



Tokenisointi osakkeissa

Samu Koponen

Haaga-Helia ammattikorkeakoulu

Tradenomi

Opinnäytetyö

2024

Tiivistelmä

Tekijä(t) Samu Koponen
Tutkinto Tradenomi
Raportin/Opinnäytetyön nimi Tokenisointi osakkeissa
Sivu- ja liitesivumäärä 36
<p>Lohkoketjuteknologiaan perustuvasta tokenisoinnista on kiinnostunut monet merkittävät finanssialan instituutiot, kuten pankit ja varainhoitoyhtiöt. Tämä selviää useissa raporteissa ja kannanotoissa, joita konsulttiyhtiöiden ja merkittävien finanssialan instituutioiden edustajat ovat tehneet. Nykyisessä osakkeen omistamisen mallissa on paljon parannettavan varaa, sillä jatkuvasti kehittyvässä ja digitalisoituvassa maailmassa ei ole tilaa selvitysajolle tai välikäsillem. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kuinka tokenisointi uudistaisi tätä vanhentunutta osakemarkkinaa. Työtä rajasi tutkimuksen painottuminen tokenisoitujen osakkeiden pariin, varsinkin suomalaisten sijoittajien perspektiivistä tarkasteltuna.</p> <p>Opinnäytetyön tietoperustassa selvitetään lohkoketjuteknologiaa yleisesti, tarkoituksena muodostaa helposti ymmärrettävä kuva siitä, mikä on lohkoketju ja miksi sitä tarvitaan. Tämän jälkeen tietoperustassa rakennettiin kattava ymmärrys lohkoketjuteknologiaan liittyvästä tokenisaatiosta, tokeneista ja siihen liittyvästä infrastruktuurista. Tietoperustan päättää osakkeen omistamisen nykytilaan perehtyvä osio, jonka jälkeen opinnäytetyö empiirisessä osassaan käsittelee tutkimuskysymyksiä tietoperustassa saadun teorian pohjalta.</p> <p>Opinnäytetyö oli kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus, jonka tutkimusmenetelmäksi valikoitui narratiivinen kirjallisuuskatsaus. Lähteinä työssä käytettiin kirjallisuutta, artikkeleita, raportteja ja edellisiä tutkimustöitä, joiden kriteereinä oli etenkin ajankohtaisuus ja luotettavuus. Tämä työ toteutettiin vuoden 2024 huhtikuun ja toukokuun välisenä aikana.</p> <p>Tutkimuksen tuloksia tarkasteltiin kahdesta eri tutkimuskysymyksen näkökulmasta. Ensimmäisenä tutkimus käsitteli miten osakkeiden tokenisointi voi vähentää välikäsien määrää osakemarkkinoilla, jonka jälkeen tutkimus analysoi vastauksia toisen tutkimuskysymyksen näkökulmasta, eli miten kaupankäynti tokenisoiduilla osakkeilla lohkoketjuympäristössä muuttuisi nykyiseen verrattuna. Tutkimus onnistui löytämään kattavia vastauksia molempiin tutkimuskysymyksiin, sillä tokenisointi pystyy vähentämään monella eri tavalla välikäsien määrää osakemarkkinoilla. Selvisi myös se, että tokenisoituja osakkeilla voisi käydä kauppaa jatkuvasti, ja selvitysaikaa ei periaatteessa ole. Johtopäätöksenä tutkimuksesta selvisi se, että tokenisoinnilla todella voi uudistaa osakemarkkinoita ja osakemarkkinoiden ostoprosessia.</p>
Asiasanat Lohkoketju, Tokeni, Osake, Kryptolompakko

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimustavoite ja kirjoitettavat asiat	2
1.2	Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen rajaukset	2
1.3	Tutkimusmenetelmä ja tiedonkeruu	3
1.4	Käsitteet	4
2	Lohkoketju	6
2.1	Yleiskatsaus lohkoketjuihin	6
2.2	Tokeni	11
2.3	Tokenisoitu osake	13
2.4	Tokenisoitujen osakkeiden markkinapaikat	14
2.5	Perinteinen osake ja osakemarkkinat	15
3	Tokenisoidulla osakkeella kaupankäynti	18
3.1	Osakkeen omistus nyt	18
3.2	Tokenisoidun osakkeen ostoprosessi ja omistusrakenne	20
4	Tulokset ja niiden analysointi	24
4.1	Empirian ja teorian yhdistäminen	24
4.2	Välikäsien määrä tokenisoidun osakkeen kaupankäynnissä	25
4.3	Kaupankäynti lohkoketjuympäristössä	26
5	Pohdinta, jatkotutkimus ja luotettavuus	28
	Lähteet	32

1 Johdanto

Suomessa vuonna 2022 lähes kaksi miljoonaa henkilöä omisti pörssiosakkeita tai sijoitusrahastoja, mikä tekee sijoittamisesta suomalaisten keskuudessa hyvin suosittua. Kiinnostus osakkeen omistamiseen on ollut tasaisessa nousussa, mikä selvästi näkyy tilastoissa sijoittajien määrän nousevana trendinä. (Tilastokeskus 2023) Ulkomaille sijoittaessa suomalaisten yksi selkeä suosikki on Yhdysvallat. (Hemmilä 2024). Sijoittajien määrän tasainen nousu ei ole ainoa nouseva sijoittamiseen liittyvä trendi, sillä kirjoitushetkellä 16.05.2024 Yhdysvaltain teknologiapainotteinen indeksi Nasdaq nousi jälleen uusiin huippuihinsa (Nasdaq 2024). Sijoittaminen vaikuttaakin olevan erittäin rationaalinen vaihtoehto kerryttää pitkän aikavälin passiivista tuloa.

Perinteisen sijoittamisen vaihtoehtoina on viime vuosina noussut erilaiset lohkoketjuteknologiaa perustuvat kryptorahat, joita kuvaillaan usein hyvin spekulatiivisina sijoituksen kohteina. Näihin kryptorahoihin saatetaan liittää negatiivisia konnotaatioita, joka voi olla usein perusteltua, sillä esimerkiksi volatiliteetti on ajoittain voimakasta. Volatiliteetin lisäksi kryptorahoihin on liittynyt kryptohuijauksien mahdollisuus, kuten esimerkiksi OneCoinin tapauksessa. (United States Attorney's Office 2023) Lohkoketjuteknologialla on kuitenkin tarjota paljon muutakin, kuin kryptorahat. Kryptorahojen varjoon on suurelta yleisöltä jäänyt muut potentiaaliset lohkoketjuteknologian käyttötarkoitukset. Yksi näistä potentiaalisista käyttötarkoituksista on tämän tutkimuksen kohteena oleva tokeni ja tokenisaatio. McKinsey-konsulttiyhtiö (2024) kertoo tokenisaation tarkoittavan oikean maailman omistusten muuttamista digitaaliseen muotoon, ja näistä muodostuvia tokeneita käytetään lohkoketjuympäristössä (McKinsey & Company 2024).

Lohkoketjuteknologiaa on jo hyödynnetty toimitusketjuissa ja merikonttien kanssa satamissa, mutta lohkoketjuteknologiaan perustuvan tokenisaation potentiaalia ollaan sovittamassa myös laajalti finanssialalle (Panciatici s.a.; Groenfeldt 2017). Monet konsulttiyhtiöt ja pankit ennustavat tokenisaation mullistavan markkinat, ja esimerkiksi Boston Consulting Group ennustaa raportissaan, että vuoteen 2030 mennessä 16 biljoonan dollarin arvosta epälikvidejä omistuksia on tokenisoitu (Kumar yms. 2022). Bank Of America taas uskoo, että tokenisointi tulee mullistamaan markkinoita ja infrastruktuuria niiden ympärillä seuraavan 5-15 vuoden aikana (Bomley & Cook 2023). Finanssialalla useat tahdot tutkivat tokenisoinnin mahdollisuuksia, ja jotkin suuret instituutiot ovat jo aloittaneet tokenisoimaa erilaisia finanssialan instrumentteja (Pwc 2024). Maailman suurimman varainhoitoyhtiön Blackrockin toimitusjohtaja on sanonut, että tokenisaatio on finanssialan seuraava askel (Birch 2023). Blackrock aloittikin prosessin tokenisoinnin suhteen, sillä se julkaisi ensimmäisen tokenisoidun rahaston (Karayaneva 2024).

1.1 Tutkimustavoite ja kirjoitettavat asiat

Opinnäytetyön tutkimustavoite on selvittää, miten tokenisoidut osakkeet vähentävät osakkeen omistamiseen liittyvien välikäsien määrää. Tutkimuksen toinen tavoite on selvittää, miten kaupankäynti tokenisoiduilla osakkeilla lohkoketjuympäristössä muuttuisi nykyiseen verrattuna. Tutkimuksessa keskitytään Suomen osakkeen omistajuuden rakenteeseen, sekä pohditaan myös suomalaisen kuluttajan Yhdysvaltojen markkinoihin sijoittamiseen liittyvää monimutkaista rakennetta. Tarkoitus on selvittää, voisiko lohkoketjuteknologia ja tokenisointi vähentää suomalaisten sijoittamiseen liittyviä välikäsiä. Tutkimus käsittelee vain Suomeen ja Yhdysvaltoihin sijoittavien henkilöiden omistajuuden rakennetta. Tutkimuksen tavoite on hyvin ajankohtainen, kuten luvussa yksi kävi ilmi. Tavoitteena on muodostaa vain yleiskuva teknologioista, osakkeen omistajuudesta ja muista tutkimuksessa käsiteltävistä aiheista, sillä aihe on melko laaja. Tulosten esittelyssä tavoitteena esitellä tutkimuksesta saadut johtopäätökset yksinkertaisesti, selkeästi ja objektiivisesti.

Tutkimuksen alkuperäinen kohde liittyi metsän tokenisointiin, mutta pitkän harkinnan jälkeen kohdeeksi valikoitui tokenisoituja osakkeita käsittelevä aihe. Aiheen valintaan vaikuttivat henkilökohtainen kiinnostus osakemarkkinoita ja lohkoketjuteknologiaa kohtaan, sekä aiheen ajankohtaisuus. Tutkimuksen voi jakaa kahteen eri teemaan, joista toinen on teknologiaan ja tietotekniikkaan painottuva osio, jossa käsitellään asioita, kuten lohkoketjuteknologia, tokenit ja niihin liittyvät ratkaisut. Kompetenssia tutkimuksen tekijällä on näihin aiheisiin koulutuksen pohjalta, sillä tutkijan koulutusala on tietojenkäsittely. Toinen teema on taloudellinen, kuten osake ja osakemarkkinat, johon tutkijalla on myös koulutuksen kautta kompetenssia, sillä tradenomin tutkinnossa opiskellaan liiketalouden perusteita.

1.2 Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen rajaukset

Tutkimus on rajattu koskemaan tokenisoiduilla osakkeilla käytävää kauppaa, joten kaikki muut instrumenttityypit, kuten optiot, futuurit tai rahamarkkinainstrumentit eivät kuulu tutkimuksen piiriin. Tutkimuksen on tarkoitus käsitellä vain perinteistä pörssiosaketta, eikä siinä paneuduta tai eritellä listaamattomia osakkeita tai erilaisia osakelajeja. Tutkimus rajautuu osakkeen omistamiseen liittyvää rakenteeseen ja hieman ostoprosessiin, joten tutkimus sivuaa vain lyhyesti relevantteja asioita omistajuuden rakenteen ja ostoprosessin ulkopuolelta, kuten relevanttia lainsäädäntöä. Tutkimus ei myöskään paneudu syvemmin osakkeen hinnan määrittymiseen, eikä siihen liittyviin tekijöihin tai instituutioihin, kuten markkinantakaajiin. Lohkoketju ja tokenit ovat laajoja teknologioita, joten niihin liittyy paljon tekijöitä ja asioita, joihin tutkimuksessa ei paneuduta syvemmin. Tutkimus rajautuu kokonaisuudessa pysymään yleistasolla, jotta osakkeen omistamisen rakenteesta ja ostoprosessista saa kokonaisvaltaisen kuvan. Tämä pätee myös tokenisoituun osakkeeseen, sillä tässä melko uudessa teknologiassa on monia nyansseja, joita voisi käsitellä paljon syvemminkin.

Tutkimuksessa pyritään vastaamaan kahteen tutkimuskysymykseen, jotka ovat:

1. Miten osakkeiden tokenisointi voi vähentää osakekaupassa välikäsien määrää?
2. Miten kaupankäynti tokenisoiduilla osakkeilla lohkoketjuympäristössä muuttuisi nykyiseen verrattuna?

Tutkimuksessa pyritään käsittelemään siihen liittyvät asiat läpi melko yleisluontoisesti, sillä tutkimus on opinnäytetyö, ja aihe on laaja. Tämä näkyy esimerkiksi kohdissa, joissa tutkimus siirtyy käsittelemään tokenisointuihin osakkeisiin liittyviin lakeihin. Tutkijan vähäisen kompetenssin takia, tutkimuksessa pyritään kertomaan vain mitä laki tekee ja milloin se astuu voimaan.

1.3 Tutkimusmenetelmä ja tiedonkeruu

Tutkimus on kvalitatiivinen tutkimus, jossa käytetään menetelmänä narratiivista kirjallisuuskatsausta. Kirjallisuuskatsauksella tarkoitetaan tapaa, jossa tutkija kerää materiaalin aikaisemman materiaalin pohjalta. Tätä aikaisempaa materiaalia voi olla kirjallisuus, tutkimukset tai esimerkiksi kyselyt, joita aiheesta on aiemmin suoritettu. Tarkoituksena on kerätä aiempaa tutkimusmateriaalia ja arvioida sitä kriteereillä, kuten ajankohtaisuus ja luotettavuus. Tämän jälkeen tutkimusmateriaali tiivistetään tutkimuskysymykselle ja aiheelle sopivaan muotoon, muodostaen koherentin kokonaiskuvan. Kirjallisuuskatsauksessa painottuu tutkimusten valikoiminen tiettyjen kriteerien seulomana, kerätyn materiaalin kriittinen käsittely sekä materiaalin vertailu ja yhdistely uuden tiedon kanssa. (Vilkkä 2023, Luku 1.1.1, Luku 1.1.2) Narratiivinen kirjallisuuskatsaus tarjoaa lukijalle laajan kuvan aiheesta, joka on muodostettu eheäksi tapahtumien sarjaksi. Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen toimitapoja on yleensä kolme, tässä tutkimuksessa käytetään niistä yleiskatsausta, jonka tarkoitus on tiivistää edellisiä tutkimuksien tuloksia eheäksi kokonaisuudeksi ilman tiukkoja metodisia vaatimuksia. (Salminen 2011, 6-7)

Tutkimukseen on valikoitunut kolme teosta, jotka muodostavat aineistolle selkärangan. Näitä teoksia ovat Baxter Hinesin (2021) ”Digital Finance: Security Tokens and Unlocking the Real Potential of Blockchain”, Jian Gong & Xu Wein (2020) ”Cryptoeconomics” ja Alexandra Damskerin (2024) ”Understanding DeFi”. Näiden teosten lisäksi luvussa 2.5 tutkimus nojaa paljon Nasdaqin teokseen ”Opi osakkeet”. Kyseiset kirjailijat ovat oman alansa asiantuntijoita, sekä teosten sisältö on analyttisesti kuvattua tutkimus- ja asiantuntijätietoa, joten heidän teoksensa on läpäissyt tutkimuksen tiukat kriteerit. Näitä teoksia tukemaan on valikoitunut paljon tutkimusartikkeleita, raportteja, artikkeleita ja tilastoja. Pääosin materiaalit ovat englanninkielisiä, sillä aiheesta ei ole kattavasti materiaalia suomeksi. Eri aineistoihin tukeudutaan tutkimuksessa monipuolisesti, mutta tietyt aineistot näkyvät yliedustettuina relevanttien aiheiden takia. Tutkimuksessa on pyritty suosimaan mahdollisimman tuoreita lähteitä, etenkin käsiteltävän aiheen ollessa suhteellisen uusi. (Hines 2021; Damsker 2024; Gong & Wei 2020)

Tietoperustassa pyritään käsittelemään aiheita laajemmasta suppeampaan, josta siirtyminen empiiriseen osaan on jouhevaa ja loogista. Tietoperustassa on käytetty laajalti tuoreita artikkeleita, sekä edellä mainittuja teoksia, jotka muodosta perustan empiiristä osaa varten. Tietoperustassa kerätyn materiaalin avulla empiirinen osa muodostaa koherentin ja ymmärrettävän kokonaisuuden, jossa tutkimus käsittelee ensin nykyisen tilanteen, josta siirrytään käsittelemään tutkimuksen esittämää ratkaisua. Empiirisen osan tuloksia käsitellään vielä luvussa viisi. Pohdinta-luvussa reflektoidaan laajalti tutkimusta ja sen tuloksia, sekä tutkimuksen aikana nousseita huomioita, kehityskohtia ja jatkotutkimuksen aiheita käsitellään luvussa.

