julki ja järjestivät ICO:n keräten rahoitusta oman lohkoketjuinfrastruktuurin rakentamiseen. Rahoituksen kerääminen mahdollisti heille julkisuutta sekä hyvät resurssit heidän filosofialleen sopivan lohkoketjuinfrastruktuurin rakentamisen. Esimerkiksi VeChainin ICO järjestettiin vuoden 2017 syksyllä (Bitcoinkeskus 2020b, viitattu 19.11.2020). Kesällä 2018 he saivat valmiiksi oman infrastruktuurin ja siirsivät toimintansa sen pohjalle (Store of Value Blog 2018, viitattu 19.11.2020).

## **6.2 Kasvun raja**

Koko lohkoketjusektoria yleisesti analysoitaessa voidaan todeta, että yksittäisten projektien todelliseen menestymiseen on vielä pitkä matka ja merkittäviä haasteita sekä ongelmia riittää vielä paljon ratkaistavaksi. On kuitenkin hyvin mahdollista, että tietyt hyvin menestyvät lohkoketjuprojektit onnistuvat tavoitteissaan ja menestyvät omilla kehitysalueillaan. Se, millä sektorilla ja missä kokoluokassa kyseinen kehitys tapahtuu, riippuu oleellisesti projektin kehittämästä ratkaisusta ja sen

mahdollisuuksista. Lisäksi oleellisena osa-alueena on se, että liittykö valmistunut ratkaisu olemassa olevalle markkinalle vai luoko kyseinen ratkaisu täysin uuden kysynnän alueen. Tämän kappaleen tarkoituksena on siis käsitellä juuri edellä mainittuja asioita ja pohtia niiden tulevaisuuden kehityksiä.

Olemassa olevalle markkinalle kehitetty ratkaisu pyrkii luomaan uusia asioita jo olemassa olevalle markkinalle. Tarkoitus näillä on siis kehittää kyseistä markkina-alueita, luoda sille uusia kehitysratkaisuja sekä parantaa lohkoketjuteknologian avulla sen toimintaa. Kasvun rajana voidaan siinä tapauksissa käyttää harkitusti olemassa olevien markkinoiden lukuja ja markkinoita seuraavien analyytikoiden ennustuksia. Esimerkiksi ShipChainin arvon laskentaesimerkissä (kappale 5.4.2) käytetään toimitusketjujen hallintaan liittyvää markkinaa, sen kokoa ja siihen liittyviä ennusteita. Tämä antaa esimerkillistä pohjaa tulevalle markkinoiden kehitykselle ja määrittää näin kasvun rajoja. Käytettäessä ja lukiessa analyytikoiden ennustuksia on kuitenkin hyvä muistaa, että kyseessä on erilaisiin tilastoihin ja muihin asioihin perustuneita valistuneita ennusteita. Niihin olisi suositeltavaa suhtautua poikkeuksetta kriittisesti ja miettiä niiden perusteluiden järkevyyttä. Ennusteita voidaan myös pyrkiä selkeyttämään käyttämällä konsensusennusteita, joissa käytetään kaikkien analyytikoiden ennusteista muodostettua keskiarvoa (Inderes 2020, viitattu 19.11.2020).

Kuitenkin jotkin ratkaisuista voivat luoda täysin uusia markkina-alueita. Osalle uudentyyppisistä ratkaisuista olemassa olevia markkina-alueita ei vielä löydy. Esimerkkinä tähän on muun muassa IOTAn kehittämä ratkaisu, joka liittyy IoT-laitteiden datan kauppaamiseen. Näiden tulevaisuuden markkina-alueiden kokojen ennustaminen on erittäin haastavaa, lähes mahdotonta. Fundstratin monipuolisessa markkinatutkimuksessa IOTAn kasvun rajana on käytetty globaalin datan ja maksumarkkinoiden kehitykseen liittyvää pidemmän aikavälin ennustetta, josta on pyritty arvioimaan vielä lohkoketjuteknologian osuus (Fundstrat 2019, 37, viitattu 20.11.2020).

Toisaalta IOTAn tapauksessa voisi olla järkevää arvioida sen verkkoon liitettävien IoT-laitteiden määrää ja siihen kohdistuvaa kasvua. Kappaleessa 5.1 esitellyjen lukujen pohjalta voidaan todeta IoT-laitteiden moninkertaistuminen lähivuosina. Teknisten haasteiden kanssa onnistuessaan, IOTA voisi ainakin teoriassa liittää niitä verkkoon erittäin suuriakin määriä. Jos näiden liittäminen verkkoon onnistuu, sen järjestelmän arvon kehitystä voisi pyrkiä mittaamaan esimerkiksi IoT-laitteiden määrällä. Tämä voisi tuoda kasvulle jonkinlaista rajapintaa ja hahmotusta arvoon liittyen. Toisaalta tämänkaltaisia laitteiden määrään perustuvia mittareita ei ole sovellettu vielä missään yhteydessä, joten laitteiden määrän vaikutus markkina-arvoihin on vielä erittäin kyseenalaista.

### 6.3 Projektien luotettavuus

Kappaleessa arvioidaan projektien luotettavuuteen liittyviä piirteitä. Tarkoituksena on nostaa esille sellaisia asioita, mitä projektista tulee löytyä, jotta niiden luotettavuutta voidaan perustella. Kappale pohjautuu täysin omiin näkemyksiin ja kokemuksiin niistä asioista, mitä olen nähnyt ja kokenut opinnäytetyötä tehdessä. Olen päässyt tutustumaan hyvin moneen erilaiseen projektiin, että jonkinlainen konsensus näiden luotettavuuden piirteistä on syntynyt. On hyvä muistaa, että luotettavuus vaikuttaa suuresti myös näiden projektien markkina-arvoihin, koska markkina-arvojen muodostuminen on vielä erittäin spekulatiivista. Lisäksi luotettavuus on erittäin oleellinen asia ja sillä on suurta vaikutusta myös lohkoketjujen käyttöönotossa.

