



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Kasper Lehtonen

Lohkoketjuteknologian vaikutus finanssisektoriin ja keskuspankkien toimintaan

Laskentatoimen ja rahoituksen yksikkö
Taloustieteen Pro Gradu -tutkielma
Taloustieteen maisteriohjelma

Vaasa 2024

VAASAN YLIOPISTO**Laskentatoimen ja rahoituksen yksikkö**

Tekijä:	Kasper Lehtonen		
Tutkielman nimi:	Lohkoketjuteknologian vaikutus finanssisektoriin ja keskuspankkien toimintaan		
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri		
Oppiaine:	Taloustiede		
Työn ohjaaja:	Panu Kalmi		
Valmistumisvuosi:	2024	Sivumäärä:	56

TIIVISTELMÄ:

Tutkielman tavoitteena on esitellä lohkoketjuteknologian historiaa ja toimintaa sekä selvittää lohkoketjuteknologian käyttömahdollisuudet ja mahdolliset uhkakuvat finanssisektorilla ottaen erityisesti keskuspankit ja keskuspankkien digitaaliset valuutat tarkasteluun. Tutkielma suoritetaan kirjallisuuskatsauksena aiheeseen liittyvästä tieteellisestä kirjallisuudesta

Tällä hetkellä keskeisimpänä käyttömahdollisuutena voidaan pitää virtuaalivaluutta bitcoinia, jonka käyttöalustaksi lohkoketjut ovat alun perin kehitetty. Bitcoin, sekä lohkoketjuteknologia yleisesti, on kehitetty ratkaisemaan ongelmia nykyisessä rahoitusjärjestelmässä. Näitä ongelmia ovat riippuvuus pankkeihin ja hallitukseen, transaktioiden korkeat kustannukset ja hidas toteutuminen, yksityisyyden puute sekä rahoitusjärjestelmän läpinäkymättömyys.

Keskeisenä havaintona voidaan pitää lohkoketjuteknologian adaptaation finanssisektorille olevan hyvin aikaisessa vaiheessa. Teknologian alkuperäiset lupaukset eivät ole täysin toteutuneet, eikä sen käyttö ole vielä tarpeeksi tehokasta, jotta sitä hyödynnettäisiin finanssisektorilla laajamittaisesti. Bitcoinia voidaan myös pitää edelleen korkean riskin sijoituskohteena, eikä täysin käypänä valuuttana ja arvona markkinoilla.

Keskuspankit pyrkivät kehittämään omia digitaalisia valuuttojaan, sen sijaan, että jo markkinoilla olevia keskeisistä hallinnoista riippumattomia valuuttoja alettaisiin hyödyntämään laajamittaisesti. Keskuspankkien omilla digitaalisilla valuutoilla pyritään toteuttamaan rahapolitiikkaa, sekä laajentamaan pankkipalveluja alueille, joissa se on tällä hetkellä hankalaa.

AVAINSANAT: lohkoketjuteknologia, bitcoin, keskuspankit, digitalisaatio, digitaaliset valuutat

Sisällys

1	Johdanto	6
1.1	Tutkielman tavoite ja toteutus	6
1.2	Tutkielman rakenne	7
2	Lohkoketjuteknologian perusteet	9
2.1	Lohkoketjuteknologian kehittäminen	9
2.2	Toiminta	10
2.2.1	Konsensus	11
2.3	Lohkoketjujen tyypit	12
2.3.1	Hajautettu tilikirja	12
2.3.2	Julkinen lohkoketju	13
2.3.3	Yksityinen lohkoketju	14
3	Teknologian rooli finanssisektorilla	15
3.1	Muutokset 2008 finanssikriisin jälkeen	16
3.2	Teknologinen kehitys finanssisektorilla	16
3.2.1	Fintech 1.0	18
3.2.2	Fintech 2.0	18
3.2.3	Fintech 3.0	18
3.2.4	Fintechin ja pankkien välinen yhteys	19
4	Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen finanssisektorilla	23
4.1	Käyttömahdollisuudet ja edut	23
4.1.1	Bitcoin	23
4.1.2	Kustannusten alentaminen	26
4.1.3	Joukkorahoitus ja ICO	27
4.1.4	Arvopaperien digitointi	28
4.1.5	Turvallisuus	30
4.2	Lohkoketjuteknologian kohtaamat haasteet	31
4.2.1	Skaalautuvuus	31
4.2.2	Yksityisyyden ongelmat	32

4.2.3	Lainsäädäntö ja regulaatio	32
4.2.4	Kryptovaluuttojen volatilitteetti	34
4.2.5	Rikollinen toiminta ja huijaukset	35
4.2.6	Energiankulutus	36
4.2.7	Teknologian kustannukset	38
5	Lohkoketjut keskuspankeille	40
5.1	Digitaalinen keskuspankkiraha	40
5.1.1	Digitaalinen euro	41
5.1.2	Digitaaliset keskuspankkirahat muualla	42
5.1.3	Digitaalisen keskuspankkirahan ongelmat	43
5.1.4	Pankkien suhtautuminen kryptovaluuttoihin	45
6	Johtopäätökset	48
	Lähteet	50

Kuvat

- Kuva 1. Esimerkki lohkoketjun rakenteesta ja sisällöstä (Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., Wang, h, 2018). 11
- Kuva 2. Bitcoinin arvon kehitys dollareina vuosina 2008–2024 (CoinMarketCap, 2024). 26
- Kuva 3. Bitcoinin energiankulutus vuositasolla (TWh/vuosi) (Diciconomist, 2024). 37
- Kuva 4. Kryptovaluuttojen liikkeellelaskun vaikutus rahan tarjontaan ja kysyntään (Oh & Nguyen, 2018, s. 48). 45
- Kuva 5. IS-LM -malli kryptovaluuttojen liikkeellelaskussa (Oh & Nguyen, 2018, s. 49). 46

1 Johdanto

Pankki- ja rahoitustoimintaa on ollut sivilisaatioiden alusta asti, jopa Mesopotamian ajalla tuhansia vuosia ennen nykyaikaisen ajanlaskun alkua (Bromberg, 1942, s. 77–78). Pankki- ja rahoitustoiminnalla on tärkeä rooli maailmantaloudessa. Perinteisesti pankkisektoria pidetään konservatiivisena toimialana, joka on vastahakoinen muutoksille. Menneisyyttä leimasi vakaat liiketoimintaympäristöt, selkeät liiketoimintamallit ja määritellyt rajat, jotka aiheuttivat lineaarisen ja ennakoitavan liiketoimintaympäristön. Tämä johti hitaampaan muutosten tahtiin verrattuna muihin aloihin. Silti olosuhteet ovat muuttuneet viimeisten vuosikymmenten aikana, mikä on johtanut mullistaviin muutoksiin pankkialalla (Tornjanski ja muut, 2015, s. 11).

Lohkoketjuteknologia on nostanut suosiotaan viime vuosina enenevässä määrin ja sitä voidaankin pitää keskeisenä tekijänä digitaalisessa vallankumouksessa. Lohkoketjuteknologia kehitettiin alun perin kryptovaluutta bitcoinin toiminta-alustaksi, mutta teknologiaa on alettu hyödyntämään useisiin muihin tarkoituksiin myöhemmin. Lohkoketjuteknologia perustuu hajautukseen ja se tarjoaa innovatiivisen tavan esimerkiksi siirtää dataa turvallisesti. Teknologian käyttö on levinnyt kryptovaluuttasektorilta myös perinteisemmälle rahoitussektorille ja jopa keskuspankkeihin.

1.1 Tutkielman tavoite ja toteutus

Tässä tutkielmassa tarkastellaan, miten keskuspankit pystyvät hyödyntämään palveluissaan lohkoketjuteknologiaa sekä perehdytään teknologian alkuperään, kehitykseen ja itse teknologian toimintaan. Kryptovaluutta bitcoinin tultua markkinoille vuonna 2008 huomio lohkoketjuteknologiaa kohtaan ja sen käyttöpotentiaalin huomaaminen on ollut merkittävää.

Tutkielmassa pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Miksi lohkoketjuteknologia on kehitetty ja miten se toimii?
- Mitkä ovat lohkoketjuteknologian tuomat hyödyt ja haasteet finanssisektorilla?
- Mitä etuja keskuspankit pystyvät tuomaan markkinoille digitaalisten keskuspankkirahojen avulla?

Tutkielma suoritetaan kirjallisuuskatsauksena aihetta käsittelevästä kirjallisuudesta. Tutkielman lähteinä käytetään muun muassa tieteellisiä artikkeleja, kansainvälisten instituutioiden sekä yritysten julkaisemia artikkeleja sekä muita julkaisuja. Vaikka aihepiiri on hyvin ajankohtainen ja sitä voidaan pitää melko uutena, lohkoketjuteknologiaa on tutkittu riittävästi, jotta tutkielman tekeminen on mahdollista ja luotettavaa lähdemateriaalia on tarjolla. Aihepiirin ajankohtaisuus luo tarvetta kirjoittaa aiheesta erityisesti suomen kielellä, jotta yhä useampi pystyy tutustumaan aiheeseen omalla äidinkielellään, jotta aiheen tuntemus kasvaa maailmanlaajuisesti.

1.2 Tutkielman rakenne

Tutkielma koostuu kuudesta pääluvusta. Johdantoluvussa esitellään aihe pääpiirteineen lukijalle ja esitetään tutkimuskysymykset, joihin tutkielmassa pyritään saamaan vastaukset. Samanaikaisesti tuodaan esille aiheen tutkimisen kannattavuus ja yhteiskunnalliset vaikutukset, myös finanssialan ulkopuolelta.

Toinen luku käsittelee lohkoketjuteknologian taustaa ja sen toimintaa. Tutkielmassa käsitellään vielä hyvinkin uutta teknologiaa, joka ei ole kokonaisvaltaisesti käytössä vielä, joten tarkoituksena on tuoda teknologian peruskäsitteet ja toiminta lukijalle esiin, jotta tutkielmaa on selkeämpi lukea jatkossa. Toisessa luvussa käsitellään muun muassa lohkoketjuteknologian historiaa ja sen kehittäjää, mihin tarkoitukseen sitä ylipäättään on kehitetty, sekä lohkoketjuteknologian perusominaisuuksia.

Kolmannessa luvussa käsitellään finanssisektorin historiaa ja nykytilaa teknologisesta näkökulmasta. Koska finanssikriisit ovat myös olennaisessa asemassa sekä

lohkoketjuteknologian kehityksessä ja toiminnassa että keskuspankkien toiminnassa ja rooleissa, käsitellään keskuspankkien toimintaa ja sen muutosta finanssikriisin jälkeisenä aikana myös kolmannessa luvussa. Finanssiteknologialla on tutkielmassa suuri rooli, joten kolmannessa luvussa käydään läpi myös finanssiteknologian suurimmat mullistukset historian saatossa.

Neljännessä ja viidennessä luvussa käsitellään lohkoketjuteknologian hyödyntämistä finanssisektorilla. Neljännessä luvussa keskitytään lohkoketjuteknologian tuomiin hyötyihin ja haittoihin sekä esitetään useita lohkoketjuteknologian käyttömahdollisuuksia. Viidennessä luvussa keskitytään erityisesti keskuspankkeihin, ja niiden lanseeraamiin digitaalisiin keskuspankkirahoihin. Digitaalisten keskuspankkirahojen käyttötarkoitusten ja peruseriaatteiden esittelyn jälkeen käydään läpi digitaalista euroa sekä muita digitaalisia keskuspankkirahoja maailmalta. Myös niiden mahdollisia ongelmia tulevaisuudessa pohditaan. Kuudennessa luvussa tehdään yhteenveto tutkielmasta ja esitetään saavutetut johtopäätökset.

2 Lohkoketjuteknologian perusteet

Vuonna 2008 Satoshi Nakamoton julkaisu ”*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*” näki päivänvalon ja tätä pidetään lohkoketjuteknologian lähtöpisteenä (Sarmah, 2018). Nakamoton henkilöllisyys ei ole vielä kukaan tiedossa, eikä esimerkiksi pystytä sanomaan varmasti, onko kyseessä yksi henkilö vai usean toimijan ryhmä.

Julkaisussaan Nakamoto (2008) esittelee bitcoinin toiminnan ja mahdollisuudet. Bitcoinia kuvaillaan sähköisenä käteisenä, joka toimii täysin vertaisverkossa, eli toisten käyttäjien tietokoneiden ylläpitämänä. Järjestelmä ja sen toiminta ei siis ole instituutioiden tai yhden tietyn henkilön tai laitteen varassa. Lohkoketjut ovat siis alun perin kehitetty juuri bitcoinia varten.

2.1 Lohkoketjuteknologian kehittäminen

Bitcoin julkaistiin vuonna 2008 nopeasti talouskriisin jälkeen. Julkaisussaan Nakamoto (2008) kertoo järjestelmän tavoitteena olevan poistaa riippuvuus pankeista ja rahoituslaitoksista, joiden varassa maksuliikenne ja rahansiirto ovat. Nykyisen, luottamukseen perustuvan mallin, jossa transaktiot suoritetaan kolmannen osapuolen, esimerkiksi pankin, kautta, ei koettu enää olevan riittävä.

Nykyisellä, luottamukseen perustuvalla, mallilla on huomattavat luontaiset heikkoudet. Näitä ongelmia ovat esimerkiksi transaktioiden kustannukset suhteessa transaktioiden suuruuteen. Transaktiokustannusten takia pienet ja satunnaiset transaktiot eivät ole kannattavia. Tämä johtuu siitä, että täysin peruuttamattomat transaktiot eivät ole mahdollisia, koska riitatilanteissa rahoituslaitokset joutuvat sovitteluun eri osapuolien kesken (Nakamoto, 2008). Toisena syynä esitetään kauppiaiden tarve hankkia asiakkaistaan henkilökohtaisia tietoja, joita ei muuten tarvitsisi ilmoittaa ulkopuolisille. Näin voidaan varmistaa asiakkaan luotettavuus.

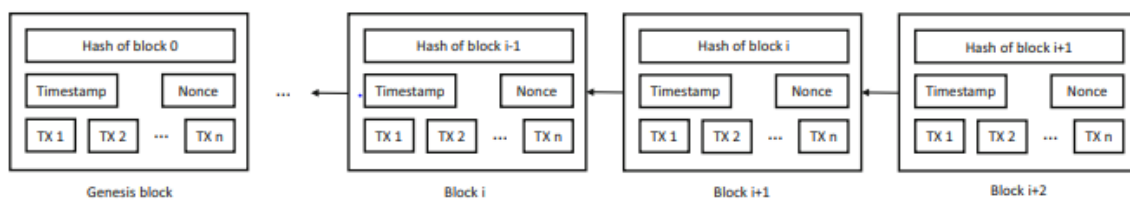
Suuri tekijä lohkoketjujen ja kryptovaluuttojen kehittämiseksi on luottamuksen väheneminen ja kritiikin nousu pankkeja kohtaan. Pankkikriisin kokeminen henkilökohtaisesti heikentää huomattavasti luottamusta pankkeihin ja kriisin keston pituus on negatiivisesti riippuvainen suhteessa luottamuksen määrään pankkeja kohtaan (Fungáčová ja muut, 2022, s. 86).

2.2 Toiminta

Lohkoketjuteknologian tekniset yksityiskohdat ja järjestelmät ovat hyvin monimutkaisia ymmärtää perusteellisesti ja se vaatii todellista alan asiantuntijuutta ja aiheeseen perehtymistä. Lohkoketjun yleiset toimintaperiaatteet ovat kuitenkin laajemmalle lukijakunnalle selitettävissä. Tässä tutkielmassa käsitellään lohkoketjuteknologian toimintaperusteita pääpiirteittäin. Esimerkit ovat pääosin bitcoinin lohkoketjusta, sillä se on ensimmäinen julkaistu lohkoketjuteknologian järjestelmä ja siksi siitä on parhaiten informaatiota saatavilla.

