



OULUN YLIOPISTO
UNIVERSITY of OULU

OULUN YLIOPISTON KAUPPAKORKEAKOULU

Antton Tammelin

BITCOIN – SPEKULATIIVINEN HINTAKUPLA?

Kandidaatintutkielma

Kauppätieteet

Toukokuu 2018

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	BITCOIN	9
2.1	Esittely	9
2.2	Toimintaperiaate	10
3	VARALLISUUSKOHTEIDEN HINTAKUPLAT	13
3.1	Hintakuplan määritelmä	13
3.1.1	Hintakupla ja varallisuuskohteen fundamenttiarvo	13
3.1.2	Hintakuplan muodostuminen	15
3.2	Hintakuplamallit	17
3.2.1	Rationaaliset hintakuplamallit	17
3.2.2	Epäsymmetrisen informaation hintakuplamallit	18
3.2.3	Behavioristiset hintakuplamallit	20
3.3	Hintakuplien tunnistaminen	24
3.3.1	Hintakuplien empiirinen tutkimus	24
3.3.2	Hintakuplien tunnistaminen ekonometristen mallien avulla	24
4	BITCOININ TALOUDELLINEN LUONNE	28
4.1	Bitcoin vaihtoehtoisena valuuttana	28
4.1.1	Vaihdannan väline	28
4.1.2	Laskentayksikkö ja arvon määrittäjä	29
4.1.3	Arvon säilyttäjä	31
4.2	Bitcoin spekulatiivisena varallisuuskohteena	32
4.2.1	Bitcoinin fundamenttiarvo	32
4.2.2	Bitcoinin hintaa ohjaavat fundamentit	34
5	HINTAKUPLAT BITCOIN-MARKKINOILLA	38
5.1	Muodostaako bitcoin hintakuplan?	38

5.2	Mahdollisia syitä bitcoinin hintakuplille.....	40
6	YHTEENVETO	43
	LÄHTEET	47

KUVIOT

Kuvio 1. Bitcoinin hintakehitys 2011–2018.....	6
---	----------

1 JOHDANTO

Bitcoin on *pseudonyymi* Satoshi Nakamoton kehittämä vertaisverkossa toimiva hajautettu digitaalinen maksujärjestelmä sekä kryptovaluutta. Bitcoinin ideologiana on toimia tulevaisuuden vaihtoehtoisena valuuttana, jonka hallinnasta ja ylläpidosta vastaavat yksinomaan sen käyttäjät. Bitcoin luotiin vastatoimenpiteenä rahoitusmarkkinoita ja pankkisektoria kohtaan, kun perinteinen rahoitusjärjestelmä menetti uskottavuutensa ylläpitää makrotaloudellista vakautta finanssikriisin puhjettua.

Bitcoinin perustana ovat vahva kryptografinen todennus ja hajautettu lohkoketjuteknologia. Nämä yhdessä mahdollistavat turvalliset transaktiot tuntemattomien osapuolien välillä ilman luotettavaa kolmatta osapuolta eli maksuliikenneprosessin välittäjää. Bitcoin ja lohkoketjuteknologia ovat nyt ja tulevaisuudessa rahoitusmarkkinoita mullistavia innovaatioita – Bitcoin-protokolla poistaa digitaaliseen rahaan liittyvän kaksinkertaisen kulutuksen ongelman sekä ylläpitää turvallisesti hajautettua tapahtumatietokantaa omistuksista tuntemattomien osapuolien välillä. Bitcoin-järjestelmän ympärille on rakentunut ekosysteemi, joka mahdollistaa hyödykkeiden vaihdannan bitcoineilla muiden perinteisten valuuttojen tapaan sekä valuutan vaihdon Bitcoin-vaihdantapalveluissa ja valuuttakaupan Bitcoin-pörsseissä.

Bitcoinin perimmäinen toiminta-ajatus on toimia vaihtoehtoisena valuuttana, mutta se suoriutuu heikosti rahalle asetetuista kriteereistä toimiessaan vaihdannan välineenä, arvon määrittäjänä sekä arvon säilyttäjänä. Bitcoinia käytetään runsaasti transaktioiden muodostamiseen, mutta transaktiot koostuvat pääosin sijoittajien spekulatiivisesta kaupankäynnistä Bitcoin-vaihdantapalveluissa ja -pörsseissä hyödykkeiden vaihtamisen sijaan. Bitcoin on lisäksi kokenut käyttöönottonsa jälkeen hinnan jyrkkiä nousuja ja laskuja, joissa bitcoinin hintakehityksen taustalla on havaittavissa sijoittajien spekulatiivinen käyttäytyminen sekä hinnan ennakoimattoman korkea volatiliteetti. Kuten kuvioista 1 ilmenee, bitcoinin hinta suhteessa dollariin on noussut räjähdysmäisesti hinnan kasvaessa eksponentiaalisesti vuodesta 2011 vuoteen 2018 saakka. Bitcoinin kurssihistoria ja sijoittajien voimakas

spekulatiivisuus herättävät median ja sijoittajien keskuudessa runsaasti keskustelua bitcoinin todellisesta taloudellisesta luonteesta: onko bitcoin vaihtoehtoinen valuutta vai spekulatiivinen varallisuuskohde, jolle on täysin luonteenomaista muodostaa hintakuplia. Bitcoinia on jopa ehditty luonnehtia historiansa aikana Ponzi-huijaukseksi, jossa sen arvo perustuisi kryptografiseen mysteeriiin.



Kuvio 1. Bitcoinin hintakehitys 2011–2018.
Datan lähde: Coindesk.com (2018)

Bitcoin on muodostunut suureksi ilmiöksi rahoitusmarkkinoilla. Uutena ilmiönä bitcoinia ei kuitenkaan enää voi pitää, koska bitcoin aloitti toimintansa jo kymmenen vuotta sitten ja mahdollisesti täysin uudenlaisen vaihtoehtoisen valuutan sekä maksujärjestelmän. Tästä huolimatta taloussivustojen debatti sekä akateeminen tutkimus ovat suurelta osin tarkastelleet bitcoinin toimintaperiaatetta sekä sen mahdollisuuksia laajeta yleiseksi viralliseksi vaihdannan välineeksi rahatalouden ja rahapolitiikan näkökulmasta. Bitcoinin taloudellisen luonteen selvittäminen on jäänyt toisarvoiseen asemaan.

Koska näkemys bitcoinin taloudellisesta luonteesta on etenkin empiirisesti ristiriitainen, tämän tutkielman tavoitteena on pyrkiä selkeyttämään tietoisuutta bitcoinin todellisesta taloudellisesta luonteesta vastaamalla tutkielmassa asetettuun päätutkimuskysymykseen:

- Onko bitcoin spekulatiivinen hintakupla?

Lisäksi seuraavat apututkimuskysymykset on laadittu selkeyttämään bitcoinin taloudellista luonnetta sekä luomaan edellytykset vastata tämän tutkielman päätutkimuskysymykseen:

- Onko bitcoin vaihtoehtoinen valuutta vai spekulatiivinen varallisuuskohde, jolle on luonteenomaista muodostaa hintakuplia?
- Onko bitcoinilla positiivista fundamenttiarvoa?
- Mitkä ovat bitcoinin hintaa ohjaavat fundamentit?
- Miten hintakuplan voi tunnistaa ekonometristen sovellusten avulla?