Projektin selkeys on sen virtuaalisen valuutan käyttäjälle yksi tärkeimmistä luotettavuuteen viittavista tekijöistä. Selkeys tulee ilmi heti käydessä projektin Internet-sivuilla sekä lukiessa kehittäjien kirjoittamia white paper -materiaaleja ja muita julkaisuja. Suurimmassa osassa projekteissa näin myös on, Internet-sivut ovat hienoja visuaalisia esityksiä ja white paper -materiaalit ovat laadukkaita, selkeitä ja hyvin kirjoitettuja. Joissain tapauksissa nämä edellä mainitut asiat ovat puolestaan sekavia ja haastavia ymmärtää. Kehityskohteita ja niihin liittyviä ratkaisuja on vaikea ymmärtää, koska niistä kerrotaan vain ohimennen muiden vähemmän tärkeiden asioiden ohessa. Kirjoituksen kieli on haastavaa ja niissä keskitytään liikaa valuutan ja tokenin tulevaisuuden käyttömahdollisuuksiin ja markkina-arvoihin, lupauksiin sekä muuhun tulevaisuuden liialliseen visiointiin. Selkeyden vuoksi osa projekteista nousee ylitse muiden, koska niiden materiaalien helppo luotettavuus, ydinasioiden kiteytys, menetelmät ja olemassa olevat resurssit tulevat niin hyvin ilmi.

Lohkoketjussa käytettävän virtuaaliseen valuuttaan liittyvä struktuuri on oltava selkeä ja selkeästi esitetty projektin luotettavuuden arvioinnissa. Oman kokemukseni mukaan, jo liikkeelle laskettavien valuuttojen kokonaismäärä voi tuoda varsinkin sijoittajien mielissä epäilyksiä projektia kohtaan. Jos suuri osa määrästä jää reserviin projektin kehittäjän haltuun, ei niitä ole rationaalista arvonnalla omistaa pidemmällä aikavälillä. Jos kehittäjä laskee hallussaan olevasta reservistä valuuttoja pois reservistä vapaaseen kaupankäyntiin, se kasvattaa vapaana kaupankäynnissä olevien valuuttojen määrää ja pienentää yhden valuutan yksikköhintaa. Reservissä olevien valuuttojen määrän suu-



ruus herättää epäilyksen varjon projektin kehittäjälle siitä, mitkä ovat reservin tulevaisuuden käyttötarkoitukset ja filosofia. Vaikka tulevaisuuden suunnitelmat kyseisille reserveille olisivatkin hyviä, se antaa kuitenkin pienen mahdollisuuden sen väärinkäytölle.

Kehitys ja kehittäjien aktiivisuus on omiaan luomaan positiivista olemusta sekä läpinäkyvyyttä projektia kohtaa. Uutisoinnissa ja sosiaalisessa mediassa tapahtuvat ilmoitukset ja uutiset uusista yhteistyösopimuksista ja kumppanuuksista lisäävät projektin ympärille positiivista meininkiä. Liiallisten lupausten tekeminen ja niin sanotun ”hypen” luominen tokenin hinnan ympärille saa kuitenkin luottamuksen hälvenemään ja pidemmän aikavälin kehityksen sekä projektin kehitystarkoitukset kyseenalaisiksi. Näissä tapauksissa raja on hyvin häilyvä, mutta uutisten tekeminen tulevaisuuden uutisista on mielestäni erittäin kyseenalaista.

Jos projektin kehittämisestä on vastuussa selkeä hallinnollinen toimija, on sen toiminta näyttäytyvä mahdollisimman läpinäkyvänä luotettavuutta arvioidessa. Esimerkiksi projektin Internet-sivuilla näkyvät kehittäjän kuvat, linkit sosiaalisen median kanaviin sekä muihin uutisartikkeleihin luovat uskottavuutta projektin toiminnan arvioimiseen. Lisäksi sosiaalisessa mediassa asiallinen käyttäytyminen ja keskustelu tuovat oman osansa läpinäkyvyyden lisäämiseen, esimerkiksi selkeä ja asiallinen keskustelu sekä erilaisten ongelmien läpikäynti yhteisöön kuuluvien jäsenten kanssa.

Luottamusta projektiin luovat myös teknologisiin ongelmiin ja haasteisiin viittaavat reagoinnit. Muun muassa hakkerointitapauksissa tai järjestelmien toiminnan haasteissa, avoimuus ja siitä kertominen on omiaan luottamuksen lisäämisessä. Esimerkiksi vuoden 2020 alussa IOTAn hallinnoimaan viralliseen lompakkoon kohdistuneessa hakkerointitapauksessa varastettiin 46 käyttäjältä yhteensä 1,9 miljoonaa dollaria IOTA-tokeneiden muodossa. Tapahtuneesta asiasta kerrottiin avoimesti ja yksi projektin vetäjistä David Sonstebo lupasi korvata rahat henkilökohtaisesti hakkeroinnin kohteeksi joutuneille käyttäjille. (Haig 2020, viitattu 10.11.2020.) Toisaalta läpinäkyvyyttä lisäävät myös erilaiset ajankohtaiset tiedotteet. Esimerkiksi VeChain Foundation julkaisee kvartaalin välein taloudellisia raportteja, jossa kerrotaan yleisesti VET-valuuttojen määrästä, kehittäjän reserveista, hallinnoivien toimijoiden omistuksista sekä muista oleellista tiedoista. Näitä eri numeerisia määriä vertaillaan edellisen kvartaalin lukuihin ja kerrotaan yleisesti aikajaksolla tapahtuvista muutoksista ja tapahtumista. (VeChain Foundation 2020b, viitattu 10.11.2020.)