Lohkoketjun toiminta- ja turvallisuusperiaatteet perustuvat hajautukseen. Koska data ei ole koskaan säilössä yhdessä pisteessä, on tietoturvariskit pienemmät. Tämä on kehitystä aiemmin mainittuun luottamusongelmaan. Luottamusongelma ratkaistaan lohkoketjuteknologian tapauksessa hajautetulla tilikirjalla (Di Pierro, 2017). Hajautetussa tilikirjassa useampi osapuoli pitää kirjaa transaktioista. Näin voidaan varmistaa, että transaktioiden järjestystä, tai aikaleimaa ei ole muutettu myöhemmin.

Lohkoketju koostuu kuvan 1 mukaisesti kirjaimellisesti toisiinsa yhdistetyistä lohkoista. Yksinkertaistettuna lohko sisältää edellisen lohkon tunnisteen (hash), satunnaisen numero- ja kirjainsarjan, jota käytetään lohkon luomiseen ja tunnistamiseen (nonce, number used once), aikaleiman (timestamp) ja itse transaktiot (TX1, TX2 jne.). Lohko sisältää edellisen lohkon tunnisteen, jotta ne voidaan liittää yhteen. Näin ketjun järjestys on selvillä, eikä sitä voida muuttaa enää.



Kuva 1. Esimerkki lohkoketjun rakenteesta ja sisällöstä (Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., Wang, h, 2018).

Lohkon sisältämä data voi sisältää eri asioita riippuen siitä, mihin kyseistä lohkoketjua käytetään. Data voi olla esimerkiksi kryptovaluuttatransaktioita, älykkäitä sopimuksia, digitoituja arvopapereita tai henkilökohtaista informaatiota. Yhden lohkon sisältämä datamäärä on ennalta määrätty, jonka täytyessä lohko liitetään ketjuun omalle paikalleen. Koko transaktioketju on kaikkien luettavissa ja vahvistettavissa. Kryptografialla vahvistetut ketjut pysyvät turvallisina, eikä dataa tai ketjun järjestystä pääse muokkaamaan jälkikäteen.

2.2.1 Konsensus

Lohkoketjujen vahvistaminen perustuu konsensusmekanismiin, jossa enemmistön verkoston vahvistajista tulee olla yhteisymmärryksessä tilikirjan tilasta (Swanson, 2015). Bitcoinin tapauksessa konsensus tarkoittaa sitä, että pisin ketju on validi tilikirja. Tämä on se ketju, johon tulevaisuudessa vahvistetut lohkot liitetään. Tietoturvariskit pysyvät konsensusmekanismin ansiosta äärimmäisen pieninä, sillä kolmannen osapuolen hyökkääjän on käytännössä mahdotonta saavuttaa enemmistön asemaa sen vaatiman laskentatehon takia. Tilikirja pysyy siis avoimena, muuttumattomana ja sellaisena, kuin se on tarkoitettukin pysyvän.

Mahdollisia keinoja ylläpitää konsensusta on useita, mutta yleisin keino on bitcoinissakin käytetty transaktion todentaminen (Proof of Work.) Bitcoinissa liittämällä uuden lohkon onnistuneesti ketjuun ansaitsee palkkioksi kiinteän määrän bitcoineja sekä transaktiomaksun. Tämä palkkio toimii kannustimena ylläpitää lohkoketjuverkkoa ja sen toimintaa. Toimijoita, jotka liittävät lohkoja ketjuun, kutsutaan bitcoinin tapauksessa

louhijoiksi. Louhijoita on samanaikaisesti useita ja he kilpailevat keskenään siitä, kuka saa liitettyä lohkon ansaitakseen palkkion. Louhijat ratkaisevat monimutkaista matemaattista funktiota, joka onnistuneen ratkaisun jälkeen täyttää bitcoinin verkon vaikeustason vaatimukset. Ratkaisun löydyttyä tieto välittyy muille louhijoille, jotka varmistavat lohkon transaktioiden pätevyyden ja lohko lopulta hyväksytään ja liitetään ketjuun. Lohkon liittäminen vaatii merkittävän määrän laskentatehoa tietokoneilta, joka on kallista ylläpitää, joten nykypäivänä markkinoilla on useita suuria toimijoita, jotka ovat mukana louhimisessa. Bitcoinin alkuaikoina louhimista suorittivat myös yksittäiset henkilöt omilla tietokoneillaan, mutta tämä on harvinaisempaa nykypäivänä (Visa, 2024.)

2.3 Lohkoketjujen tyypit

Vaikka lohkoketjuteknologia kehitettiin alun perin bitcoinin alustaksi, on sitä alettu hyödyntää eri tavoin. Lohkoketjuja voidaan jaotella luokkiin niiden ominaisuuksien mukaan. Tähän tutkielmaan tärkeimpinä lohkoketjutyyppeinä voidaan pitää hajautettua tilikirjaa, julkista lohkoketjua sekä yksityistä lohkoketjua (Bashir, 2017, s. 30–32).

2.3.1 Hajautettu tilikirja

Nimensä mukaisesti, hajautettu tilikirja on eräänlainen tietokanta, joka jaetaan useiden sivujen, maiden, tai instituutioiden kesken, ja on tyypillisesti julkinen. Tilikirjaan sijoitetut tallenteet varastoidaan toistensa perään katkeamattomaan tilikirjaan aiemmin mainitun lohkon sijasta. Tässäkin tapauksessa osallistujien tulee päästä yhteisymmärrykseen, jotta tietoja voidaan lisätä tilikirjaan (Walport, 2016, s. 17–18).

Jokainen toimija vertaisverkossa on eräänlainen solmukohta. Jokainen solmu validoi ja tallentaa päivitykset synkronoituun tilikirjaan. Esimerkiksi maksujen ja sopimusten tilanteessa hajautettu tilikirja mahdollistaa toimijoiden vakiintuneiden menettelyjen ja protokollien käytön avulla, suorittaa transaktioita ilman turvautumista keskitettyyn viranomaiseen ylläpitämään pääkirjaan. Hajautetulla tilikirjalla on mahdollista radikaalisti muuttaa tapoja, jolla varoja ylläpidetään ja säilytetään, velvoitteet täytetään,

sopimukset toteutetaan ja riskejä hallitaan (Townsend, 2020, s. 2). Iansiti ja Lakhani (2017, s. 119–120) kuvaavat lohkoketjuteknologian ja hajautetun tilikirjan tuomia mahdollisuuksia seuraavasti:

Sopimukset, transaktiot ja niiden rekisteröinnit kuuluvat määritteleviin rakenteisiin taloudellisissa, oikeudellisissa ja poliittisissa järjestelmissämme. Ne suojaavat varoja ja määrittelevät organisaation rajat. Ne perustavat ja varmentavat identiteetit sekä kirjaavat tapahtumat. Ne ohjaavat vuorovaikutusta valtioiden, organisaatioiden, yhteisöjen ja yksilöiden välillä. Ne ohjaavat johtamista ja sosiaalista toimintaa. Ja kuitenkin nämä kriittiset työkalut ja niiden hallinnointiin muodostetut byrokraatit eivät ole pysyneet digitaalisen talouden muutoksen tahdissa. Ne ovat kuin ruuhka-aikainen liikenneruuhka, joka loukkaa Formula 1 -kilpa-autoa. ... Lohkoketjujen kautta voimme kuvitella maailman, jossa sopimukset ovat upotettuina digitaaliseen koodiin ja tallennettuina läpinäkyviin, hajautettuihin tietokantoihin, joissa ne ovat suojattuja poistamiselta, väärentämiseltä ja muutoksilta. Tässä maailmassa jokaisella sopimuksella, jokaisella prosessilla, jokaisella tehtävällä ja jokaisella maksulla olisi digitaalinen tietue ja allekirjoitus, joka voitaisiin tunnistaa, varmentaa, tallentaa ja jakaa.

2.3.2 Julkinen lohkoketju

Bitcoin on malliesimerkki julkisesta lohkoketjusta. Lohkoketju on kaikille avoin, eikä kukaan yksityinen henkilö tai yritys omista sitä. Ihmiset ovat siis vapaita osallistumaan lohkoketjun toimintaan sekä konsensuksen luomiseen ja ylläpitämiseen. Bitcoinin tapauksessa osallistujia palkitaan bitcoinpalkkioilla, mutta näin ei ole kaikissa julkisissa lohkoketjuissa (Bashir, 2017, s. 32).

Julkisessa lohkoketjussa oletus on se, että jokainen voi liittyä Internetin välityksellä vertaisverkkoon, tai poistua siitä ilman henkilöllisyyden todistamista tai erityisen luvan pyytämistä. Jotta tämä järjestely toimisi, on oletettava, ettei altruismilla ole osaa asian kanssa ja toimijat ovat motivoituneita ainoastaan verkon tarjoamilla kannusteilla, eli bitcoinin tapauksessa aiemmin mainitulla louhinnan bitcoinpalkkioilla. Louhinta palkkioineen on siis olennainen osa julkista lohkoketjua (Chuen ja muut. 2017, s. 153).

2.3.3 Yksityinen lohkoketju

Yksityisessä lohkoketjussa rajataan pääsy itse ketjuun. Ketju on avoin vain heille, joille se on luvan kanssa jaettu, eikä muut pääse tarkastelemaan tai muokkaamaan sitä. Yksityistä lohkoketjua voidaan hyödyntää esimerkiksi tietyn yrityksen tai järjestön sisäisesti, jolloin yrityksen työntekijöillä olisi oikeus tarkastella ja muokata ketjua. Ketjun konsensus luodaan ja ylläpidetään siis vain ennalta määrättyjen rajoitusten sisällä (Bashir, 2017, s. 32).

Yksityiset lohkoketjut toimivat ympäristössä, jossa siihen osallistuviin toimijoihin luotetaan. He harjoittavat liiketoimintaa solmimalla sopimuksia, ilman tarvetta keinotekoisille sisäisille kannustimille, kuten julkisen lohkoketjun tapauksessa. He ovat yhteisten sääntöjen ja määräysten alaisina ja oikeudellisesti päteviä velvoitteille ja vastuulle, jotka ovat toteutettavissa todellisessa maailmassa. Koska lohkoketjun ympäristö on hallittu, olosuhteet ovat suotuisempia yritysmaailman käyttöön (Chuen ja muut. 2017, s. 153–154).

3 Teknologian rooli finanssisektorilla

Keskuspankeilla on suuri rooli nykyajan yhteiskunnassa. Ne ovat julkisia instituutioita, jotka hyödyntävät rahapolitiikkaa hallitakseen talouden vaihtelua ja saavuttaakseen hintavakautta, eli alhaista ja vakaata inflaatiota. (International Monetary Fund, 2023a). Euroopan keskuspankin (2015) mukaan keskuspankit hallinnoivat valtion tai valtioryhmän valuuttaa harjoittamalla rahapolitiikkaa, esimerkiksi säätelemällä rahan määrää kierrossa. Yhtenä tärkeimmistä rahapolitiikan välineistä voidaan pitää ohjaukorkojen säätelyä, jolla määritellään rahan hinta.

Koska keskuspankki toimii pankkina liikepankeille, eikä esimerkiksi yksittäisille henkilöille, pystyy se määrittelemään rahan määrää liikepankkien kautta. Liikepankit kääntyvät keskuspankkien puoleen lainatakseen rahaa. Keskuspankki lainaa rahaa vakuuksia vastaan. Nämä vakuudet ovat valtion tai yritysten joukkovelkakirjojen kaltaisia arvopapereita (Euroopan keskuspankki, 2015).

Vaikka liikepankkien rahoituksenhankinta on perinteisesti lyhytaikaisten talletuksien varassa, ovat niiden myöntämät lainat useimmiten pitkäaikaisia (Euroopan keskuspankki, 2015). Tämä ristiriita saattaa ajoittain aiheuttaa maksuvalmiusongelmia. Tällaisessa tilanteessa pankilla on riittävästi varoja velan takaisinmaksuun, mutta se ei pysty muuntamaan niitä käteiseksi riittävän nopeasti. Keskuspankki pystyy auttamaan liikepankkia näissä tilanteissa toimien luotonantajana, pitäen rahoitusjärjestelmää vakaana.

Rahapolitiikan lisäksi keskuspankit yleensä hoitavat setelien ja kolikoiden liikkeellelaskun. Usein ne myös varmistavat, että rahoitusvälineiden kaupassa ja pankkitoiminnassa tarvittavat maksujärjestelmät toimivat ongelmitta, pitävät valuuttavarantoja sekä tiedottavat suurelle yleisölle taloudesta. Lisäksi useat keskuspankit edistävät rahoitusjärjestelmän vakautta valvomalla liikepankkeja ja varmistamalla, että ne eivät luotonannossaan ota liikaa riskejä (Euroopan keskuspankki, 2015).

3.1 Muutokset 2008 finanssikriisin jälkeen

Finanssikriisin jälkeisenä aikana keskuspankeilla oli suuri rooli tasapainon jälleen saavuttamisessa. Maailmantalouden kannalta hyvä asia on se, että finanssikriisin jälkeen on tehty konkreettisia muutoksia taloudelliseen regulaatioon, parantaen pankkien luotettavuutta ja turvallisuutta. Schäfer ja muut (2013) esittävät romahduksen jälkeisen helpottumisen alkaneen keväällä 2009, jolloin hallituksen pelastustoimenpiteet ja keskuspankkien antelias likviditeetin tarjoaminen olivat voimissaan.

Kansainvälinen valuuttarahasto esittää suurimman kysymyksen 2008 finanssikriisin aikana hintavakaudelle olleen, miten tukea kokonaiskysyntää, jotta deflaatio ja taantuma vältetään. Rahoitusvakauden kannalta huoli koski syvempien rahoitusvaikeuksien välttämistä. Rahapolitiikan aggressiivinen hellittäminen mahdollisti molempien tavoitteiden tavoittelun samanaikaisesti. Vuonna 2021 inflaatio nousi Yhdysvalloissa yli vuoden 2008 inflaatiolukeman (US Inflation Calculator, 2024). Koska inflaatio on harvinaisen korkealla, on kahden aiemmin mainitun tavoitteen, eli hintavakauden ja rahoitusvakauden saavuttaminen ristiriidassa keskenään. Keskuspankkien on täytynyt nostaa ohjaukorkoja huomattavasti, jotta inflaatio palautuisi tavoitelukemiin. Pitkän ajanjakson aikana, jossa inflaatio pysyi matalana ja vakaana, useat rahoituslaitokset olivat tulleet liian varomattomiksi laina-aikojen ja likviditeetin suhteen. Nopeasti nousseet korot ovat rasittaneet rahoituslaitosten taseita, koska niiden kiinteäkorkoiset varat ovat laskeneet arvoa, ja samalla rahoituskustannukset ovat nousseet. Kansainvälinen valuuttarahasto ehdottaa ratkaisuksi erottamaan rajat, jolloin taloudellinen stressi pysyy kohtuullisena, ja ajat, jolloin taloudellinen stressi on kohonnut tai päällä on akuutti talouskriisi (International Monetary Fund, 2023c).