Bitcoinin fundamenttiarvosta ei ole yksimielisyyttä. Bitcoin ei tuota kassavirtoja, kuten osinkoa tai korkoa, eikä todellisuudessa hallitse kuluttajien luottamusta toimiessaan vaihdannan välineenä. Bitcoinin arvon nähdään riippuvan täysin sijoittajien spekulatiivisesta käyttäytymisestä. Sijoittaja käyttäytyy spekulatiivisesti olettaessaan hyödyn muodostuvan bitcoinin epävakasta hintakehityksestä. Samalla sijoittaja olettaa, että markkinoille virtaa toinen toistaan *hölmömpiä* sijoittajia, jotka liittyvät osaksi bitcoinin muodostamaa hintakuplaa, joka voi kuitenkin puhjeta milloin tahansa.

Tutkielma puoltaa median ja sijoittajien keskuudessa herännyttä oletusta, jonka mukaan bitcoin on ollut spekulatiivinen varallisuuskohde sen julkaisusta lähtien. Tutkimuksissa on vahvaa näyttöä siitä, että bitcoin toimii pääasiallisesti spekulatiivisena varallisuuskohdeena, jolle on luonteenomaista muodostaa hintakuplia sen sijaan, että se toimisi vaihtoehtoisena valuuttana. Tutkimukset osoittavat, että bitcoin on muodostanut useita lyhytaikaisia hintakuplia sekä kolme suurta hintakuplaa ajanjaksona 2010–2014. Lisäksi havaitaan, että Bitcoin-ekosysteemissä tapahtuneet endogeeniset sokit saattavat vaikuttaa suoraan näiden hintakuplien puhkeamiseen. Tutkimukset eivät kuitenkaan onnistu selkeyttämään sitä, miksi bitcoin muodostaa hintakuplia. Hintakuplateorian soveltaminen empiriaan osoittautuu erittäin haasteelliseksi ongelmaksi.

Tutkielman toisessa luvussa esitellään bitcoin ja perehdytään sen toimintaperiaatteeseen hyvin yleisellä tasolla. Kolmannessa luvussa määritellään

hintakupla teoreettisten mallien avulla ja tarkastellaan, mitkä oletukset estävät tehokkaasti hintakuplien muodostumisen varallisuuskohteeseen sekä miten hintakuplia voi muodostua, jos oletukset ovat ristiriitaiset. Lisäksi tutkielman kolmas luku käsittelee hintakuplien empiiristä tutkimusta ja siihen liittyviä ekonometrisia hintakuplien tunnistamiseen tähtääviä menetelmiä. Tutkielman neljännessä luvussa pyritään selventämään bitcoinin taloudellista luonnetta: onko se vaihtoehtoinen valuutta vai spekulatiivinen varallisuuskohde. Luvussa tarkastellaan, miten bitcoin suoriutuu rahalle asetetuista tehtävistä, sekä selvitetään, onko bitcoinilla positiivista fundamenttiarvoa ja mitkä fundamentit ohjaavat sen hintadynamiikkaa. Viidennessä luvussa pyritään vastaamaan tutkielman päätutkimuskysymykseen, onko bitcoin spekulatiivinen hintakupla. Tutkielman viimeisessä luvussa, eli luvussa kuusi, esitetään yhteenveto tutkielmasta.

2 BITCOIN

2.1 Esittely

Nakamoto (2008) näkee kaupankäynnin internetissä tulleen pisteeseen, jossa rahoituslaitokset ovat sekä luotettava että pakollinen osa kahden toimijan välistä maksuliikenneprosessia. Rahoituslaitokset kasvattavat transaktiokustannuksia, rajoittavat transaktioiden arvomääräistä alarajaa sekä tekevät useat pienet satunnaiset transaktiot täysin kannattamattomiksi kiinteän perusmaksun takia. Lisäksi keskeisiksi ongelmiksi nykyisessä maksuliikenneprosessissa kuvaillaan peruutettavissa olevia transaktioita sekä digitaaliseen valuuttaan liittyvää kaksinkertaisen kulutuksen ongelmaa. Edellä mainittuihin kustannuksiin sekä epävarmuustekijöihin liittyvät ongelmat ovat pääosin korjattavissa fyysisen valuutan avulla, mutta ennen Bitcoinia ei verkossa tapahtuvissa transaktioissa ollut prosessia, joka mahdollistaisi luotettavan ja turvallisen maksuliikenteen ilman välittäjää kahden toimijan välillä.

Bitcoin on ensimmäinen ja myös tunnetuin kryptovaluutta, maksujärjestelmä sekä hajautettu kirjanpitojärjestelmä. Nämä yhdessä mahdollistavat täysin digitaalisen valuutan, joka sokean luottamuksen sijasta perustuu kryptografiseen todistukseen toimiessaan ilman luotettavaa kolmatta osapuolta (Coinmarketcap.com, 2018; Nakamoto, 2008). Bitcoin pohjautuu avoimen lähdekoodin teknologiaan ja muodostaa Bitcoin-ekosysteemin, jossa käyttäjät kommunikoivat keskenään Bitcoin-protokollan välityksellä. Bitcoin-ekosysteemi mahdollistaa samat perinteiset transaktiot kuin perinteiset valuutat: tavaroiden ostamisen ja myymisen, rahan siirtämisen tilien välillä ja valuutanvaihdon Bitcoin-vaihdantapalveluissa sekä kaupankäynnin Bitcoin-pörssiessä. Bitcoin poikkeaa perinteisistä fiat-valuutoista siten, että se on täysin virtuaalinen valuutta eikä sillä ole ollenkaan fyysistä ilmentymää. Bitcoin-järjestelmän turvallisuus taataan vahvalla kryptografisella salauksella sekä hajautetulla informaatiolla, jossa informaatiota ei ole keskitetty keskuspalvelimiin. (Antonopoulos, 2014, s. 1.)

2.2 Toimintaperiaate

Bitcoinin yksityiskohtainen toimintaperiaate on jätetty tämän luvun sekä tutkielman ulkopuolelle sen teknisen haastavuuden takia. Luvun tarkoituksena on kuitenkin selkeyttää bitcoinin toimintaperiaatetta ja teknisiä ominaisuuksia sillä tasolla, joka tukee bitcoinin laajempaa ymmärrystä ennen siirtymistä lukuun neljä, jossa tarkastellaan bitcoinin taloudellista luonnetta. Nakamoton (2008) teksteissä on hyvää perustietoa bitcoinin teknisistä ominaisuuksista, joten bitcoinista ja kryptovaluutoista kiinnostuneiden kannattaa tutustua hänen teksteihinsä.

Bitcoin poikkeaa perinteisistä pankki- ja maksujärjestelmistä siten, että se perustuu hajautettuun luottamukseen, joka saavutetaan käyttäjien välisessä vuorovaikutuksessa (Antonopoulos, 2014, s. 15). Bitcoin-järjestelmän hajautettu luottamus perustuu lohkoketjuun (block chain), joka toimii kaikille avoimena tilikirjana. Nimensä mukaisesti lohkoketju koostuu siihen kiinnittyvistä lohkoista, jotka sisältävät tilihistorian eli Bitcoin-osoitteiden välisten transaktioiden historian. Toimintaperiaatteen takana olevalla teknologialla on kaksi perustavanlaatuista tehtävää: varmistaa transaktioiden turvallisuus ja tehokkuus sekä toimia täysin itsenäisenä järjestelmänä. Tämä tarkoittaa transaktioiden riippumattomuutta kolmannen osapuolen läsnäolosta maksuliikenneprosessin välittäjänä. (Nakamoto, 2008.)