Sääntelyn kannalta oleellista on se, että projekti sitoutuu toiminnassaan kaikkiin siihen sovelletta-  
viin lakeihin. Vaikka sääntelyn sekavuus ja vähäisyys tuovat oman ongelmansa, luottamusta he-  
rättää suuresti se, että projekti tekee yhteistyötä esimerkiksi paikallisen valvovan viranomaisen  
kanssa. Yhteistyö valvovan viranomaisen kanssa synnyttää luottamusta siihen, että lakeihin liittyvät  
asiat koetaan tärkeiksi ja asioita pyritään tekemään mahdollisimman oikein lakia kunnioittaen. La-  
kien ja muiden säädösten kanssa eri suuntiin pelaaminen tulee aiheuttamaan hyvin suurella toden-  
näköisyydellä isompia ongelmia ja todennäköisesti sääntelyn kehittymisen jälkeen projektin toimin-  
nalle kuolinisku.

#### **6.4 Yhteenveto**

Koko opinnäytetyön tarkoituksena oli hakea vastausta ennalta asetettuun pääkysymykseen: ”Sov-  
eltuvatko olemassa olevat lohkoketjupohjaiset ratkaisut IoT-tyyppisiin sovellustapauksiin?” Ky-  
symys on erittäin monisyinen ja haasteellinen, eikä siihen löydy välttämättä mitään suoraa oikeaa  
vastausta.

IoT-tyyppisten lohkoketjujen peruselementit ja struktuuri ovat yleisesti osittain järkevällä tasolla.  
Niiden päätarkoitus yksittäisiin arvon sekä datan siirtoihin liittyen ovat mahdollisia jo nyt toteuttaa.  
Suurimmaksi haasteeksi nousee kuitenkin niiden skaalautuvuuskykyt. IoT-laitteiden määrä  
tulee todennäköisesti moninkertaistumaan vuosien aikana, mikä seurausta teknologian kehitymis-  
estä ja maailman verkottuneisuudesta. Laitteiden suuri määrä ja niiden jatkuva lisääntyminen nos-  
taa lohkoketjujen skaalautuvuuteen liittyvät asiat pinnalle ja haastaa niiden teknologian toimi-  
vuuden. Nykyisellään lohkoketjujen kapasiteetti ei vain yksinkertaisesti riitä mahdollistamaan suu-  
ria transaktiomääriä kohtuullisessa ajassa. Toisaalta IOTAn skaalautuvuushaasteet voisivat olla  
ratkaistu, sen verkossa tehtävän Coordicide -prosessin jälkeen. Tämä mahdollistaisi onnis-  
tuessaan erittäin suuren skaalautuvuuden ja poistaisi yhden suuren huolenaiheen. Lisäksi  
Ethereumin pohjalle rakennettujen IoT-projektien suurimmat skaalautuvuushaasteet voivat olla  
myös takanapäin, jos sen tuleva verkon päivitys onnistuu.

## 6.5 Johtopäätökset

Lohkoketjuteknologia on vielä vuonna 2020 hyvin alkuvaiheessa oleva teknologia. Siihen liittyy valtavasti monimutkaisia tekijöitä muun muassa lohkoihin, tiivistefunktioihin, arvonmuodostukseen, konsensusmekanismiin ja IoT-prosessoreihin liittyen. Suurin osa tekijöistä ja toiminnoista ovat toisilleen vaikutuksille alttiita ja ne tuovat haasteita sekä lohkoketjuteknologian ymmärtämiseen että erilaisten päätösten tekemiseen.

Oman lohkoketjuinfrastruktuurin rakentaminen voi tuoda oleellista päätöstenteon vapautta ja toimintamahdollisuuksia. Sen rakentaminen vaatii toisaalta suuria resursseja ja syvempää aiheeseen perehtyneisyyttä. Olemassa olevan järjestelmän päälle rakentaminen voi tuoda helpotusta toiminnan rakentamiseen liittyen, mutta sen toimintakykyyn ja toimintaan liittyvät suuremmat päätökset voivat olla haasteellisempaa toteuttaa.

Kasvun mahdollisuudet ja niiden arviointi on haastava kokonaisuus. Kehiteltävän ratkaisun monimuotoisuus sekä ratkaisumalli voivat olla suurena vaikuttimena lohkoketjuprojektin tulevaisuuden menestykseen. Ratkaisun riippuvuus oman järjestelmän toimintakyvystä sekä siihen kohdistuvasta markkinasta voi tuoda kasvulle toimialakohtaisia rajoituksia. Toisaalta täysin uudelle markkinalle suuntautuva ratkaisu voi mahdollistaa huomattavat elementit tulevaisuuden kasvun kannalta. Sen uudenlainen ratkaisumalli ja teknologia voivat mahdollistaa alkuvaiheen kasvuun liittyen mielettömät mahdollisuudet.

Projektin luotettavuus liittyy puolestaan oleellisesti sen kasvumahdollisuuksiin, arvoon ja toimintaan. Koska lohkoketjun ytimessä on kyse juuri luottamuksesta teknologiaan, luottamus sen kehittäjään on hyvin todennäköisesti suuren tarkkailun kohteena. Luottamuksen saaminen ja sen osoittaminen voivat mahdollistaa suurempien käyttäjämäärien osallistumisen ketjun tai järjestelmän toimintaan ja mahdollistaa todennäköisesti siten toiminnan kasvamisen ja kehityksen. Luottamus omaan käyttäjäkuntaan voidaan ansaita omilla toimintatavoilla, aktiivisuudella sekä läpinäkyvyydellä.

Lohkoketjut IoT-tyyppisissä sovellustapauksissa voivat olla nykyisessä muodossa vielä haasteellisia. Niiden skaalautuvuuteen liittyvät ongelmat voivat tuoda toiminnalle huomattavia haasteita. Kuitenkin niihin tehtävät päivitykset voivat olla ratkaisu tähän ongelmaan. Alkuvaiheen kehityksen

vuoksi myös jatkotutkimusaiheet ovat valtavat. Tutkia voidaan hyvin monia asioita, kuten lohkoketjuteknologian yleistä kehitystä sekä markkina-arvojen kehitykseen liittyen. Lisäksi erilaisia toiminta-asteita kuvaavia työkaluja pystyttäisiin kehittämään lisää, jotta voitaisiin mitata pienempien projektien arvon yhteyttä järjestelmän kehitykseen.