3.2 Teknologinen kehitys finanssisektorilla

Pankki- ja rahoitussektori ovat olennaisia talouden toimijoita yhteiskunnassamme. Teknologinen kehitys on tuonut käyttöömme valtavia yhteiskunnallisia mahdollisuuksia vuosien saatossa, eivätkä pankki- ja rahoitussektori ole poikkeuksia. Teknologian kehitys

finanssisektorilla, mitä johtavat niin sanotut ”fintech”-yritykset eli finanssiteknologian yritykset, on ollut suuressa roolissa vuosien saatossa. Alalla kuin alalla halutaan luoda parempaa tulosta ja tehostaa prosesseja, joten uudet innovaatiot pyritään usein nopeasti saada tuotua yritysmaailmaan. Mougayar ja Buterinin (2016, s. 75) mukaan lohkoketjuteknologia ja sen tulevaisuus on kuitenkin rahoituslaitoksille kaksijakoinen asia. Negatiivisella puolella osa lohkoketjuteknologian startup-yrityksistä koettavat vallata heidän markkina- ja toiminta-alueitaan, mutta positiivisella puolella lohkoketjuteknologia pystyy edistämään rahoituslaitosten toimintaa huomattavasti. Koska osa lohkoketjuteknologian peruspilareista on riippuvuuden vähentäminen kolmansista osapuolista, tässä tapauksessa rahoituslaitoksista, on näiden laitosten oltava tarkkana, miten he aikovat suhtautua toimintaan teknologian kanssa. Lohkoketjuteknologiaa ei kuitenkaan tule pitää uhkana pankkitoiminnan jatkumiselle, mutta toiminnan on suotavaa olla nopeampaa ja tehokkaampaa kuin Internetin alkuaajoilla.

Yleisesti ottaen finanssisektori oli hidas ottamaan Internetiä käyttöön. Alalle tuli uusi mahdollisuus hyödyntää verkkoa asiakkaiden pankkiasioden hoitamiseen, mutta liikepankit halusivat edelleen suorittaa nämä kasvotusten omilla tiluksillaan. Internetiä ei nähty katalysaattorina suurempaan muutokseen, joten sitä alettiin hyödyntää omalla, melko hitaalla tahdilla (Mougayar & Buterin, 2016, s. 74). Nykyään voidaan todeta, että suuri muutos on tapahtunut, eikä pankkiasioden hoitaminen konttorilla ole yhtä arkipäiväistä kuin ennen. Osa pankeista hoitaa toimintaansa kokonaan ilman konttoreita, ja osa pankeista on keskittänyt konttoriasiointia vain suuremmille paikkakunnille.

Finanssiteknologia on kehittynyt huomattavasti, ja sen historia voidaan jakaa aikakausiin. Tarkat vuosiluvut, erityisesti kauemmas historiaan mentäessä ovat vaikeita määrittää ja vaihtelevat lähteen mukaan, joten niitä voidaan pitää arvioina. Koska nämä ajanjaksot eivät ole ns. kiveen hakattuja, on myös niiden lukumäärä kiistanalainen, eikä oikeaa vastausta ole olemassa. Osa jakaa aikakaudet kolmeen, kun taas osa jakaa ne jopa viiteen. Tässä tutkielmassa puhutaan kolmesta aikakaudesta.

3.2.1 Fintech 1.0

Finanssiteknologian ensimmäinen aikakausi sijoittuu noin vuosille 1866–1967 (Setiawan & Maulisa, 2020, s. 219). Aikakausi sijoittuu taloudellisen globalisaation alkuun, jolloin ensimmäinen transatlanttinen kaapeli liitettiin Euroopan ja Amerikan välille 1866. Vuonna 1967 brittiläinen pankkiyhtiö Barclays kehitti ensimmäisen pankkiautomaatin. Muita innovaatioita tällä aikavälillä ovat esimerkiksi ”stock ticker” eli laite, joka välittää osakekurssitietoja ja luottokortit. Finanssisektori alkoi siirtyä yhä enemmän digitalisaation maailmaan analogisista laitteista.

3.2.2 Fintech 2.0

Finanssiteknologian toinen aikakausi sijoittuu noin vuosille 1968–2008. Setiawan ja Maulisa (2020) kuvaavat pankkiautomaatin käyttöönoton olevan lähtölaukaus digitalisaation ajanjaksolle finanssisektorilla. Suurin mullistus tällä aikakaudella on kuitenkin verkkopankin käyttöönotto Internetin yleistyttyä. Ensimmäisen kerran asiakas pystyi tarkistamaan pankkitietojaan Internetin välityksellä vuonna 1994 The Stanford Federal Credit Unionin kautta. Laskuja Internetin kautta pystyi maksamaan jo vuonna 1997 (Varo, 2024).

3.2.3 Fintech 3.0

Finanssiteknologian kolmas aikakausi alkaa vuodesta 2009, ja jatkuu edelleen. Arner ja muut (2015, s. 16) pitävät vuoden 2008 maailmanlaajuista finanssikriisiä käännekohtana ja katalysaattorina finanssiteknologian kolmannelle aikakaudelle. Luottamus finanssisektoria, erityisesti pankkeja kohtaan laski merkittävästi, ja miljoonat yhdysvaltalaiset menettivät työpaikkansa. Näin syntyi mielenkiintoa luoda ratkaisuja, jotka edistävät kuluttajan asemaa. Syntyi tarvetta palvelujen tehokkuuden parantamiselle ja sääntelyjen muutoksille. Kaiken kaikkiaan teknologian kehitys on muuttanut pankki- ja rahoitussektoria perusteellisesti, lisäten tehokkuutta, parantaen asiakaskokemusta ja mahdollistaen uusia liiketoimintamalleja ja innovaatioita. Samalla

se on tuonut esiin uusia haasteita, kuten tietoturvan ja yksityisyyden suojan kysymykset, joihin on vastattava jatkuvasti kehittyvien teknologisten ratkaisujen avulla.

3.2.4 Fintechin ja pankkien välinen yhteys

Mougayar ja Buterinin (2016, s. 75) mukaan lohkoketjuteknologia ja sen tulevaisuus on rahoituslaitoksille kaksijakoinen asia. Negatiivisella puolella osa lohkoketjuteknologian startup-yrityksistä koettavat vallata heidän markkina- ja toiminta-alueitaan, mutta positiivisella puolella lohkoketjuteknologia pystyy edistämään rahoituslaitosten toimintaa huomattavasti. Koska osa lohkoketjuteknologian peruspilareista on riippuvuuden vähentäminen kolmansista osapuolista, tässä tapauksessa rahoituslaitoksista, on näiden laitosten oltava tarkkana, miten he aikovat suhtautua toimintaan teknologian kanssa. Lohkoketjuteknologiaa ei kuitenkaan tule pitää uhkana pankkitoiminnan jatkumiselle, mutta toiminnan on suotavaa olla nopeampaa ja tehokkaampaa kuin Internetin alkuajoilla.

Yleisesti ottaen finanssisektori oli hidas ottamaan Internetiä käyttöön. Alalle tuli uusi mahdollisuus hyödyntää verkkoa asiakkaiden pankkiasioden hoitamiseen, mutta liikepankit halusivat edelleen suorittaa nämä kasvotusten omilla tiluksillaan. Internetiä ei nähty katalysaattorina suurempaan muutokseen, joten sitä alettiin hyödyntää omalla, melko hitaalla tahdilla (Mougayar & Buterin, 2016, s. 74). Nykyään voidaan todeta, että suuri muutos on tapahtunut, eikä pankkiasioden hoitaminen konttorilla ole yhtä arkipäiväistä kuin ennen.

Perinteinen pankkijärjestelmä kokee fintechin tunkeutuvan heidän sektorilleen ja koettavan syrjäyttää heidät, vaikka pankit sopeutuvatkin yhä paremmin digitaaliseen maailmaan. Nykypäivänä vallitseva luottamuksen puute perinteistä pankkijärjestelmää kohtaan koetaan fintechin kannalta mahdollisuutena saavuttaa yhä suurempi määrä asiakkaita digitaalisin keinoin. Pankit keskittyvät perinteisesti heidän tarjoamiin palveluihinsa, kun taas fintech ja uudet tulokkaat markkinoilla panostavat asiakkaisiin ja asiakassuhteisiin. (Vives, 2017, s. 100–101)

Perinteiset liikepankit omaavat Vivesin (2017, s. 101) mukaan kaksi kilpailuetua, joita uudet fintech-tulokkaat pyrkivät saamaan itselleen. Nämä kilpailuedut ovat pankkien kyky lainata rahaa halvalla, sillä heillä on pääsy halpoihin talletuksiin ja suoriin sekä epäsuoriin vakuutuksiin, sekä pankeilla on etuoikeutettu asema pääsyssä vakaaseen asiakaspohjaan, joille ne voivat myydä monenlaisia tuotteita ja palveluja. Talletusvakuutuksen olemassaolo voi helpottaa uusien kilpailijoiden, kuten pankkien, markkinoille tuloa, mutta tällöin uudet tulokkaat joutuvat maksamaan pankkiluvan ja standardien noudattamiskustannukset.

Voidaan pitää hyvin epätodennäköisenä, että fintech pystyisi täysin mullistamaan tai syrjäyttämään nykyistä pankkijärjestelmää. Pankit ovat reagoineet kuitenkin vahvasti ja alkaneet hyödyntää digitaalisia palveluja omilla tavoillaan. Erilaiset liiketoimintamallit kuitenkin mahdollistavat niiden toimimisen samanaikaisesti markkinoilla (Navaretti ja muut, 2018, s. 21)

Fintechin ja pankkien toiminnassa on kuitenkin myös eroja. Navaretti ja muut (2018, s. 21–28) jakavat nämä eroavaisuudet kolmeen eri kategoriaan, rahoituksen ja tulojen rakenteeseen, pankkien tuotevalikoiman kestävyys ja kilpailulliseen reagointiin, sekä kolmanneksi regulaatioon ja sen rooliin.

Perinteisessä pankkitoiminnassa pankit hankkivat varoja lainanantajilta ja myyvät ne edelleen lainanottajille. Näin luottoriski säilyy pankin omassa kirjanpidossa. Usein fintechin toimijat omaksuvat välittäjän roolin, jossa lainan riskit eivät ole heidän vastuullaan. Lainojen riskin kantamisen lisäksi myös tulorakenne eroaa. Pankkien kohdalla tulot perustuvat hintaan ja korkoihin, jotka maksetaan rahoittajalle ja jotka saadaan lainanottajilta, jolloin suuri osa rahoista tulee korkomarginaaleista, kun taas digitaaliset alustat ansaitsevat tuloa välitys- ja transaktiopalkkioilla (Navaretti ja muut, 2018, s. 21–28).

Fintechin toimijat usein pyrkivät toimimaan hyvin spesifillä alueella finanssisektorilla, jolloin toiminta eroaa perinteisestä pankkitoiminnasta, joka toimii laaja-alaisesti tarjoten paljon erilaisia palveluja. Fintechin tuoma riski perinteisille pankeille on siinä, että nämä fintechin tavoittelemat spesifit liiketoiminta-alueet ovat yleisesti ottaen kaikista tuottoisimmat. Näitä toimintoja ovat lainojen tarjoaminen, maksujen välittäminen sekä taloudellinen neuvonanto. Fintechin saapuminen pankkitoiminnan markkinoille on saanut pankit reagoimaan digitaalisten palvelujen tarjoamiseen ja ainakin suurien pankkien tapauksissa tämä on etu kilpaillessa fintechin toimijoita vastaan, sillä suurten asiakaskuntien ei tarvitse siirtyä muiden toimijoiden palvelujen pariin, vaan useammat tarpeet voidaan suorittaa samassa pankissa (Navaretti ja muut, 2018, s. 21–28).

Regulaatiolla on suuri merkitys fintechin toiminnassa. Navaretti ja muut (2018, s. 27–28) kuvaavat suurimman kysymyksen regulaation kannalta olevan sopivan tasapainon löytämisen kilpailun ja taloudellisen vakauden välille. Rahoitusmarkkinoiden kilpailun edistämisen tavoite tulisi periaatteessa johtaa kevyempään sääntelyyn verrattuna perinteisiin rahoituspalveluihin. Silti fintechin laajentuminen herättää huolenaiheita taloudellisen vakauden näkökulmasta. Kun teknologia ja erilaiset innovaatiot alkoivat luoda kilpailua perinteiselle pankkitoiminnalle, vaiheittainen sääntelyn purkamisen malli, joka tähtäsi kilpailun ja tehokkuuden lisäämiseen finanssimarkkinoilla, johti varjopankkitoiminnan laajenemiseen, pankkien riskialttiisiin taseen ulkopuolisiin toimintoihin ja lopulta vuoden 2008 finanssikriisiin. Varjopankkitoiminta tarkoittaa pankinomaista toimintaa, joka tapahtuu perinteisen pankkijärjestelmän ja sen sääntelyn ulkopuolella. Varjopankit keräävät lyhytaikaista rahoitusta rahamarkkinoilta ja käyttävät näitä varoja ostamaan pidemmän aikavälin maturiteetin omaavia sijoituksia. Koska toiminta tapahtuu perinteisen pankkijärjestelmän sääntelyn ulkopuolella, ne eivät voi – toisin kuin pankit – hankkia hätälainaa Yhdysvaltain keskuspankilta (Federal Reserve) eikä niillä ole perinteisiä tallettajia, joiden varat olisivat turvattuja vakuuksilla (Kodres, 2013, s. 42). Liian kevyt lähestymistapa finanssiteknologian sääntelyyn tänä päivänä voi johtaa samankaltaisiin seurauksiin. Syy ei ole vain finanssiteknologian riskialttiissa luonteessa, vaan myös siinä, että pankit saattavat kilpailupaineen vuoksi hyödyntää

sääntelyyn liittyvää arbitraasimahdollisuutta ja lisätä toimintojensa riskialttiutta. Tätä arbitraasimahdollisuutta on syytä välttää (Bofondi & Gobbi, 2017).

4 Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen finanssisektorilla

Lohkoketjuteknologian adaptaatio finanssisektorille on edennyt alun mielenkiinnosta ja pilottiprojekteista jopa käyttöönottoon asti, mutta adaptaatio ei ole vielä saavuttanut täyttä potentiaaliaan. Finanssisektorilla on teknologiaan todellista kiinnostusta sen tarjoamien hyötyjen ansiosta. Artikkelissaan Guo ja Liang (2016) esittävät lohkoketjujen edistävän useita skenaarioita finanssisektorilla. Lohkoketjujen avulla voidaan esimerkiksi digitoida omaisuutta ja siirtää arvoa rahan, tai muun omaisuuden muodossa pisteestä toiseen nopeasti, joka voi jälleenrakentaa finanssialan infrastruktuurin. Suurimpia etuja saavutetaan erilaisten prosessien tehokkuuden parantamisella ja kustannusten alentamisella. Myös turvallisuus on suuressa roolissa lohkoketjuteknologian tuomissa eduissa. Uuden teknologian adaptaatio on aina hidas ja työläs projekti, eikä lohkoketjujen kanssa asia ole poikkeus. Adaptaatiota haittaa myös uhkakuvat esimerkiksi lainsäädännön, regulaation ja taloudellisuuden suunnalta.

4.1 Käyttömahdollisuudet ja edut

4.1.1 Bitcoin

Maailmanlaajuisesti tunnetuin esimerkki lohkoketjujen hyödyntämisestä on kryptovaluutta bitcoin. Lohkoketjuteknologiaa käytetään myös muissa kryptovaluutoissa, mutta tässä tutkielmassa käsitellään vain bitcoinia sen tunnettavuuden ja sen laajimman markkinaosuuden ansiosta. Statista (2024) esittää aktiivisia kryptovaluuttoja olevan tammikuussa 2024 markkinoilla 9024 kappaletta, mutta suurin osa näistä ovat markkina-arvoltaan hyvin pieniä. Lohkoketjuteknologia alun perinkin kehitettiin bitcoinin toiminta-alustaksi, joten on loogista käsitellä bitcoinia muita suuremmassa roolissa.