Taulukko 1. Peittomatriisi

Tutkimuskysymys	Tietoperusta (luku)	Tulokset (luku)
Miten osakkeiden tokenisointi voi vähentää osakaupassa välikäsien määrää?	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5	4.2
Miten kaupankäynti tokenisoiduilla osakkeilla lohkoketjuympäristössä muuttuisi nykyiseen verrattuna?	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5	4.3

1.4 Käsitteet

Lohkoketju Lohkoketju on ohjelmistokoodista rakentuva datakokonaisuus, joka on tallennettu aikajärjestyksessä, kuten lokikirja. Lohkoketju on tallennettu hajautetusti ympäri vertaisverkkoa erilaisille noodeille. Lohkoketju on osapuolten validoima, jota ei voi muuttaa ja se on kaikkien nähtävissä. (sitra s.a.)

Tokeni Tokeni tarkoittaa sitä, että oikeat omistukset muutetaan digitaaliseen muotoon ja siirretään lohkoketjuun, jossa näitä voi jakaa pienempiin osiin, sekä kaupankäynti näillä omistuksilla voi käydä lohkoketjuympäristössä. (Hines 2021, 37)

Pörssiyhtiö Pörssiyhtiö on julkinen osakeyhtiö, joka on listattu pörssiin. Julkinen osakeyhtiö taas on yhtiömuoto, jossa sijoittajat sijoittavat yhtiöön, jonka

jälkeen he omistavat yhtiöstä sijoittamansa summan verran. Kutsutaan myös nimellä listayhtiö. (Nasdaq 2018, 17, 40)

Kryptolompakko	Kryptolompakot tarkoittavat sovellusta, laitetta tai verkkopalvelua, jossa säilytetään krypto-omistusten transaktioiden oikeudet. (Damsker 2024, Luku 2)
Osake	Osake tarkoittaa omistusoikeutta yhtiöstä, eli osakkeenomistaja omistavat yrityksen. Sijoittaja saa sijoittamaan summaa vastaavan määrän osakkeita, joilla sijoittajan on oikeus esimerkiksi äänestää yhtiökokoouksessa. (Nasdaq 2018, 7)
Konsensusmenetelmä	Lohkoketjun tarkoitus on vähentää kolmannen osapuolen tarvetta, joten ilman kolmatta luotettua osapuolta, hajautetun verkon on saavutettava yhteisymmärrys eli konsensus lohkoketjun tapahtumista. Tunnetuimmat konsensusmenetelmät ovat Proof-of-Work ja Proof-of-Stake. Kutsutaan myös nimellä konsensusalgoritmi tai konsensusmekanismi. (Gong & Xun 2020, luku 2)
Arvopaperikeskus	Ennen kaupankäynnin aloittamista, kaupankäynnin kohteena oleva arvopaperi tai muu sijoitusinstrumentti on vietävä arvo-osuusjärjestelmään, jota ylläpitää arvopaperikeskus. Suomalaisen ostettua osakkeita suomalaisesta yhtiöstä, tapahtumat kirjataan myös arvo-osuusjärjestelmässä. (Finanssivalvonta 2024)
Älysopimus	Älysopimus on lohkoketjuun ohjelmoitu ehtolauseke, joka toteuttaa funktionsa kun ehtolausekkeen ehto täyttyy. Älysopimus on täysin automaattinen ja se toteuttaa funktionsa välittömästi. (Damsker 2024, Luku 3; Hines 2021, 29-30)

2 Lohkoketju

Tietoperustan luvussa 2.1 käsitellään lohkoketjuteknologiaa, joten teknologian esittely aloitetaan Bitcoin-kryptovaluutasta. Ennen konsensusmekanismien esittelyä, tietoperustassa kartoitetaan syitä ja taustoja konsensusmenetelmän tarpeelle. Tämän jälkeen käsitellään kaksi yleisintä konsensusmenetelmää, joita ovat Proof-of-Work ja Proof-of-Stake. Näiden kahden konsensusmenetelmän lisäksi on myös muita vähemmän tunnettuja menetelmiä, mutta tietoperustassa käsitellään nämä kaksi, jotka ovat teknologian kannalta oleellisessa roolissa. Lopuksi vielä luvussa käsitellään lyhyesti lohkoketjun muuttumattomuutta, hash-puun, älysovimukset ja niihin läheisesti liittyvät oraakkelit. Luvussa 2.2 tietoperustassa siirrytään käsittelemään tokenit yleisellä tasolla, jonka jälkeen luvussa eritellään yleisimmin hyväksytyt kategoriat.

Tietoperusta etenee kohti tokenisoitua osaketta, joka on tutkimuksen kannalta oleellinen tokenien kategoria. Tämä tokeni tunnetaan myös nimellä pääomatokeni, johon syvennyttään tarkemmin sen omassa luvussa 2.3. Tämän jälkeen tämä tutkimus siirtyy hiljalleen kohti osakemarkkinoita, jättäen teknologisen kehüksensä taka-alalle. Luvun viimeisenä aiheena avataan lyhyesti lainsäädäntöjä ja direktiivejä, jotka käsittelevät tokeneita ja tokenisoituja osakkeita, jotta lukijalle muodostuu yleinen käsitys siitä, missä tilassa lainsäädännöllisesti EU:ssa ja Yhdysvalloissa ollaan liittyen tokenisointiin ja lohkoketjuihin. Tämän jälkeen luvussa 2.4 käsitellään lyhyesti tokenisoidun osakkeen markkina- paikkoja ja niihin liittyviä asioita. Tietoperustan viimeisessä luvussa 2.5 esitellään osakkeen ja osakkeen omistajuuden rakenne markkinoilla. Luvussa esitellään osakkeen omistamisen syitä, oikeuksia ja hieman Yhdysvaltojen osakkeen omistamisen rakennetta, sillä se on suurin osakekaupan keskus, johon suomalaisetkin sijoittavat ahkerasti. Lähteiden valintaan liittyvää prosessia ja kriteereitä käsitellään luvussa 1.4.

2.1 Yleiskatsaus lohkoketjuihin

Lohkoketjussa ohjelmistokoodista rakentuvat lohkot muodostuvat yhtenäisen kokonaisuuden, jossa jokaisessa lohossa on varastoitu jotakin dataa. Lohko voidaan jäljittää edelliseen lohkoon, sillä jokaisessa lohossa, paitsi ensimmäisessä, on tieto edellisestä lohokosta. Tämä tieto osoittaa edelliseen lohkoon, muodostaen ketjun, lohkoketjun. Lohkoketjussa on vahva suojaus, ja lohkojen muuttaminen jälkikäteen on hyvin hankalaa, tehden teknologiasta hyvin turvallista. Sitra (s.a.) sivuillaan kertoo määritelmän lohkoketjulle olevan: ”jatkuvasti kertyvä hajautettu datakokonaisuus, jonka kaikki tapahtumat ovat aikajärjestyksessä, kaikkien osapuolten vahvistamia ja tallennettu niin, ettei mitään voi muuttaa tai väärentää” (Sitra s.a.). Lohkoketjun lohkot voivat sisältää lähes mitä tahansa dataa riippuen käyttökohteesta, kuten transaktioiden tietoja, mittaustietoa tai yksityiskohtia jostain kaupankäynnin kohteesta (Hines 2021, 13).

Lohkoketju nykyisessä muodossa voidaan katsoa alkaneeksi vuonna 2008, kun Satoshi Nakamoto -pseudonyymiä käyttävä taho julkaisi raportin lohkoketjuteknologiaa käyttävästä Bitcoin-virtuaalirahasta (Marr, B. 16.02.2018). Verkkokauppa on lähes täysin riippuvainen kaupankäynnissä kolmantena osapuolena toimivista instituutioista, ja vaikka tämä tapa käydä kauppaa toimii useasti moitteettomasti, on siinä paljon heikkouksia, kuten ylimääräisten välikäsien takia lisääntyneet kulut. Satoshi esitti lohkoketjuteknologiaan perustuvan Bitcoinin poistavan tarpeen näille kolmansille osapuolille, ja teknologia estäisi kaksinkertaisen kuluttamisen. Kolmannen osapuolen tarpeen vähentämällä kaupankäynnissä ei tarvitsisi luottaa muihin tahoihin, vaan luottamus perustuu kryptografiseen salaukseen ja konsensusmenetelmään. Tämä tarkoittaa sitä, että kaupankäynnissä voi luottaa lohkoketjun olevan muuttumaton, turvallinen, läpinäkyvä ja hajautettu. (Nakamoto 2008, 1)

On lohkoketjujen kannalta tärkeää ymmärtää Bitcoinin toimintaperiaate ja mekanismit, sillä ne samat mekanismit ja toimintaperiaatteet pätee myös lohkoketjuihin yleisesti. Mikä sitten on aiemmin mainittu Bitcoin? Bitcoin on kryptoraha, eli virtuaalinen valuutta, joka on suunniteltu toimimaan maksutapana ja vaihdon välineenä. Ensimmäinen Bitcoin näki päivänvalon tammikuussa 2009, jolloin louhittiin genesis block tai block 0, eli sen lohkoketjun ensimmäinen lohko. Tarkoituksena on, ettei mikään yksittäinen taho hallinnoi ja kontrolloi Bitcoinia, vaan lohkoketjuteknologialla toimiva Bitcoinin pääkirja on hajautettu, eli yksinkertaistaen lohkoketju on tallennettu useisiin tietokoneisiin, eikä keskitetysti tiettyjen tahojen hallinnoimiin palvelimiin. (The Investopedia Team 2024)

Bitcoinin ostotapahtumassa myyjä digitaalisesti allekirjoittaa edellisen transaktion ja ostajan julkisen avaimen, minkä jälkeen uusi transaktio lisätään kolikon listaan. Ostaja voi tarkistaa edelliset allekirjoitukset, jotta omistajien ketju on validi. Ostaja ei kuitenkaan voi varmistaa, että onko myyjä myynyt kolikon kahteen kertaan eli niin sanottu "double spending". Bitcoin ratkaisee ongelman pääsääntöisesti konsensusmenetelmillä, tässä tapauksessa konsensusmenetelmänä toimii Proof-of-Work. (Nakamoto 2008, 2-3) Ennen kuin sukellamme konsensusmenetelmiin syvemmin, on tärkeää ymmärtää mitä konsensusmenetelmä tarkoittaa. Aiemmin tutkimuksessa mainittiin, että lohkoketju ei toimi samalla tavalla, kuin keskitetyt tietokannat. Lohkoketjua ei hallinnoi mikään yksi taho, joten säännöistä ja muista hallinnollisista asioista on päästävä yhteisymmärrykseen, konsensusukseen, joten tätä varten lohkoketjussa on olemassa konsensusmenetelmä (Gong & Xun 2020, luku 2). Miten on mahdollista tulla yhteisymmärrykseen valideista transaktiosta useiden solmujen kesken, vaikka osa äänestävistä solmuista haluaisi väärentää lohkoketjun, ja kun kaikki solmut tai niin sanotut noodit ovat saman arvoisia? Tämä on kiteytetysti Bysantin kenraalien ongelma.

Bysantin kenraalien ongelmassa on kuvattu kymmenen kenraalia, jotka piirittävät kaupunkia. Korkeiden muurien takia ainoastaan samanaikaisella hyökkäyksellä on mahdollista valloittaa kaupunki. Kenraalit ovat kuitenkin eri paikoissa, joten heidän edustajansa äänestävät toimenpiteistä

kenraalien puolesta. Jos kenraalit pystyisivät luottamaan toisiinsa, tässä tavassa toimia ei olisi mitään ongelmaa, mutta joukossa saattaa olla pettureita. Ongelma on siis siinä, että miten kenraalit voivat olla varmoja yhteistoimenpiteistä, jos he ovat kaikki samanarvoisia ja ilman keskeistä luottamusta. Kirjeellä käytävässä neuvotteluissa kenraalit näkisivät ketkä muista kenraaleista on hyväksynyt hyökkäyspäätöksen, ja petturit olisivat helppo jäljittää, jos he eivät toimi, kuten ovat äänestäneet. Kirjeellä käytävässä neuvottelussakin on ongelmia, kuten varmistaminen siitä, että vain yksi kenraali lisää leimansa kerrallaan ja lähettää kirjeen eteenpäin. (Gong & Xun 2020, luku 2.1- 2.2)

Vuonna 1999 Miquel Castor ja Barbara Liskov esittivät ongelmaan ratkaisuksi Practical Byzantine Fault-Tolerant Algorithm(PBFT), joka kenraalien tapauksessa sallisi petturien mahdollisuuden, kunhan pettureiden määrä on alle kolmannes, jolloin on mahdollista saavuttaa konsensus. Tosielämässä hajautetussa verkossa on useasti paljon enemmän solmuja, joten miten konsensusmekanismia sovelletaan suurille määrille solmuja? On noudatettava hajautettujen verkkojen suunnittelun peruseriaatetta, CAP-teoriaa (Consistency, Availability ja Partion Tolerance). CAP-teoria kiteytetysti esittää, ettei johdonmukaisuus, saavutettavuus ja osiotoleranssi pysty esiintymään samaan aikaan yhdessä hajautetussa järjestelmässä. Näiden teorioiden pohjalta Nakamoto esitti ratkaisuksi Proof-of-Work mekanismin, joka osoittautui ratkaisevan Bysantin kenraalien ongelman. (Gong & Xun 2020, luku 2.1- 2.2)

Palataan takaisin Proof-of-Work konsensusmenetelmään, joka oli ensimmäinen konsensusmenetelmä lohkoketjuissa, sillä Nakamoto esitti sen ratkaisuksi Bysantin kenraalien ongelmaan Bitcoinissa. Proof-of-Workia, kuten Proof-of-Stakea käytetään varmentamaan lohkoketjussa transaktioita ja lisäämään niitä lohkoketjuun. Proof-of-Work-tavassa tähän varmentamiseen louhijat pyrkivät laskemaan hash-arvoa. Esimerkiksi "Hello"-sanana SHA256 hash-arvo on "185f8db32271fe25f561a6fc938b2e264306ec304eda518007d1764826381969", tietokone laskee tämän hash-arvon erittäin nopeasti. Hash-arvoon lisätään kuitenkin nonce-arvo, joten kuvitellaan rajoitukseksi olevan 0. Tässä tapauksessa oikea sisältö olisi "2Hello", jonka hash-arvo olisi "055e2022953918f07e9f915535d8d52795957f90a3b9680f6e198d93da74ce77" ja tässä esimerkissä "2" on nonce-arvo. (Vaid 2021)

Kuvitellaan rajoituksen olevan kaksi 0-numeroa. Tässä esimerkissä, kuten seuraavan sivun kuvasta yksi selviää, oikea hash-arvo olisi "00bb645c75727a5e63a9d91d1230dd314697673a66530c445081a1cc81b43219", jonka sisältö olisi "138Hello", eli nonce luku on tässä tapauksessa "138" (Kuva 1, 9). (Vaid 2021) Tämä esimerkki oli hyvin yksinkertainen havainnollistaminen louhijoiden työstä, sillä lohkoketjuissa nonce- ja hash-arvot ovat huomattavasti monimutkaisempia. Esimerkiksi Ethereumin PoW Hash voisi olla "0x44bca881b07a6a09f83b130798072441705d9a665c5ac8bdf2f39a3cdf3bee29", jossa nonce-arvo olisi "0xd3ee432b4fb3d26b" (Ethereum 2023). Ethereum

ei käytä enää PoW-konsensusmenetelmä, sillä se siirtyi käyttämään myöhemmin luvussa käsiteltävää Proof-of-Stakea.