## **6.6 Jatkotutkimusaiheet**

Lohkoketjuteknologian ja niihin liittyvien virtuaalisten valuuttojen ja tokeneiden kehitys on vasta hyvin alkuvaiheessa. Niiden tulevaisuuden kehitys ja merkitys tulee todennäköisesti muuttumaan ihmisten mielissä ja ajatuksissa vielä moneen kertaan, ennen kuin siitä tehty tutkimus, lainsäädäntö sekä tekninen kehitys on saavuttanut kypsyyssvaiheensa. Lainsäädännön kehittyminen ja selkeiden yhteisten ylikansallisten rajojen vetäminen lohkoketjusektorille, tuo todennäköisesti jokaiselle mukana olevalle osapuolelle varmuutta kehityssuunnista ja mahdollisuuksista. Lisäksi tutkimuksen jatkuva kehittyminen avaa potentiaalisesti vielä uusia mahdollisuuksia ja sovelluskohteita.

Alkuvaiheen kehityksen vuoksi aiheesta avautuu valtavat jatkotutkimusmahdollisuudet. Tutkimusta voidaan jatkaa hyvin moneen eri suuntaan. Tutkia voidaan esimerkiksi työssä käsiteltävien projektien kehityssuuntia, virtuaalisten valuuttojen tulevia käyttömahdollisuuksia sekä koko sektorin yleistä kehitystä. Toisaalta Bitcoinista ja sen ominaisuudesta digitaalisena kultana voisi tehdä oman laaja-alaisen tutkimuksensa. Myös arvon muodostumiseen havainnointiin voisi kehittää uudenlaisia toiminta-astetta kuvaavia työkaluja sekä virtuaalisten valuuttojen arvo -käsitettä voisi myös pohtia entistä syväluotaavammin. Mielenkiintoista olisi myös selvittää sitä, millä tavalla IoT-laitteiden määrän kasvava kehitys lohkoketjuihin implementoituna vaikuttaa siinä käytettävän virtuaalisen valuutan markkina-arvon kehitykseen.

## **6.7 Opinnäytetyöprosessin yleinen pohdinta**

Opinnäytetyöprosessi lähti liikkeelle elokuun loppupuolella 2020, jolloin hahmottelimme yhdessä toimeksiantajani kanssa aiheen rajausta sekä käsiteltävien asioiden näkökulmia. Vaikka työn aiheen valinta olikin helppo sen uutuuden ja mystisyyden vuoksi, konkreettinen toteutus oli huomattavasti

tavan haastavaa ja aikaa vievää. Aihe on erittäin monimutkainen ja oleellisten asioiden huomiointi ja kertomatta jättäminen tuo omanlaisiaan haasteita. Aiheeseen perehtymisen jälkeen ja opinnäytetyön kirjoittamisen yhteydessä, sen laajuus kasvoi huomattavalla tavalla. Lisäksi työn rakenne muokkaantui huomattavasti opinnäytetyöprosessin aikana. Jonkin verran oleellisia asioita jouduttiin rajaamaan työn ulkopuolelle, jottei työn laajuus olisi kasvanut nykyistään suuremmaksi. Haastavaksi työn tekemisessä teki eri tietojen hajanaisuus ja niiden yhdisteleminen. Tämä näkyy muun muassa lähteiden suurena määränä.

Aikataulullisesti työ valmistui vuoden 2020 marraskuun loppupuolella. Työn tekeminen pysyi hyvin etukäteen sovitussa aikataulussa, vaikka työmäärä olikin suuri ja haasteellinen. Aikataulussa pysymistä helpotti huomattavasti toimeksiantajan kanssa käyty keskustelut. Toimeksiantajan kanssa tehty yhteistyö antoi työn tekemiselle hyviä huomionarvoisia näkökulmia ja vinkkejä aiheeseen liittyen. Työn tekemiseen olisi voinut käyttää mielestäni vielä huomattavasti enemmän aikaa.

Opinnäytetyö on mielestäni onnistunut kohtuullisen hyvin ja se täyttää sille asetetut tavoitteet. Se antaa selkeän ja kohtuullisen helppolukuisen kuvauksen lohkoketjuteknologiasta, niissä käytettävistä valuutoista ja tokeneista sekä niiden arvoihin liittyvistä tekijöistä. Valuuttojen ja tokeneiden arvoihin liittyvissä kappaleissa oli tarkoitus antaa pohjakosketusta arvoa kasvattavien tekijöiden hahmottamiseen, jossa onnistuin mielestäni hyvin. Lisäksi analyysiosiossa ja pohdinnassa tehdyt huomiot antavat mielestäni toimeksiantajalle kohtuullisen hyviä näkökulmia suurempien päätösten tekemiseen. Opinnäytetyöprosessin ja aiheen haasteellisuudesta huolimatta kiinnostukseni lohkoketjuteknologiaa ja niiden projekteja kohtaan kasvoi huomattavasti. Vaikka pohjatiedot olivatkin ennen opinnäytetyön aloittamista kohtuullisella tasolla, opittavaa riittää vielä valtavasti myös opinnäytetyön kirjoittamisen jälkeen. Jo ihan perustietojen hahmottamiseen ja ymmärtämiseen sain valtavasti uusia näkökulmia ja asioita mietittäväksi.

Koko työn luotettavuus perustuu työssä käytettäviin lähdemateriaaleihin. Niiden analysoinnissa on pyritty käyttämään suurta harkintaa sekä kriittistä pohdintaa. Tutkimuksen runko perustuu vertaisarvioituihin julkaisuihin sekä kirjoihin, joiden lisäksi tietoja on selkeyden ja tietojen ajantasaisuuden vuoksi täydennetty erilaisten artikkeleiden, white papereiden, blogitekstien, videoiden ja alalla tunnettujen toimijoiden kirjoitusten avulla. Vaikka osa näistä sekundäärisistä lähteistä on joissain tapauksissa puolueellisia ja subjektiivisen näkökulman omaavia, ei niillä ole merkittävää vaikutusta tutkimuskysymysten sekä tutkimuksen lopputuloksen kannalta.