Bitcoinin käyttömahdollisuudet ovat nousseet vuodesta 2009, jolloin sitä pystyttiin käyttämään ensimmäisen kerran. Yhä useampi palvelu vastaanottaa digitaalista valuuttaa maksuvälineenä kauppaa tehdessä, vaikka käyttö ei täysin arkipäiväistä vielä olekaan. Bitcoinmaksut keskittyvät pääosin verkkoon. Eri palveluntarjoajat ovat tehneet

mahdolliseksi suorittaa kryptovaluuttamaksuja kortilla, kuten pankkikorttimaksuja, mutta bitcoinilla maksaminen ei ole vielä kovin yleinen maksutapa esimerkiksi kivajalkamyymälöissä. Vuonna 2021 El Salvador hyväksyi bitcoinin viralliseksi valuutakseen, tullen näin ensimmäiseksi valtioksi, jossa bitcoin, tai mikä tahansa digitaalinen valuutta hyväksytään viralliseksi valuutaksi. (The Wall Street Journal, 2021). El Salvadorin presidentti perusteli tätä valintaa sillä, että tämä tuo vaihtoehtoja maksuja pankkipalveluihin kansalaisille, joilla ei ole normaalisti pääsyä rahoituspalveluihin. Forbesin (2021) mukaan El Salvador on ostanut bitcoineja säännöllisesti syyskuusta 2021 lähtien, omistaen melkein 2800 bitcoinia, joiden markkina-arvo yhteensä ylittää jopa 115 miljoonaa dollaria joulukuussa 2023. El Salvadorin presidentin päätöstä sijoittaa valtion kassaa näin volatiliseen sijoituskohteeseen on kritisoitu, erityisesti bitcoinin kurssin laskettua merkittävästi vuoden 2022 aikana.

Lukuisille henkilöille ja instituutioille bitcoin toimii yksinkertaisesti vain yhtenä sijoitusinstrumenttina heidän sijoitusportfoliossaan. Näin tavoitteena on sijoituskohteen arvonnousu, eikä sitä välttämättä ole tarkoitukseen käyttää esimerkiksi vaihdon välineenä tuotteita ostettaessa, tai muuten arvon säilyttäjänä. Tämä onkin yleisesti ottaen suurin motivaatio bitcoinin ostamiseen, koska suuri ja usein nopeakin arvonnousu houkuttelee valtavasti uusia sijoittajia bitcoinin pariin. Suuri rahan virtaus bitcoiniin usein nostaakin hintaa entisestään. Tämä puolestaan houkuttelee markkinoille yhä enemmän ja enemmän sijoittajia, jolloin kierre vain kasvaa. Päinvastoin bitcoinin arvon romahtaminen aiheuttaa suuresti myyntiä markkinoilla laskien hintaa entisestään. Bitcoinin arvon muutos onkin usein vahvasti sidoksissa markkinoiden ja sijoittajien mielikuvaan instrumentista.

Bitcoinin arvonnousu ja arvon määräytyminen on hyvin kiistelty aihe. Bitcoinilla, tai useimmilla muillakaan, kryptovaluutoilla ei ole perustavaa arvoa, joka johdettaisiin sen kulutuksesta tai sen tuotantoprosessista, kuten kullalla tai muilla arvometalleilla. Bitcoinin arvon määräytymistä tutkiessa on kuitenkin todettu, että pitkällä aikavälillä arvo voisi mukautua perinteisemmällä pitkän aikavälin tekijöillä, kuten tarjonnan ja

kysynnän välisellä suhteella, vaihtosuhteen kehityksellä, rahaliikenteen nopeudella, osakemarkkinaindekseillä, valuuttakursseilla, öljyn hinnalla sekä arvioidulla tuotantomäärällä. Eri tutkimuksissa on todettu edellä mainittujen tekijöiden vaikuttavan bitcoinin hintaan eri volyyymillä, mutta erityisesti kysynnän ja tarjonnan on todettu olevan suuressa roolissa (Bouoiyour ja muut, 2016).

Bitcoinia kritisoidaan usein sijoitusinstrumenttina ja arvon mittana sen lyhyen aikavälin arvonmuutosten takia. Nämä arvonmuutokset voivat olla hyvinkin suuria, sekä positiivisesti että negatiivisesti. Tämä luo loogisesti painetta bitcoinin maineelle ja tulevaisuudelle vaihdannan välineenä. Vaikka pitkällä aikavälillä bitcoinin arvon onkin useissa tutkimuksissa todettu määräytyvän perinteisten tekijöiden, kuten kysynnän ja tarjonnan ansiosta, on sen lyhyen aikavälin muutokset usein esimerkiksi uutisten tai markkinan lyhyen aikavälin näkemysten varassa. Negatiivinen uutisointi bitcoinin arvon putoamisesta, sen liittämistä rikolliseen toimintaan, tai uutiset mahdollisista sääntelymuutoksista voivat romahduttaa bitcoinin arvoa nopeastikin jopa kymmeniä prosentteja.

Bitcoinin arvo on noussut kuvan 2 mukaisesti huomattavasti sen julkaisusta vuodesta 2008, jolloin se oli käytännössä nollassa. Toistaiseksi korkeimmillaan bitcoinin arvo on ollut marraskuussa 2021, jolloin se nousi noin kuuteenkymmeneen tuhanteen dollariin per bitcoin. Kuvasta voidaan havaita, miten bitcoinin arvo voi lyhyessäkin ajassa nousta tai laskea suuriakin määriä. Toistaiseksi bitcoinia voidaan pitää pitkällä aikavälillä hyvinkin kannattavana sijoituskohteena, mutta korkean volatiliteetin johdosta tulevaisuuden hintakehitys on hyvin epävarmaa.



Kuva 2. Bitcoinin arvon kehitys dollareina vuosina 2008–2024 (CoinMarketCap, 2024).

Monen vuoden suunnittelun ja yrittämisen jälkeen, tammikuussa 2024 ensimmäiset pörssinoteeratut rahastot eli ETF:t julkaistiin Yhdysvaltojen markkinoille. Yhdysvaltain arvopaperi- ja pörssikomissio SEC on hylännyt yli 20 kryptovaluuttoihin sijoittavia ETF:iä, kunnes lopulta se hyväksyttiin (U.S. Securities And Exchange Commission, 2024.) Bitcoin-ETF tuo uusia mahdollisuuksia sijoittaa kryptovaluuttoihin, tässä tapauksessa bitcoiniin. ETF:ään sijoittava ei omista itse bitcoineja, mutta ETF:n arvon on tarkoitus mukailla bitcoinin hintaa, sillä rahasto itsessään sijoittaa bitcoiniin. ETF:ien hyväksyntä tuo paljon uusia sijoittajia ja rahavirtaa kryptovaluuttamarkkinoille ja bitcoinin arvo onkin noussut huomattavasti vuonna 2024.

4.1.2 Kustannusten alentaminen

Kaksi tärkeintä kustannusta, joihin Catalini ja Gans (2017) esittävät lohkoketjuteknologian olevan ratkaisu, ovat verifikaatiot ja verkkotyöskentely. Transaktioita suorittaessa verkossa, on aina vähintään yksi välikäsi varmistamassa kaupan tapahtumista. Transaktio voi olla esimerkiksi tavarantoimituksen ostaminen nettikaupasta. Ostajalle prosessi voi olla täysin näkymätön, mutta esimerkiksi pankkitunnuksilla

varmistetaan, että ostajalla on tarpeeksi varoja käytettävissä transaktioon. Jos varat eivät riitä, pankki peruu kaupat. Kolmannen osapuolen verifikaation avulla estetään epäsymmetrisen informaation syntymistä, mikä luo lisäarvoa näille kolmansille osapuolille. Jotta epäsymmetristä informaatiota ei synny, kaikkia kaupan osapuolia monitoroidaan tarkasti, jotta osapuolet voidaan todeta luotettaviksi. Tämä tuo ongelmia markkinoiden skaalautuessa. Mitä suuremmaksi markkina skaalautuu, esimerkiksi kansainvälistymisen jälkeen, nämä kolmansien osapuolien tarjoamat palvelut tulevat yhä kalliimmiksi. Hintojen nousu johtuu uusien, ennestään tuntemattomien, asiakkaiden saapumisesta. Asiakkaan luotettavuus tulee ensin varmistaa, eikä osapuolilla ole valmiiksi tarpeeksi informaatiota toisistaan. Pahimmassa tapauksessa transaktiota ei suoriteta lainkaan, koska verifikaatio- ja muut kolmannen osapuolen kulut vievät liian suuren osan koko transaktion kustannuksista (Catalini & Gans, 2017).

Yritykset ja kuluttajat usein vuokraavat palveluita, joita he käyttävät ja joihin he luottavat päivittäisessä työskentelyssään. Catalini ja Gans (2017) esittävät tämän tarkoittavan sitä, että heillä ei ole täyttä kontrollia digitaalisista ja taloudellisista varoistaan. Ilman näitä kolmansia osapuolia emme pysty vapaasti käymään kauppaa digitaalisilla varoilla. Palveluntarjoajat veloittavat transaktiokustannuksia suoraan, tai taloudellista hyötyä saadakseen asiakkailta saatu data saatetaan myydä eteenpäin. Kolmannet osapuolet saavat näin valtaa markkinoilla. Käytettäessä kolmansia osapuolia transaktioissa, piilee aina riski informaation väärinkäytöstä tulevaisuudessa. Kun taloudellisen toiminnan osuus siirtyy yhä enenevässä määrin digitaaliseen muotoon, on turvallisuuden ylläpitäminen vaikeampaa ja tietovuodot yleistyvät. Lohkoketjujen avulla voidaan siis parhaimmassa tapauksessa nostaa turvallisuustasoa samalla alentaen kustannuksia.

4.1.3 Joukkorahoitus ja ICO

Joukkorahoitus on keino, jota käytetään erilaisten projektien tai yritysten rahoittamiseen. Verkkoa hyödyntämällä varainkerääjät voivat saada rahoitusta suurelta määrältä ihmisiä. (Euroopan komissio, 2024). Perinteinen keino projektin rahoittamiseen on saada suuri määrä pääomaa yhdeltä tai muutamalta sijoittajalta, mutta joukkorahoituksella

yksittäisen sijoituksen ei tarvitse olla yhtä suuri, jolloin varoja voidaan kerätä jopa yksityishenkilöiltä. Nykypäivänä eri joukkorahoituksen muodot ovat melko yleisiä, ja sitä tarjoavia palveluja on useampia. Yritykset, kuten GoFundMe, tarjoavat yksityishenkilöille mahdollisuuden vastaanottaa lahjoituksia tarvitsemalleen projektille tai asialle, joihin heillä ei muuten olisi välttämättä varaa. Erityisesti Yhdysvalloissa palvelu on suosittu ja henkilöt pyytävät lahjoituksia esimerkiksi terveydenhoitokuluihin ja luonnonmullistuksen takia tuhoutuneen omaisuuden korvaamiseen.

Alustat ovat velvoitettua edistämään varojen kerääjän etua, ja suojelemaan samanaikaisesti sijoittajien etua (Fisch, 2019). Tämän takia näillä alustoilla on velvollisuus vahtia varainkeruita rikollisen toiminnan ja petosten varalta. Tämä tietysti vaatii yrityksiltä työvoimaa ja kustannuksia.

Eräs joukkorahoituksen muoto on niin kutsuttu ICO, eli Initial Coin Offering. ICO:ssa yritys voi kerätä varoja sijoittajilta uuden projektin rahoittamiseen. Näitä projekteja ovat olleet esimerkiksi uudet kryptovaluutat, sovellukset tai erilaiset palvelut (Investopedia, 2022). Sijoittajat voivat siis ostaa itselleen yrityksen markkinoille laskemaa kryptovaluuttaa. Tällä valuutalla saattaa olla arvoa itsessään, tai tästä valuutasta voi hyötyä riippuen siitä, millaista tuotetta tai palvelua yritys tarjoaa. On myös mahdollista, että tämä poletti on ikään kuin osake, eli sijoittajalle arvopaperi, jolla käydä kauppaa ja tehdä mahdollisesti voittoa. ICO on siis vastine perinteiselle osakeannille, eli IPO:lle (Initial Public Offering), jossa yksityinen yritys muuttuu julkiseksi osakeyhtiöksi tarjoamalla osakkeitaan ensimmäistä kertaa julkisesti kaupankäynnin kohteeksi pörssissä. Tämä antaa yleisölle mahdollisuuden ostaa yrityksen osakkeita. Tavoitteet ICO:lla ja IPO:lla ovat yleisesti ottaen samat, eli varainkeruu esimerkiksi laajentumiseen, velkojen maksuun tai strategiseen kehitykseen.

4.1.4 Arvopaperien digitointi

Artikkelissaan Ryan ja Donohue (2017, s. 91) esittävät mahdollisuuden, jossa missä tahansa valuutassa, rahoitussopimuksessa tai rahoitusvarassa voi teoriassa tapahtua

siirtoja lohkoketjuteknologiaan perustuvassa järjestelmässä, kunhan ensin tästä tehdään digitaalinen versio fyysisen varallisuuden tilalle. Lohkoketjuja voidaan hyödyntää myös minkä tahansa omaisuuden kirjaamiseen, seuraamiseen, tunnistamiseen ja kaupankäyntiin. Näin ollen lohkoketjuteknologiaa voidaan käyttää minkä tahansa omaisuuden rekisteröintiin.

Osakkeita tai muita arvopapereita ja asioita voidaan muuttaa sähköiseen muotoon. Tätä kutsutaan englanninkielisellä termillä "tokenization" eli tokenisaatio. Tarvittavasta arvopaperista luodaan poletti, joka toimii todisteena arvopaperille, joka sijaitsee lohkoketjussa. (IBM, 2018). Tokenisaatio avaa lukuisia mahdollisuuksia projekteille, jotka eivät ole ennen olleet mahdollisia, ja jotka voivat parantaa finanssisektorin toimintaa. Morrow ja Zarrebini (2019, s. 3) esittelevät lohkoketjuteknologian ja tokenisaation käyttömahdollisuuksia. Maksupoletit (Payment Token) sisältävät esimerkiksi kryptovaluutat, kuten bitcoinin, joita voidaan käyttää tavaroiden ostamiseen, arvon määrittämiseen tai esimerkiksi sijoittamiseen. Palvelupoletit (Utility Token) sallivat pääsyn johonkin tiettyyn palveluun tai ominaisuuteen, jota lohkoketju tarjoaa. Käyttöesimerkkejä palvelupoletista ovat esimerkiksi erilaiset pääsyliput tai lupalaput tietyn palvelun hyödyntämiseen. Omaisuusvakuudellinen poletti (Asset-backed Token) edustaa konkreettista, digitoitua, omaisuuserää. Osakkeet tai kiinteistöomaisuus, joista on luotu digitaalinen versio lohkoketjuun ovat esimerkkejä omaisuusvakuudellisesta poletista. Henkilökohtaisen datan poletit (Personal Data Token) edustavat henkilökohtaista lääketieteellistä informaatiota, jota hyödynnetään erilaisissa terveydenhuollon palveluissa.

Lohkoketjuteknologian ja tokenisaation etuna voidaan pitää myös osittaisomistusta ja osittaissijoittamista. Osittaisomistuksella tarkoitetaan tilannetta, jossa digitaalinen arvopaperi jaetaan pienempiin osiin, joita poletit edustavat. Näitä alkuperäisen arvopaperin pienempiä osuuksia voi siis ostaa ilman, että omistaa koko arvopaperia. Tämä toisi sijoitusmahdollisuuksia henkilöille, joilla ei välttämättä ole varallisuutta ostaa jotain tiettyä arvopaperia kokonaan, eivätkä halua ottaa esimerkiksi pankista lainaa

sijoitusta varten. Osittaisomistus asuntomarkkinoilla tarkoittaisi sitä, että asunto jaettaisiin johonkin määrään poletteja, jotka edustavat tiettyä osuutta asunnosta. Asunnon uusi omistaja voi ostaa näitä poletteja sovitulla aikataululla, jolloin hänen omistuksensa asunnosta kasvaa polettien mukana. Hajautetussa ja julkisessa tilikirjassa, eli lohkoketjussa tapahtuvat sijoitukset ovat muuttumattomia, jolloin poletin ostot ovat turvallisia ja läpinäkyviä eli niistä jää pysyvä kirjanpito, eikä sitä voida muuttaa jälkikäteen (Sazandrishvili, 2020, s. 68–69).