Results	
Original text	138Hello
Original bytes	31:33:38:48:65:6c:6c:6f (length=8)
Adler32	09cc0291
CRC32	6c14c81a
Haval	ac46967abe8f8187918eee1232384766
MD2	661430f35d91cdcf92dcdade12b6f2bd7
MD4	5014f852be3bfb8382427b170a2b5953
MD5	ee4b265602fd8fe593a433a03538d2b
RipeMD128	7489fc30a42f8e4f2972709c7ad71cb4
RipeMD160	eee4ffb1d1b5f37fa6072f8fdca693b6abe9e3ce
SHA-1	89bda17ef73a344e61bb79920c94379ab73f5d17
SHA-256	00bb645c75727a5e63a9d91d1230dd314697673a66530c445081a1cc81b43219
SHA-384	ac2d70cf9d448c57ee971842c3057c29a5403f50546a180a4c8ca5ae092df400b45b202d7a2d7d79225043abe468049d
SHA-512	27a8c1024f2aff0a7cac3eef3b94b459358186329d447ab78af2cbe31c266f54dc68ca97bbe2002ea76ba0ef05412f105ccdc84af7b013e732389dfe05d1556c

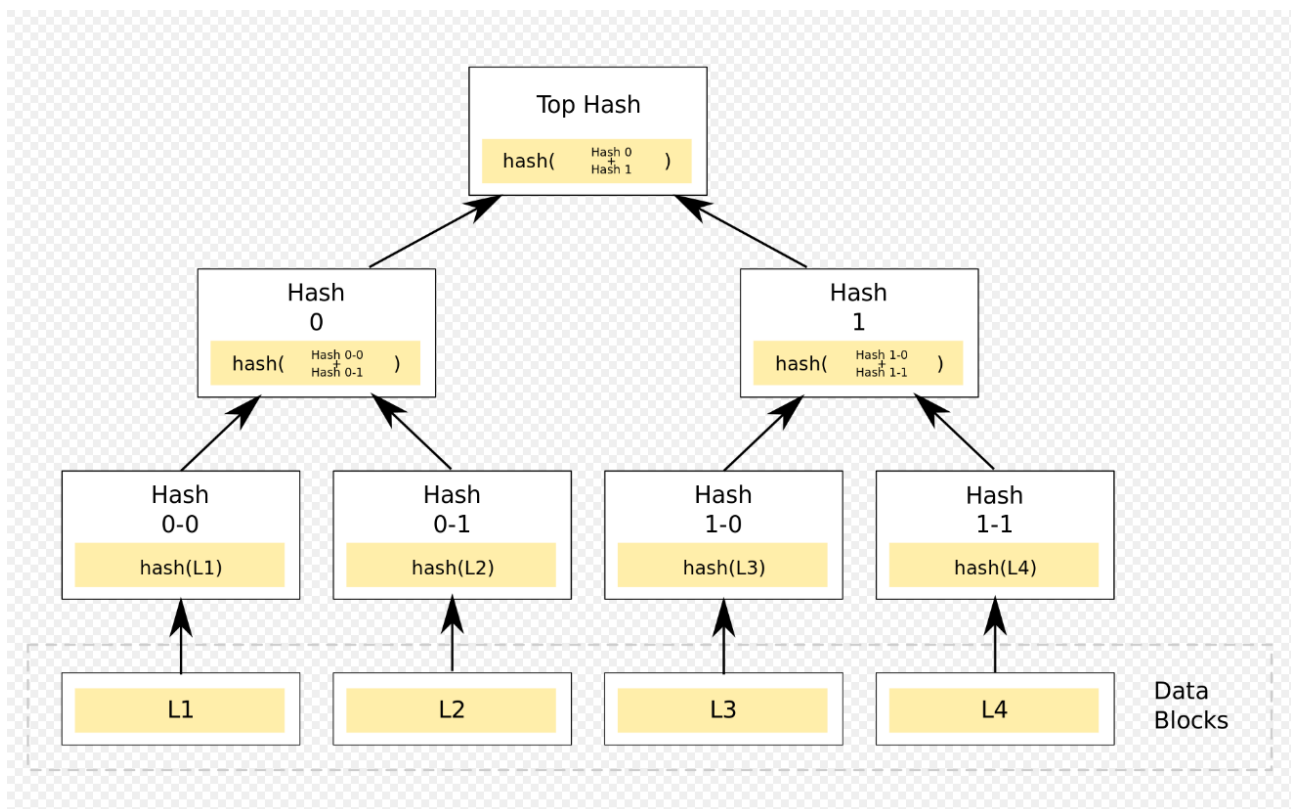
Kuva 1. Hash-funktion tulos (Kuvakappaus sivulta <https://www.fileformat.info/tool/hash.htm>)

Proof-of-Workissa louhijat kilpailevat, kuka löytää nonce-arvon ensimmäisenä. Ainoastaan lohkot, joissa on validi nonce-arvo, voidaan lisätä lohkoketjuun. Kun joku louhija on löytänyt oikean arvon ja validoinut lohkon, sen sisältö on erittäin helppoa varmentaa. Tämä johtuu siitä, että jos jotain lohkon sisältöä muutettaisiin, koko hash-tiiviste muuttuisi. Louhijoita palkitaan työstään, sillä esimerkiksi Constantinople-päivityksen jälkeen, Ethereumissa palkittiin louhijoita uudesta lohkosta kahdella Etherillä, sekä osalla transaktiokustannuksista. Proof-of-Workin eräs suurimmista kritiikin kohteista on sen energian käyttö, sillä esimerkiksi juuri ennen kuin Ethereum vaihtoi konsensusmekanismin seuraavaksi käsiteltävään Proof-of-Stakeen, Ethereumin louhijat käyttivät noin 70 TWh/v. (Ethereum 2023)

Proof-of-Stakessa on sama tarkoitus, kuin edellä mainitussa Proof-of-Workissa, joka on auttaa turvaamaan konsensusprosessin hajautetussa verkossa. Tässä, kuten nimestä saattaa arvata, merkitys on panoksessa eikä niinkään työssä. Validoijat panostavat tietyn määrän kryptorahaa osallistukseen validointiprosessiin. Validoijat ansaitsevat hyvin tehdystä työstä palkinnon, mutta jos he validoivat virheellistä dataa, he voivat menettää panoksensa. Mitä enemmän validoijat panostavat, sitä suuremmalla mahdollisuudella heidät valitaan tekemään validointityö. (Napoletano 2023) Proof-of-Stakekaan ei ole täydellinen, sillä mitä enemmän pääomaa taholla on, sitä enemmän äänivaltaa sillä on. Tätä voisi verrata yhtiön päätöksentekoon, jossa viimeinen sanavalta on

osakkeenomistajalla, jolla on eniten osakkeita. Proof-of-Stakessa on ongelmana, että isot tahot, tai niin sanotut valaat saavat aina enemmän palkintoja validointityöstä, sillä heillä on enemmän panostettavaa pääomaa. Tässä on keskittymisen vaara, vaikka teknologian idea on juuri päinvastainen. (Gong & Xun 2020, Luku 2.4)

Kuvitellaan, että joku taho onnistuisi vaihtamaan lohkon sisältöä lohkoketjussa. Tämä muuttaisi sen lohkon hash-tiivistettä, joka on tallennettuna seuraavassa lohossa, koska lohkoissa on tiedot edellisestä lohokosta. Edellisen lohkon hash-tiivisteeseen muuttuminen muuttaisi seuraavan lohkon tiivistettä, joka näkyisi taas seuraavassa lohossa. Tämä ketjureaktio jatkuu, kunnes koko lohkoketju muuttuu. Tämän takia lohkoketjuteknologiaa voidaan pitää turvallisena ja muuttumattomana. Lohkoketjun lohossa on siis tallennettuna useita transaktioita, joten niitä on myös hyvä olla mahdollista jäljittää. Tämä tapahtuu helposti Merkel-puun avulla, sillä Merkel-puussa kaikki transaktiot voidaan jäljittää takaisin samaan juureen hash-algoritmin avulla, mikä tekee yksittäisen transaktion etsimisestä helppoa. Eli jos jotai tietoa halutaan hakea lohossa, sitä voi hakea suoraan hash-arvolla merkle-puusta, kuten kuvasta kaksi selviää (Kuva2, 10). (Gong & Xun 2020, Luku 1.1.1)



Kuva 2. Hash Tree. (Göthberg 2012 CC 1.0)

Tokenisoidun osakkeen kannalta on tärkeää ymmärtää älysovimuksien ja oraakkeleiden perusteita, joten ennen kuin tutkimuksessa paneudutaan syvemmin tokenien pariin, tutkimus esittelee yleisesti nämä aiheet. Älysovimus on lohkoketjulla sijaitseva ehtolause tai triggeri, kun jokin tietty ehto täyttyy, se suorittaa sille ohjelmoidun funktion. Älysovimuksissa tahot saattavat hyväksyä tietystä rahallisesta transaktiosta, jos/kun tietyt ehdot täyttyvät, ja kun ehdot on täyttynyt, transaktio tapahtuu välittömästi ilman manuaalista siirtoa tai kolmansia osapuolia. Älysovimukset eivät kuitenkaan rajoitu vain rahallisiin transaktioihin, vaan ehtolauseita voi hyödyttää lähes missä tahansa kontekstissa. (Damsker 2024, Luku 3; IBM s.a.)

Lohkoketju ja älysovimukset ei pysty hakemaan informaatiota lohkoketjun ulkopuolelta, joten etenkin älysovimusten potentiaali ei toteudu. Tätä varten tarvitaan oraakkeleita, jotka hakevat lohkoketjujen ulkopuolelta dataa ja vievät sen takaisin lohkoketjulle. Oraakkelit ovat erittäin tärkeä teknologia lohkoketjuinfrastruktuurissa, sillä se laajentaa lohkoketjujen käyttömahdollisuuksia, koska sen avulla lohkoketjujen turvallinen ja läpinäkyvä teknologia yhdistyy ulkomaailman laajaan dataan, jolloin erilaiset mahdollisuudet teknologialle ovat suuremmat. Edellisen kappaleen esimerkissä tahot sopivat ehdoista, jonka toteuduttua jokin transaktio toteutuu. Tämän ehdon ollessa lohkoketjun ulkopuolella, älysovimus tarvitsee oraakkelia, jotta se tietää milloin ehto täyttyy. Oraakkeliin kanssa ongelmana on se, että ne toistaiseksi toimivat kunnolla vain määrällisen datan kanssa. Tämä tarkoittaa siis sitä, että se pystyy hakemaan jollekin ehdolla dataa pääosin vain numeraalisiin ehtoihin, kuten lämpötila tai osakemarkkinat. (Damsker 2024, Luku 3; Garcia 2023)

2.2 Tokeni

Tokenisointi tarkoittaa kiteytetysti sitä, että omistukset muutetaan digitaaliseen muotoon ja siirretään lohkoketjuun, jossa niitä voi jakaa pienempiin osiin ja jossa niillä voi käydä kauppaa (Hines 2021, 37). Digitaalisessa muodossa lohkoketjussa näistä omistuksista tulee tokeneita, jolloin ne ovat digitaalisia omistustodistuksia. Yleensä tokenisoinnista ja tokeneista puhuttaessa ihmiset viittaavat niihin taiteen yhteydessä. Tokenisoinnin kohteena voi olla kuitenkin lähes mikä tahansa oikean maailman omaisuus, kuten auto, mökki tai toimitusketjun tuotteet. Tokenisointi mahdollistaa yhden omistuksen jakamisen pienempiin osiin, jolloin esimerkiksi jokin kallis sijoitus tulisi saavutettavaksi sijoittajalla tai joukolle sijoittajia pienemmissä osissa. (Bitcoinkeskus 10.04.2024)

Bitcoinin julkaisusta on jo yli 15 vuotta. Tämän jälkeen maailmalla on sovellettu paljon tätä vielä suhteellisen uutta teknologiaa, etenkin erilaisten sijoitusmahdollisuuksien muodossa. Tässä ajassa on noussut paljon lohkoketjuteknologiaan perustuvia kryptoja, alt-kolikoita ja tokeneita ratkaisemaan monenlaisia ongelmia, jolloin kryptojen ja tokenien erilaisuus alkoi näyttäytymään yhä selvemmin. Tästä syystä tokenien lajittelu oli tarpeen, jotta ne voitiin kategorisoida käytännön ja sääntelyn takia. Vuonna 2018 Sveitsissä FINMA kehitti kriteeri, jotka määrittelevät tokenit kolmeen

luokkaan. Tuloksena on syntynyt yleinen konsensus jaottelusta kolmeen kategoriaan, jotka ovat maksutokenit (payment tokens), hyödyketokenit (utility tokens) ja omistustokenit (asset tokens). (Hines 2021, 37; Pwc 2021, 4)

Maksutokenit ovat yksinkertaisesti kryptorahaa, jonka ainoa merkitys on toimia vaihdon välineenä. Hyvänä esimerkkinä maksutokeneista on aiemmin mainitut, etenkin sijoittajille tutut Bitcoin ja Ethereum. Hyödyketokenien idea on tarjota niiden haltijoille luvan vuorovaikuttaa alustan kanssa tai saada siitä jotakin hyödykkeitä tai palveluita. Hyödyketokenien tarkoitus ei ole toimia sijoitusinstrumentteina, eikä tokenit tarjoa omistusoikeutta mihinkään, vaan tokenin omistaja voi esimerkiksi saada oikeuden käyttää jotakin digitaalista sisältöä, kuten ohjelmistoa tai peliä. Ehkä yksi tunnetuimmista hyödyketokeneista on Chainlink, joka on suhteellisen tunnettu oraakkeliverkosto. Tässä tutkimuksessa keskitytään kuitenkin omistustokeneihin (asset tokens), jotka tunnetaan myös nimellä arvopaperitokeni (security token) (Hines 2021, 38-39).

Omistustokenit perustuvat oikean maailman omaisuuteen, ja jos näiden oikean maailman omistuksen mukana tulee etuoikeuksia, on tokenien omistajat luonnollisesti oikeutettuja myös niihin. Näitä etuoikeuksia ovat esimerkiksi osingot, tuotot ja ansiotulot. (Hines 2021, 39) Omistustokeneilla käytään kauppaa käyttäen lohkoketjuteknologiaa, ja omistukset vaihtavat omistajaa aivan kuten muussakin kaupankäynnissä. Omistukset hyötyvät tokenisoinnista monella tapaa, kuten monimutkaiset omistukset on mahdollista muuttaa yksinkertaiseen ja helpommin kaupattavaan muotoon, eli yksilöiden on helpompi ostaa pienempiä osia suuremmasta ja monimutkaisemmasta omistuksesta. Omistusten tokenisoinnista on myös muita hyötyjä, kuten läpinäkyvyys, sillä lohkoketjussa osallisena olevilla tahoilla on mahdollisuus seurata transaktioita reaaliajassa. (Pwc 2021, 4-5) Nyt kun omistustokeni on esitelty, on aika sukeltaa vielä hieman syvemmälle tokenien pariin, sillä omistustokeneilla on myös kolme alaluokkaa, jotka käsitellään seuraavaksi.

Omistustokenin kolme alaluokkaa ovat pääomatokeni (Equity token), omaisuusreferenssitokenit (asset-backed token) ja velkatokeni (Debt token). Näiden kaikkien idea kerätä rahaa tai tarjota sijoitusmahdollisuuksia. Omaisuusreferenssitokeni (asset-backed token) saattaa antaa osviittaa käytötarkoituksestaan englanninkielisessä nimessään. Se perustuu oikean maailman varallisuuteen, kuten kultaan, hopeaan, kiinteistöihin ja taiteeseen. Nämä tokenit edustavat siis omistusoikeutta tästä varallisuudesta, ja varallisuuden arvo on sidottuna tokeniin. Samassa tokenissa on siis todistus omistajasta, sekä kaupankäyntiin tarvittavat parametrit, kuten reaaliaikainen arvo. Velkatokeni tarkoittaa sitä, että jokin taho hankkii pääoman tokenisoidussa muodossa. Perinteisen velan sijaan tämä velka on lohkoketjulla, mutta idea on kuitenkin hyvin samanlainen. (Delio Global 2023) Viimeinen omistustokenin alakategoria on pääomatokeni, joka on keskeisessä osassa tutkimusta, sillä tokenisoidut osakkeet ovat pääomatokeneita.

2.3 Tokenisoitu osake

Pääomatokeni on kuten normaali osake, mutta sen sijaan, että yhtiö laskee sen liikkeelle normaalisti, se lasketaan liikkeelle käyttäen lohkoketjuteknologiaa (Delio Global 2023; Hayes 2024). Kun kuluttaja sijoittaa normaaleihin osakkeisiin, ne siirtyvät kuluttajan elektroniselle tilille, jossa kuluttajan omistuksia pidetään. Pääomatokenin tapauksessa kuluttajan omistukset eivät mene elektroniselle tilille, vaan kryptolompakkoon. Lohkoketjuteknologia, ja siihen liittyvä infrastruktuuri tukee tarvittavia toimia tokenisoituihin osakkeisiin liittyen, kuten osingot, fuusiot, yrityskaupat, äänestykset ja osakemyyntitarjoukset. (Hayes 2024) On olemassa jo useita lohkoketjupohjaisia alustoja, jotka tarjoavat tokenisoituja omistuksia, näitä ovat esimerkiksi tZERO ja Templum, mutta tähän aiheeseen paneudutaan luvussa 2.4 tarkemmin.