Bitcoinien omistus ja hallinta perustuvat digitaaliseen avainpariin, joka mahdollistaa bitcoinien käytön eli transaktiot. Avainpari koostuu sekä julkisesta että yksityisestä avaimesta: julkisella avaimella vastaanotetaan transaktiot ja yksityisellä avaimella vahvistetaan bitcoinien käyttö. Julkinen avain on isoista ja pienistä kirjaimista sekä numeroista muodostuva merkkijono, jota ei voi identifioida suoraan keneenkään henkilöön. Tämän vuoksi julkisen avaimen takana oleva henkilöllisyys jää täysin anonyymiksi. Yksityisellä avaimella allekirjoitetaan ja vahvistetaan bitcoinien käyttö julkiselta avaimelta eli validoidaan transaktiot. (Bitcoin.it, 2017b; Antonopoulos, 2014, s. 61–62.)

Transaktiot muodostavat koko järjestelmän keskeisimmän osan. Kaikki muut toimet on suunniteltu siten, että transaktiot voidaan toteuttaa, todentaa aidoiksi sekä siirtää

osaksi lohkoketjua. Yhdessä transaktiot muodostavat datarakenteen, joka määrää bitcoinien siirtymisen järjestelmässä julkisten avaimien välillä. Yksinkertaisimmillaan transaktiot saavat alkunsa tapahtumista, joissa käyttäjät haluavat siirtää hallinnoimiaan bitcoineja toisille käyttäjille. Transaktiosta käy ilmi transaktion arvomäärä sekä se, miltä julkiselta avaimelta transaktio suoritetaan ja mille avaimelle se on kohdennettu. Kun käyttäjä hyväksyy transaktiot yksityisellä avaimella, ne siirtyvät järjestelmän vertaisverkkoon. Verkossa käyttäjien palvelimet valvovat transaktioiden digitaalisia allekirjoituksia, tunnistavat transaktioiden alkuperäisen lähteen sekä lopulta verifioivat transaktiot. Tämän jälkeen transaktiot voivat edetä louhijoiden käsittelyyn. (Antanopoulos, 2014, s. 111–115.)

Louhinnalla tarkoitetaan prosessia, jossa transaktiot sisällytetään ja hyväksytään lohkoon ratkaisemalla järjestelmän kryptografiseen hajautukseen liittyvä vaativa matemaattinen yhtälö. Louhijat hakevat yhtälölle ratkaisua suurta laskentatehoa vaativalla brute-force-menetelmällä, ja yhtälön vaikeusaste säätyy automaattisesti louhijoiden yhteenlasketun laskentatehon sekä edellisten lohkojen ratkaisuihin kuluneen ajan mukaan. Louhija, joka onnistuu löytämään ratkaisun yhtälöön, saa liittää lohkon osaksi lohkoketjua. Tämän jälkeen uusi lohko vapautuu louhijoiden ratkaistavaksi. Korvaukseksi louhinnalle luovutetusta laskentatehosta louhija saa louhinnasta muodostuneita uusia bitcoineja eli lohkopalkkion sekä prosentuaalisen osion lohkon muodostaneiden transaktioiden arvomäärän summasta. (Antanopoulos, 2014, s. 26.) Louhinnalla onkin järjestelmässä kaksi merkittävää tehtävää. Ensinnäkin louhinta luo luottamusta ja turvallisuutta järjestelmään varmistamalla, että transaktiot vahvistetaan riittävällä määrällä laskennallista tehoa, jolla korvataan maksuliikenteen luotettava kolmas osapuoli. Toiseksi louhinta luo järjestelmään uusia bitcoineja. Bitcoinien lopullinen määrä on ennalta määritellyt 21 miljoonaa bitcoinia, joiden liikkeellelaskua ohjaa järjestelmän suppenevan geometrisen sarjan muodostava algoritmi. Yhtälön vaikeustason automaattisella säätelyllä vakioidaan bitcoinien liikkeellelaskua, jossa jokaisen 210 tuhannen louhitun lohkon jälkeen lohkopalkkio puolittuu. Kun Bitcoin-järjestelmä aloitti toimintansa vuonna 2009, lohkopalkkio oli 50 uutta bitcoinia. Tämä tarkoittaa, että ennalta määritellyt 21 miljoonaa on louhittu vuonna 2040. (Bitcoin.it, 2018a.)

Lohkoketju on hajautetun kirjanpito-tekniikan (distributed ledger technology) muodostama kaikkien Bitcoin-protokollaan liittyneiden palvelimien tapahtumätietokanta. Lohkoketjussa vahvistettujen lohkojen sisältämä transaktiohistoria on tallennettuna jokaiselle järjestelmään liittyneelle taholle. (Bitcoin.it, 2017a.) Hajautettu lohkoketju eroaa merkittävästi keskitetystä kirjanpidosta, jossa hajautuksen sijaan informaatio on tallennettuna keskuspalvelimiin, joiden ongelmaksi Nakamoto (2008) kuvaa luottamuksen ja turvallisuuden puutteen. Jokainen järjestelmää käyttävä taho pääsee Bitcoin-järjestelmän tapahtumätietokantaan, jossa on nähtävillä koko Bitcoin-järjestelmän transaktiohistoria. Lohkoketjusta voidaan tarkastaa jokainen julkisten avainten välinen transaktio ja lisäksi voidaan selvittää, kuinka paljon arvoa kullakin julkisella avaimella on ollut eri ajanjaksoina. (Bitcoin.it, 2017a.) Lohkoketjuteknologia on Bitcoinin tärkein innovaatio. Sen ydintarkoituksena on luoda luottamusta ja turvallisuutta järjestelmään, joka operoi ilman keskitettyä kolmannen osapuolen valvontaa.

3 VARALLISUUSKOHTEIDEN HINTAKUPLAT

3.1 Hintakuplan määritelmä

3.1.1 Hintakupla ja varallisuuskohteen fundamenttiarvo

Kindleberger (1996, s. 13) määrittää hintakuplan ajanjaksoksi, jonka aikana varallisuuskohteen hinta nousee voimakkaasti lyhyessä ajassa. Määritelmä sisältää oletuksen, että varallisuuskohteen hinta saattaa myös romahtaa yhtä nopeasti kuin se on noussutkin. Määritelmä on kuitenkin ongelmallinen sen tulkinnanvaraisuuden vuoksi, koska Kindlebergerin määritelmä ei määrittele tarkasti sitä, kuinka paljon tai kuinka nopeasti hinnan tulee nousta, jotta ajanjakson ilmiö muodostaisi hintakuplan normaalin hintavaihtelun sijasta. Hintakuplalle ei ole olemassa täysin eksaktia määritelmää, mutta usein taloustieteessä hintakupla-termiä käytetään kuvaamaan ilmiötä, jossa varallisuuskohteen hinta poikkeaa sen fundamentaalista perusarvosta (Allen, Morris & Postlewaite, 1993; Barlevy, 2007; Brunnermeier, 2008). Fundamentaalin perusarvo eli fundamenttiarvo tarkoittaa varallisuuskohteen hintaa, joka muodostuu varallisuuskohteen tulevaisuuden kassavirroista. Virrat diskontataan vastaamaan varallisuuskohteen nykyarvoa. Barlevy (2007) toteaa, ettei lyhyen ajanjakson sisällä äkillisesti nouseva varallisuuskohteen hinta välttämättä indikoi hintakuplasta. Hinnanmuutosta saattavat selittää muutokset varallisuuskohteen fundamenteissa, esimerkiksi muutokset odotetuissa tulevaisuuden kassavirroissa.