4.1.5 Turvallisuus

Lohkoketjuteknologia tarjoaa ominaisuuksia, jotka ovat erinomaisia edistämään palvelujen turvallisuutta, erityisesti ulkopuolisia hyökkäyksiä vastaan. Zhang, Xue ja Liu (2019, s. 13–14) esittelevät artikkelissaan bitcoinin lohkoketjun tärkeimpiä turvallisuusominaisuuksia, joita ovat esimerkiksi lohkoketjun yhdenmukaisuus kaikille osapuolille, anonymiteetti ja vastustuskyky peukaloinnille sekä DDoS-hyökkäyksille. Yhdenmukaisuus lohkoketjun tapauksessa tarkoittaa sitä, että jokaiselle osapuolelle näkyy aina samanaikaisesti identtinen pääkirja. On kiistanalaista, onko bitcoinin yhdenmukaisuus tarpeeksi luotettavaa, sillä lohkojen päivittyminen ketjuun voi viedä aikaa, mutta kun uutta dataa on päivittymässä ketjuun, on samanaikaiset luku- ja kirjoituspyynnöt odottamassa päivityksen valmistumista. Tämä takaa, että lopulta ketju on yhdenmukainen kaikille.

DDoS-, eli Distributed Denial of Service-hyökkäys tarkoittaa tilannetta, jossa ulkopuolinen hyökkääjä koittaa jumittaa hyökkäyskohteensa palvelimet tai laitteet lähettämällä jatkuvasti tavallista suuremman määrän dataa niihin. Hyökkäyksen tarkoituksena on saada verkkosivuja tai muita palveluja pois käytöstä tilapäisesti. DDoS-hyökkäyksiä saatetaan tehdä useista eri syistä. Esimerkiksi hyökkääjä saattaa kiristää kohteeltaan rahaa lopettaakseen hyökkäyksen, jumittaa palvelimia poliittisista tai ideologisista syistä, kostaakseen tai aiheuttaakseen harhautuksen, jotta voidaan suorittaa toinen hyökkäys eri tavalla eri kohteessa. Lohkoketjuteknologian tapauksessa vastustuskyky DDoS-hyökkäyksiä kohtaan on seurausta siitä, että hyökkääjän ei ole

käytännössä mahdollista keskeyttää lohkoketjun toimintaa ylikuormittamalla osittaista tai kokonaista lohkoketjua. Hajautetun järjestelmän ja konsensusprotokollan ansiosta uudet luodut lohkot ja niiden sisältämät transaktiot lisätään ketjuun, vaikka useampi lohkoketju olisikin poissa käytöstä. Esimerkiksi bitcoinin tapauksessa mitä laajemmaksi bitcoinin verkosto muodostuu, sitä hankalampi se olisi ylikuormittaa. Riittävän laskentatehon saavuttaminen lohkoketjun enemmistöosuuden saavuttamiseksi ei ole mahdollista, sillä verkosto on valmiiksi liian laaja siihen (Zhang ja muut, 2019, s. 16–18).

4.2 Lohkoketjuteknologian kohtaamat haasteet

Lohkoketjuteknologia ei ole vielä käytössä siinä mittakaavassa, jonka sen potentiaali sallisi. Kokonaisvaltaisempi adaptaatio finanssisektorille vaatii vielä paljon aikaa ja rahaa, sillä uusien teknologisten ratkaisujen käyttöönotto vaatii aina paljon järjestelmämuutoksia ja uusien asioiden opettelua. Myös itse lohkoketjuteknologiaa ja sen sovellutuksia kehitetään yhä.

4.2.1 Skaalautuvuus

Yhtenä lohkoketjujen suurimmista ongelmista voidaan pitää sen skaalautuvuutta. Lohkoketjujen kerrotaan tuovan transaktioihin muun muassa nopeutta, mutta esimerkiksi bitcoinin tapauksessa transaktioiden nopeus on hidastunut ketjun laajentuessa. Bitcoin kasvattaa yhä suosiotaan, joten ketju laajenee yhä nopeammin ja nopeammin. Myös bitcoinin tapauksessa lohkon koko on rajoitettu yhteen megatavuun, jolloin uusia lohkoja louhitaan noin kymmenen minuutin välein. Tämän seurauksena bitcoinverkko pystyy käsittelemään vain noin seitsemän transaktiota sekunnissa, mikä tekee siitä riittämättömän nopealle kaupankäynnille (Zheng, ja muut 2018, s. 354).

Eri kryptovaluutat pystyvät erilaisiin transaktionopeuksiin ja lohkoketjut ovat muutenkin kehittyneet vuosien saatossa, jolloin eri tarkoitukseen tarkoitettut lohkoketjut pystyvät tarjoamaan nopeampia palveluja. Bitcoinin tapauksessa ei kuitenkaan pystytä enää muokkaamaan transaktionopeutta, joten se ei tule nopeutumaan. Bitcoinin hitaaseen

toimintaan on pyritty kehittämään ratkaisuja, mutta toistaiseksi lohkoketju toimii, kuten Nakamoto sen suunnitteli alun perinkin.

4.2.2 Yksityisyyden ongelmat

Lohkoketjuja kuvataan usein hyvin turvallisiksi juuri yksityisyydensuojan takia. Esimerkiksi bitcointransaktioissa varat eivät siirry omalla nimellä, vaan käyttäjät luovat lompakon ja osoitteen, jonne varat välittyvät, eikä osapuolien nimet tule julki. Näin transaktioiden jäljittämisestä tulee hyvin hankalaa. Todellisuudessa lohkoketjut eivät kuitenkaan pysty tarjoamaan kaikissa tapauksissa täyttä yksityisyyttä sen täyden avoimuuden ja läpinäkyvyyden takia. Julkiset lohkoketjut, kuten bitcoin, ovat täysin läpinäkyviä, eli kuka tahansa pystyy tarkistamaan suoritettut transaktiot koska tahansa. Transaktioita pystytään mahdollisesti liittämään nimettömään lompakkoon, jos tiedetään transaktion määrä, suorittaja ja tarkka suoritusaika. Näin pystytään jatkossa tarkastamaan, mihin samasta lompakosta siirretään varoja ja näin jatkamaan selvitystyötä (Zheng ja muut, 2018, s. 367–368).

Suurin osa kryptovaluuttojen ostajista ostaa näitä valuuttoja eri kryptovaluuttapörssistä. Käytännössä kaikki kryptovaluuttapörssit ovat yksityisiä yrityksiä, joita monitoroidaan tarkasti. Näihin kirjaudutaan yleensä omilla nimillä ja pankkitunnuksilla, joten kryptovaluuttojen omistaminen ei ole monelle ollenkaan nimetöntä toimintaa (Nabilou, 2019, s. 2).

4.2.3 Lainsäädäntö ja regulaatio

Bitcoinin ja muiden kryptovaluuttojen nostaessa suosiotaan, samalla nostaen arvoaan, heräsi kysymyksiä lainsäädäntöön ja sääntelyyn liittyen. Perinteisemmät vaihdannan välineet ovat kaikki hyvin keskitettyjä, joten niitä on helpompaa säännellä ja monitoroida. Bitcoinin hajautettu luonne loi äärimmäistä muutosta pankki- ja rahoituslalle poistaen välikäsiä kokonaan, samalla luoden suuria haasteita lainsäätäjille. Bitcoin ei kuitenkaan

ole poistanut kaikkia välikäsiä, vaan se on luonut suuren määrän uusia, erilaisia, välikäsiä (Nabilou, 2019, s. 2).

Vuonna 2021 Kiinan valtio kielsi kryptovaluuttojen louhinnan ja käyttämisen kokonaan. Tätä kryptovaluuttojen käytön kieltä voidaan pitää ehdottomimpana toimenpiteenä kryptovaluuttojen toimintaa vastaan. Osa maailman valtioista ovat koittaneet markkinoida itseään kryptovaluuttamyönteisinä vaikuttaakseen nykyaikaiselta ja kiinnostavalta kohteelta muuttaa asumaan tai työskentelemään. Tästä hyvä esimerkki on aiemmin mainittu El Salvador, jossa bitcoin on virallinen valuutta ja valtion varojen sijoituskohteeksi. Kiinan ratkaisu on täysin päinvastainen, mutta se ei ole ainoa laatuaan. Kryptovaluuttoja on kielletty muissakin valtioissa, kuten esimerkiksi Saudi-Arabiassa ja muutamassa Afrikan valtiossa, mutta Kiinan kieltä voidaan pitää hyvin merkittävänä sen koon ja vaikutusten takia. Kiinan kryptovaluuttamarkkinat olivat ennen kieltä hyvin merkittävät ja bitcoinin louhinnasta ja vaihdannasta suurimmassa vastuussa olivat juuri kiinalaiset toimijat. Jopa 80 prosenttia kaikesta louhinnasta tapahtui Kiinan maaperällä. Kiinan kryptovaluuttakiellon julkaisu aiheutti merkittävän romahduksen bitcoinin hinnassa (Griffith & Clancey-Shang, 2023, s. 1–3).

Artikkelissaan Chokor ja Alfieri (2021, s. 7–8) esittävät, että kryptovaluuttojen sääntelyllä ja regulaatiolla on kolme päätavoitetta. Ensimmäinen tavoite sääntelyllä on riskien ehkäiseminen. Kryptovaluutat ovat hyvin korkean riskin sijoituskohteeksi ja implementoimalla sääntelyä näitä riskejä voidaan pienentää ja pyrkiä vakauteen markkinoilla. Toinen tavoite on laittoman toiminnan ja rahanpesun ehkäiseminen sekä kuluttajien suojeleminen. Vuonna 2018 Euroopan Unioni (2024) hyväksyi viidennen rahanpesunvastaisen direktiivin, jolla tiukennetaan EU:n sääntöjä rahanpesun ja terrorismin rahoituksen estämiseksi. Vuonna 2023 Neuvosto hyväksyi päivitettyt säännöt varainsiirtojen mukana toimitettavista tiedoista laajentamalla sääntöjen soveltamisalaa kryptovaluuttavarojen siirtoihin. Uusien sääntöjen nojalla kryptovaluuttavarapalvelun tarjoajat ovat velvollisia keräämään ja asettamaan saataville tiettyjä tietoja ylläpitämiensä kryptovaluuttavarojen siirtojen lähettäjistä ja vastaanottajista

riippumatta siitä, kuinka paljon kryptovaluuttavaroja siirretään. Tällä varmistetaan kryptovaluuttavarsiirtojen jäljitettävyyttä, jotta mahdolliset epäilyttävät liiketoimet on helpompi tunnistaa ja estää. Kolmas tavoite sääntelyllä on tuottaa tuloa soveltamalla asianmukaisia lakeja ja veroja. Kryptovaluuttamarkkinoiden kokoa voidaan pitää hyvin merkittävänä ja sen asianmukainen verotus mahdollistaa verotuloja sekä kryptovaluuttojen arvonnoususta, että louhinnasta.

Aiemmin mainittu arvopaperien digitointi luo myös lainsäädännöllisiä ongelmia. Valtioilla tai yrityksillä ei toistaiseksi ole regulaatiota, jonka pohjalle rakentaa digitoitujen arvopaperien kauppaa. Regulaation puute tuo kysymyksiä turvallisuuteen liittyen. Esimerkkinä voidaan pitää tilannetta, jossa omaisuutta on myyty digitaalisessa muodossa yritykseltä yksityishenkilölle, mutta alkuperäinen omaisuus vaurioituu, katoaa tai varastetaan. Tilanne herättää kysymyksiä omaisuuden omistuksesta, vakuuttamisesta ja esimerkiksi varastoinnista, eikä tähän ole toistaiseksi vastauksia. Lainsäädäntö herättää kysymyksiä, sillä eri maissa on erilaiset lait, ja omaisuus voisi lohkoketjujen kautta olla jakautunut maailmanlaajuisesti. Kolmansia osapuolia tarvitaan siis tilanteisiin, jossa fyysisellä asialla tai arvopaperilla, joka on digitoitu, käydään kauppaa (Sazandrishvili, 2020, s. 71–72).

4.2.4 Kryptovaluuttojen volatilitiitti

Kryptovaluuttamarkkina on ollut hyvin herkkä vaihteluille, ja esimerkiksi valuuttojen arvojen reagointi erilaisiin uutisiin on ollut vahvaa. Artikkelissaan Xie (2019) esittelee Kiinan toimien vaikutusta bitcoinin arvoon vuosien aikana. Kiinan kieltäessä virtuaalisten valuuttojen käytön maksuvälineenä vuonna 2013, bitcoinin arvo romahti jopa 50 prosenttia. Kiinaa pidettiin kryptovaluuttojen keskuksena ja suurin osa kryptovaluuttatransaktioista ja louhinnasta tapahtui juuri Kiinassa. Kiina on useita kertoja varoittanut virtuaalivaluuttojen käytöstä ennen kokonaan niiden kieltämistä, ja joka kerta tämä on näkynyt valuuttojen arvossa. Voimakas reagointi uutisiin, usein negatiivisesti, tekee kryptovaluuttoihin sijoittamisen suuren riskin toiminnaksi ja tuo huomattavasti epävarmuutta markkinoille. Artikkelissaan Bukovina ja Marticek (2016)

kuitenkin esittelevät, että bitcoinin volatiliteetti on huomattavasti pienentynyt bitcoinin julkaisusta lähtien. Volatiliteetti on kuitenkin edelleen huomattavaa.

4.2.5 Rikollinen toiminta ja huijaukset

Kryptovaluutat ovat tuoneet lieveilmiönä huomattavan määrän erilaista rikollisuutta. Bitcoinin ja muiden kryptovaluuttojen hajautettu toiminta ja nimettömät transaktiot ovat luoneet kiinnostusta hyödyntää niitä rikollisessa toiminnassa. (Kethinen & Cao, 2019).

Yksi tunnetuimmista esimerkeistä kryptovaluuttojen hyödyntämisestä rikolliseen toimintaan on vuosien 2011 ja 2013 välillä verkossa toiminut ”Silk Road”, eli kauppapaikka laittomille tavaroille ja palveluille. Tällä sivustolla kaupattiin pääosin erilaisia huumeita, mutta kauppaa on tehty myös esimerkiksi väärennetyillä henkilöllisyystodistuksilla ja dokumenteilla sekä pornograafisella materiaalilla. Sivustolla myytyjä palveluja olivat esimerkiksi kohdistetut hakkeroinnit, salasanojen tai muiden tietojen kalastelu ja jopa palkkamurhat. Sivustolla oli jopa miljoona rekisteröityä käyttäjää ja sivuston liikevaihdon on raportoitu ylittäneen 1,2 miljardia dollaria (Maddox ja muut, 2016, s. 4–6; Lane, 2013). Kauppapaikan perustaja tuomittiin vuonna 2015 elinkautiseen vankeuteen ja FBI takavarikoi häneltä yli 144 000 bitcoinia (Minnaar, 2014, s. 41). Sivuston sulkeminen oli maailmanlaajuisesti raportoitu tapahtuma ja tämänkaltaiset tapahtumat ovat usein taustalla siihen, että bitcoin ja muut kryptovaluutat yhdistetään vahvasti huumekauppaan ja muuhun rikolliseen toimintaan.