IoT-kontekstin projektien vertailukappaleessa on käytetty tiedonhankinnan pohjana tietoperustassa mainittuja asioita. Vertailukuvion jälkeistä tekstiä on pyritty täydentämään myös muulla tarpeellisella informaatiolla. Työssä käsiteltävissä laskelmissa on käytetty erilaisia lukuja ainoastaan asioiden havainnollistamiseen. Lukujen tarkoituksena on, että lukija ymmärtää käsiteltävät asiat. Muun muassa kappaleen 5.4.2 laskelmassa on tehty valtavasti oletuksia ja siinä on käytetty yhden analyysia tuottavan yrityksen ennustetta kyseisen markkinan kehityksestä. Tehtyjen oletusten järjestyksestä ja kyseiseen markkinaennusteeseen luottamisesta ei voida antaa takuita. Niiden lopputuloksena saataviin lukuihin ei siis kannata luottaa, eikä niistä kannata tehdä suurempia johtopäätöksiä tulevista markkina-arvoista.

## LÄHTEET

Allied Market Research. 2020. Supply Chain Management Market Statistics: 2027. Viitattu 6.11.2020. <https://www.alliedmarketresearch.com/supply-chain-management-software-market>

Bashir, I. 2020. Mastering Blockchain: Distributed ledgers, decentralization and smart contracts explained – Third edition. Birginham: Packt Publishing Ltd. Viitattu 9.9.2020. [https://learning.oreilly.com/library/view/mastering-blockchain-/9781839213199/Text/Chapter\\_1.xhtml](https://learning.oreilly.com/library/view/mastering-blockchain-/9781839213199/Text/Chapter_1.xhtml)

Basic Attention Token. 2020. Introducing Blockchain-Based Digital Advertising. Viitattu 30.9.2020. <https://basicattentiontoken.org/>

Bauer, I., Oliveira, L., Schwabe, G. & Zavolokina, L. 2018. To Token or not to Token: Tools for Understanding Blockchain Tokens. Viitattu 25.9.2020. [https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/157908/1/To%20Token%20or%20not%20to%20Token\\_%20Tools%20for%20Understanding%20Blockchain%20Toke.pdf](https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/157908/1/To%20Token%20or%20not%20to%20Token_%20Tools%20for%20Understanding%20Blockchain%20Toke.pdf)

Bitcoinkeskus. 2018. Opas: Mikä on Basic Attention Token ja Brave selain? Viitattu 15.9.2020. <https://bitcoinkeskus.com/basic-attention-token-brave/>

Bitcoinkeskus. 2019. Miten kryptovaluuttojen arvo muodostuu? Viitattu 16.9.2020. <https://bitcoinkeskus.com/miten-kryptovaluuttojen-arvo-muodostuu/>

Bitcoinkeskus. 2020a. Opas: Ethereum. Viitattu 21.9.2020. <https://bitcoinkeskus.com/ethereum-opas/>

Bitcoinkeskus. 2020b. Opas: mikä on VeChain? Viitattu 14.9.2020. <https://bitcoinkeskus.com/vechain-thor-opas/>

Bitcoinkeskus. 2020c. Opas: Chainlink ja oraakkelit. Viitattu 16.9.2020. <https://bitcoinkeskus.com/chainlink/>

Bitcoinkeskus. 2020d. Opas: Tezos platform. Viitattu 18.9.2020. <https://bitcoinkeskus.com/tezos-kryptovaluutta-opas/>

Bitcoinkeskus. 2020e. Opas: IOTA ja esineiden Internet. Viitattu 29.9.2020. <https://bitcoinkeskus.com/iota/>

Bitcoin Wiki. 2020. Genesis block. Viitattu 5.10.2020. [https://en.bitcoin.it/wiki/Genesis\\_block](https://en.bitcoin.it/wiki/Genesis_block)

BitInfoCharts. 2020. Bitcoin Block Time historical chart. Viitattu 8.10.2020. <https://bitinfocharts.com/comparison/bitcoin-confirmationtime.html>

Blockchain.com. 2020a. Average Transactions Per Block. Viitattu 8.10.2020. <https://www.blockchain.com/charts/n-transactions-per-block>

Blockchain.com. 2020b. Blockchain Charts. Viitattu 18.11.2020. <https://www.blockchain.com/charts#block>

Block in Press. 2019. Vitalik Buterin, "Overview of Ethereum 2.0". Video. Viitattu 6.10.2020. <https://www.youtube.com/watch?v=izzMuxD4OAM>

Bonneau J., Clark J., Felten E., Goldfeder S., Narayan A. & Miller A. 2016. Bitcoin and Cryptocurrency Technologies, Viitattu 7.9.2020. [https://www.lopp.net/pdf/princeton\\_bitcoin\\_book.pdf](https://www.lopp.net/pdf/princeton_bitcoin_book.pdf)

Brave Software. 2018. Basic Attention Token (BAT) – Blockchain Based Digital Advertising. 13.3.2018. Viitattu 15.9.2020. <https://basicattentiontoken.org/BasicAttentionTokenWhitePaper-4.pdf>

Brown, C. 2020. VeChain 11 times faster than Ethereum – Mainnet update. Viitattu 20.11.2020. <https://www.crypto-news-flash.com/vechain-11-times-faster-than-ethereum/>

Buffon, J., Daniel, J. & Rommel, J. 2019. The valuation of crypto-assets. Viitattu 5.11.2020. [https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en\\_gl/topics/emeia-financial-services/ey-the-valuation-of-crypto-assets.pdf](https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/emeia-financial-services/ey-the-valuation-of-crypto-assets.pdf)



Burniske, C. & Tatar, J. 2018. Cryptoassets – The Innovative Investor’s Guide to Bitcoin and Beyond. New York: McGraw-Hill Education.