Kun varallisuuskohteen hinta ylittää fundamenttiarvon, sanotaan varallisuuskohteen olevan yliarvostettu. Yliarvostetun varallisuuskohteen tulevaisuuden kassavirrat eivät riitä kompensoimaan varallisuuskohteen hinnan ja fundamenttiarvon erotusta. Tämä tarkoittaa sitä, ettei rationaaliselle oman hyötynsä maksimoivalle sijoittajalle synny insentiiviä ostaa yliarvostettua varallisuuskohteita. Teorian mukaan rationaalinen sijoittaja on valmis maksamaan varallisuuskohteesta hinnan, joka vastaa sen fundamenttiarvoa, kun sijoittajalla on tarkoituksena pitää varallisuuskohteita hallussa koko sen maturiteetin ajan. (Allen ym. 1993.)

Markkinoilla saattaa kuitenkin olla epävarmuutta varallisuuskohteen tulevasta kassavirroista, koska varallisuuskohteen hinta reagoi taloudessa tapahtuviin

muutoksiin. Epävarmuus aiheuttaa ongelmia fundamenttiarvon määrittelyyn, koska arvon määrittely on yleensä hyvin suoraviivaista silloin, kun sijoittajien odotuksiin tulevaisuuden kassavirroista ei liity epävarmuutta. Kun markkinoilla oleva epävarmuus on sijoittajien kesken symmetristä, tulee fundamenttiarvon yksinkertaisesta esityksestä poiketa laajentamalla mallia siten, että siinä otetaan huomioon sijoittajien epävarmat odotukset tulevaisuuden kassavirroista. (Allen ym. 1993; Barlevy, 2007.) Mallissa oletetaan, että varallisuuskohteen tulevat kassavirrat vaihtelevat talouden muutoksien mukaisesti. Tämä vuoksi mallin oletukset ovat huomattavasti realistisempia kuin perinteisessä nykyarvo-mallissa, jossa tulevaisuuden kassavirrat oletetaan vakioksi. Kun markkinoilla oleva epävarmuus on symmetristä, tilanteessa voidaan määrittää kaksi erilaista termiä kuvaamaan hintakuplaa. Termit eroavat toisistaan kuplan luonteen mukaisesti.

Odotettu hintakupla muodostuu sijoittajien symmetrisestä tietämyksestä, että vallitsevan talouden mukaiset tulevaisuuden kassavirrat ovat pienemmät kuin varallisuuskohteen tämänhetkinen hinta, kun tulevaisuuden tuottoihin liittyy epävarmuutta. Voimakas hintakupla syntyy, kun sijoittajat tietävät, että kaikki varallisuuskohteen tulevaisuuden vaihtoehtoiset kassavirrat ovat aina pienemmät kuin varallisuuskohteen tämänhetkinen hinta. Voimakas hintakupla sisältää saman oletuksen kuin odotettu hintakupla: tulevaisuuden tuotot ovat epävarmoja sijoittajien keskuudessa. On kuitenkin tärkeää ottaa huomioon, että vaikka kaikilla sijoittajilla olisikin sama symmetrinen informaatio käytettävissä, sijoittajat reagoivat saatavilla olevaan informaatioon omien preferenssien mukaisesti. Esimerkiksi riskinrakastajan ja riskinkarttajan määrittämä varallisuuskohteen fundamenttiarvo ei välttämättä ole yhtä suuri, koska epävarmuuden muodostama riski vaikuttaa sijoittajien odotettuun hyötyyn. (Allen ym. 1993.)

Sen lisäksi, että markkinoilla oleva epävarmuus tulevaisuuden kassavirroista ei aina ole symmetristä, myös sijoittajien keskuudessa voi olla epäsymmetristä eli asymmetristä epävarmuutta. Asymmetrisessä epävarmuudessa saattaa toisella markkinaosapuolella, esimerkiksi institutionaalisella sijoittajalla, olla enemmän tietoa varallisuuskohteen tulevaisuuden tuotoista kuin perinteisellä sijoittajalla. Asymmetrinen epävarmuus aiheuttaa todellisia haasteita varallisuuskohteen fundamenttiarvon määrittelyyn, koska varallisuuskohteen fundamenttiarvon

määrittely pohjautuu nyt sekä sijoittajien väliseen asymmetriseen informaatioon sekä sijoittajien riskinkaihtamisen asteeseen. (Allen ym. 1993.)

3.1.2 Hintakuplan muodostuminen

Edellisessä alaluvussa käsiteltiin sijoittajaa, joka on valmis maksamaan varallisuuskohteesta sen fundamenttiarvoa vastaavan hinnan. Jos varallisuuskohteen hinta on fundamenttiarvoa korkeampi, omaa odotettua hyötyä maksimoivan sijoittajan ei tulisi maksaa varallisuuskohteesta fundamenttiarvoa ylittävää hintaa olettaen, että sijoittaja pitää varallisuuskohteen hallussaan koko maturiteetin ajan. Harrison ja Kreps (1978) osoittavat, että rationaalinen sijoittaja, joka on valmis maksamaan varallisuuskohteesta fundamenttiarvoa korkeamman hinnan on uskottava odotetun hyödyn muodostuvan varallisuuskohteen myymisestä eteenpäin. Sijoittaja käyttäytyy spekulatiivisesti perustaessaan oman odotetun hyötynsä ainoastaan varallisuuskohteen myymiseen sen sijaan, että olisi kiinnostunut varallisuuskohteen tuottamista kassavirroista.

Tirole (1982) on tutkinut empiirisesti rationaalisten sijoittajien käyttäytymistä ja päätöksentekoprosessia ja osoittanut, että hintakupla muodostuu sijoittajien spekulatiivisen käyttäytymisen seurauksena. Spekulatiivinen käyttäytyminen ei kuitenkaan ole mahdollista kaikissa olosuhteissa sitä koskevien rajoitteiden vuoksi (Barlevy, 2007; Milgrom & Stokey, 1982; Tirole, 1982). Tirole (1982) päätelee, että oletukset, jotka rajoittavat sijoittajien spekulatiivista käyttäytymistä, rajoittavat myös hintakuplan muodostumista varallisuuskohteeseen. Tirolen (1982) teoreettisten argumenttien mukaan sijoittajien spekulatiivista käyttäytymistä rajoittaa markkinoiden pareto-optimaalinen lähtötilanne, jossa varallisuuskohteen alkuallokaatio on pareto-tehokas. Lisäksi markkinoilla on rajallinen määrä sijoittajia, joiden odotukset varallisuuskohteen tulevista kassavirroista ovat identtisiä. Sijoittajat toimivat rationaalisesti maksimoidakseen oman hyötynsä sekä olettavat samanlaista rationaalista käyttäytymistä myös muilta sijoittajilta.