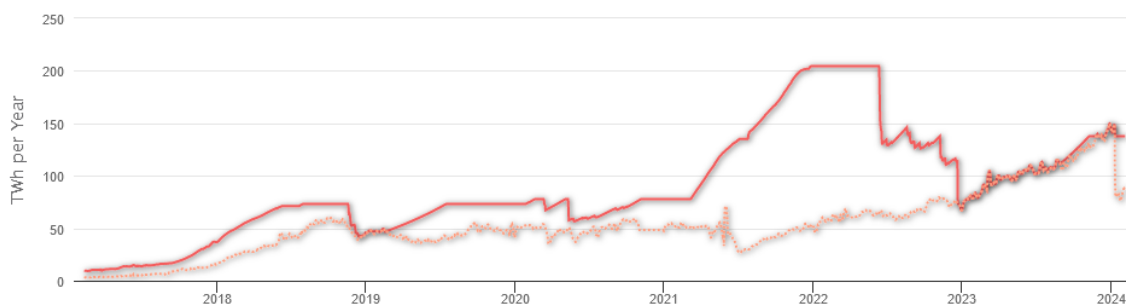
Yleinen kryptovaluuttoihin liittyvä huijausmuoto on niin sanottu ”pump-and-dump-huijaus”, jossa liikkeelle lasketaan uusi kryptovaluutta. Tämän kryptovaluutan ympärille luodaan nostetta markkinoinnin ja esimerkiksi erilaisten palkintojen tai keksittyjen ominaisuuksien avulla. Usein eri keskustelukanavien, kuten telegramin, avulla luotu kiinnostus ja mainonta valuutan ympärille tuo uusia sijoittajia paikalle. Kun valuutan arvo on keinotekoisesti nostetun kysynnän ansiosta noussut tarpeeksi, valuutan liikkeellelaskijat myyvät omat omistuksensa pois saavuttaakseen toisinaan suuretkin

voitot. Suuren myynnin takia valuutan tarjonta, ja lopulta hinta, romahtaa, eikä jäljellä olevilla kryptovaluutoilla ole enää mitään rahallista arvoa. Lopputuloksena on, että krypt1609–1611 liikkeellelaskijat ovat myyneet omistuksensa voitolla pois ja huijaukseen langenneille jää omistukseensa arvottomia kryptovaluuttoja (Xu & Livshits, 2019, s. 1609–1611). Huijaukset voivat kohdistua tapahtua pitkään markkinoilla olleisiin kryptovaluuttoihin, tai jopa välittömästi sen liikkeellelaskun, eli aiemminkin mainitun ICO:n, jälkeen. Sapkota ja muut (2020, s. 2–3) esittelevät artikkelissaan, että vuosien 2014 ja 2019 välillä yli 50 prosenttia kaikista ICO:sta ovat olleet loppupeleissä huijauksia. Sijoittajat ovat tehneet näissä huijauksissa tappiota jopa yli 10 miljardia dollaria. Tämä luo suurta riskiä kryptovaluuttoihin sijoittamiseen ja tuo epävarmuutta markkinoille, sillä sijoittajien menettämät varat ovat todella huomattavia kansainvälisellä tasolla.

4.2.6 Energiankulutus

Suurena ongelmana lohkoketjuteknologian, erityisesti bitcoinin, tapauksessa pidetään korkeaa energiankulutusta ja siitä aiheutuvia ympäristöhaittoja. Tutkielmassa aiemminkin mainittu vertaisverkko, jossa bitcoin toimii, ja sitä ylläpitävät tietokoneet vaativat suurta laskentatehoa. Erityisesti bitcoinin toimintaa ylläpitävä lohkojen louhinta käyttää suuren määrän resursseja.

Digiconomist (2024) kuvaa kuvan 3 mukaisesti bitcoinin energiankulutusta vuositasolla. Kuvassa tummempi viiva kuvaa estimoitua energiankulutusta ja vaaleampi viiva vuoden minimikulutusta. Vuodelle 2024 estimoitu energiankulutus on 137,68 TWh/vuosi. Tämä vastaa koko Ukrainan valtion energiankulutusta, joten bitcoinverkoston kuluttaman energiamäärän voidaan todeta olevan valtavan suuri. Luonnollisesti tästä aiheutuvat hiilijalanjäljet, elektroniikkajätteet ja vedenkulutukset ovat myös massiiviset.



Kuva 3. Bitcoinin energiankulutus vuositasolla (TWh/vuosi) (Diciconomist, 2024).

Bitcoinin louhintamäärät vaihtelevat hyvin paljon maantieteellisen sijainnin mukaan. Tähän vaikuttaa loogisesti esimerkiksi sähkön hinta ja lainsäädäntö kryptovaluuttoja kohtaan. Vuoteen 2021 bitcoinin louhinta keskittyi hyvin laajasti Kiinaan (The New York Times, 2024). Kiinaa voidaan kuvata valvontayhteiskunnaksi, jossa kansalaisista ja heidän liikkeistään ja kulutuksistaan pidetään hyvin tarkasti kirjaa. Tämä on luonut mielenkiintoa kryptovaluuttoja kohtaan, sillä kansalaiset halusivat ostaa asioita ilman digitaalista jälkeä, joka menee suoraan maan hallitukselle ja voi vaikuttaa kansalaisen saamiin etuihin. Kuten aiemmassa kappaleessa mainittiinkin, kryptovaluuttojen kaupankäynnistä ja louhinnasta tehtiin laitonta Kiinassa vuonna 2021. Tämä ei kuitenkaan ole poistanut bitcoinin, tai muiden kryptovaluuttojen käyttämistä tai louhimista kokonaan, vaikka se kiellettyä onkin. Toki se on vähentynyt huomattavissa määrin. Kiinan lakimuutoksesta alkaen louhinta alkoi siirtyä halvemman energian maihin, pääosin Kazakstaniin, joka sopi louhijoille sen suuren koon, maantieteellisen sijainnin ja halvan energian vuoksi. Suurin osa louhijoista sijaitsee kuitenkin Yhdysvalloissa. Yhdysvalloissa sijaitsevat massiiviset louhintaoperaatiot vaikuttavat tavallisiin kansalaisiin negatiivisesti, sillä louhijoiden käyttämä energiamäärä nostaa sähkön hintaa heillekin, jotka eivät ole missään tekemisissä kyseisen kryptovaluutan kanssa (The New York Times, 2024).

Artikkelissaan Zhang ja muut (2019, s.16–18) esittävät bitcoinin vaatimukset turvallisuuden ja yksityisyydensuojaan liittyen. Yhtenä kehitettävänä aspektina

turvallisuuden ja energiankulutuksen kannalta he pitävät konsensusalgoritmeja. Erityisesti mainitaan, että tulisi hyödyntää konsensusmekanismeja, jotka kuluttavat vähemmän energiaa, tai jotka toimivat ilman tietokoneiden laskentatehoa. Konsensusmekanismien kehittäminen toisi bitcoinille, sekä muille kryptovaluutoille ja lohkoketjuille yleisesti, etuja laajalla mittakaavalla, sillä se liittyy tavallisen käyttäjän kohdalla sekä energiankulutukseen että yleiseen turvallisuuteen ja yksityisyyteen.

Kryptovaluuttojen on mainostettu tuovan ratkaisuja poliittisia epävakauksia kohtaan. Todellisuudessa useissa tapauksissa ne ovat tuoneet negatiivista vaikutuksia kansalaisille juuri nousseiden energiakustannusten takia. Kryptovaluutat saavat myös paljon negatiivista huomiota rikollisen toiminnan ja maanlaajuisten kieltojen, kuten Kiinan, takia. Nämä luovat usein kitkaa sen käyttöönottoa ajatellen.

4.2.7 Teknologian kustannukset

Lohkoketjuteknologian laajempi adaptaatio finanssisektorille, tai mille tahansa muullekin sektorille, aiheuttaa suuria kustannuksia. Cagigas ja muut (2021, s. 13912–13913) esittelevät lohkoketjuteknologian aiheuttavan sosioekonomisia kustannuksia instituutioille, jotka sitä aikovat alkaa käyttämään. Esimerkiksi bitcoinissa käytetty ”proof of work” konsensusmekanismi vaatii paljon kalliita energiavaroja louhintaprosessissa. Tämä aiheuttaa suuria energiakustannuksia, jotka kasvavat yhä ketjun kasvaessa. Kustannukset aiheutuvat konsensusmekanismista, koska se vaatii useiden laitteiden yhdessä toimimista eri lokaatioissa.

Koska uuden teknologian laaja käyttöönotto on aina kallista, piilee siinä aina riski sijoituksen kannattavuudesta. On vaikeaa arvioida, kuinka suurta alkupääoman investointia lopulta tarvittaisiin, eikä ole täyttä varmuutta, että lohkoketjuteknologian tuomat edut esimerkiksi turvallisuudessa olisivat sijoituksen arvoiset. Aiemmat tutkimukset ovat jopa osoittaneet, että lohkoketjuteknologiaan siirtymisen aiheuttamat kustannukset eivät ole olleet kannattavia, kun tarkastellaan sen tuomia turvallisuusetuja (Gabison, 2016, s. 340).

Cagigas ja muut (2021, s. 13914) esittävät myös mahdollisena riskinä ja kustannuksena tiettyjen työpaikkojen katoamisen. Lohkoketjuteknologian ominaisuudet puoltavat mahdollisuutta automatisoida tiettyjä byrokratian prosesseja, jolloin esimerkiksi virkamiesten työpaikkoja saattaisi olla uhattuna. Työpaikkojen tulevaisuus on kuitenkin aihe, jota ei vielä ole tarpeeksi tutkittu tehdäkseen johtopäätöksiä.

Erytisesti bitcoinin tapauksessa valttikorttina on aina ollut lupaukset nopeista maailmanlaajuisista transaktioista minimaalisilla kustannuksilla. Todellisuudessa transaktiokustannukset ovat vaihtelevia tilanteen mukaan ja välillä todella korkeat. Korkeat transaktiokustannukset luovat epävarmuutta järjestelmän käyttöönottoon, koska pienten transaktioiden tekemisestä tulee kannattamatonta. Tämä on täysin ristiriidassa bitcoinin kehittämisen motiivien kanssa. Li ja muut (2022, s. 136–137) esittävät transaktiokustannusten olevan olennainen osa lohkoketjujen toimintaa. Nämä kustannukset toimivat houkuttimina louhijoille varmistamaan tapahtuvat transaktiot. Tämä kuitenkin tarkoittaa sitä, että suurten transaktiokustannusten tapahtumat varmistetaan ennen pienten kustannusten transaktioita, jolloin pienten transaktiokustannusten tapahtumia saattaa joutua odottamaan melko pitkäänkin, tehden teknologian toiminnasta tehotonta.

5 Lohkoketjut keskuspankeille

Lohkoketjuteknologia tarjoaa myös keskuspankeille suuria mahdollisuuksia. Keskuspankit ovatkin vuosia jo aktiivisesti tutkineet niiden hyödyntämistä omaan käyttöönsä. Keskuspankit pystyvät muiden instituutioiden ja yritysten tavoin hyödyntämään lohkoketjuteknologiaa parantamaan edellä mainittuja ominaisuuksia, esimerkiksi tehokkuutta, turvallisuutta ja transaktionopeutta. Yksi suurimmista innovaatioista keskuspankeille lohkoketjuteknologian saralla on niin sanotun digitaalisen keskuspankkirahan (Central Bank Digital Currency, CBDC) markkinoille lasku (Nabilou & Prum, 2019, s. 1084).

5.1 Digitaalinen keskuspankkiraha

Eri keskuspankit voivat laskea markkinoilla omia digitaalisia valuuttojaan, joita kansalaiset pystyisivät hyödyntämään arjessaan käteisen rahan tavoin. Euroopan keskuspankki on suunnitellut markkinoille digitaalista euroa. Euroopan keskuspankki (2024) kuvaa digitaalista euroa sähköisenä maksutapana, joka olisi kaikkien saatavilla ilman lisäkuluja. Sitä voisi käyttää turvalliseen maksamiseen kaikkialla euroalueella, täysin kuten tavallisia fyysisiä seteleitä ja kolikoita. Digitaalinen keskuspankkiraha ei kuitenkaan ole itsessään kryptovaluutta, vaikka sillä samoja ominaisuuksia onkin. Digitaalisen keskuspankkirahan tarkoituksena olisi toimia stabiilina virtuaalivaluuttana käyttäjille ja samalla toimia arvon mittana ja yksikkönä kryptovaluuttamarkkinoilla. Tällä hetkellä kryptovaluuttamarkkinoilla ei ole kovin stabiileja valuuttoja, mikä voi aiheuttaa ongelmia ja hidastaa lohkoketjuteknologian adaptaatiota. Digitaalinen valuutta ei ole hyvä vaihdon väline, jos sen arvo heittelee ajan myötä paljon, kuten useat kryptovaluutat tekevät. Stabiilin digitaalisen valuutan puute luo keskuspankeille hyvän mahdollisuuden luoda oma digitaalinen valuutta, jota pankki voi oman luotettavuuden ja maineen ansiosta pitää vakaana (Nabilou & Prum, 2019, s. 1084–1085).

Digitaalisia keskuspankkirahoja pystytään kehittämään ja käyttämään sekä lohkoketjuteknologian avulla että ilman lohkoketjuteknologiaa. Aika näyttää, kuinka

paljon lohkoketjuteknologiaa tullaan hyödyntämään, mutta siirtymä lohkoketjuteknologiaan vaikuttaa loogiselta, jos sen todetaan olevan esimerkiksi nopeampi ja turvallisempi keino (Nabilou & Prum, 2019, s. 1090).

Vaikka digitaalisilla keskuspankkirahoilla ja kryptovaluutoilla on useita yhtäläisyyksiä, ne eivät kuitenkaan ole toistensa synonyymejä. Niiden erot ovat merkittäviä, ja eroja löytyy esimerkiksi toimintaperiaatteessa, arvon määräytymisessä, käytetyssä teknologiassa ja yksityisyydessä. Koska digitaalinen keskuspankkiraha on keskuspankin liikkeelle laskema, se on sidottu kansalliseen valuuttaan, kuten euroon tai Yhdysvaltain dollariin toisin kuin kryptovaluutat, joiden arvot määräytyvät ainakin osittain markkinoiden ja kysynnän sekä tarjonnan mukaan. Digitaaliset keskuspankkirahat suunnitellaan yleensä keskuspankin rahapolitiikan toteuttamiseen ja maksujärjestelmän epäkohtien parantamiseen, kun taas kryptovaluutat ovat usein suunniteltu hajautettuihin maksuihin, arvon säilyttämiseen ja sijoitustoimintaan ilman keskitettyä valvojaa. Kryptovaluuttojen voidaan myös sanoa tarjoavan yleisellä tasolla enemmän turvallisuutta, sillä keskuspankin laskemalla valuutalla on enemmän monitorointia ja jäljitettävyyttä. Kryptovaluutat toimivat pääosin hajautetusti lohkoketjuteknologian avulla, kun taas digitaaliset keskuspankkirahat voivat perustua hajautettuihin tietokantoihin, keskitettyihin tietokantoihin, tai myös jossain tapauksissa lohkoketjuihin.

Bolt, Lubbersen ja Wierts (2022, s. 7) pitävät suurimpana tekijänä keskuspankkien digitaalisten valuuttojen kehittämisessä käteisen käytön vähenemistä, josta on seurannut maksujärjestelmän asteittaista siirtymistä yksityisiin rahoituspalveluihin. Historialliset esimerkit ja kryptovaluuttamarkkinoiden nykyinen tila viittaavat siihen, että ajan mittaan tämä voisi asettaa yleisen edun vaaraan luottamuksen ja vakauden suhteen.