Näitä tokenisoituja osakkeita ostetaan ja myydään lohkoketjupohjaisilla alustoilla, toisin kuin normaaleissa osakkeissa, joiden kauppaa käydään keskitetyissä pörsseissä. Näitä lohkoketjupohjaisia alustoja on tavallisesti kahdentyyppisiä: keskitettyjä ja hajautettuja. Keskitetyssä vaihtoehdossa markkinapaikka pitää asiakkaan puolesta hallussaan asiakkaan tilillä tai lompakossa tokeneita, kun taas hajautetussa vaihtoehdossa markkinapaikka vain välittää tuotteita, eikä pidä asiakkaan tokeneita asiakkaan puolesta. Hajautetussa mallissa tokenin ja valuutan vaihto tapahtuu lompakosta lompakkoon, eli tokeni lähtee myyjän henkilökohtaisesti kryptolompakosta, ja ostajan rahat lähtevät hänen henkilökohtaisesta kryptolompakosta. (Damsker 2024, Luku 2; Binance Academy 2022) Hallinnolliset ratkaisut voi suorittaa tokenisoitujen osakkeiden osalta käyttäen älykkäitä sopimuksia, joissa tietyn ehdon täytyttyä lohkoketjussa oleva koodi suorittaa sen funktionsa, kuten tietyn osingon maksamisen omistajalleen tai yhtiökokoukseen äänestämisen ilmoittaminen ja ohjeistaminen (Hayes 2024).

Tokenien ollessa vielä suhteellisen uusi teknologia, sääntely ei ole vielä kaikkialla vakiintunutta. Euroopan Unionin sääntelyn piiriin kuuluu jo useita keskitettyjä tokeneita, mutta monenlaisia tokeneita on vielä sääntelyn ulkopuolella, joka saattaa altistaa kuluttajat erilaisten petosten ja huijausten vaaraan. Vuonna 2018 voimaan tuleen MiFID II -sääntelyn alaisuuteen saattaa kuulua myös pääomatokenit, mutta yleistä konsensusta eri markkinoita sääntelevien tahojen välillä Euroopassa ei ole saavutettu. (van der Linden & Shirazi 2023, 8-9) Toinen tokeneihinkin liittyvä direktiivi, AMLD5, tuli myös voimaan vuonna 2018. Tämän sääntelyn piiriin kuuluvat myös keskityt alustat, jotka tarjoavat fiat-krypto-ramppeja ja jotka tarjoavat säilytyspalveluita asiakkaille. Kyseessä on kuitenkin direktiivi, eikä laki, joten jokainen jäsenvaltio voi tulkita direktiiviä hieman eri tavalla, tehden sääntelystä epäkoherenttia EU:n sisällä. Tämän lisäksi alustat, jotka tarjoavat kryptojen välistä kaupankäyntiä eivät kuulu direktiivin piiriin. On myös muutamia muita asetuksia ja direktiivejä, jotka

voivat päteä tokeneihin mutta MiFID II ja AMLD5 vaikuttavat olevan tärkeimmät. (van der Linden & Shirazi 2023, 8-11)

ESMA:n Advice: Initial Coin Offerings and Crypto-Assets -raportissa nostaa esille huolenaiheita, joita oli huijaukset, rahanpesu, kyberhyökkäykset ja markkinoiden manipulointi. Raportissa mainitaan myös, että vain pieni osa krypto-omistuksista on edellä mainitun MiFID II -sääntelyn alaisuudessa, joten suurin osa krypto-omistuksista ei kuulu minkään asetuksen tai direktiivin alle. Vuonna 2023 tehty asetetus, joka parantaa ja tarkentaa kryptoihin liittyvää sääntelyä EU:n sisällä. Tämä asetetus on Market in Crypto-Asset (MiCA), joka on kohdistettu täysin krypto-omistuksiin. Tämän asetuksen on määrä astua täysin voimaan 30.12.2024. MiCA pääpiirteittäin kattaa kaikki tällä hetkellä sääntelyn ulkopuolella olevat krypto-omistukset mutta myös krypto-omistusten liikkeellelaskijat ja krypto-omistuksiin liittyvät palveluntarjoajat. MiCA jaottelee tokenit kolmeen eri luokkaan, jotka ovat nimetty termeillä: omaisuusreferenssitokenit, sähkörahatokenit ja muut krypto-omistukset. Omaisuusreferenssien luokkaan kuuluvat tokenit, jotka viittaavat muuhun omistukseen, oikeuteen tai niiden yhdistelmään vakauttaakseen arvonsa. Sähkörahatokenien luokkaan kuuluvat tokenit, jota käytetään vaihdon välineenä, sekä joka pitää vakaata arvoa viittaamalla johonkin fiat-rahaan. Viimeiseen muut krypto-omistukset -luokkaan kuuluvat tokenit, jotka eivät kuulu aiempaan kahteen. (van der Linden & Shirazi 2023, 14-15; kryptovarojen markkinoista sekä asetusten (EU) N:o 1093/2010 ja (EU) N:o 1095/2010 ja direktiivien 2013/36/EU ja (EU) 2019/1937 muuttamisesta)

Monella alalla Yhdysvallat on suunnannäyttävä, kuten myös fintec- ja finanssialalla. Yhdysvaltojen lainsäädäntö on kuitenkin epäselvä tokenien osalta, mutta Yhdysvaltojen sääntelyviranomaisen The Securities and Exchange Commission (SEC) on ilmaissut, että tokenit tulevat sääntelyn alaisuuteen tulevaisuudessa. Tällä hetkellä on tehtävä Howeyn-testi, jos haluaa selvittää kuuluuko joku digitaalinen tokeni sääntelyn alaisuuteen. Howeyn-testissä neljä kriteeriä tulee täyttyä: raha investointi, tuoton odotus, yhteinen yritys ja voitot tulevat kolmannelta osapuolelta, jotta sijoitus voidaan luokitella arvopaperiksi. Tokenien on myös täytettävä Know Your Customer- ja Anti-Money Laundering -sääntely jotta niitä voidaan kutsua arvopapereiksi. (Hines 2021, 75, 95-96). Damsker (2024) sanoo kirjassaan, ettei hajautetut-markkinapaikat ole vielä laillisia (Damsker 2024, Luku 6)

2.4 Tokenisoitujen osakkeiden markkinapaikat

Useat tahot kuten pankit ja Euroopan unioni on todennut, että tokenisoiduilla omistuksilla on todella suuri potentiaali tulevaisuuden markkinoilla. (van der Linden & Shirazi 2023, 2). Yhdysvaltalainen varainhoitoyhtiö Blackrock on ottanut jo suuria harppauksia kohti tokenisoituja markkinoita, sillä maaliskuussa 2024 Blackrock loi sen ensimmäisen tokenisoidun rahaston. (Karakyaneva 2024)

Saattaa nousta kysymys, että onko olemassa jo markkinapaikkoja tokenisoiduille osakkeille? Tällä hetkellä on olemassa markkinapaikkoja tokenisoiduille osakkeilla, näitä on esimerkiksi tZERO ja aiemmin mainitun Blackrockin kanssa yhteistyötä tekevä Securitize. Päällisin puolin kumpaakaan ei voi verrata normaaliin arvopapereita käyvään pörssiin tai edes kryptovaluuttoja kauppaavaan markkinapaikkaan, sillä tokenisoitujen osakkeiden ja omistusten kaupankäynti ei ole vielä kukaan kokenut suurta adaptaatiota.

Tokenisoidut osakkeet tuodaan markkinoilla kolmella eri tavalla, jotka ovat ICO (Initial Coin Offering), IEO (Initial Exchange) ja STO (Security Token Offering). Viimeinen eli STO on tarkoitettu tokenisoiduille osakkeille, joten siihen liittyvät sääntelyt ovat kaikista edellä mainituista tavoista tiukimmat. Tokenisoidusta osakkeesta saadaan mahdollisimman paljon hyötyjä irti, jos markkinapaikka, jossa niitä kaupataan, toimii hajautetusti. Keskitetyt markkinapaikat eivät ratkaise niitä ongelmia, joita Bitcoinin oli tarkoituskin ratkaista, eli ylimääräisten välikäsien vähentäminen markkinoilla. Markkinapaikkojen kehittyminen ja tokenisaatio vaati kuitenkin vielä lainsäädännöllisiä harppauksia, jotta teknologia täyttäisi potentiaalinsa. Toissijaisten markkinoiden rakentamiseen tarvitaan kolme asiaa: Pörssit, joissa on riittävä määrä käyttäjiä ja tuotteita, rahoituspalvelut ja tarvittavan teknologian soveltamisen. (Hines 2021, 106-110)

Tokenisoitujen osakkeiden potentiaalinen etu kaupankäynnissä olisi se, että kaupankäynti osakkeilla voitaisiin käydä kellon ympäri vuoden jokaisena päivänä, toisin kuin nykyisissä pörsseissä, joissa kaupankäynti keskittyy tietyille tunneille päivässä. Nykyisin arvopaperien selvitysaika on kaksipäivä, mutta tokenisoinnin mukana tulisi mahdollisuus lähes välittömälle omistuksen siirrolle. Yhtiön listautuminen ei ole halpaa, joten kynnys listautua on suuri. Osakkeen tokenisoinnin kulut eivät ole kovin suuria, joka potentiaalisesti vähentäisi kynnystä listautua, tehden pienten yritysten pääoman hankinnasta helpompaa. Yksi oleellisimmista tekijöistä tokenisoiduille osakkeille on likviditeetti, sillä ei yksistään riitä, että osakkeen tokenisoi, jos sillä ei pysty käymään helposti kauppaa. Miksi luoda markkinapaikkaa tokenisoiduille osakkeille, jos niille ei ole likviditeettiä? Ei ole likviditeettiä, jos teknologialle ei ole kysyntää, tai tokenisoiduille osakkeille markkinapaikkaa. (Hines 2021, 103; Nasdaq 2018, 47)

2.5 Perinteinen osake ja osakemarkkinat

Yrityksellä on useita vaihtoehtoja rahoituksen hankinnassa, kuten pankkilaina tai osakkeet. Osake tarkoittaa omistusoikeutta yhtiöstä, eli osakkeenomistaja omistavat yrityksen, ja osakkeilla hankittua rahoitusta kutsutaan omaksi pääomaksi. Yhdelle osakkeelle tulevaa arvoa kutsutaan osakkeen nimellisarvoksi. (Nasdaq 2018, 7) Normaalisti osakkeista puhuttaessa tarkoitetaan osakkeita, joiden sisältö ja oikeudet seuraa suoraan lakia tai yhtiöjärjestystä. Osakeyhtiö voi kuitenkin päättää normaalista poikkeavista osakkeista, joissa äänimäärä tai asema varoja jaettaessa on erilainen,

kuin normaaleissa osakkeissa. (Minilex s.a.a) Keskityn kuitenkin tässä tutkimuksessa normaaleihin osakkeisiin, joten osakkeista puhuttaessa tarkoitan näitä normaaleita osakkeita.

Sijoittajien omistajuus yhtiöstä määräytyy siitä, kuinka paljon osakkeita sijoittajalla on suhteutettuna yhtiön osakkeiden kokonaismäärään. (Nasdaq 2018. 17) Yhtiön omistajalla on oikeuksia, kuten päätösvaltaa ja taloudellisia oikeuksia. Päätösvalta tarkoittaa äänioikeutta yhtiökokouksessa, ja taloudellinen oikeus tarkoittaa oikeutta osinkoon sekä etuoikeuteen osakeanneissa uusien osakkeiden merkinnässä, ellei kyseessä ole niin sanottu suunnattu osakeanti. (Nasdaq 2018. 22) Osakkeenomistajat eivät kuitenkaan ole vastuussa yhtiön velvoitteista, sillä vastuu rajautuu heidän sijoittamiin varoihin. Osakkeenomistajalla on kuitenkin mahdollisuus sitoutua vastaamaan yhtiön veloista, jos he jostain syystä niin haluavat. (Minilex s.a.b)

Yritykset rahoittavat toimintansa aloittamisen ja investoinnit osakepääoman ja lainarahan avulla. Osakepääomaa saa pääomamarkkinoilta, ja lainarahaa sai pääomamarkkinoilta tai rahamarkkinoilta riippuen lainan pituudesta, sillä alle vuoden kestoiset lainat saa rahamarkkinoilta, kun taas yli vuoden kestoiset lainat saa pääomamarkkinoilta. Pääomamarkkinat ja rahamarkkinat jaetaan ensimarkkinoihin ja jälkimarkkinoihin, jossa ensimarkkinoilla tarkoitetaan sitä, kun yritys hankkii rahoitusta osakeannin tai joukkovelkakirjojen muodossa. Jälkimarkkinoilla tarkoitetaan sijoittajien toistensa kanssa käymää kauppaa yhtiön

osakkeilla ilman, että yhtiö on näissä kaupoissa suoraan mukana. (Nasdaq 2018, 7-8) Osakeyhtiö ei tarkoita automaattisesti, että kyseisen yhtiön osakkeilla voi käydä kauppaa pörsseissä, sillä monet osakeyhtiöt eivät ole pörssiyhtiöitä, eli ne eivät ole listautuneet johonkin pörssiin. Pörssiin listautuminen on hyvä vaihtoehto rahoittamaan yhtiön kasvua ja yhtiö voi listautumisen jälkeenkin hankkia lisärahoitusta pörssin kautta. Pörssiin listautumisella on muitakin hyötyjä, kuin rahoituksen turvaaminen, sillä listautumisella omistusrakenne monipuolistuu ja osakkeita voi käyttää maksuvälineinä yritysostoissa. (Nasdaq 2018. 17)

Seuraavaksi kuvaan hyvin tiivistetysti ja yksinkertaistetusti miten osakkeen ostaminen ja omistaminen käytännössä tapahtuu eri tahojen välillä. Sijoittaminen osakkeisiin aloitetaan avaamalla arvoosuustilin johonkin välittäjäyritykseen, kuten pankkiin, pankkiiriliikkeeseen tai Euroclear Finland - arvopaperikeskukseen. Pankkiiriliikkeillä tarkoitetaan sijoituspalveluyrityksiä, jotka ovat erikoistuneet asiakkaiden sijoitussalkkujen hallinnointiin. Arvopaperikeskuksella taas tarkoitetaan suomalaista osakeyhtiötä, joka hoitaa suomalaista arvo-osuusjärjestelmää. Kaikki osakkeet, joukkovelkakirjat ja muut arvopaperit pitää rekisteröidä sinne ennen kaupankäynnin aloittamista, sekä pörssissä käydyt kaupat kirjataan arvopaperikeskukseen. (Finanssivalvonta 2024)

Kun tili on avattu ja kaupankäyntiin tarvittavat sopimukset on allekirjoitettu, voi sijoittaja aloittaa sijoittamisen osakkeisiin. Sijoittajan tehtyä osto- tai myyntitoimeksianto, välittäjä syöttää sen kaupankäyntijärjestelmään. (Nasdaq 2018. 40-41) Kaupankäyntijärjestelmä käsittelee tarjouksen välittömästi, jolloin ostajan ja myyjän tarjousten kohdattu syntyy kauppa. Vastapuoliriskien vähentämiseksi ja likviditeetin lisäämiseksi tässä vaiheessa kuvaan tulee myös keskusvastapuoliselvitys, joka tarkoittaa kiteytetysti tahoja, joka asettuu arvopaperikeskuksen ja pörssin väliin myyjäksi ostajalle tai ostajaksi myyjälle. Tapahtumat kirjataan arvopaperikeskukseen, jonka jälkeen osakkeiden omistuskirjaukset tehdään sijoittajan arvo-osuustilille. Selvitysaika on kaksi pankkipäivää, eli kahden päivän päästä ostaja saa omistuskirjaukset arvo-osuustilille ja myyjä saa rahansa. (Nasdaq 2018. 47)

Entä kun sijoittaja sijoittaa johonkin yhdysvaltalaiseen yhtiöön, jonka arvopapereita kaupataan yhdysvaltalaisessa pörssissä? Useiden sijoituspalveluiden ehdoissa selviää, että rahoitusvälineet säilytetään ulkomaisissa säilyttäjäpankeissa, rahastoyhtiöissä tai muissa alisäilyttäjissä. Nämä sijoittajan omistukset pidetään tämän ulkomaisen tahon hallussa useasti yhteistilillä eli laaritulilla tai niin sanotulla omnibus-tilillä, jolloin nämä omistukset rekisteröidään alisäilyttäjän nimiin. Asia saattaa vaihdella, riippuen onko kyseistä ulkomaista arvopaperia rinnakkaislistattu suomessa. (Handelsbanken 2023, Luku: 7; Nordea 2022, Luku: 3.1) laaritili on siis tili, jossa transaktiot suoritetaan tämän alisäilyttäjän nimissä. Tässä tilissä on myös asiakkaan kaikki omistukset, jolloin tämän asiakkaan omat asiakkaat ja niiden omistukset eivät ole tiedossa. Tämä tarkoittaa sitä, että sijoitusyhtiöllä on tili alisäilyttäjällä, sijoitusyhtiön kaikkien asiakkaiden omistukset ovat sijoitusyhtiön nimissä alisäilyttäjällä. (Chen 2020)

Yhdysvalloissa on oma arvopaperikeskuksensa, joka on The Depository Trust & Clearing Corporation (DTCC), tai tarkemmin sen sisaryhtiö Depository Trust Company (DTC). DTCC toimii emoyhtiönä DTC:lle, joka säilyttää yli 1,4 miljoonan eri pörssiyhtiön arvopapereita, kuten osakkeita, velkakirjoja ja rahamarkkinoiden instrumentteja, joiden yhteenlaskettu arvo on 87,1 biljoonaa dollaria. DTC:n omistaa isot finanssialan yritykset, joista suurimpana nousee yhdysvaltalainen pörssi New York Stock Exchange (NYSE). DTC asiakkaina ei ole normaaleja yksityissijoittajia, vaan osakevälittäjät (broker-dealer) ja pankit, jotka pitävät osakkeitaan DTC:n tilillä. Nämä institutionaaliset tahot pitävät osakkeitaan DTC:n säilytyksessä, joten arvopaperit näkyvät DTC:n omistuksina, vaikka oikeat omistajat ovatkin instituutioiden asiakkaat tai itse kyseiset instituutiot. (Kenton 2022; DTCC s.a).