Kuten edellä todetaan, spekulatiivisuutta koskevat rajoitteet rajoittavat ainoastaan hintakuplan muodostumista varallisuuskohteeseen. Jos kuitenkin rajoitteisiin liittyy ristiriitaa, varallisuuskohte ei välttämättä muodosta hintakuplaa. Koska

spekulatiivisuus ei itsessään muodosta varallisuuskohteeseen hintakuplaa, kupla on pikemminkin sijoittajien spekulatiivisen käyttäytymisen luonnollinen lopputulos. Barlevyn (2007) mukaan hintakuplan muodostuminen varallisuuskohteeseen vaatii spekulatiivisuuden lisäksi, että varallisuuskohteen lyhyeksimyntiä on rajoitettu. Jos lyhyeksimynti on kielletty tai sitä on rajoitettu, markkinat eivät hinnoittele varallisuuskohdetta tehokkaasti vastaamaan sen fundamenttiarvoa. Varallisuuskohteen lyhyeksimynti tarkoittaa sitä, että sijoittaja myy eteenpäin sellaista varallisuuskohdetta, jota hän ei todellisuudessa omista vaan on lainannut sen toiselta sijoittajalta tai välittäjältä. (Dechow, Hutton, Meulbroek & Sloan, 2001.) Lyhyeksimynti perustuu sijoittajan näkemykseen, että varallisuuskohteen hinta ylittää sen fundamenttiarvon, ja sijoittaja pyrkii hyötymään varallisuuskohteen hinnan laskusta. On kuitenkin huomattava, että varallisuuskohteen lyhyeksimynti on sekä kalliimpaa että riskialttiimpaa kuin pitkän position muodostaminen, jolloin sijoittaja ostaisi yliarvostetun varallisuuskohteen. Tämän vuoksi Diamond ja Verrechia (1987) toteavat, etteivät sijoittajat myy varallisuuskohdetta lyhyeksi, ellei sijoittajilla ole näkemystä hinnan odotetusta laskusta.

Sijoittaja joutuu lyhyeksimyynnissä maksamaan varallisuuskohteen lainaamisesta lainaajalle preemiota, joka muodostuu markkinoiden kysynnän ja tarjonnan mukaan. Lisäksi sijoittaja korvaa lainaajalle varallisuuskohteen tuottamat kassavirrat lainaajalta. Lainajalla saattaa myös olla oikeus keskeyttää varallisuuskohteen lainaaminen, jolloin sijoittaja joutuu hankkimaan varallisuuskohteen markkinoilta takaisin lainaajalle. Lyhyeksimyynnissä sijoittajan tappio voi muodostua hyvin korkeaksi varallisuuskohteen hinnan noustessa, koska varallisuuskohteen hinnalla ei ole teoreettista ylärajaa. (Finanssivalvonta & Hietalahti, 2014; Jones & Lamont, 2002.)

Barlevy (2007) toteaa, että kun lyhyeksimyntiä ei ole rajoitettu, sijoittaja voi muodostaa arbitraasipositioita eli ansaita markkinoilta riskitöntä varmaa tuottoa myymällä lyhyeksi yliarvostettua varallisuuskohdetta. Jos yliarvostetun varallisuuskohteen hinta on korkeampi kuin varallisuuskohteen odotetut kassavirrat, sijoittajat voivat myydä lyhyeksi myydyn varallisuuskohteen eteenpäin toisille sijoittajille ja maksaa varallisuuskohteen lainaajille kuuluvat kassavirrat sekä preemiot. Tämän jälkeen varallisuuskohteen hinnan ja fundamenttiarvon erotus jäisi sijoittajille varmaksi tuotoksi. Houkutus arbitraasin mahdollistamasta varmasta

tuotosta lisää varallisuuskohteen lyhyeksimyntiä, koska se lisää varallisuuskohteen tarjontaa markkinoilla. Kun tarjonta lisääntyy lyhyeksimyynnin seurauksena, varallisuuskohteen tarjonta muuttuu kiinteästä joustavaksi. Tällöin markkinat hinnoittelisivat varallisuuskohteen tehokkaasti eikä varallisuuskohteeseen muodostuisi hintakuplaa.

3.2 Hintakuplamallit

3.2.1 Rationaaliset hintakuplamallit

Rationaaliset hintakuplat muodostuvat olosuhteissa, joissa sijoittajat toimivat rationaalisesti omaa hyötyä maksimoiden sekä jakavat symmetrisen informaation nykyhetkestä ja tulevaisuuden odotuksista. Blanchardin ja Watsonin (1982) mukaan sijoittajien rationaalisuus ei takaa sitä, että varallisuuskohteen hinta vastaisi aina sen fundamenttiarvoa. Santos ja Woodford (1997) kuitenkin esittävät, että rationaaliset hintakuplat ovat poikkeustapauksia, koska ne vaativat erityiset olosuhteet muodostaessaan hintakuplan. Harvoin kuitenkin on tilanteita, joissa sijoittajat toimivat täysin rationaalisesti ja jakavat symmetrisen informaation. Alaluvussa 3.1.2 esitetyt Tirolen (1982) teoreettiset oletukset estävät tehokkaasti sijoittajien spekulatiivisen käyttäytymisen, mikä estää rationaalisten hintakuplien muodostumisen varallisuuskohteisiin. Kun vähintään toinen Tirolen (1982) oletuksista on ristiriidassa ja lyhyeksimyntiä on rajoitettu, varallisuuskohteeseen voi muodostua hintakupla.

Tirole (1982) esittää, ettei hintakuplia voi muodostua varallisuuskohteeseen, jos varallisuuskohteen alkuperäinen jakaminen on pareto-tehokas. Tirole perustelee näkemystään yleisen tasapainon mallilla, jossa hintakupla hyödyttäisi ainoastaan yliarvostetun varallisuuskohteen myyjää varallisuuskohteen ostajan kustannuksella. Koska jokainen sijoittaja jakaa symmetrisen informaation markkinoista, jokainen sijoittaja myös tietää, että alkuperäinen jakaminen on pareto-optimaalinen. Jos alkuallokaatio on pareto-tehokas, sijoittajille ei synny insentiiviä ostaa yliarvostettua varallisuuskohdetta tilanteessa, jossa sijoittaja voi parantaa omaa asemaansa ainoastaan muiden sijoittajien kustannuksella.

Lisäksi Tirole (1982) toteaa, että markkinoilla on oltava äärellinen joukko sijoittajia. Jos sijoittajien lukumäärä markkinoilla on ääretön, sijoittajat uskovat hyötyvänsä yliarvostetun varallisuuskohteen myymisestä eteenpäin kaikkien markkinoille myöhemmin tulevien sijoittajien kustannuksella. Kun markkinat koostuvat äärellisestä joukosta sijoittajia, viimeisenä markkinoille tullut sijoittaja ei halua ostaa yliarvostettua varallisuuskohdetta, koska markkinoille ei tule enää uusia sijoittajia, joille voisi tarjota yliarvostettua varallisuuskohdetta myytäväksi. Sijoittajat ymmärtävät yleisesti tämän logiikan, joten kukaan sijoittaja ei ole valmis ostamaan yliarvostettua varallisuuskohdetta, kun markkinoilla on äärellinen määrä toimijoita. Toisaalta jos sijoittajien määrä markkinoilla on ääretön, yliarvostettu varallisuuskohte ei kohtaa koskaan viimeistä sijoittajaa. Tällöin spekulatiivista käyttäytymistä harjoittavat sijoittajat luovat mahdollisuuden hintakuplan muodostumiseen. (Barlevy, 2007.) Jos markkinat koostuvat äärellisestä määrästä sijoittajia, voi rationaalinen sijoittaja käyttäytyä spekulatiivisesti ja liittyä osaksi hintakuplaa ostamalla yliarvostetun varallisuuskohteen jos hintakuplaan kohdistuu todennäköinen oletus varallisuuskohteen äärettömästä kasvupotentiaalista (Brunnermeier, 2008).