Buterin, V. 2014. Ethereum: Now Going Public, Viitattu 9.9.2020. <https://blog.ethereum.org/2014/01/23/ethereum-now-going-public/>

Cate Lawrence. 2020. The Convergence of IoT and Blockchain is Transforming Industries. Viitattu 9.11.2020. <https://www.codemotion.com/magazine/dev-hub/blockchain-dev/blockchain-and-iot-in-industry-use-cases/>

CFI Education. 2020. Quantity Theory of Money. Viitattu 5.11.2020. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/economics/quantity-theory-of-money/>

Chainlink. 2020a. Features. Viitattu 30.9.2020. <https://chain.link/features/>

Chainlink. 2020b. Your smart contracts connected to real world data, events and payments. Viitattu 1.10.2020. <https://chain.link/>

Chlamtac, I., De Pellegrini, F., Mionardi, D. & Sicari, S. 2012. Internet of things: Vision, applications and research challenges. Ad Hoc Netw. 2012, 10, 1497-1516. Viitattu 18.11.2020. [https://www.beu.edu.tr/Media/PbsDosya/719\\_20190502\\_b24b3e3b-d345-4c08-96df-8016462d3098.pdf](https://www.beu.edu.tr/Media/PbsDosya/719_20190502_b24b3e3b-d345-4c08-96df-8016462d3098.pdf)

CoinMarketCap. 2020. Viitattu 9.9.2020. <https://coinmarketcap.com/>

CryptoSlate. 2020. IoT Coins. Viitattu 1.11.2020. <https://cryptoslate.com/cryptos/iot/>

Dent Wireless LTD. 2017. DENT – Tokenizing and liberating the mobile data market. Viitattu 22.10.2020. <https://drive.google.com/file/d/0B7XC9TPzyTmOd0pqQ3hRLUM0UzQ/view>

Digitalik.net. 2020. Bitcoin stock to flow model live chart. Viitattu 20.10.2020. <https://digitalik.net/btc/>

Ellis, S., Juels, A. & Nazarov, S. 2017. Chainlink – A Decentralized Oracle Network. 4.9.2017. Viitattu 16.9.2020. <https://link.smartcontract.com/whitepaper>

Ethereum. 2020. Ethereum Whitepaper. 9.7.2020. Viitattu 21.9.2020. <https://ethereum.org/en/whitepaper/#a-next-generation-smart-contract-and-decentralized-application-platform>

Etherscan. 2020. Ethereum Charts & Statistics. Viitattu 18.11.2020. <https://etherscan.io/charts>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2018/843 rahoitusjärjestelmän käytön estämisestä rahanpesuun tai terrorismin rahoitukseen annetun direktiivin (EU) 2015/849 ja direktiivien 2009/138/EY ja 2013/36/EU muuttamisesta. Annettu 30.5.2018. L 156/43. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0843&from=EN>

EventHorizon. 2017. EventHorizon 2017: Vitalik Buterin – The Advantages of Decentralization. Video. Viitattu 25.9.2020, <https://www.youtube.com/watch?v=LKbOPYnUIXs&t=1159s>

Fagan, D. 2020. Real-Life Examples of Opportunity Cost. Viitattu 23.11.2020. <https://www.stlouisfed.org/open-vault/2020/january/real-life-examples-opportunity-cost>

Federal Reserve Bank of St. Louis. 2020. Velocity of M1 Money Stock (M1V). Viitattu 25.9.2020. <https://fred.stlouisfed.org/series/M1v>

Finanssiala ry. 2020. Internet of Things – Yhdistää laitteet. Viitattu. 1.11.2020. <https://www.finanssialalle.fi/opintomateriaalit/tulevaisuuden-finanssiala/digitalisaatio-tietotekniikan-kayttaminen-yleisty/internet-of-things-yhdistaa-laitteet.html>

Finanssivalvonta. 2019. Mitä tarkoittaa virtuaalivaluutta, kryptovaluutta, kryptovara, ICO tai lompakkopalvelu? Viitattu 8.9.2020. <https://www.finanssivalvonta.fi/kuluttajansuoja/kysymyksia-ja-vastauksia/virtuaalivaluutat/>

Forbes. 2019. 13 Industries And Activities That Could Benefit From Blockchain's Transparency. Viitattu 6.10.2020. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/06/25/13-industries-and-activities-that-could-benefit-from-blockchains-transparency/#141acf92b0fd>

Fundstrat. 2019. IOTA: Becoming an IoT standard could drive market adoption. Viitattu 20.11.2020. [https://fsinsight.com/wp-content/uploads/2019/11/20191119\\_IOTA\\_Special\\_Report.pdf](https://fsinsight.com/wp-content/uploads/2019/11/20191119_IOTA_Special_Report.pdf)

Goodman, L. 2014. Tezos – a self-amending crypto-ledger White paper. 2.9.2014. Viitattu 18.9.2020. [https://tezos.com/static/white\\_paper-2dc8c02267a8fb86bd67a108199441bf.pdf](https://tezos.com/static/white_paper-2dc8c02267a8fb86bd67a108199441bf.pdf)

Haig, S. 2019. Bitcoin Block Size, Explained. Cointelegraph 24.7.2019. Viitattu 8.10.2020, <https://cointelegraph.com/explained/bitcoin-block-size-explained>

Haig, S. 2020. Iota Founder Confirms He Will Repay Victims of \$1.97 Million Hack. Viitattu 10.11.2020. <https://cointelegraph.com/news/iota-founder-confirms-he-will-repay-victims-of-197-million-hack>

Hallamaa, T. 2018. Lohkoketjut demokratisoivat internetin ja mullistavat maailman – mutta huomaammeko mitään? Viitattu 2.9.2020, <https://yle.fi/uutiset/3-10027239>

Hukkinen, T., Jia, K., Koulu, R., Laikari, A., Markkanen, K., Mattila, J. & Seppälä, T. 2019. Lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuudet palkkatulojen verotuksessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:30. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-733-8>

Hunt Partners. 2020. Top 10 Logistics Industry Trends & Innovations: 2020 & Beyond. Viitattu 31.10.2020. <https://hunt-partners.com/innovation-2/top-10-logistics-industry-trends-innovations-2020-beyond/>