3 Tokenisoidulla osakkeella kaupankäynti

Lohkoketjuteknologiaa on hyödynnetty jo useilla toimialoilla, kuten Renault toimitusketjussaan ja Maersk merikonteissa (Panciatici s.a.; Groenfeldt 2017). Lohkoketjuteknologialla ja tokenisoinnilla on kuitenkin suuri potentiaali myös ratkaista osakemarkkinoiden ongelmia, sillä läpinäkyvä, turvallinen ja vertaisverkkoa käyttävä teknologian tarjoaa osakemarkkinoilla paljon hyödyntämätöntä potentiaalia, jota tässä tutkimuksessa pyritään avaamaan. Tutkimuksessa pyritään keskittymään osakkeen omistajuuteen, varsinkin sen rakenteeseen. Tämä tarkoittaa sitä, että tutkitaan mitä tapahtuu, kun sijoittaja painaa ”osta”-nappia. Tutkimus pyrkii selvittämään välikäsien määrää osakemarkkinoilla, ja kuinka niitä voi vähentää lohkoketjuteknologian ja tokenisaation avulla. Tutkimuksessa käsitellään myös Yhdysvaltojen markkinoita, etenkin suomalaisen sijoittajan näkökulmasta. Yhdysvaltoihin sijoittaa paljon suomalaisia, ja Yhdysvaltain osakemarkkinat ovatkin maailman suurimmat. Tästä syystä tutkimukseen päätettiin sisällyttää myös omistajuuden rakenne ja välikädet, kun sijoittaja sijoittaa Yhdysvaltoihin.

Tutkimuksen kohderyhmä voidaan ajatella olevan kaikki suomalaiset sijoittajat, jotka sijoittavat joko kotimaassa tai Yhdysvaltoihin. Kohderyhmä ja tutkimuksen aihe ylipäätensä valikoitui tutkijan henkilökohtaisesta mielenkiinnosta osakemarkkinoihin, sekä etenkin uteliaisuus markkinoiden erilaisiin mekanismeihin ja rakenteisiin. Tutkimuksen aiheeseen vaikutti myös tutkijan koulutusala. Aineistoa pyrittiin keräämään luotettavista ja mahdollisimman tuoreista lähteistä, joka näkyi prosessin aikana usean lähteen hylkäämisenä pääosin siksi, että ne olivat reilusti yli viisi vuotta vanhoja. Aineiston keräämistä ja analysointia on käsitelty tarkemmin luvussa 1.3. Edellä mainittu ikärajoitus ei ollut kiveen hakattu, mutta se muodosti löyhät raamit aineistolle iän suhteen. Luvussa 3.1 kerrotaan tutkimuksen kannalta nykyinen osakkeen omistajuuden rakenne ja prosessi. Luvussa pyritään pitautymään yleisellä tasolla, jotta tutkimus ylläpitää johdonmukaisen rakenteen ja tutkimus pysyy opinäytetyölle sopivassa laajuudessa. Luvussa 3.2 siirrytään käsittelemään tutkimuksen aiheena olevaa tokenisoidun osakkeen rakennetta ja ostoprosessia. Tässäkin luvussa tarkoitus on pysyä yleisellä tasolla.

3.1 Osakkeen omistus nyt

Aikaisemmin luvussa 2.5 on kerrottu osakkeen omistuksen rakenteesta, tässä alaluvussa palaamme asiaan hieman tarkemmin. Sijoittaja aloittaa sijoittamisen avaamalla arvo-osuustilin (AOT), jonka voi avata pankkiin, pankkiiriliikkeeseen tai Euroclear Finland -arvopaperikeskukseen. Useasti Suomessa avataan myös osakesäästötili AOT-tilin rinnalle. Tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan osakkeen omistuksen rakennetta yleisesti, joten ei ole merkitystä kummalla tilillä sijoittaja on ostanut osakkeensa, sillä tilien ero on enemmän verotuksellinen.

AOT-tilin avattuaan ja tarvittavat sopimukset allekirjoitettuaan sijoittaja antaa osto- tai myyntitoimeksiantoja, joita välittäjäyritykset toteuttavat. Välittäjäyritykset ovat näitä samoja pankki tai pankkiiriliikkeitä, joissa asiakkaalle on tili. Välittäjäyritykset välittävät osto- ja myyntitoimeksiannot kaupankäyntijärjestelmään, toimeksiannon lopullinen hinta riippuu esimerkiksi toimeksiannon muodosta ja voimassaolosta. Myyjän ja ostajan tarjousten kohtaaminen johtaa kauppaan, jonka jälkeen kaupan tiedot siirtyvät kaupankäyntijärjestelmästä selvitykseen. (Nasdaq 2018 39-42; 46)

Selvityksellä tarkoitetaan keskusvastapuoliselvitystä, eli tahoja, joka asettuu myyjäksi ostajalle ja ostajaksi myyjälle. Kaupat, jotka kuuluvat Keskusvastapuolen alaisuuteen siirtyvät kaupankäyntijärjestelmästä suoraan keskusvastapuolelle, joka kantaa vastuun kaupasta. Vasta tämän jälkeen tapahtumat kirjataan arvopaperikeskuksessa, jolloin omistuskirjaukset tehdään ostajan tilille. Keskusvastapuolen tarkoitus on siis vähentää riskiä ja parantaa markkinoiden eheyttä. Keskusvastapuolia Suomessa on tahot, kuten Euro CCP, LCH, SIX x-clear ja aiemmin mainittu Euroclear Finland. On vielä hyvä selventää, ettei kaupat toteudu periaatteessa välittömästi. Kauppoihin liittyy selvitysaika, joka on kaksi pankkipäivää. Tapahtuman jälkeen, eli kahden pankkipäivän päästä, myyjä saa rahansa tilille, ja ostaja saa omistuskirjauksensa. (Nasdaq 2018, 46-47)

Sijoittaminen yhdysvaltalaisiin pörssiin on hieman erilainen prosessi, sillä ostotoimeksiannot eivät luonnollisesti mene kaupankäyntijärjestelmään, eikä Euroclear Finland ole tapahtumassa osallisena. Osakkeet ostetaan ja säilytetään alisäilyttäjällä tai alisäilyttäjäverkostolla, joka on yleensä pankki tai verkosto pankkeja. Suomalaiset sijoittajat eivät ole tämän järjestelyn takia oikeutettuja arvopaperien mukana tuomiin oikeuksiin, esimerkiksi he eivät voi osallistua yhtiökokouksiin. Tässä järjestelyssä on myös olemassa mahdollisuus, että joissain tilanteissa sijoittajan varat saattavat sekoittua alisäilyttäjän tai välittäjän varoihin, etenkin konkurssien tapahtuessa on aina vaara, ettei varojaan saa kotiutettua, tai ne voi menettää kokonaan. (Handelsbanken 2023, Luku: 7; Nordea 2022, Luku: 3.1)

Nämä osakkeet ovat siis yhteistilillä ulkomaalaisessa pankissa tai verkostossa pankkeja. Sitä mitä tämä yhteistili tarkoittaa, eivät sopimukset tarkemmin erittele, mutta voisimme olettaa kyseisen tilin tarkoittavan laaritiliä tai niin sanottua omnibus-tiliä, jossa kaikki omistukset ovat yhdessä tilissä. Tämä tarkoittaa sitä, että sijoittajan käyttämän välityspalvelun kaikkien asiakkaiden omistukset ovat alisäilyttäjällä samalla tilillä. Tiliä tarjoavat tahot voivat estää tai rajoittaa kaupankäyntiä tilillä, jos he kokevat, että tiliä saatetaan käyttää laittomiin tarkoituksiin. (Handelsbanken 2023, Luku: 7; Nordea 2022, Luku: 3.1; U.S. Securities and Exchange Commission 2023)

Yhdysvalloissa suuret pankit ja muut finanssialan tahot ovat DTC:n asiakkaita, joten heillä on tili DTC:llä. Nämä tahot pitävät osakkeitaan DTC:n tilillä, joten liikkeellelaskija näkee DTC:n omistajana näille osakkeille. Deduktiivista päättelyä käyttäen, suurin osa pankeista ja muista

instituutioista pitää arvopapereitaan DTC:llä, ja liikkeellelaskija näkee omistajana pelkän DTC:n, voisi kuvitella, että suurin osa pörssiyhtiöistä etenkin Yhdysvalloissa näkee omistajanaan pelkän DTC:n. DTC voi rajoittaa tai estää arvopaperilla käytävää kauppaa monista eri syistä, yleensä tähän on jokin hyvä syy, mutta joskus DTC ei kerro syytä miksi kaupankäyntiä on estetty tai rajoitettu. (Kenton 2022; DTCC s.a; U.S. Securities and Exchange Commission 2012)

Tämä välikäsien ketju on luonut lähihistoriassa monia tilanteita, joissa osakkeenomistajien oikeudet eivät ole toteutuneet odotetulla ja vaaditulla tavalla. Tästä kiteytettynä esimerkki Brittiläisestä DNick Holding -yhtiöstä, joka oli poistumassa pörssistä, mutta pieni joukko osakkeen omistajia halusi perua päätöksen ja vaati osakkeistaan oikeudenmukaisen hinnan. Osakerekisterissä oli kuitenkin vain kaksi omistajaa, sillä Clearstream-arvopaperikeskukseen oli merkittynä vain kaksi tahoja, jotka pitivät virallisesti muiden asiakkaiden osakkeita nimissään. Tästä seurasivat sekavuudet, jotka estivät osakkeenomistajien oikeuksien toteutumista tilanteessa. Toinen vastaava tilanne tapahtui Yhdysvalloissa, jossa Dell Inc. oli poistumassa pörssistä fuusion takia, jolloin jotkut osakkeenomistajat äänestivät fuusiota vastaan. Pitkien ja sekavien välikäsien ketjun takia ehdotusta vastustaneet päätyivät äänestämään ehdotuksen puolesta, jolloin osakkeenomistajien oikeudet eivät toteutuneet. (Van der Elst & Lafarre. 2019, 112-113)

3.2 Tokenisoidun osakkeen ostoprosessi ja omistusrakenne

Tässä osiossa tutkitaan perinteiselle tavalle käydä osakekauppaa lohkoketjupohjaisen vaihtoehdon, joka lisäisi läpinäkyvyyttä ja vähentäisi välikäsien määrää. Idea ja teknologia ei ole täysin uusi, sillä asiaa on tutkittu jo muutamia vuosia. Aiemmin tutkimuksessa on mainittu, että Blackrock loi uuden tokenisoidun rahaston, ja voi olla, että tulemme lähitulevaisuudessa näkemään paljon enemmän vastaavia rahastoja tai johdannaisia. Toistaiseksi tokenisoituja osakkeita ei ole olemassa kovinkaan montaa ainakaan siinä mielessä, että osake on laskettu liikkeelle vain tokenisoituna, tai se olisi jälkepäin tokenisoitu täysin. Useita tokenisoituja osakkeita löytyi, jotka peilaavat alkupeleistä osaketta, mutta sen tyylliset tokenit eivät ole tämän tutkimuksen kohteena. Muutamia tokenisoituja osakkeita on ilmeisesti olemassa, sillä esimerkiksi INX (s.a.) kertoo verkkosivuillaan INX-tokenin olevan ensimmäinen SEC:llä rekisteröity arvopaperitokeni (INX s.a.).

Markkinapaikka, jossa tokenisoituja osakkeita kaupataan, tulisi valvoa ja säädellä viranomaisten toimesta. Tokenisoiduilla osakkeilla ja markkinapaikoilla on oltava tarpeeksi likviditeettiä ja sijoittajia. Kryptolompakot tai kryptotilit, jossa tokenisoituja osakkeita pidetään, on oltava viranomaisten hyväksymiä. Tämä tarkoittaa sitä, että saadakseen edes luotua lompakon näihin viranomaisten hyväksymille alustoille, on kuluttajan täytettävä useita ehtoja. Henkilö, jolla on siis transaktioon tarvittavat julkiset ja yksityiset avaimet, on täyttänyt jo useita viranomaisten vaatimuksia, kuten Know Your Customer (KYC) ja Anti Money Laundering (AML) (Hines 2021, 107).