3.2.2 Epäsymmetrisen informaation hintakuplamallit

Rationaaliset hintakuplamallit sekä Faman (1970) tehokkaiden markkinoiden hypoteesi olettavat, että informaatio on markkinoilla sijoittajien keskuudessa symmetristä. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin keskivahvojen ehtojen (semi-strong form) mukaan kaikilla sijoittajilla on pääsy julkisesti saatavilla olevaan informaatioon. Tämän mukaan markkinoiden tulisi hinnoitella varallisuuskohte tehokkaasti julkisesti saatavan informaation perusteella, minkä vuoksi varallisuuskohteen tulisi vastata sen fundamenttiarvoa eikä varallisuuskohteen tulisi muodostaa hintakuplaa.

Vaikka kaikilla sijoittajilla olisikin vapaa pääsy julkisesti saatavilla olevaan informaatioon, voi informaation tulkinta muodostaa epäsymmetristä informaatiota markkinoilla toimivien sijoittajien välille. Brunnermeierin (2008) mukaan hintakupla voi muodostua varallisuuskohteeseen silloin, kun sijoittajilla on toisistaan poikkeavia posteriori-todennäköisyyksiä tapahtumille. Lähtötilanteessa, jossa julkinen informaatio on symmetristä, sijoittajat jakavat saman yhteisen priori-

todennäköisyyden tapahtuman todennäköisyydelle. Uuden havainnon tulkinta aiheuttaa kuitenkin sijoittajien keskuudessa priori-todennäköisyyden ja uudesta informaatiosta koostuvaan tapahtuman ehdolliseen todennäköisyyteen vaihtoehtoisia lopputuloksia. Brunnermeirin (2001, s. 2) mukaan epäsymmetrisen informaation mallissa varallisuuskohteen hinnoilla on duaali-rooli. Ensinnäkin hinta indikoi varallisuuskohteen niukkuudesta ja toiseksi välittää tämän tiedon markkinoille. Tämä tarkoittaa sitä, että varallisuuskohteen hinta vaikuttaa sijoittajien epävarmuuteen tulevista kassavirroista, joita sijoittajat hyödyntävät päätöksenteossa priori-todennäköisyyden ja uudesta informaatiosta muodostuvan ehdollisen todennäköisyyden lisäksi.

Epäsymmetrinen informaatio eli informaation asymmetria luo edellytykset sijoittajien spekulatiiviselle käyttäytymiselle. Spekulatiivinen sijoittaja olettaa hyötyvänsä yliarvostetun varallisuuskohteen myymisestä muille sijoittajille – spekulatiivinen sijoittaja olettaa, että markkinoilla on sijoittajia, joilla saattaa olla vähemmän tietoa varallisuuskohteen todellisesta luonteesta. Brunnermeier (2008) osoittaa, että rationaaliset sijoittajat uskovat markkinoiden epäsymmetrisen informaation mahdollistavan ylihinnoitellun varallisuuskohteen myymisen muille sijoittajille. Tätä perustellaan keskinäisen tiedon puutteella: spekulatiivisesti käyttäytyvä rationaalinen sijoittaja olettaa, että markkinoilla olevat muut toimijat eivät välttämättä tiedä varallisuuskohteen olevan yliarvostettu. Todellisuudessa tieto varallisuuskohteen fundamenttiarvoa korkeammasta hinnasta voi olla kaikkien sijoittajien tiedossa, mutta sijoittajat eivät kuitenkaan oleta kaikkien tietävän tätä (Allen ym. 1993).

Epäsymmetrinen informaatio mahdollistaa myös liiallisen riskinoton. Hintakuplan taustalla voi olla tilanne, jossa salkunhoitajan ja asiakkaan välinen informaatio on epäsymmetristä. Allenin ja Gortonin (1993) mukaan salkunhoitaja voi syyllistyä liialliseen riskinottoon sijoittaessaan oman varallisuuden sijasta asiakkaansa pääomaa. Salkunhoitajan palkkio muodostuu sijoitusportfolion tuotosta osto-option tavoin, eikä salkunhoitaja välttämättä kiinnitä tarpeeksi huomiota mahdollisten tappioiden realisaatioihin. Salkunhoitajalla on kannuste sijoittaa riskiä rakastavasti, koska sijoitusten mahdolliset negatiiviset realisaatiot eivät laske salkunhoitajan palkkion odotusarvoa nolasta poikkeavaksi. Koska salkunhoitaja saa palkkion asiakkaan sijoitusportfolion suorituskyvyn mukaan, mutta asiakas kattaa mahdolliset tappiot,

saattaa salkunhoitajalle muodostua insentiivi sijoittaa myyntivoittoja havittelevasti myös varallisuuskohteisiin, joiden hinta on selvästi korkeampi kuin varallisuuskohteen fundamenttiarvo. Odotusarvon mukaan sijoittaminen fundamenttiarvon vastaisesti on salkunhoitajalle kannattavampaa kuin jättää sijoittamatta, varsinkin jos varallisuuskohteen lyhyeksimyntiä on rajoitettu. Salkunhoitajan spekulatiivinen käyttäytyminen kohottaa entisestään hintoja yli fundamenttiarvojen, minkä vuoksi hintakuplia voi muodostua.

3.2.3 Behavioristiset hintakuplamallit

Perinteinen rahoitusteoria pyrkii selittämään rahoitusmarkkinoiden toimintaa malleilla, joissa suurin osa sijoittajista oletetaan rationaalisiksi. Mallit eivät kuitenkaan sulje pois yksittäisten sijoittajien epäsystemaattista irrationaalisuutta. Faman (1965) mukaan sijoittajien irrationaalinen käyttäytyminen muodostaa markkinoille väärinhinnoiteltuja varallisuuskohteita, mutta hintojen ei tulisi pitkäaikaisesti poiketa fundamenttiarvosta. Rationaaliset sijoittajat hyödyntävät arbitraasipositioita sijoittaessaan väärinhinnoiteltuihin varallisuuskohteisiin, minkä tulisi tehokkaasti estää hintojen pitkäaikainen poikkeaminen fundamenttiarvosta, eikä varallisuuskohteisiin tulisi muodostua hintakuplia.

Behavioristinen näkemys haastaa perinteisen paradigman. Barberis ja Thaler (2003, s. 1054–1056) osoittavat, että behavioristisen näkemyksen mukaan rationaaliset sijoittajat eivät ole läpeensä rationaalisia, koska sijoittajien päätöksentekoon vaikuttavat psykologiset tekijät. Behavioristisen näkemyksen mukaan väärinhinnoitellut varallisuuskohteet saattavat myös muodostaa hintakuplia. Näin on sen vuoksi, että rationaaliset sijoittajat eivät kykene tehokkaasti muodostamaan arbitraasipositioita, koska arbitraasiin liittyy aina sekä kustannuksia että riskejä. Hintakuplien muodostumisen voi ymmärtää paremmin, kun tarkastelusta poistetaan oletus sijoittajien täydellisestä rationaalisuudesta. Behavioristiset mallit pyrkivät esittämään, etteivät sijoittajat kykene maksimoimaan omaa hyötyään tietokoneen tavoin toimimalla pitkällä aikavälillä täysin rationaalisesti. Poikkeamia rationaalisuudesta kuvataan psykologisilla tekijöillä, jotka rajoittavat sijoittajia noudattamasta Bayesin teoreemaa ja vaikuttavat siihen, miten sijoittajat suhtautuvat odotettuun hyötyyn, kun tulevaisuuteen kohdistuu epävarmuutta.