Hurri, J. 2017. Kommentti: Bitcoin-kupla muuttui juuri vaaralliseksi – taustalla haamu maataloudesta. Viitattu 17.11.2020. <https://www.is.fi/taloussanommat/porssiuutiset/art-2000005487556.html>

IBM. 2018. What are smart contracts on blockchain? Viitattu 24.9.2020. <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/07/what-are-smart-contracts-on-blockchain/>

Inderes. 2020. Konsensusennusteet auttavat sijoittajia osakepöiminnassa. Viitattu 19.11.2020. <https://www.inderes.fi/fi/uutiset/konsensusennusteet-auttavat-sijoittajia-osakepöiminnassa>

Investopedia. 2018. IOTA Definition. Viitattu 29.9.2020.  
<https://www.investopedia.com/terms/i/iota.asp>

Investopedia. 2019a. Proof of Stake (PoS). Viitattu 20.10.2020.  
<https://www.investopedia.com/terms/p/proof-stake-pos.asp>

Investopedia. 2019b. Quantity Theory of Money. Viitattu 5.11.2020.  
[https://www.investopedia.com/terms/q/quantity\\_theory\\_of\\_money.asp](https://www.investopedia.com/terms/q/quantity_theory_of_money.asp)

Investopedia. 2020a. Bitcoin Halving. Viitattu 20.10.2020. <https://www.investopedia.com/bitcoin-halving-4843769>

Investopedia. 2020b. What Is ERC-20 and What Does It Mean for Ethereum. Viitattu 21.9.2020.  
<https://www.investopedia.com/news/what-erc20-and-what-does-it-mean-ethereum>

Investopedia. 2020c. Velocity of Money. Viitattu 26.9.2020.  
<https://www.investopedia.com/terms/v/velocity.asp>

IOTA Foundation. 2020a. What is IOTA. Viitattu 29.9.2020. <https://www.iota.org/get-started/what-is-iota>

IOTA Foundation. 2020b. Simplifying Connected Mobility. Viitattu 29.9.2020.  
<https://www.iota.org/solutions/mobility-and-automotive>

IOTA Foundation. 2020c. Explore IOTA Industries. Viitattu 29.9.2020.  
<https://www.iota.org/solutions/industries>

IOTA Foundation. 2020d. Building Digital Trust Together. Viitattu 29.9.2020.  
<https://www.iota.org/solutions/partnerships>

Kalichkin, D. 2018. Rethinking Network Value to Transactions (NVT) ratio. Viitattu 17.9.2020.  
<https://medium.com/cryptolab/https-medium-com-kalichkin-rethinking-nvt-ratio-2cf810df0ab0>

Keronen, J. 2020. Ethereum 2.0 on merkittävä parannus Ethereumin lohkoketjuun. Viitattu 6.10.2020. <https://coinmotion.com/fi/ethereum-2-0-on-merkittava-parannus-ethereumin-lohkoketjuun/>

Koksal, I. 2019. The Benefits of Applying Blockchain Technology In Any Industry. Viitattu 22.11.2020. <https://www.forbes.com/sites/ilkerkoksal/2019/10/23/the-benefits-of-applying-blockchain-technology-in-any-industry/?sh=45c3669a49a5>

Leppänen, M. 2018a. Lohkoketjun “kolmas vallankumous” on käsillä – mullistavatko digitaaliset arvopaperit sijoittamisen, vai tulee ko niistä vain kryptohyphen seuraava aalto? Viitattu 12.9.2020. <https://yle.fi/uutiset/3-10454370>

Leppänen, M. 2018b. Yle Kryptolaaksossa: Esineiden Internetissä jääkaappisikin tuottaa arvokasta tietoa – Tulevaisuudessa voit myydä laitteidesi tuottaman datan. Viitattu 21.9.2020. <https://yle.fi/uutiset/3-10277865>

Leppänen, M. 2019. Kryptotalvi jäädyytti bitcoinin, miltä uusi vuosi näyttää? Asiantuntijat ennustavat: Käyttö lisääntyy, teknologia etenee ja uusi mahdollinen kupla näköpiirissä. Viitattu 12.9.2020. <https://yle.fi/uutiset/3-10551088>

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

Master the Crypto. 2020. Guide to valuing cryptocurrency: How to value a cryptocurrency. Viitattu 16.9.2020. <https://masterthecrypto.com/guide-how-to-value-a-cryptocurrency/>

Mearian, L. 2020. MIT’s blockchain-based ‘Spider’ offers 4X faster cryptocurrency processing. Viitattu 11.9.2020, <https://www.computerworld.com/article/3518893/mits-blockchain-based-spider-offers-4x-faster-cryptocurrency-processing.html>

Medium 2019a. Why Hybrid Tokens are Superior to Utility Tokens. Viitattu 11.11.2020. <https://medium.com/hackernoon/hybrid-tokens-are-superior-to-utility-tokens-heres-why-3bec287c465>

Medium. 2019b. Modeling Bitcoin Value with Scarcity. Viitattu 20.10.2020. <https://medium.com/@100trillionUSD/modeling-bitcoins-value-with-scarcity-91fa0fc03e25>

Medium. 2019c. Bitcoinin arvon mallintaminen niukkuuden avulla. Viitattu 20.10.2020. <https://medium.com/brandin-kirjasto/bitcoinin-arvon-mallintaminen-niukkuuden-avulla-b352db42972e>

MyTezosBaker. 2020. Bakers List. Viitattu 18.9.2020. <https://mytezosbaker.com/>

Nakamoto. 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Viitattu 2.10.2020. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Now You Know. 2017. Solar Coin – The Bitcoin of Solar. Video. Viitattu 21.10.2020. <https://www.youtube.com/watch?v=ueMSYpgaW6A>

Old school value. 2020. Discount Rates for Value Investors. Viitattu 25.9.2020. <https://www.oldschoolvalue.com/investing-strategy/explaining-discount-rates/>

Oracle. 2020. What Is the Internet of Things (IoT)? Viitattu 21.9.2020. <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot.html>

Ranger, S. 2020. What is the IoT? Everything you need to know about the Internet of Things right now. 3.2.2020. Viitattu 21.9.2020. <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>

Robotina. 2018. Robotina – Internet of Things, Artificial Intelligence and Blockchain empowering energy consumers. Viitattu 2.11.2020. [https://robotinarox.io/wp-content/uploads/2018/07/Robotina\\_WP.pdf](https://robotinarox.io/wp-content/uploads/2018/07/Robotina_WP.pdf)

RobotinaROX. 2020. Viitattu 2.11.2020. <https://robotinarox.io/>

Rochemont, S. & Ward, O. 2019. Understanding Central Bank Digital Currencies (CBDC). Viitattu 24.9.2020.