Markkinapaikkoina lohkoketjuympäristössä on kaksi erilaista: keskitetty tai hajautettu. Keskitetty tarkoittaa yksittäistä tahoja, joka ylläpitää markkinapaikkaa ja tarjouskirjaa, jossa ostajat ja myyjät asettavat tarjouksia. Markkinapaikka ottaa pienen osan transaktioista itselleen transaktiokuluina. Markkinapaikka pitää asiakkaiden puolesta asiakkaan varoja, kuten tokenisoituja osakkeita. Keskitetty-markkinapaikka on kuluttajalle helpompi ja vaatii vähemmän teknistä ymmärrystä, kuten kuvassa kolme on esitetty, lohkoketjun tarjoamat edut jäävät tässä tapauksessa pitkälti käyttämättä (Kuva 3, 22). Keskitetty-markkinapaikka muistuttaa perinteistä järjestelmää, paitsi transaktiot merkitään ja lisätään lohkoketjuun. Esimerkkejä tällaisesta keskitetystä markkinapaikasta on Australian Securities Exchange (ASX). (Van der Elst & Lafarre 2019, 130; Binance Academy 2022)

Hajautettu-markkinapaikka toimii eri tavalla, sillä sen sijaan, että sillä olisi jokin taho ylläpitämässä markkinapaikkaa, markkinapaikkaa ylläpitää enemmänkin älyopimukset. Tarjouskirjan sijasta hajautettu markkinapaikka käyttää yleensä Automated Market Maker (AMM) -protokollaa, joka on kuin ohjelmistoalgoritmi, joka hakee hinnan tietyn kaavan mukaan. Hajautetussa mallissa markkinapaikka ei ylläpidä asiakkaan kryptolompakkoa, vaan lompakko on tehtävä itse. Tämä tapa vähentää välikäsien määrää kaupankäynnissä, ja omistukset ovat suoraan kuluttajan hallussa, joten se hyödyntää teknologian tuomia etuja. Transaktioon osallisena on pelkästään ostaja ja myyjä, tosin markkinapaikka toimii yhdistävänä tekijänä, kuten kuvasta kolme näkyy (Kuva 3, 22). Hajautettu markkinapaikkakaan ei ole täydellinen, sillä ainakin tällä hetkellä likviditeetti on suuri ongelma, sekä hajautettu ratkaisu ei ole välttämättä kovin aloittelijaystävällinen. Damsker (2024) teoksessaan toteaa, että ainoa hyvä argumentti hajautettuja markkinapaikkoja vastaan on sen vähäinen sääntelyyn tarvittavien dokumenttien tuottaminen, tosin hän toteaa, ettei ole mitään syytä, miksei älyopimukset voisi tuottaa näitä dokumentteja sääntelyviranomaisille automaattisesti. (Damsker 2024, Luku 6; Binance Academy 2022)

Edellisessä kappaleessa mainittiin, että kuluttaja pitää hajautetussa mallissa omistuksensa kryptolompakossaan hallussaan, mikä on tavallaan totta. On kuitenkin hyvä selventää, että lompakossa sisällä ei ole tokeneita tai muita omistuksia vaan lompakolla on pääsy näihin omistuksiin, ja ne visualisoidaan näkyväksi lompakkoon. Missä kyseiset omistukset sitten ovat? Ne ovat lohkoketjussa, ne ovat usealla eri laitteella ympäri vertaisverkkoa, mutta avaimet transaktioiden suorittamiseen ovat omistajalla. Sovelluksessa toimivaa kryptolompakkoa kutsutaan termillä "Warm wallet", kun taas erillisessä laitteessa toimivaa lompakkoa kutsutaan "Cold wallet". Keskitetyssä mallissa lompakko on alustan tarjoama, mutta siten myös sen omistajuus on alustalla, ja näitä lompakoita kutsutaan termillä "Hot wallet". (Damsker 2024, Luku 2)

Ostoprosessi on samanlainen, kuin kryptorahoja ostaessa, eli myyjä ja ostaja digitaalisesti allekirjoittavat transaktion, joka myöhemmin lisätään lohkoketjuun. Digitaaliset allekirjoitukset on luotu

kryptografisella funktiolla, joka on laskettu käyttäen henkilön lompakon yksityistä avainta. Julkisella avaimellakin on oma roolinsa transaktion varmentamisessa ja avaamisessa. Julkinen avain toimii myös osoitteena lompakkoon. Vertaisverkko varmistaa transaktion ja digitaalisen allekirjoituksen eheyden, jonka jälkeen se liitetään lohkokon. Lohko lisätään lohkoketjuun käyttäen valittua konsensusmenetelmää, ja jokaisella noodilla on uusi versio lohkoketjusta, joka sisältää nyt myös äskeisen transaktion. Käytännössä ostonappia painamalla yksityisavain allekirjoittaa transaktion, jolloin lompakko tarkistaa täyttyvätkö lompakossa kaikki transaktioon tarvittavat ehdot, jonka jälkeen transaktio hyväksytään. Kuvassa kolme kuvataan hyvin tämä prosessi verrattuna muihin vaihtoehtoisin tapoihin (Kuva 3, 22). (Hines 2021, 25-27; Damsker 2024, Luku 2)

Tavallinen pörssi



Keskitetty-markkinapaikka



Hajautettu-markkinapaikka



Kuva 3. Erilaiset markkinapaikat visualisoituna (mukaillen SOMA.finance s.o.)

Entä miten liikkeellelaskeva pörssiyhtiö maksaa osinkoja tai järjestää yhtiökokoukseen äänestämisen lohkoketjuympäristössä toimivalla tokenisoidulla osakkeella? Älysopimuksilla pystyisi hoitamaan osakkeenomistajuuteen liittyviä asioita. Älysopimukset saavat tietoa lohkoketjun ulkopuolelta orakkeliin avulla. Lohkoketjuteknologiaa hyväksikäyttäen yhtiökokoukseen äänestämisen, osallistuminen ja yleisesti yhtiön asioista tiedottaminen on suoraviivaisempaa, ellei jopa henkilökohtaisempaa, sillä yhtiön ja osakkeen omistajan välissä ei ole kolmansia osapuolia. (Van der Elst & Larfarre 2019, 127-128; Damsker 2024, Luku 3) Voisi myös olettaa, että älysopimuksien avulla verotajalle olisi mahdollista lähettää tarvittavat dokumentit ostoista, myynneistä ja osingoista automatisoidusti, varsinkin jos viranomaisten hyväksymässä lompakossa olisi tarvittavat tiedot, jota viranomaiset saattaisivat tarvita.

Osakkeenomistus suomalaisille sijoittajille on melko yksinkertaista ja välikäsiä on vähän, jos sijoittaminen tapahtuu Suomen sisällä. Yleensä ostaessaan osakkeita suomalaisen sijoittajan välittäjä tekee tarvittavat prosessit verhojen takana, kuten lähettää toimeksiannon kaupankäyntijärjestelmään. Lopulliset arvopaperien siirrot tehdään arvopaperikeskuksessa. Selvitysajan eli kahden pankkipäivän jälkeen toimeksiannon seuraukset näkyvät sijoittajan tilillä. Suomalaisen sijoittajan sijoittaminen Yhdysvaltain pörssiin listattuun osakkeeseen on hieman monimutkaisempi prosessi, sillä toimeksiannot eivät mene kaupankäyntijärjestelmään tai arvopaperikeskukseen. Suomalaiset välittäjät usein käyttävät alisäilyttäjiä, jotka ostavat ja säilyttävät osakkeita näiden yritysten puolesta. Eräissä sopimusehdoissa mainitaan myös alisäilyttäjäverkostot tai säilytysyhteisö mikä implikoi, että alisäilyttäjiä saattaa olla jossain tapauksissa enemmän kuin yksi, eli alisäilyttäjällä saattaa olla oma alisäilyttäjä. Tämän monimutkaisen järjestelyn takia suomalainen sijoittaja ei ole oikeutettu arvopaperien mukana tuleviin oikeuksiin, kuten he eivät voi osallistua yhtiökokouksiin. Alisäilyttäjät ovat instituutioita, kuten pankkeja, jotka säilyttävät arvopapereitaan Yhdysvaltain arvopaperikeskuksessa, DTC:llä. (Nasdaq 2018; Handelsbanken 2023, Luku: 7; Nordea 2022, Luku: 3.1)

Tokenisoidut osakkeet ovat vielä tällä hetkellä alkutekijöissään, sillä teknologia ei ole kokenut vielä suurta adaptaatioita. Maailman suurin varainhoitoyhtiö Blackrock on ottanut jo ensimmäiset askeleensa kohti tokenisoituja markkinoita, sillä se loi tokenisoidun rahaston. Tokenisoiduille osakkeille markkinapaikkojen toteutusmuotoja on kaksi: hajautettu tai keskitetty. Keskitetty on tällä hetkellä käyttäjäystävällisempi, jolloin lompakko on alustan tarjoama. Hajautettu malli hyödyntää teknologian tuomia etuja huomattavasti enemmän, mutta se ei ole ainakaan vielä aloittelijaystävällinen. Tokenisoidun osakkeen hallinnolliset asiat voisi hoitaa älysopimusten avulla automatisoidusti, kuten osinkojen maksaminen voisi tapahtua älysopimuksia ja oraakkeleja käyttäen. Näiden samaisien teknologioiden avulla voisi ostotapahtumassa lähettää suoraan tarvittavat dokumentaatiot viranomaisille, sillä viranomaisten hyväksymässä lompakossa voisi olla tarvittavat tiedot tämän dokumentaation lähettämiseen.

4 Tulokset ja niiden analysointi

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tuloksia ja analysoidaan niitä. Luvussa 4.1 esitellään empirian ja teorian yhdistäminen, jotta tutkimus on johdonmukainen ja koherentti. Tämän jälkeen luvussa 4.2 käsitellään tutkimuksen ensimmäistä tutkimuskysymystä: miten tokenisointi voi vähentää osakekaupassa välikäsien määrää? Tutkimuksen tulosten esittelyn ja analysoinnin jälkeen tutkimus siirtyy lukuun 4.3, jossa käsitellään tutkimuksen toista tutkimuskysymystä: miten kaupankäynti tokenisoiduilla osakkeilla lohkoketjuympäristössä muuttuisi nykyiseen verrattuna? Tutkimustulosten esittelyn jälkeen tutkimus siirtyy viimeiseen lukuun.

Tutkimuksen johtopäätöksenä on saavuttu tulokseen, että osakkeen omistaminen, kuten luvussa 2.5 ja 3.1 on kuvattu, on suhteellisen monimutkainen. Tuloksista käy selville tokenisoitujen osakkeiden potentiaalinen kolmansien osapuolten karsimisessa ja ostoprosessin sujuvoittamisesta. Tutkimuksen perusteella molempiin tutkimuskysymyksiin voidaan antaa selkeä vastaus, joten tutkimus oli siinä mielessä onnistunut. Näitä tuloksia käsitellen tarkemmin luvuissa 4.2 ja 4.3. Tulokset ovat relevantteja ja tutkimusaihe on ajankohtainen, mutta tutkimuksessa pyrittiin pitäytymään yleisellä tasolla. Tämän takia aihetta tulisi tutkia enemmän, jotta voitaisiin muodostaa syvempi ymmärrys ja tarkempi käsitys aiheesta.

4.1 Empirian ja teorian yhdistäminen

Tutkimuksen tietoperustan luvuissa 2.1, 2.2, 2.3 ja 2.4 esitettiin lohkoketjuteknologiaa, tokeneita yleisesti, tokenisoitua osaketta ja siihen liittyvää markkinapaikkaa. Näissä luvuissa rakennettiin teoria tokenisoidun osakkeen tekniselle teemalle eli lohkoketjuteknologialle, tokenisoinnille ja siihen liittyvään infrastruktuuriin. Luvussa 2.5 käsiteltiin normaalin osakkeen ostoprosessia ja rakennetta, jonka avulla luotiin tietoperusta tokenisoidun osakkeen taloudelliselle teemalle. Tietoperusta pyrki ylläpitämään suppilomaista rakennetta, jossa siirrytään suuremmasta teemasta yksityiskohtaisempaan. Näiden tietoperustan lukujen avulla rakennettiin kokonaisvaltainen teoria, jonka avulla tutkimuksessa siirryttiin jouhevasti tutkimuksen empiiriseen osaan.

Tutkimuksen luvussa 3 pyrittiin rakentamaan vastausta tutkimuskysymyksiin. Luvussa 3.1 esiteltiin osakkeen omistuksen nykyinen tila, johon tietoperustan luvusta 2.5 saatiin tarvittava teoria. Tämän jälkeen tutkimus siirtyi luvussa 3.2 rakentamaan vastausta molempiin tutkimuskysymyksiin, johon tietoperustan luvut antoivat tarvittavan teorian. Luvussa 4.2 ja 4.3 käsitellään luvusta 3.2 saatuja tuloksia tutkimuskysymysten näkökulmasta.

4.2 Välikäsien määrä tokenisoidun osakkeen kaupankäynnissä

Tutkimuksen perusteella ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastaus riippuu siitä, että kumpaa mallia tarkastellaan. Hajautettu malli tarjoaa kysymykseen paremman ja selkeämmän vastauksen, joten osiossa käsitellään ensimmäisenä sitä toteutustapaa, lopuksi tutkimus siirtyy käsittelemään keskitettyä mallia. Toteutettuna yhteistyössä valvontaviranomaisten kanssa, hajautetulla-markkinapaikalla olisi potentiaalia karsia lähes kaikki välikädet pois markkinoilta, sillä kuten kuvasta 3 näkyy, transaktio on mahdollista suorittaa ilman välikäsiä (Kuva 3, 22). Markkinapaikka on älysopimuksilla toimiva AMM-protokolla, joka muodostaa hinnan tietyn algoritmin mukaan. (Binance Academy 2022)

Ostoprosessissa ei täten tarvitsisi kolmansia osapuolia, sillä pelkkä ostoprosessi voi suorittaa älysopimuksilla ja lohkoketjuteknologialla. On hyvin mahdollista, että älysopimuksilla on myös mahdollista hoitaa tiedot transaktioista tarvittaville viranomaisille, sekä viranomaisten hyväksymässä lompakossa voisi olla kryptattuna jonkinlaiset verotiedot, jotta automaattinen ilmoittaminen verottajalle olisi mahdollista. Sijoittajan ei tarvitsisi myöskään manuaalisesti ilmoittaa transaktioista verottajalle, joka tekisi sijoittamisesta kuluttajaystävällisempää (Damsker 2024, Luku 6)

Lohkoketjuteknologia ja tokenisaatio vähentää kolmansia osapuolia etenkin osakkeen omistamisen näkökulmasta, sillä kun ostoprosessiin ei tarvitse välittäjiä, ei luonnollisesti hajautetussa mallissa tarvitse ketään pitämään osakkeita sijoittajan puolesta. Tämän takia alisäilyttäjien verkostoista ja laariteleistä johtuvat omistajuuden rakenteen hämärtymiset ei ole ongelma, sillä omistajuus näkyy lohkoketjulla ympäri maailmaa. Sijoittajan omistamassa tokenissa avaimet ovat kuitenkin sijoittajalla, joten vaikka tokeni on lohkoketjussa vertaisverkossa, transaktioihin tarvittavat työkalut ovat sijoittajalla. Sijoittajan ja pörssiyrityksen välinen suhde muuttuisi suoraviivaisemmaksi, sillä pörssi-yhtiö saattaisi nähdä omistajinaan ne sijoittajat (tai enemmänkin lompakot), jotka todella ovatkin sijoittaneet yhtiöön, eikä arvopaperikeskuksia tai alisäilyttäjiä. Tämän kaiken lisäksi osinkojen maksaminen olisi älysopimusten avulla helppoa, kuten luvussa 4.2 lyhyesti kerrotaan, eikä tässäkään tapauksessa välissä ei ole kolmansia osapuolia. (Damsker 2024, Luku 2)

Hajautetussa-markkinapaikassa on kuitenkin myös negatiivisia puolia. Yksi merkittävin negatiivinen puoli on se, että se ei Damskerin (2024) mukaan ole Yhdysvalloissa edes laillinen (Damsker 2024, Luku 6). Tämän lisäksi hajautettu malli ei ole tällä hetkellä kovinkaan käyttäjäystävällinen, sillä sijoittajan on tiedettävä kuinka luoda lompakko ja käydä kauppaa sen kanssa. Tässä mallissa, jos kuluttaja unohtaa kirjautumistiedot, on varat hävinnyt lopullisesti. Miltään taholta ei voi pyytää tällaisessa tilanteessa uusia kirjautumistietoja sähköpostiin, koska hajautettu malli on niin yksityinen ja turvallinen, kukaan muu kuin käyttäjä ei tiedä niitä. Hajautetun ongelmiksi lukeutuu tällä hetkellä myös likviditeetin puute ja krypto-fiat ramppien vähäisyys (Binance Academy 2022).

Keskitettyssä mallissa kryptolompakkoa ylläpitää yleensä markkinapaikkana toimiva alusta, kuten luvussa 4.2 asiaa sivuttiin tai kuten kuvasta kolme näkyy. (Kuva 3, 22) Tämän tyylinen markkinapaikka keskittää valtaa jopa enemmän yhdelle taholla, kuin normaalissa pörssissä. Tässä tapauksessa markkinapaikka toimii myös välittäjänä, pörssinä ja siihen liittyvänä selvitysprosessin tekijänä. Damskerin (2024) mukaan tämä ei ole edes laillista, ja markkinapaikoilla saattaa tulla houkutus väärinkäyttää niiden suurta valtaa, kuten lähihistoriassa on jo tapahtunut esimerkiksi Coinbasen ja Binancen tapauksessa (Damsker 2024, Luku 6).

Keskitettyssä mallissa markkinapaikkana toimivaan alustaan tehdään kryptolompakko, ja kuten luvussa 4.2 todettiin, lompakossa ei ole itse omistuksia vaan avaimet transaktioon. Keskitettyssä mallissa markkinapaikka pitää näitä avaimia sijoittajan puolesta, joka tekee sijoittamisesta vaivattomampaa sijoittajalle mutta se lisää yhden välikäden omistajuuden rakenteeseen. (Binance Academy 2022) Tällä hetkellä Yhdysvalloissa keskitetty malli on kuitenkin laillinen, toisin kuin hajautettu (Damsker 2024, Luku 6). Tämä varmasti tekee keskitetystä mallista houkuttelevampia suurten instituutioiden silmissä, sillä miksi odottaa lainsäädäntöön muutosta, kun voi jo nykyisellä toteuttaa toimivan ratkaisun. Tässäkin mallissa välikäsien määrä varmasti vähenisi, sillä luvussa 4.1 mainittujen laaritulien ja alisäilyttäjien kaltaiset ratkaisut eivät olisi tarpeellisia.