Behavioristiset taloustieteilijät hakevat mallien tueksi apua kognitiivisilta psykologeilta, jotka tutkivat sijoittajien käyttäytymistä sekä päätöksentekoprosessia. Psykologit ovat havainneet, että sijoittajien heuristiikat sekä erilaiset mieltymykset muodostavat systemaattisia vinoutumia sijoittajien rationaalisuuteen ja vinoutumat vaikuttavat rationaalisuudesta poikkeavaan käyttäytymiseen. (Barberis & Thaler, 2003, s. 1063–1067.) Slovicin, Fischhoffin ja Lichtensteinin (1977) mukaan ihmiset luottavat liikaa omien havaintojensa oikeellisuuteen, minkä vuoksi ihmiset ovat heikkoja arvioimaan tapahtumien todennäköisyyksiä. Esimerkiksi tapahtumat, joita pidetään lähes mahdottomina, toteutuvat kuitenkin noin 20 prosentin todennäköisyydellä. Sen sijaan tapahtumat, jotka ovat ihmisten mielestä täysin varmoja, toteutuvat todellisuudessa vain 80 prosentin todennäköisyydellä. Weinstein (1980) toteaa, että ihmisten luottamus omien havainnointien oikeellisuuteen ilmenee myös ihmisten epärealistisina suuruudenkuvitelmina – kuvitelmina omista keskimääräistä paremmista tiedoista ja taidoista sekä tulevaisuuden mahdollisuuksista.

Lisäksi Barberis ja Thaler (2003, s. 1066–1067) osoittavat, miten informaation luonne voi vaikuttaa sijoittajien käyttäytymiseen. Sijoittajat saattavat painottaa liikaa viimeaikaisia tapahtumia, minkä vuoksi tapahtuman todennäköisyys kohdata vaste on sijoittajien arvioissa vähintäänkin harhainen estimaatti tapahtuman todennäköisyydelle. Sijoittajat saattavat esimerkiksi olettaa, että kahta peräkkäistä positiivista tapahtumaa seuraa myös kolmas positiivinen tapahtuma. Jos alkeistapaukset ovat symmetrisiä, klassisen todennäköisyyden mukaan negatiivinen tapahtuma on selvästi positiivista tapahtumaa todennäköisempi. Toisaalta tilanne voi olla myös, ettei sijoittaja kykene hyödyntämään saatavilla olevaa informaatiota, jolloin sijoittaja sivuuttaa uuden informaation ja perustaa päätöksenteon aikaisemman ennakkotiedon varaan.

Perinteisen rahoitusteorian tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan arbitraasipositiot ovat sijoittajille täysin riskittömiä ja sijoittajilla on mahdollisuus rajattomiin positioihin (Abreu & Brunnermeier, 2003). Perinteinen rahoitusteoria olettaa, että rationaalisten sijoittajien arbitraasipositiot korjaavat hinnoitteluvirheet markkinoilta ja estävät hintakuplien muodostumisen varallisuuskohteisiin. Behavioristinen näkemys korostaa täydellisten markkinoiden sijasta epätäydellisiä markkinoita. Väärin hinnoiteltujen varallisuuskohteiden hintojen poikkeamat niiden

fundamenttiarvosta eivät tuo rationaalisille sijoittajille arbitraasin mukaista varmaa tuottoa ilman riskiä, koska epätäydellisillä markkinoilla arbitraasiin liittyy aina sekä kustannuksia että riskejä (Abreu & Brunnermeier, 2003). Behavioristinen näkemys korostaa, etteivät väärinhinnoitellut varallisuuskohteet tarjoa sijoittajille *ilmaista lounasta*, koska arbitraasia rajoittavat fundamenttiriski, epärationalisten sijoittajien riski sekä synkronointiriski. Arbitraasin rajoitteet heikentävät rationaalisten sijoittajien mielenkiintoa väärinhinnoiteltuja varallisuuskohteita kohtaan, jolloin hinnoitteluvirheet voivat jäädä korjaamatta ja varallisuuskohteisiin voi muodostua hintakuplia. (Abreu & Brunnermeier, 2003; Barberis & Thaler, 2003 s. 1058–1059.)

Fundamenttiriski ilmenee, kun varallisuuskohteen hintaa ohjaavat fundamentit (esimerkiksi valuuttakurssit, hyödykkeiden hinnat tai yleinen korkotas) muuttuvat. Fundamenttiriskiltä voidaan teoriassa suojautua ostamalla varallisuuskohteen täydellinen substituuksi. Ongelmaksi kuitenkin muodostuu, etteivät varallisuuskohteet ole toistensa täydellisiä substituuksia – yleensä ne ovat jopa äärimmäisen epätäydellisiä. Vaikka sijoittaja onnistuisikin suojaamaan arbitraasiposition täydellisellä substituutilla, positio on silti vielä altis taloudessa tapahtuville muutoksille, jotka koskettavat sekä varallisuuskohdetta että sen substituuttia, esimerkiksi koko toimialaa. Koska fundamenttiriskiä on käytännössä mahdoton eliminoida täysin, arbitraasi ei ole koskaan täysin riskitön. (Barberis & Thaler, 2003, s. 1058.)

Epärationalisten sijoittajien riski (noise trader risk) heikentää rationaalisten sijoittajien muodostamia arbitraasipositioita sekä vähentää sijoittajien aggressiivisuutta tarttua väärinhinnoiteltuihin varallisuuskohteisiin. Epärationalisten sijoittajien riskiä kuvaa irrationaalisten sijoittajien arvaamaton käyttäytyminen. Se vaikuttaa varallisuuskohteen hintaan lyhyellä aikavälillä, vaikka hintaa ohjaavat fundamentit olisivat pysyneet täysin muuttumattomina. Arbitraasiposition suojaaminen varallisuuskohteen täydellisellä substituutilla ei poista epärationalisten sijoittajien riskiä, koska irrationaalisten sijoittajien arvaamaton käyttäytyminen saattaa ohjata väärinhinnoitellun varallisuuskohteen hintaa hetkellisesti yhä kauemmaksi sen fundamenttiarvosta sekä kasvattaa arbitraasiin liittyvää riskiä sekä kustannuksia. (Barberis & Thaler, 2003, s. 1058–1059.) Epärationalisten sijoittajien riski voi aiheuttaa kohtalokkaita seurauksia institutionaalisille sijoittajille sekä hedge-

rahastoille, jotka ovat yleensä arbitraasipositioiden takana. Varallisuuskohteen hinnanmuutokset saattavat laskea arbitraasiposition arvoa ja pakottaa luopumaan positioista ennenaikaisesti eli myymään varallisuuskohteen tarpeettoman jyrkällä tappiolla. (De Long, Shleifer, Summers & Waldman, 1990.)