<https://www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/Understanding%20CBDCs%20Final%20-%20disc.pdf>

Routio, P. 2007. Tuotteen taloudellisuus. Viitattu 20.10.2020. <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/056.htm>

Savonen, S. 2019. Lohkoketju voi mullistaa identiteettihallinnan – “kullekin taholle voidaan jaa vain sen tarvitsemat tiedot”. Tivi. Viitattu 6.10.2020. <https://www.tivi.fi/uutiset/lohkoketju-voimullistaa-identiteettihallinnan-kullekin-taholle-voidaan-jakaa-vain-sen-tarvitsemat-tiedot/d08e6e54-3000-458b-ae1c-f2b87aabe6e8>

ShipChain. 2020. Viitattu 31.10.2020. <https://shipchain.io/>

Simply Explained. 2017. IOTA's Tangle – Simply Explained. Video. Viitattu 29.9.2020. [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=117&v=CZxH1V\\_zoug&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=117&v=CZxH1V_zoug&feature=emb_logo)

SolarCoin. 2020a. SolarCoin – A blockchain-based solar energy incentive. Viitattu 21.10.2020. [https://solarcoin.org/wp-content/uploads/SolarCoin\\_Policy\\_Paper\\_EN-1.pdf](https://solarcoin.org/wp-content/uploads/SolarCoin_Policy_Paper_EN-1.pdf)

SolarCoin. 2020b. How It Works. Viitattu 21.10.2020. <https://solarcoin.org/#how-it-works>

SolarCoin. 2020c. FAQs. Viitattu 21.10.2020. <https://solarcoin.org/faqs/>

Store of Value Blog. 2019. The VeChainThor main net launches. Viitattu 19.11.2020. <https://www.storeofvalueblog.com/timeline/the-vechainthor-main-net-launches>

Storås, N. 2016. Lohkoketjuteknologia pähkinänkuoressa – tämä kannattaa tietää. Viitattu 6.10.2020. <https://www.tivi.fi/uutiset/lohkoketjuteknologia-pahkinakuoressa-tama-kannattaa-tietaa/10d8a2ff-981a-3751-b881-df66fc52cdde>

Szabo, N. 1994. Smart Contracts. Viitattu 24.9.2020. <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. 2020. Tietoa VTT:stä. Viitattu 20.10.2020.  
<https://www.vttresearch.com/fi/tietoa-meista/tietoa-vttsta>

Tezos. 2020. Getting Started with Tezos. Viitattu 30.9.2020. <https://tezos.com/get-started>

Tezos wiki. 2020. What makes Tezos unique? Viitattu 30.9.2020.  
<https://learn.tqtezos.com/files/basics.html#intro>

TradingView. 2020a. Crypto Total Market Cap. Viitattu 19.11.2020.  
<https://www.tradingview.com/x/yYu3B7WP/>

TradingView. 2020b. Bitcoin / U.S. Dollar. Viitattu 18.11.2020.  
<https://www.tradingview.com/x/xfhWnBKR/>

VeChain Foundation. 2018. The 101 VeChain Thudheim (Authority) Masternodes Selection Process Begins. Viitattu 16.9.2020. <https://medium.com/@vechainofficial/https-medium-com-vechainofficial-authority-masternodes-4c1233c6f18e>

VeChain Foundation. 2019. VeChain Whitepaper 2.0. Viitattu 14.9.2020.  
[http://www.vechain.org/qfy-content/uploads/2020/01/VeChainWhitepaper\\_2.0\\_en.pdf](http://www.vechain.org/qfy-content/uploads/2020/01/VeChainWhitepaper_2.0_en.pdf)

VeChain Foundation. 2020a. Authority Masternode Handbook v0.3. Viitattu 21.11.2020.  
<https://www.vechain.org/authority-masternode-handbook/>

VeChain Foundation. 2020b. VeChain Financial Executive Report Vol. 12. Viitattu 10.11.2020.  
<https://www.vechain.org/vechain-financial-executive-report-vol-12/>

VechainInsider. 2018. Everything you need to know about VeChain Nodes and Node rewards. Viitattu 10.11.2020. [https://vechaininsider.com/guides/guide-to-vechain-nodes-and-node-rewards/#authority\\_nodes](https://vechaininsider.com/guides/guide-to-vechain-nodes-and-node-rewards/#authority_nodes)

VechainInsider. 2020. Partnerships. Viitattu 14.9.2020. <https://vechaininsider.com/partnerships/>



Vega, M. 2020. Internet of Things Statistics, Facts & Predictions [2020's Update]. Viitattu 23.11.2020. <https://review42.com/internet-of-things-stats/>

Woo, W. 2017. Introducing NVT Ratio (Bitcoin's PE Ratio), use it to detect bubbles. Viitattu 17.9.2020. <https://woobull.com/introducing-nvt-ratio-bitcoins-pe-ratio-use-it-to-detect-bubbles/>

Woo, W. 2020. Bitcoin NVT Signal. Viitattu 17.9.2020. <http://charts.woobull.com/bitcoin-nvt-signal/>

Young, J. 2020. Chainlink (LINK) Surges 39.5% to a New All-Time High – Here's Why. Viitattu 19.11.2020. <https://cointelegraph.com/news/chainlink-link-surges-395-to-a-new-all-time-high-heres-why>