Yhteenvetona molemmissa malleissa on mahdollista vähentää välikäsiä verrattuna nykyiseen osakkeen omistajuuteen. Nykyisessä sijoittamisen rakenteessa on muutamia välikäsiä, jos suomalainen sijoittaa suomalaiseen pörssiin. Välikäsien määrä lisääntyy huomattavasti, kun suomalainen sijoittaa Yhdysvaltain pörssiin. Tokenisoiduilla osakkeilla pystyy vähentämään välikäsien määrää, mutta hajautettu-markkinapaikka on merkittävästi tehokkaampi tässä tehtävässä. Riippuu varmasti paljonkin, kuinka hajautettu-markkinapaikka on toteutettu, mutta teknologialla on mahdollisuus antaa osakkeen omistajuuden täysin sijoittajan käsiin. Keskitettyssäkin mallissa välikäsien määrä on monissa tapauksissa pienempi kuin normaalissa kaupankäynnissä, muttei aivan niin vähäinen kuin hajautetussa mallissa. Hines (2021) Kirjassaan käsittelee asiaa hyvin, sillä hän kertoo, että lyhyellä aikavälillä keskitetty malli olisi helpompi ja käyttäjäystävällisempi ratkaisu, mutta hajautetussa mallissa teknologian mahdollistamat hyödyt käytetään laaja-alaisemmin (Hines 2021, 109-110). Aiemmissä kappaleissa on todettu, että välikäsien määrä on mahdollista eliminoida joko kokonaan tai lähes kokonaan, riippuen esimerkiksi siitä, että minkälaisia lainsäädäntöjä, toimijoita ja standardeja markkinapaikalle tulisi. Asiaan liittyviä lainsäädännöllisiä näkökulmia, jotka pätevät myös tähän tutkimuskysymykseen on lyhyesti käsitelty kappaleessa 4.3.

4.3 Kaupankäynti lohkoketjuympäristössä

Tutkimuksessa selvisi se, että tokenisoitujen osakkeiden kaupankäynti voisi keskitetyssä-markkinapaikassa rakenteellisesti muistuttaa hyvin paljon sitä, mitä se on tällä hetkellä pörsseissä.

Tokenien osalta keskitetty-markkinapaikka pitää yhä yllä tarjouskirjaa, sekä se välittää sijoittajan toimeksiannot. (Binance Academy 2022). Keskitetyssä-markkinapaikassa toiminta keskittyy pääosin markkinapaikkana toimivalle alustalle, kuten kuvasta kolme näkee (Kuva 3, 22). Hajautettu-markkinapaikka taas on älysopimuksilla toimiva pääosin AMM-protokollaa käyttävä noodien verkosto, jonka hinnanmuodostus mekanismi hieman eroaa perinteisestä tarjouskirjasta, sillä hinta muodostuu tietyn algoritmin avulla, kuten luvussa 3.2 asiaa jo käsiteltiin.

Sijoittajan näkökulmasta kaupankäynti vapautuisi, sillä lohkoketjuteknologian avulla ei olisi tarvetta rajoittaa kaupankäyntiä vain tiettyihin tunteihin. Tämän eron voi jo nyt havainnoida normaalien osakkeiden ja kryptojen kaupankäynnissä. Näin myös tokenisoitujen osakkeiden kaupankäyntiä ei tarvitsisi rajoittaa pörssin aukiolotunteihin. Ostomekanismi eroasi tosin merkittävästi perinteisten osakkeiden prosessista, sillä kyseiset transaktiot merkitään lohkoketjulle, jonka myyjä ja ostaja digitaalisesti allekirjoittavat, kuten aihetta luvussa 3.2 käsiteltiin. Luvussa 3.1 mainittiin, kuinka kaupankäyntiin liittyy selvitysaika, eli kahden pankkipäivän jälkeen transaktioiden seuraukset näkyvät ostajan ja myyjän tilillä. Lohkoketjuteknologian avulla kyseistä selvitysaikaa ei ole, sillä seuraukset näkyvät lähes välittömästi (Hines 2021, 45).

Tutkimuksessa kävi myös ilmi, ettei sääntely ja lainsäädäntö ole kovinkaan yhteneväiset edes Euroopan sisällä. Tähän on tulossa muutos, sillä MiCA-asetus pyrkii lisäämään tokeneiden ja muiden krypto-omistusten lainsäädäntöä (kryptovarojen markkinoista sekä asetusten (EU) N:o 1093/2010 ja (EU) N:o 1095/2010 ja direktiivien 2013/36/EU ja (EU) 2019/1937 muuttamisesta). Yhdysvaltojen lainsäädäntökään ei ole Hinesin (2021) täysin selvää tokeneiden osalta, mutta hän toteaa kehityksen olevan parempaan päin (Hines 2021, 95). Tosin on hyvä huomauttaa, että Damsker (2024), joka on entinen SEC:in lakimies, teoksessaan toteaa, että tarvittava sääntely on ollut Yhdysvalloissa jo 100 vuotta, eikä se ole mitenkään erityisen epäselvää (Damsker 2024, Luku 6). On selvää, ettei kaikki toimijat Yhdysvaltain markkinoilla ole samaa mieltä lainsäädännön pätevyydestä.

Yhteenvetona on vaikea antaa täysin varmaa vastausta siihen, miten kaupankäynti tokenisoiduilla osakkeilla lohkoketjuympäristössä muuttuisi nykyiseen verrattuna, sillä lainsäädännöt ja markkinapaikkojen toteutustavat vaikuttavat asiaan merkittävästi. On kuitenkin varmaa, että lohkoketjuteknologia mahdollistaa ympärivuorokautisen kaupankäynnin, sekä se eliminoi kahden päivän selvitystajan. Etenkin luvussa 2.5 kuvattu omistamisen ja ostamisen monimutkainen prosessi jää lohkoketjuympäristössä pois.

5 Pohdinta, jatkotutkimus ja luotettavuus

Tutkimuksen tarkoitus oli tarkastella, kuinka lohkoketjuteknologiaan pohjautuva osakkeiden tokenisointi vähentäisi välikäsien määrää omistajuuden rakenteessa ja ostoprosessissa. Tutkimuksessa pyrittiin myös paneutumaan siihen, miten ostoprosessi saattaisi muuttua tokenisoidulla osakkeella lohkoketjuympäristössä. Ensimmäisessä luvussa pyrittiin rakentamaan kattavaa tietopohjaa lohkoketjuteknologiasta, tokeneista, tokenisoiduista osakkeista, niiden markkinapaikasta ja nykyisestä osakkeen omistajuuden rakenteesta yleisesti. Tätä tietopohjaa hyväksikäyttäen tutkimus käsitteli aihetta tutkimuskysymysten näkökulmasta, jonka jälkeen luvussa neljä näitä tuloksia käsiteltiin.

Tutkimuksessa ensimmäinen merkittävä huomio oli se, että finanssialalla ollaan erityisen kiinnostuneita omistusten tokenisoinnista. Tämä näkyy monissa raporteissa ja ulostuloissa, joissa merkittävät instituutiot tai niiden edustajat ennustavat positiivista tulevaisuutta tokenisaatiolle. Se, että onko tokenisoiduista osakkeista tulossa uusi normi lähitulevaisuudessa, sitä on vaikea arvioida. Alalla ei kuitenkaan ole merkittävää aktiivisuutta vielä, paitsi edellä mainittujen instituutioiden suhteen. Tämän takia tutkimuksen perusteella ei voi ottaa luotettavasti kantaa tokenisoitujen osakkeiden tulevaisuuteen. Tutkimuksen perusteella voidaan vetää johtopäätös, että teknologiassa on paljon potentiaalia myös finanssialalle.

Tällä hetkellä osakkeen omistukseen liittyy useita välikäsiä, kuten kappaleessa 2.5 asiaa tutkittiin. Etenkin jos kuluttaja päättää sijoittaa Yhdysvaltoihin, osakkeen omistuksen välikädet ja alisäilyttäjät tekevät asiasta monimutkaisen. Sopimusehdoista nousi esiin erikoisia piirteitä omistajuuden rakenteesta, sillä konkurssin tapahtuessa voi kuluttajalle tulla vaikeuksia saada arvopapereita tai niiden arvoa kotiutettua. Tämä yksistään lisää tarvetta vaihtoehtoiselle ratkaisulle, jossa välikäsien määrää voisi vähentää. Tokenisoiduilla osakkeilla lohkoketjuympäristössä on mahdollisuus vähentää näitä välikäsiä, tästä olivat samaa mieltä kaikki aihetta käsittelevät lähteet, etenkin Damsker ja Hines. (kts. Damsker 2024; Hines 2021) Tutkimuksessa nousi merkittävään rooliin markkinapaikan toteutustapa, eli hajautettu tai keskitetty. Tämä johtuu siitä, että toteutustavalla on merkittävä ero omistajuuden rakenteen kannalta. Kävi myös ilmi, että hajautetussa-markkinapaikassa ei ollut välikäsiä, sillä omistukset siirtyvät lompakosta lompakkoon automatisoidun markkinapaikan kautta, ja keskitetyssä-markkinapaikassa välikäsiä on hyvin vähän. Tämä tulos oli merkittävä, sillä näin suuri hyöty tutkimuskysymyksen kannalta oli yllättävää.

Tokenisoidulla osakkeella pystyisi käymään kauppaa vuorokauden ympäri, kuten nykyään kryptomarkkinoilla. Tämä on merkittävä parannus nykyiseen kaupankäyntiin osakkeilla, joissa kaupankäynti rajoittuu pörssin aukiolotunteihin. Nykyisessä jatkuvasti kehittyvässä ja digitalisoituvassa maailmassa on vielä erikoista nähdä, että on olemassa vain tiettyinä tunteina avoinna olevia suuria ja merkittäviä kauppapaikkoja, kuten pörssit. Tutkimuksessa kävi selvästi ilmi se, että on olemassa

jo teknologia vapauttamaan tätä kaupankäyntiä. Tällä teknologialla voisi myös eliminoida luvussa 2.4 mainitun selvitysajan, joka on kaksi pankkipäivää. Lohkoketjuteknologia mahdollistaisi lähes välittömän selvityksen, joten tälle kahden päivän selvitysajalle ei ole perusteluja. Tästäkin voi vetää johtopäätöksen, että tokenisoidut osakkeet ja lohkoketjuteknologia edistäisi markkinoita merkittävästi. On kuitenkin hyvä mainita, että asia saattaa olla hieman monimutkaisempi, sillä sääntely, lait ja monet markkinamekanismit voivat vaikuttaa lopputulokseen merkittävästi.

Tutkimuksen ydintulos on se, että tokenisoinnilla todella voi vähentää välikäsien määrää monella tavalla, sekä kaupankäynti teknologian avulla päivittyisi nykyaikaan, jossa markkinat ovat avoinna kellon ympäri. Syy siihen, miksi tätä teknologiaa ei ole aloitettu käyttämään laajemmin, johtuu luultavasti luvussa 2.3 käsitellyissä lainsäädännöllisistä seikoista. Euroopassa ei ole vielä yhtenäistä ja selkeää lainsäädäntöä tai standardeja liittyen krypto-omistuksiin tai tokeneihin, mutta MiCA-sääntely saattaa tuoda muutoksen asiaan pian. Yhdysvalloissa Damskerin (2024) mukaan on jo lainsäädäntö, jota voi aiheeseen soveltaa, kun taas Hines (2021) ei ole asiasta täysin samaa mieltä (Hines 2021, 95; Damsker 2024, Luku 6). Luvussa 3.2 mainittiin tokeni, joka on saanut SEC:ltä hyväksynnän, joten myös Yhdysvalloissa alkaa näkymään ensimmäisiä esimerkkejä sääntelyn alaisista tokenisoiduista osakkeista. Lähitulevaisuudessa MiCAn voimaan tulon myötä selviää, kokeeko markkinat tokenisaation myötä yhtä suuren renessanssin, kuin johdannossa mainitut tahojen raportit ennustavat.

Tutkimuksesta nousi mielikuva, että jokainen toimija markkinoilla tutkii ja implementoi tokenisointia itsenäisesti. Tästä nousee havainto, että jos tokenisointi kokisi merkittävää adaptaatioita alalta, olisi ala täynnä eri tahojen kehittämiä markkinapaikkoja ja muita alustoja. Jos tokenisoidut omistukset ja tokenisoidut osakkeet koskaan kokevat adaptaatioita, tarvitaan jonkinlaiset yhteiset standardit niille ja niiden kauppapaikoille. Tämän lisäksi monet prosessit voisi automatisoida markkinoilla. Luvussa 3.2 ja 4.2 mainittiin hieman älysopimusten avulla verotukseen liittyvien ilmoitusten automatisoinnista älysopimusten avulla, tämä ei perustu oikean maailman esimerkkiin, mutta tutkimusmateriaalin perusteella se olisi teknisesti täysin mahdollista. Aihe on laaja ja melko tuore, joten jatkotutkimuksen tarvetta on varmasti. Aihetta tulisikin tutkia laajemmassa tutkimuksessa, kuten pro gradu -tutkielmassa tai diplomityössä, jotta siitä saisi kattavamman ja yksityiskohtaisemman kuvan.

Opinnäytetyöprosessi alkoi maaliskuun lopulla, mutta työ nykyisessä muodossa alkoi huhtikuun alussa. Tästä voi päätellä, ettei aihe ollut valmiiksi suunniteltu tai tilattu, vaan aiheen keksiminen oli prosessi itsessään. Aiheen keksittyä opinnäytetyöprosessi alkoi sujuvasti tiedon keruulla. Eräissä aiheissa, kuten tokenisoiduissa osakkeissa eli pääomatokeneissa, tiedon kerääminen oli melko hankalaa ajoittain. Tämä johtui siitä, että tarpeeksi tuoreita ja tarpeeksi luotettavia lähteitä oli vaikea löytää. Internet on täynnä artikkeleita monenlaisista tokeneista, opinnäytetyössä pyrittiin

kuitenkin pitämään lähteet korkealla tasolla, joten tämä hankaloitti tiedon keruuta. Välillä lähteet eivät olleet samaa mieltä tokeneiden kategorioista tai alakategorioista, mutta opinnäytetyössä oleva jaottelu tuntui olevan luotetuimpien lähteiden tapa jaotella. Alussa opinnäytetyön tarkoitus oli valmistua syyslukukauden alussa, mutta ohjaajan rohkaisemana sain työn tehtyä nopeammin, kuin olin kuvitellutkaan.

Opinnäytetyön alussa minulla oli yleistietoa vastaava ymmärrys tokeneista, sekä olin käynyt kurssin lohkoketjuteknologiaan liittyen. Olin lukenut ja opiskellut kryptovaluutoista hieman, mutten koskaan perehtynyt aiheeseen erityisen syvällisesti. Tämän opinnäytetyöprosessin aikana opin paljon uusia asioita näistä aiheista, varsinkin asioista, jotka liittyivät DeFiin (Decentralized Finance). Opin vasta tätä työtä kirjoittaessa mitä oraakkelit ja älynsopimukset käytännössä tekevät. Näistäkin aiheista olisi voinut varmasti sisällyttää työhön syvällisempiä ja teknisempiä asioita, mutta koin tämän riittävän antamaan yleiskäsityksen teknologioista.

Ennen opinnäytetyön aloittamista ymmärsin osakemarkkinoiden perusrakenteen, kuten osakkeen välittäjät, ja niiden roolin. Tiesin myös sopimusehdoissa mainituista alisäilyttäjästä ja niiden verkostoista, mutta sopimusehdoissa mainituista asioista nousi mieleen se, että tietävätkö sijoittajat aina minkälaisia sopimuksia he allekirjoittavat (kts. luku 2.5). Opin tämän opinnäytetyön kirjoittamisen aikana paljon markkinoiden rakenteesta, varsinkin vastapuoliselvityksestä ja arvopaperikeskuksesta. Tieteellistä kirjoittamista olen onnistunut välttelemään hyvin tähän mennessä, joten opinnäytetyön kirjoittaminen oli askel tuntemattomaan. Uskon suoriutuneeni tästä novellista kokemuksesta kuitenkin melko hyvin. Suurimpana hidasteena tässä prosessissa oli tieteellinen kirjoittaminen, sillä itse aiheen opiskelu ja sisäistäminen oli mielestäni helppoa. Tätä kirjoittaessa minulla ei ole täyttä kuvaa, onko teos kirjoitettu tieteellisesti hyvin vai ei, sillä se selviää vasta muutaman viikon päästä.