5.1.1 Digitaalinen euro

Euroopan komissio aloitti digitaalisen euron lainsäädäntöprosessin kesäkuussa 2023, kun se julkaisi lainsäädäntöehdotuksen Euroopan parlamentin ja neuvoston hyväksyttäväksi. Euroopan keskuspankki aloitti digitaalisen euron tutkimusta jo vuonna

2021. Euroopan keskuspankki kuvaa digitaalisen euron tuovan käteisen käyttömahdollisuudet digitaaliselle aikakaudelle. Se toisi turvallisuutta, yksityisyyttä ja toisi toisen vaihtoehdon käteisen rinnalle. Tarkoitus ei siis ole korvata käteistä rahaa kokonaan. Koska keskuspankillla ei ole tarvetta kerätä käyttäjien maksutottumuksia tai kaupallistaa muitakaan heidän tietojansa, ei sillä ole pääsyä henkilökohtaiseen dataan, jolla käyttäjiä tunnistettaisiin. Digitaalinen euro tulee mitä todennäköisimmin toimimaan lohkoketjuteknologian avulla, tai ainakin hajautetun tilikirjan avulla. Euroopan keskuspankki tulee kuitenkin olemaan vastuussa digitaalisesta eurosta ja sen toiminnasta (Euroopan keskuspankki, 2023, s. 5–8).

Euroopan keskuspankki (2023, s. 9) kuvaa digitaalista euroa universaaliksi hyväksyttäväksi, inklusiiviseksi ja helppokäyttöiseksi. Kauppiaille digitaalinen euro virtaviivaistaa maksuprosessit, tehden ne välittömästi tapahtuviksi ja tehokkaiksi. Maksujen suorituksissa ei olisi enää viiveitä, vaan käteisen tapaan raha siirtyy välittömästi osapuolelta toiselle. Kustannusten alentuessa voidaan myös tarjota palveluja helpommin suuremmalle kohdeyleisölle, parantaen kauppiaiden asemaa markkinoilla.

Vaikka Euroopan keskuspankki onkin vastuussa digitaalisen euron liikkeellelaskusta, olisi projektissa mukana myös kolmansia osapuolia, yksityisiä maksupalveluntarjoajia. Nämä maksupalveluntarjoajat pitäisivät yllä asiakassuhteita ja tuottaisivat tuloja niihin liittyvien palveluiden kautta. Pankkitalletusten liiallisen poistuman estämiseksi digitaalisen euron loppukäyttäjien hallussa olevaa määrää rajoitettaisiin. He voisivat kuitenkin edelleen tehdä ostoksia tämän määrän yli, sillä heidän digitaalinen eurolompakkonsa voisi olla yhteydessä heidän kaupalliseen pankkitiliinsä (Euroopan keskuspankki, 2023, s. 9).

5.1.2 Digitaaliset keskuspankkirahat muualla

Digitaalista euroa ei ole vielä julkaistu, vaan se on vielä kehitysvaiheessa. On kuitenkin muita valtioita ja keskuspankkeja, jotka ovat saaneet projektinsa jo siihen pisteeseen,

jossa digitaalista keskuspankkirahaa on jo julkisessa käytössä. Kiinaa voidaan pitää digitaalisen keskuspankkirahan pioneerina. Kiinassa asian tutkiminen sai alkunsa jo vuonna 2014. Sen julkisti lopulta People's Bank of China (PBOC) vuonna 2017. Muutaman vuoden tutkimisen jälkeen pilottitestit muutamassa Kiinan kaupungissa aloitettiin huhtikuussa 2020. Kesäkuun loppuun mennessä 2023, E-CNY on ollut käytössä yli 1,3 miljoonassa kohteessa. Henkilökohtaisia lompakkoja oli noin 21 miljoonaa ja yrityslompakkoja yli 3,5 miljoonaa. Kiinan E-CNY ei kuitenkaan ole toiminnassa lohkoketjussa tai muussa hajautetussa tilikirjassa, mutta se on silti digitaalista valuutaa, jota keskuspankki hallitsee (Jiang & Lucero, 2022, s. 243–246).

Vuonna 2023 IMF ilmoitti, että yli 60 prosenttia maailman valtioista ovat jollain tavalla mukana tutkimassa digitaalisten keskuspankkirahojen adaptaatiota. Tällä hetkellä suurimpana etuna IMF esittää digitaalisille valuutoille rajojen ylittävien maksujen helpottamisen ja nopeuttamisen, koska nyt ne ovat liian kalliita ja hitaita, jotta pienemmät yritykset voisivat tehdä tehokkaasti kauppaa kansainvälisesti (International Monetary Fund, 2023b).

5.1.3 Digitaalisen keskuspankkirahan ongelmat

Nabiloun ja Prumin (2019, s. 1087–1088) artikkelissa käsitellään digitaalisen keskuspankkirahan ongelmia lainsäädännöllisestä näkökulmasta EU-alueella. Artikla 127 TFEU:ssa todetaan, että ”EKP toimii avoimen markkinatalouden periaatteen mukaisesti, jossa on vapaa kilpailu, tehokas resurssien allokaatio ja noudattaen artiklassa 119 vahvistettuja periaatteita.” Digitaalisen keskuspankkirahan julkaisemisen saattaisi olla ristiriidassa edellä mainitun säännöksen kanssa, jos se johtaisi keskuspankkien keskitettyyn luotonannon allokaatioon.

Digitaalisen keskuspankkirahan käyttöönotto ja hyödyllisyys herättää paljon kysymyksiä. Panetta (2018, s. 5) kuvaa tilannetta seuraavasti:

Valikoima työkaluja, jotka mahdollistavat lähes kitkattomat ja välittömät maksut, on jo laaja: tänä päivänä voimme tehdä digitaalisen maksun pankkisiirrolla (verkkopankin kautta), luotto- tai maksukorteilla, käyttäen PayPalia tai Apple Payta (mainitakseni vain muutamia); voimme tehdä sen tietokoneiden, älypuhelimien tai älykellojen avulla, yksinkertaisesti laittamalla ranteemme lähelle myyntipistettä. Kilpailu maksupalvelujen tarjonnassa on jo korkealla, ja järjestelmän tehokkuus lisääntyy monissa lainkäyttöalueissa käyttöön otettavien välittömien maksujen myötä – edelleen lisää vaihtoehtoja käteiselle. Tästä näkökulmasta katsottuna digitaalisen keskuspankkirahan edut ovat parhaimmillaankin epäselviä: sen mahdolliset hyödyt ovat todennäköisesti riittämättömiä perustelemaan keskuspankkien osallistumista toimintaan, jota yksityiset toimijat jo hyvin palvelevat.

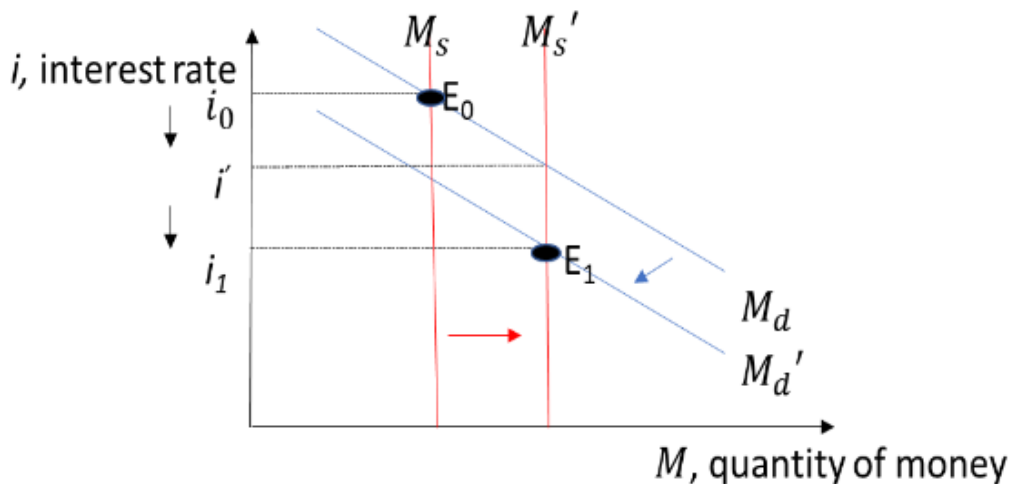
Tavallisen kuluttajan näkökulmasta digitaalinen keskuspankkiraha saattaa vaikuttaa tarpeettomalla, eikä suurimmalla osalla kuluttajista ole tarvetta sen ominaisuuksille, kuten absoluuttiselle turvallisuudelle (Bofinger & Haas, 2020, s. 3). Ehkä jopa suurin motivaatio digitaalisen keskuspankkirahan suunnittelulle on käteisen tärkeyden väheneminen maksuvälineenä Euroopan keskuspankki (2020, s. 10) kuvaa tilannetta seuraavasti:

Käteisen käytön väheneminen taloudessa merkitsisi kasvavaa riippuvuutta yksityisistä rahamuodoista ja yksityisistä maksuratkaisuista euroalueella. Tietyllä tasolla tällainen suuntaus voisi vaarantaa käteisinfrastruktuurin kestävyys ja vaikeuttaa asianmukaisten käteispalveluiden tarjoamista. Eurooppalaiset kansalaiset kohtaisivat siten vaikeuksia päästäkseen käsiksi ainoaan julkisen sektorin tarjoamaan maksuvälineeseen, joka ottaa huomioon heidän tarpeensa, riippumatta mistään kaupallisesta näkökulmasta.

Näin ollen digitaalisen keskuspankkirahan tavoitteena olisi poistaa riippuvuutta yksityisistä palveluntarjoajista. Tilannetta voidaan kuitenkin vielä pitää hypoteettisena, sillä vaikka käteisen käyttäminen on nyky-yhteiskunnassa digitaalisten maksuvälineiden myötä vähentynyt reilusti, todisteita laajamittaisesta käteisen kysynnän romahtamisesta ei ole (Bofinger & Haas, 2020, s. 14).

5.1.4 Pankkien suhtautuminen kryptovaluuttoihin

Pankit pitävät kryptovaluutoista seuraavaa pankkitalletusten vähenemistä todellisenä uhkana. Tallusten vähenemisestä seuraa myös rahan tarjonnan väheneminen. Rahan tarjontaa suojellakseen keskuspankit kehittävät digitaalisia valuuttoja itse, jotta ne voivat itse määrätä tarjonnasta ja valvonnasta. Jos keskuspankkien ulkopuoliset osapuolet laskevat liikkeelle omia kryptovaluuttojaan, johtaa se kuvan 4 mukaisesti rahan tarjonnan, M_s , kasvuun keskuspankin ja hallituksen kontrollin ulkopuolella. Rahan tarjonnan kasvu aiheuttaa rahan kysynnän, M_d , laskun, joka osoitetaan sinisellä nuolella. Lopulta näiden yhteisvaikutus laskee korkotason tilasta i_0 tilaan i_1 , mikä näkyy tasapainon

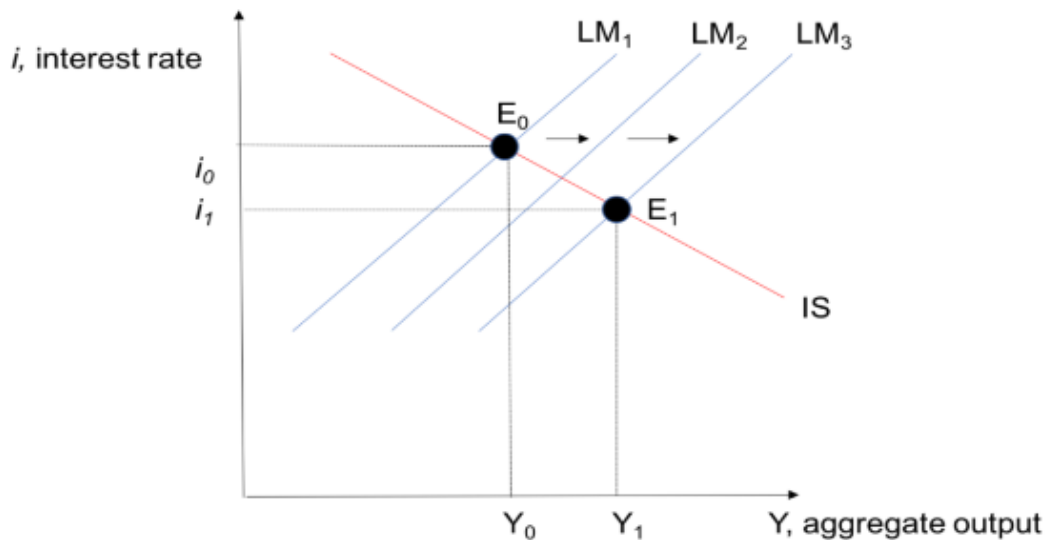


siirtymisellä tilasta E_0 tilaan E_1 (Oh & Nguyen, 2018, s. 47–53).

Kuva 4. Kryptovaluuttojen liikkeellelaskun vaikutus rahan tarjontaan ja kysyntään (Oh & Nguyen, 2018, s. 48).

Jotta voidaan tarkemmin tarkastella viranomaisten toimivallan ulkopuolella laskettujen kryptovaluuttojen vaikutuksia, käytetään kuvan 5 mukaisesti IS-LM -mallia. IS-LM -mallia käytetään kuvaamaan talouden tasapainoa korkotason i ja kokonaistuotannon Y avulla. IS-käyrä kuvaa tavaroiden ja palvelujen markkinoiden tasapainotilaa, eli investointien ja

säästämisen välistä tasapainoa, kun taas LM-käyrä kuvaa rahamarkkinoiden tasapainotilaa, eli rahan kysyntää ja tarjontaa suhteessa korkotasoon. (Kaboub, 2010, s. 343–343). Mallista huomataan LM-käyrän siirtyvän kaksi kertaa. Ensimmäinen muutos tilasta LM_1 tilaan LM_2 johtuu rahan tarjonnan noususta kryptovaluuttojen tullessa markkinoille. Toinen muutos tilasta LM_2 tilaan LM_3 seuraa, kun rahan kokonaiskysyntä laskee. Nämä muutokset eivät vaikuta IS-käyrään, joten talouden tilanteen muutokset nähdään tasapainon siirtymisellä IS-käyrää pitkin tilasta E_0 tilaan E_1 . Kokonaistuotanto on noussut pisteestä Y_0 pisteeseen Y_1 , kun taas korkotaso on laskenut pisteestä i_0 pisteeseen i_1 . Näin ollen, viranomaisten toimivallan ulkopuolella laskettujen kryptovaluuttojen voidaan vaikuttavan samanlaisesti, kuin elvyttävä rahapolitiikka, jossa korkotasoa lasketaan nostaakseen rahan tarjontaa. Ongelmana pidetään kuitenkin sitä, että nämä toimet ja vaikutukset ovat hallitusten ja pankkien kontrollin ulkopuolella. (Oh & Nguyen, 2018, s. 47–53).



Kuva 5. IS-LM -malli kryptovaluuttojen liikkeellelaskussa (Oh & Nguyen, 2018, s. 49).

Rahojen elektroniset muodot, kuten pankkitalletukset, suoritetaan keskitetyn infrastruktuurin kautta. Luotettavat välikädet, kuten pankit, selvittävät ja toteuttavat

lopullisen tapahtuman. Kryptovaluutoilla ei ole tällaista keskitettyä infrastruktuuria lainkaan. Tämän takia keskuspankkien on reagoitava tähän ongelmaan, jotta ne voivat pitää rahan tarjonnan omassa hallinnassaan (Broby & Baker 2018, s. 2).

Talletuspankkien ja keskuspankkien suhtautumisessa digitaalisiin valuuttoihin ja kryptovaluuttoihin voidaan todeta olevan eroja. Talletuspankit ovat olleet kriittisiä digitaalisia valuuttoja kohtaan, sillä uhkana on aiemminkin mainittu talletusten väheneminen. Keskuspankkien digitaalisen valuutan myötä tavallisella kuluttajalla olisi vaihtoehto turvallisista talletuksista suoraan keskuspankkiin. Näin kaupallisten pankkien olisi todennäköisesti tarjottava korkoja ja turvallisuutta sellaisella tasolla, joka houkuttelee talletuksia yli mahdollisen talletussuojan rajan (Perkins, 2020, s. 25).