Tämä oli kvalitatiivinen tutkimus, jossa käytettiin tutkimusmenetelmänä narratiivista kirjallisuuskatsausta. Tämä tarkoittaa sitä, että tutkimuksessa on kerätty luotettavaksi tulkittua aiempaa materiaalia, jota on analysoitu ja sitä on esitelty tutkimuksessa uuden materiaalin kanssa. (Vilkkä 2023, Luku 1.1.2) Tutkimukseen valikoitui kolme teosta, jotka muodostivat pohjan lähteille. Näiden kolmen ydinlähteen ohelle tukemaan valikoitui useita muita lähteitä, kuten artikkeleita, raportteja ja tutkimusartikkeleita. Kaikkiin lähteisiin sovellettiin tiettyjä kriteereitä, kuten ikä, luotettavuus ja objektiivisuus. Näiden kriteerien takia useat artikkelit jätettiin opinnäytetyön ulkopuolelle, tämä näkyi etenkin tokenien ja tokenisoitujen osakkeiden lähteiden valinnassa.

Tutkimuskysymykset olivat mielestäni tutkimuksessa relevantteja ja yksiselitteisiä. Tutkimuksen rajaus oli onnistunut, sillä se rajasi aiheen juuri sopivan kokoiseksi opinnäytetyön laajuuteen nähden. Tutkimuksen tietoperustassa pyrittiin käsittelemään aiheita yleisellä tasolla, sillä tutkimuksen

laajuus piti huomioida sitä kirjoittaessa. Tämän takia monia aiheita olisi voinut avata paljon enemmän, sukeltaen tutkimuksessa paljon syvemmälle teknisemmälle tasolle. Uskon kuitenkin, että valintani pitää tutkimus yleispätevänä oli oikea, ja siitä rakentui johdonmukainen kokonaisuus.

Tutkimus on uskottava ja pätevä yleisellä tasolla, sillä mielestäni se muodostaa lukijalle selkeän kuvan siitä, mitä tokenisointi, lohkoketjuteknologia ja näihin läheisesti liittyvät asiat ovat, sekä kuinka ne linkittyvät toisiinsa. Tutkimus onkin erityisen informatiivinen niille, jotka haluaisivat muodostaa käsityksen tutkittavista aiheista, muttei ole vielä tutustunut aiheisiin syvällisemmin. Tietoperustan esitetyt aiheet ovat rakennettu käyttäen luotettavia ja melko tuoreita lähteitä. Empiirisessä osassa näitä tietoperustassa tutkittuja ja esitetty aiheita hyväksikäyttäen on vastattu tutkimuskysymyksiin opinnäytetyöhön sopivalla laajuudella. Lähteinä tutkimukseen käytettiin luotettavia ja melko tuoreita teoksia ja mainonnan kaltaista materiaalia pyrittiin välttämään.

Lähteet

Binance Academy 2022. What's the Difference Between a CEX and a DEX?. Luettavissa:

<https://academy.binance.com/en/articles/what-s-the-difference-between-a-cex-and-a-dex>. Luettu:

12.05.2024.

Birch, D 2023. Larry Fink Says Tokens Are "The Next Generation For Markets". Luettavissa:

<https://www.forbes.com/sites/davidbirch/2023/03/01/larry-fink-says-tokens-are-the-next-generation-for-markets/>. Luettu: 17.05.2024.

Bitcoinkeskus 2024. RWA ja tokenisaatio. Bitcoinkesku.com. Luettavissa: [https://bitcoinkes-](https://bitcoinkeskus.com/rwa/)

[kus.com/rwa/](https://bitcoinkeskus.com/rwa/). Luettu: 11.04.2024.

Bomley, T & Cook, V 2023. Beyond Crypto: Tokenization. Bank Of America Institute. Luettavissa:

<https://institute.bankofamerica.com/content/dam/bank-of-america-institute/transformation/beyond-crypto-tokenization.pdf>. Luettu: 15.05.2024.

Chen, J 2020. What Is an Omnibus Account? How It's Managed. Luettavissa: [https://www.investo-](https://www.investopedia.com/terms/o/omnibusaccount.asp)

[pedia.com/terms/o/omnibusaccount.asp](https://www.investopedia.com/terms/o/omnibusaccount.asp). Luettu: 03.05.2024.

Damsker, A 2024. Understanding DeFi. O'Reilly Media. E-kirja. Luettu: 13.05.2024.

Delio Global 2023. [Delio] Understanding the types of security tokens: equity tokens, asset-backed

tokens, and debt tokens | Security Token Offerings from A to Z (Part 2). Luettavissa: [https://me-](https://medium.com/delio-global/delio-understanding-the-types-of-security-tokens-equity-tokens-asset-backed-tokens-and-debt-c33e0b9a1ed7)

[diom.com/delio-global/delio-understanding-the-types-of-security-tokens-equity-tokens-asset-](https://medium.com/delio-global/delio-understanding-the-types-of-security-tokens-equity-tokens-asset-backed-tokens-and-debt-c33e0b9a1ed7)

[backed-tokens-and-debt-c33e0b9a1ed7](https://medium.com/delio-global/delio-understanding-the-types-of-security-tokens-equity-tokens-asset-backed-tokens-and-debt-c33e0b9a1ed7). Luettu: 14.04.2024.

DTCC s.a. Custody Service. Luettavissa: [https://www.dtcc.com/settlement-and-asset-services/se-](https://www.dtcc.com/settlement-and-asset-services/securities-processing/custody-service)

[curities-processing/custody-service](https://www.dtcc.com/settlement-and-asset-services/securities-processing/custody-service). Luettu: 04.05.2024.

Ethereum 2023. Proof-of-Work (POW). Luettavissa: [https://ethereum.org/en/developers/docs/con-](https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pow/)

[sensus-mechanisms/pow/](https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pow/). Luettu: 09.04.2024.

Ethereum 2024. Proof-of-Stake (POS). Luettavissa: [https://ethereum.org/en/developers/docs/con-](https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/)

[sensus-mechanisms/pos/](https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/). Luettu: 09.04.2024.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2023/1114, kryptovarojen markkinoista sekä asetusten (EU) N:o 1093/2010 ja (EU) N:o 1095/2010 ja direktiivien 2013/36/EU ja (EU) 2019/1937 muuttamisesta, annettu 31 päivänä toukokuuta 2023, (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti)

▼ Teksti

9.6.2023 FI Euroopan unionin virallinen lehti L 150/40

EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EU) 2023/1114,
annettu 31 päivänä toukokuuta 2023,
kryptovarojen markkinoista sekä asetusten (EU) N:o 1093/2010 ja (EU) N:o 1095/2010 ja direktiivien 2013/36/EU ja (EU) 2019/1937 muuttamisesta

(ETA:n kannalta merkityksellinen teksti)

EUROOPAN PARLAMENTTI JA EUROOPAN UNIONIN NEUVOSTO, jotka ottavat huomioon Euroopan unionin toiminnasta tehdyn sopimuksen ja erityisesti sen 114 artiklan, ottavat huomioon Euroopan komission ehdotuksen, sen jälkeen kun esitys lainsäätämisyhteistyössä hyväksyttäväksi säädökseksi on toimitettu kansallisille parlamenteille, ottavat huomioon Euroopan keskuspankin lausunnon ⁽¹⁾, ottavat huomioon Euroopan talous- ja sosiaalikomitean lausunnon ⁽²⁾, noudattavat tavallista lainsäätämisyhteistyötä ⁽³⁾, sekä katsovat seuraavaa:

(1) On tärkeää varmistaa, että rahoituspalveluja koskevat unionin säädökset soveltuvat digiaikaan ja että niillä edistetään ihmisten hyväksi toimivaa tulevaisuuden vaatimukset huomioon ottavaa taloutta muun muassa mahdollistamalla innovatiivisten teknologioiden käyttö. Unionilla on toimintapoliittinen intressi läpimurtoteknologioiden kehittämiseen ja käyttöönoton edistämiseen rahoitusalaalla, hajautetun tilikirjan teknologian (DLT) käyttöönotto mukaan luettuna. *On odotettavissa, että monet hajautetun tilikirjan teknologian ja myös lohkoketjuteknologian sovellukset, joita ei ole vielä täysin tutkittu, synnyttävät jatkossakin uudenlaista liiketoimintaa ja uusia liiketoimintamalleja, jotka yhdessä itse kryptovara-alan kanssa johtavat talouskasvuun ja uusiin työllistymismahdollisuuksiin unionin kansalaisille.*

Kuvankaappaus [Euroopan kryptovarojen sääntelystä \(MiCA-asetus\)](#)

Finanssivalvonta 2024. Arvopaperikeskus. Luettavissa: <https://www.finanssivalvonta.fi/finanssisektorin-toimijalle/paaomamarkkinat/arvopaperikeskus/>. Luettu: 02.05.2024.

Garcia, A 2023. Web3 oracle nodes: The capabilities and challenges of an industry disruptor. Luettavissa: <https://www.ibm.com/blog/web3-oracle-nodes-the-capabilities-and-challenges-of-an-industry-disruptor/>. Luettu: 18.05.2024

Gong, J& Xun, W. 2020. Cryptoeconomics. Auerbach Publishers, Incorporated. E-kirja. Luettu: 03.04.2024.

Groenfeldt, T 2017. IBM And Maersk Apply Blockchain To Container Shipping. Luettavissa: <https://www.forbes.com/sites/tomgroenfeldt/2017/03/05/ibm-and-maersk-apply-blockchain-to-container-shipping/>. Luettu: 16.05.2024.

Handelsbanken 2023. Sijoituspalvelu- ja säilytys sopimuksen yleiset ehdot – henkilöasiakkaat. Luettavissa: <https://www.handelsbanken.fi/fi/henkilöasiakkaat/ehdot/sijoituspalvelu-ja-sailytys-sopimuksen-ehdot>. Luettu: 03.05.2024.

- Hayes, A. 2024. What Is Tokenized Equity? How Tokenized Stock Works, and Examples. Luettavissa: <https://www.investopedia.com/terms/t/tokenized-equity.asp>. Luettu: 20.04.2024.
- Hemmilä, M 2024. Näin suomalaiset sijoittivat vuonna 2023 – Katso, teitkö samanlaisia sijoituspäätöksiä kuin muut. Luettavissa: [https://www.op-media.fi/sijoittaminen/nain-suomalaiset-sijoittivat-vuonna-2023-/](https://www.op-media.fi/sijoittaminen/nain-suomalaiset-sijoittivat-vuonna-2023/) Luettu: 17.05.2024.
- Hines, B. 2021. Digital Finance: Security Tokens and Unlocking the Real Potential of Blockchain. Wiley Data and Cybersecurity. E-kirja. Luettu: 03.04.2024.
- IBM s.a. What are smart contracts on blockchain?. Luettavissa: <https://www.ibm.com/topics/smart-contracts>. Luettu: 19.05.2024.
- The Investopedia Team 2024. What is Bitcoin? How to Mine, Buy, and Use It. Investopedia. Luettavissa: <https://www.investopedia.com/terms/b/bitcoin.asp>. Luettu: 06.04.2024.
- INX. s.a. INX Token. Luettavissa: <https://www.inx.co/inx-token/>. Luettu: 13.05.2024.
- Karayaneva, N 2024. BlackRock's \$10 Trillion Tokenization Vision: The Future Of Real World Assets. Luettavissa: <https://www.forbes.com/sites/nataliakarayaneva/2024/03/21/blackrocks-10-trillion-tokenization-vision-the-future-of-real-world-assets/>. Luettu: 04.05.2024.
- Kenton, W. 2022. What Is the Depository Trust Company (DTC) in Banking?. Luettavissa: <https://www.investopedia.com/terms/d/dtc.asp>. Luettu: 04.05.2024.
- Kumar, S., Suresh, R., Liu, D., Kronfellner, B. & Kaul, A. 2022. Relevance of on-chain asset tokenization in 'crypto winter'. Boston Consulting Group. Luettavissa: <https://web-assets.bcg.com/1e/a2/5b5f2b7e42dfad2cb3113a291222/on-chain-asset-tokenization.pdf>. Luettu: 17.05.2024.
- Marr, B. 16.02.2018. A Very Brief History Of Blockchain Technology Everyone Should Read. Forbes. Luettavissa: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/02/16/a-very-brief-history-of-blockchain-technology-everyone-should-read/>. Luettu: 04.04.2024.
- McKinsey & Company 2024. What is tokenization? Luettavissa: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-tokenization>. Luettu: 17.05.2024.
- Minilex s.a.a. Osakkeen määritelmä. Luettavissa: <https://www.minilex.fi/a/osakkeen-määritelmä>. Luettu: 02.05.2024.

- Minilex s.a.b. Osakkeenomistajan rajoitettu vastuu. Luettavissa: <https://www.minilex.fi/a/osakkeen-omistajan-rajoitettu-vastuu>. Luettu: 02.05.2024.
- Nakamoto, S. 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Bitcoin.org. Luettavissa: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Luettu: 04.04.2024.
- Napoletano, E. 2023. Proof Of Stake Explained. Luettavissa: <https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/proof-of-stake/>. Luettu: 10.04.2024.
- Nasdaq 2018. Opi osakkeet. 12.painos. Nasdaq. Helsinki.
- Nasdaq 2024. Nasdaq Statistical Milestones. Luettavissa: <https://www.nasdaq.com/market-activity/statistical-milestones>. Luettu: 17.05.2024.
- Nordea 2022. Arvo-osuustilin ja arvopaperisäilytyksen yleiset ehdot 01.2022. Nordea. Luettavissa: <https://www.nordea.fi/Images/146-90164/arvo-osuustilin-ja-arvopaperisailytyksen-yleiset-ehdot.pdf>. Luettu: 03.05.2024
- Panciatici, O s.a. Driving auto supply chains forward with blockchain. Luettavissa: <https://www.ibm.com/case-studies/renault>. Luettu: 16.05.2024.
- Pwc 2021. Asset Tokenisation. Pwc. Luettavissa: <https://www.pwc.com/ng/en/assets/pdf/asset-tokenisation.pdf>. Luettu: 14.04.2024.
- Pwc 2024. Tokenization in financial services: Delivering value and transformation. Luettavissa: <https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/tokenization-in-financial-services.html> Luettu: 17.05.2024.
- Salminen, A 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus?. Vaasan yliopiston julkaisuja. Vaasa. Luettavissa: https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf. Luettu: 22.05.2024.
- Sitra s.a. Lohkoketju. Luettavissa: <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/lohkoketju/>. Luettu: 20.04.2024.
- SOMA.Finance s.a. What Is a Non-Custodial Platform?. Luettavissa: https://www.soma.finance/docs/SOMA_Corporate_Presentation.pdf. Luettu: 10.04.2024.
- Tilastokeskus 2023. Pörssiosakkeita,sijoitusrahastoja tai molempia omistavien henkilöiden lukumäärä 2013-2022. Luettavissa: <https://stat.fi/julkaisu/cl8jw7ihr99y00dut4aa1c0dw> Luettu: 16.05.2024.

United States Attorney's Office 2023. Co-Founder Of Multibillion-Dollar Cryptocurrency Scheme "OneCoin" Sentenced To 20 Years In Prison. Luettavissa: <https://www.justice.gov/usao-sdny/pr/co-founder-multibillion-dollar-cryptocurrency-scheme-onecoin-sentenced-20-years-prison>. Luettu: 17.05.2024.

U.S. Securities and Exchange Commission 2012. DTC Chills and Freezes. Luettavissa: https://www.sec.gov/oiea/investor-alerts-bulletins/ib_dtcfreezes . Luettu: 12.05.2024.

U.S. Securities and Exchange Commission 2023. Staff Bulletin: Risks Associated with Omnibus Accounts Transacting in Low-Priced Securities. Luettavissa: https://www.sec.gov/tm/risks-omnibus-accounts-transacting-low-priced-securities#_ftn11. Luettu: 12.05.2024

Vaid, A. 2021. Proof of Work. Luettavissa: <https://medium.com/coinmonks/proof-of-work-1c95afde541>. Luettu: 09.04.2024.

Van der Elst, C & Lafarre, A. 2019. Blockchain and Smart Contracting for the Shareholder Community.

Van der Linden, T & Shirazi, T. 2023. Markets in crypto-assets regulation: Does it provide legal certainty and increase adoption of crypto-assets?. Financial innovation (Heidelberg)

Vilkka, H 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. Art House. Helsinki. E-kirja. Luettu: 21.05.2024.

Göthberg, D 2012. Hash Tree. Luettavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Merkle_tree#/media/File:Hash_Tree.svg. Luettu: 11.04.2024.