6 Johtopäätökset

Tutkielman tarkoituksena oli tutkia lohkoketjuteknologian sekä keskuspankkien digitaalisten valuuttojen etuja ja haasteita finanssisektorilla. Lohkoketjuteknologia tarjoaa mahdollisuudet mullistaa finanssisektoria useallakin eri tavalla. Tärkeimpinä lohkoketjuteknologian etuina voidaan pitää kustannusten alenemista, transaktionopeuden paranemista, transaktioiden turvallisuuden ja yksityisyyden edistämistä sekä esimerkiksi arvopaperien digitointia. Etuja voidaan saavuttaa sekä yksityishenkilöiden että yritysten ja instituutioiden toiminnassakin.

Lohkoketjuteknologia ei ole tällä hetkellä laajamittaisessa käytössä finanssialalla, sillä sen implementointia ei toistaiseksi pidetä kannattavana. Kannattavuutta haittaavat esimerkiksi käyttöönoton korkeat kustannukset suhteessa teknologian tämänhetkiseen tehokkuuteen, riskit lainsäädännön ja yksityisyydensuojan suhteen nyt ja tulevaisuudessa sekä korkea energiankäyttö ja sen tuomat kustannukset ja ympäristöhaitat. Teknologian laajamittaista implementointia ei pidetä todennäköisenä ilman maailmanlaajuisia linjauksia lainsäädännön, yksityisyydensuojan ja teknologian hyödyntämisen kannalta.

Keskuspankkien kiinnostus digitaalisia valuuttoja kohtaan on huomattavassa nousussa ja yli puolet maailman valtioista ovat tutkimassa niiden hyödyntämistä. Yksityishenkilöille mahdolliset edut vaikuttavat toistaiseksi pieneltä, mutta digitaaliset valuutat pystyvät mahdollisesti edistämään rajojen ylittävien transaktioiden nopeutta, turvallisuutta ja kustannusten alenemista. Se voi myös tuoda pankkitoimintoja henkilöille ja alueille, joissa se ei ennen ole ollut täysin mahdollista. Suurimmat edut ovat kuitenkin instituutioille ja finanssialan muille toimijoille. Digitaaliset keskuspankkirahat toimivat rahapolitiikan työkaluina, esimerkiksi korkotason ja rahan tarjonnan hallinnassa. Digitaalisen rahan taloudellista dataa voidaan hyödyntää maailmantalouden ennustamiseen ja politiikkapäätöksiin. Ne edistävät järjestelmäriskien vähenemistä tuomalla läpinäkyvät maksujärjestelmät.

Keskuspankit haluavat omat digitaaliset valuuttansa markkinoille, sillä nykyiset krypto- ja digitaaliset valuutat vaikuttavat heille liian suurelta riskiltä. Pankeilla tai muilla instituutioilla ei ole kontrollia kryptovaluuttoihin, ja ne tuovat ei-toivottua kilpailua alalle. Kryptovaluutoissa on edelleen epävarmuutta sääntelyn suhteen ja niiden suurta volatiliteettia ja riskiä varotaan. Pidetään parempana ratkaisuna kehittää omat digitaaliset valuutat, kuin implementoida jo olemassa olevia digitaalisia valuuttoja nykyiseen infrastruktuuriin.

Lähteet

- Arner, D., Barberis, J. & Buckley, R. (2015). The Evolution of FinTech: A New Post-Crisis Paradigm? *Georgetown Journal of International Law*, 47, 1271–1319.
- Bashir, I. (2017). *Mastering Blockchain*. Birmingham: Packt Publishing.
- Bofinger, P., & Haas, T. (2020). CBDC: Can central banks succeed in the marketplace for digital monies?
- Bofondi, M., and Gobbi, G. (2017). The big promise of FinTech. *European Economy – Banks, Regulation, and the Real Sector*, this issue.
- Bolt, W., Lubbersen, V., & Wierds, P. (2022). Getting the balance right: Crypto, stablecoin and CBDC.
- Bouoiyour, J., Selmi, R., Tiwari, A. K., & Olayeni, O. R. (2016). What drives Bitcoin price. *Economics Bulletin*, 36(2), 843–850.
- Broby, D., & Baker, S. (2018). Central banks and cryptocurrencies. *Centre for Financial Regulation and Innovation-White Paper*.
- Bromberg, B. (1942). The origin of banking: religious finance in Babylonia. *The Journal of Economic History*, 2(1), 77–88.
- Bukovina, J., & Marticek, M. (2016). Sentiment and bitcoin volatility. University of Brno.
- Cagigas, D., Clifton, J., & Diaz-Fuentes, D. (2021). Blockchain for Public Services: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, vol. 9, pp. 13904–13921.
- Catalini, C., & Gans, J. (2017). Some Simple Economics of the Blockchain. *Communications of the ACM*, 63(7), 80–90.
- Chokor, A., & Alfieri, E. (2021). Long and short-term impacts of regulation in the cryptocurrency market. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 81, 157-173.
- Chuen, D. L. K., Deng, R. H., & Lee Kuo Chuen, D. (2017). Handbook of Blockchain, Digital Finance, and Inclusion Volume 2, Mobile Security, and Distributed Ledger ChinaTech, Mobile Security, and Distributed Ledger. Academic Press.
- CoinMarketCap. (2024). *Bitcoin*. Noudettu 8.2.2024 osoitteesta <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>

- Digiconomist. (2024). *Bitcoin Energy Consumption Index*. Noudettu 5.2.2024 osoitteesta <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>
- Di Pierro, M. (2017). What Is the Blockchain? *Computing in Science and Engineering*, 19(5), 92-95.
- Euroopan Keskuspankki. (2023). *A stocktake on the digital euro*. Noudettu 24.1.2024 osoitteesta https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/investigation/profuse/shared/files/dedocs/ecb.dedocs231018.fi.pdf
- Euroopan Keskuspankki. (2024). *Digitaalisesta eurosta*. Noudettu 23.1.2024 osoitteesta https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/html/index.fi.html
- Euroopan Keskuspankki. (2015). *Mikä on keskuspankki?* Noudettu 13.12.2023 osoitteesta <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me/html/what-is-a-central-bank.fi.html>
- Euroopan Keskuspankki. (2020). *Report on a digital euro*. Noudettu 10.2.2024 osoitteesta https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/Report_on_a_digital_euro~4d7268b458.en.pdf
- Euroopan komissio. (2024). *Crowdfunding explained*. Noudettu 17.1.2024 osoitteesta https://single-market-economy.ec.europa.eu/access-finance/guide-crowdfunding/what-crowdfunding/crowdfunding-explained_en?prefLang=fi
- Eurooppa-neuvosto. (2024). *Aikajana: EU:n toimet rahanpesun ja terrorismin rahoituksen torjumiseksi*. Noudettu 3.5.2024 osoitteesta <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/fight-against-terrorism/fight-against-terrorist-financing/timeline/>
- Fisch, C. (2019). Initial Coin Offerings (ICOs) to Finance New Ventures. *Journal of Business Venturing*, 34(1), 1–22. <https://doi.org.proxy.uwasa.fi/10.1016/j.jbusvent.2018.09.007>
- Fungáčová, Z., Kerola, E., & Weill, L. (2022). Does Experience of Banking Crises Affect Trust in Banks? *Journal of financial services research*, 62(1-2), 61-90. <https://doi.org/10.1007/s10693-021-00365-w>

- Gabison, G. (2016). Policy Considerations for the Blockchain Technology public and private applications. *Sci. Technol. Law Rev.*, vol 19, no 3, 327–350.
- Griffith, T., & Clancey-Shang, D. (2023). Cryptocurrency regulation and market quality. *Journal of international financial markets, institutions & money*, 84, 101744. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2023.101744>
- Guo, Y., & Liang, C. (2016). Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial Innovation*. 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0034-9>.
- Iansiti, M., & Lakhani, K. (2017). The Truth About Blockchain. *Harvard Business Review*, 95(1), 119–120.
- IBM. (2018). The digitalization of real-world assets into tokens on blockchain. Noudettu 19.1.2024 osoitteesta <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/tokenassets>
- International Monetary Fund. (2023a). *Monetary Policy and Central Banking*. Noudettu 13.12.2023 osoitteesta <https://www.imf.org/en/About/Factsheets/Sheets/2023/monetary-policy-and-central-banking>
- International Monetary Fund. (2023b). *The Digital Finance Voyage: A Case for Public Sector Involvement*. Noudettu 31.1.2024 osoitteesta <https://www.imf.org/en/News/Articles/2023/11/15/sp-111423-the-digital-finance-voyage-a-case-for-public-sector-involvement>
- International Monetary Fund. (2023c). *Central Banks Can Fend Off Financial Turmoil and Still Fight Inflation*. Noudettu 12.2.2024 osoitteesta <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2023/06/05/central-banks-can-fend-off-financial-turmoil-and-still-fight-inflation>
- Investopedia. (2022). Initial Coin Offering (ICO). Noudettu 16.1.2024 osoitteesta <https://www.investopedia.com/terms/i/initial-coin-offering-ico.asp>
- Jiang, J., & Lucero, K. (2022). Background and Implications of China's E-CNY. *U. Fla. JL & Pub. Pol'y*, 33, 237.
- Kaboub, F. (2010) IS-LM Model. *21st Century Economics. A Reference Handbook*, 341-347.

- Kodres, L. E. (2013). What is shadow banking. *Finance and Development*, 50(2), 42-43.
- Lane, J. (2013). Bitcoin, silk road, and the need for a new approach to virtual currency regulation. *Charleston L. Rev.*, 8, 511.
- Li, J., Yuan, Y., & Wang, F. (2022). Analyzing Bitcoin transaction fees using a queueing game model. *Electronic commerce research*, 22(1), 135-155.
<https://doi.org/10.1007/s10660-020-09414-3>
- Maddox, A., Barratt, M. J., Allen, M., & Lenton, S. (2016). Constructive activism in the dark web: cryptomarkets and illicit drugs in the digital 'demimonde'. *Information, Communication & Society*, 19(1), 111-126.
- Maull, R., Godsiff, P., Mulligan, C., Brown, A., Kewell, B. (2017). Distributed ledger technology: Applications and implications. *Strategic Change*, 59(3), 183–187.
<https://doi.org/10.1002/jsc.2148>
- Minnaar, A. (2017). Online 'underground' marketplaces for illicit drugs: the prototype case of the dark web website Silk Road. *Acta Criminologica: African Journal of Criminology & Victimology*, 30(1), 23-47.
- Morrow, M. J., & Zarrebini, M. (2019). Blockchain and the Tokenization of the Individual: Societal Implications. *Future Internet*, 11(10), 220.
<https://doi.org/10.1002/jsc.2148>
- Mougayar, W., & Buterin, V. (2016). *The business blockchain: Promise, practice, and application of the next internet technology*. John Wiley & Sons, Inc.
- Nabilou, H (2019). How to regulate bitcoin? Decentralized regulation for a decentralized cryptocurrency. *International Journal of Law and Information Technology*. 27(3), 266–291.
- Nabilou, H., & Prum, A. (2019). Central banks and regulation of cryptocurrencies. *Rev. Banking & Fin. L.*, 39, 1003.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Noudettu 13.12.2023 osoitteesta <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Navaretti, G. B., Calzolari, G., Mansilla-Fernandez, J. M., & Pozzolo, A. F. (2018). Fintech and banking. Friends or foes?. Friends or Foes.

- The New York Times. (2024). *The Real-World Costs of the Digital Race for Bitcoin*.
 Noudettu 6.2.2024 osoitteesta
<https://www.nytimes.com/2023/04/09/business/bitcoin-mining-electricity-pollution.html>
- Oh, J. H., & Nguyen, K. (2018). The growing role of cryptocurrency: what does it mean for central banks and governments. *International Telecommunications Policy Review*, 251, 33-55.
- Panetta, F. (2018). 21st century cash: Central banking, technological innovation and digital currencies. *Do we need central bank digital currency*, 28–31.
- Perkins, D. W. (2020). Cryptocurrency: The economics of money and selected policy issues. *Congressional Research Service*, 1-27.
- Ryan, R., & Donohue, M. (2017). Securities on blockchain. *The business lawyer*, 73(1)1 85–108.
- Sapkota, N., Grobys, K., & Dufitinema, J. (2020). How much are we willing to lose in cyberspace? On the tail risk of scam in the market for Initial Coin Offerings. *On the Tail Risk of Scam in the Market for Initial Coin Offerings (November 18, 2020)*.
- Sarmah, S. S. (2018). Understanding Blockchain Technology. *Computer Science and Engineering*, 8(2), 23–29. <https://doi.org/10.5923/j.computer.20180802.02>
- Sazandrishvili, G. (2020). Asset tokenization in plain English. *The Journal of corporate accounting & finance*, 31(2), 68–73. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22432>
- Schäfer, A., Schnabel, I. & Weder di Mauro, B. (2013). Financial sector reform after the crisis: Has anything happened? <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2274044>
- Setiawan, K., & Maulisa, N. (2020). The Evolution of Fintech: A Regulatory Approach Perspective. In *3rd International Conference on Law and Governance (ICLAVE 2019)* 218–22. <https://doi.org/10.5923/j.computer.20180802.02>
- Statista. (2024). *Number of cryptocurrencies worldwide from 2013 to January 2024*.
 Noudettu 16.1.2024 osoitteesta
<https://www.statista.com/statistics/863917/number-crypto-coins-tokens/>
- Swanson, T. (2015). Consensus-as-a-service: a brief report on the emergence of permissioned, distributed ledger systems. Noudettu 15.12.2023 osoitteesta

<http://www.ofnumbers.com/wp-content/uploads/2015/04/Permissioned-distributed-ledgers.pdf>

- Tornjanski, V., Marinkovic, S., Savoju, G. & Cudanov, M. (2015). A Need for Research Focus Shift: Banking Industry in the Age of Digital Disruption. *Econophysics. Sociophysics & Other Multidisciplinary Sciences Journal (ESMSJ)*. 11–15.
- Townsend. (2020). *Distributed Ledgers*. The MIT Press.
- US Inflation Calculator. (2024). Current US Inflation Rates: 2000-2024. Noudettu 12.2.2022 osoitteesta <https://www.usinflationcalculator.com/inflation/current-inflation-rates/>
- U.S. Securities and Exchange Commission. (2024). Statement on the Approval of Spot Bitcoin Exchange-Traded Products. Noudettu 13.3.2024 osoitteesta <https://www.sec.gov/news/statement/gensler-statement-spot-bitcoin-011023>
- The Wall Street Journal. (2021). El Salvador Becomes First Country to Approve Bitcoin as Legal Tender. Noudettu 27.1.2022 osoitteesta <https://www.wsj.com/articles/el-salvador-becomes-first-country-to-approve-bitcoin-as-legal-tender-11623234476>
- Varo (2024). The History of Digital Banking. Noudettu 11.1.2024 osoitteesta <https://www.varomoney.com/money-101/banking/history-of-digital-banking/>.
- Visa. (2024). A deeper dive into Consensus Mechanisms. Noudettu 30.1.2024 osoitteesta <https://usa.visa.com/solutions/crypto/consensus-mechanisms.html>
- Vives, X. (2017). The impact of FinTech on banking. *European Economy*, (2), 97-105.
- Walport, M. (2016). Distributed ledger technology: Beyond blockchain. London: Government Office for Science. Noudettu 22.1.2024 osoitteesta <https://www.gov.uk/government/publications/distributed-ledger-technology-blackett-review>
- Xie, R. (2019). Why China had to ban cryptocurrency but the US did not: a comparative analysis of regulations on crypto-markets between the US and China. *Wash. U. Global Stud. L. Rev.*, 18, 457.
- Xu, J., & Livshits, B. (2019). The anatomy of a cryptocurrency pump-and-dump scheme. *28th {USENIX} Security Symposium ({USENIX} Security 19)* (1609-1625).

- Zhang, R., Xue, R., & Liu, L. (2019). Security and privacy on blockchain. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 52(3), 1–34.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., Wang, h. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*. 14(4), 352–375.