Synkronointiriski heijastaa rationaalisten sijoittajien välistä epävarmuutta – sitä, milloin väärinhinnoitellun varallisuuskohteen hinta palautuu vastaamaan sen fundamenttiarvoa (Abreu & Brunnermeier, 2003). Ensinnäkin rationaalinen sijoittaja on epävarma siitä, milloin muut rationaaliset sijoittajat tulevat tietoiseksi siitä, ettei varallisuuskohteen hinta vastaa fundamenttiarvoa, ja alkavat muodostaa arbitraasipositioita. Brunnermeier (2008) toteaa, ettei yksittäinen rationaalinen sijoittaja pysty panostamaan omalla arbitraasipositiolla väärinhinnoiteltua varallisuuskohdetta vastaan sekä palauttamaan sen hintaa fundamenttiarvoon, koska hinnan palautuminen fundamenttiarvoon vaatii usean sijoittajan yhtäaikaisen panostuksen. Koska markkinoilla ei ole yhteistä tietämystä siitä, milloin hinnassa tapahtuu korjausliike, pyrkii rationaalinen sijoittaja ennustamaan muiden rationaalisten sijoittajien arbitraasipositioiden ajoitusta. Abreu ja Brunnermeier (2003) toteavat, ettei synkronointiriski estä hintojen palautumista fundamenttiarvoon pitkällä aikavälillä, mutta keskipitkällä sekä lyhyellä aikavälillä väärinhinnoitellun varallisuuskohteen hinta ei välttämättä palaudu sen fundamenttiarvoon.

Synkronointiriskin heikentäessä hintojen palautumista takaisin fundamenttiarvoon saattaa arbitraasipositio olla täysin tehoton ja johtaa viivästyneeseen positioon. Arbitraasipositiossa esimerkiksi aliarvostetun varallisuuskohteen substituutin lyhyeksimyynnin kustannukset saattavat olla jo itsessään korkeita, mutta position viivästyksen vuoksi saattavat toteutumiskustannukset muodostua merkittävän korkeiksi. Lisäksi viivästynyt positio saattaa tuoda mukanaan muita riskejä. Lyhyeksimyynnin varallisuuskohteen lainaaja voi esimerkiksi vaatia varallisuuskohteen palauttamista. Viivästyksen aiheuttamat riskit ja kustannukset heikentävät rationaalisen sijoittajan halukkuutta iskeä aggressiivisesti kiinni väärinhinnoiteltuihin varallisuuskohteisiin, minkä vuoksi markkinoiden hinnoitteluvirheet saattavat jäädä korjaamatta ja varallisuuskohteisiin voi muodostua hintakuplia. (Abreu & Brunnermeier, 2003; Brunnermeier, 2008.)

3.3 Hintakuplien tunnistaminen

3.3.1 Hintakuplien empiirinen tutkimus

Hintakuplat muodostavat vakavan riskin rahoitusjärjestelmälle sekä talouden yleiselle hyvinvoinnille. Varallisuuskohteisiin muodostuvat hintakuplat sekä erityisesti hintakuplien puhkeaminen saattavat vaikuttaa kriittisesti rahoitusjärjestelmän vakauteen sekä yleiseen talouskasvuun. Molemmista edellä mainituista muistuttaa esimerkiksi 2000-luvun finanssikriisi, jonka vaikutukset levisivät rahoitusjärjestelmästä aina reaalityalouteen saakka. Tämän vuoksi onkin ehdottoman tärkeää pyrkiä tunnistamaan hintakuplien muodostuminen ja sen taustalla olevat syyt varhaisessa vaiheessa, ennen kuin hintakupla puhkeaa ja aiheuttaa taloudellista vahinkoa.

Ensisijaisesti hintakuplien empiirinen tutkimus keskittyy varallisuuskohteiden rationaaliin hintakupliin. Empiirinen tutkimus pyrkii selvittämään, voidaanko varallisuuskohteen hinnanmuutoksia selittää fundamenteissa tapahtuvilla muutoksilla, kun varallisuuskohteen hinta saattaa vaihdella voimakkaammin kuin varallisuuskohteen hinnan perustana olevat fundamentit. Hintakuplien testaamisen lisäksi empiirinen tutkimus pyrkii havaitsemaan kausaliteetin kuplien syntymiselle: miksi hintakuplia todellisuudessa syntyy varallisuuskohteisiin. (Taipalus, 2012, s. 41–43.)

3.3.2 Hintakuplien tunnistaminen ekonometristen mallien avulla

Ensimmäiset rationaalisten hintakuplien testaamiseen soveltuvat menetelmät perustuvat Shillerin (1981) sekä LeRoyn ja Porterin (1981) kehittämiin varianssirajatesteihin (variance bound test). Varianssirajatestit pohjautuvat perinteiseen nykyarvomalliin, jossa varallisuuskohteen hinnan oletetaan vastaavan sen tuottamien kassavirtojen nykyarvoa ja havaittujen kassavirtojen varianssi määrittää varallisuuskohteen hinnan varianssille ylärajan (Gürkaynak, 2008). Jos siis varallisuuskohteen hinnan varianssi on suurempi kuin varallisuuskohteen havaittujen kassavirtojen määrittämä varianssin yläraja, on vaihtoehtoinen hypoteesi (varallisuuskohte muodostaa hintakuplan) uskottavampi. Gürkaynak (2008)

huomauttaa, että varianssirajatestit kehitettiin alun perin menetelmäksi testata varallisuuskohteen arvonmäärityksessä käytettävää mallia, mutta testiä on myöhemmin sovellettu myös hintakuplien testaamiseen. Koska testin alkuperäisenä käyttötarkoituksena ei ole testata hintakuplia, voi nollahypoteesin hylkäämisen syy olla mahdollisen hintakuplan lisäksi myös heikosti määritelty hinnoittelumalli.

Perinteiset varianssirajatestit ovat ongelmallisia, koska testausmenetelmän nollahypoteesin (varallisuuskohte ei muodosta hintakuplaa) hylkäämisen taustalla voi olla useita tekijöitä, joiden vuoksi malli soveltuu hintakuplien testaamiseen varsin heikosti. Westin (1987) kehittämä testi pyrkii ratkaisemaan varianssirajatesteihin liittyvät ongelmat testaamalla arvonmääritysmallin pitävyyttä sekä sitä, muodostaako varallisuuskohte hintakuplan. Westin testi auttaa selvittämään, miten varallisuuskohteen hinta muodostuu: vastaako varallisuuskohteen hinta arvonmääritysmallia vai onko hinnassa havaittavissa lisäksi hintakuplan muodostama kuplakomponentti.

Westin (1987) testin pyrkimyksenä on testata, vastaako varallisuuskohteen hinta arvonmääritysmallin mukaista rationaalista eli fundamenttiperustaista hintaa. Testiä varten tulee ensin estimoida testattavat parametrit: varallisuuskohteen hinnan ja kassavirtojen *teoreettinen* riippuvuussuhde sekä varallisuuskohteen hinnan ja kassavirtojen *todellinen* riippuvuussuhde. Tarkoituksena on siis testata, vastaako varallisuuskohteen hinnan ja kassavirtojen teoreettisen riippuvuussuhteen estimaatti havainnoista estimoitua todellista riippuvuussuhdetta. Teoreettisen riippuvuussuhteen estimaatti saadaan muodostamalla regressioyhtälö arvonmääritysmallista, josta estimoidaan ensin diskonttotekijä. Kun diskonttotekijän estimaatti tunnetaan, sen avulla voidaan muodostaa teoreettisen riippuvuussuhteen estimaatti. Tämä saadaan mallintamalla varallisuuskohteen kassavirtoja ensimmäisen asteen autoregressiivisellä prosessilla, jossa havaittuja arvoja selittää lineaarisesti edellinen havainto sekä satunnaista osaa kuvaava valkoinen kohina. Vastaavasti todellista riippuvuussuhdetta kuvaava estimaatti saadaan muodostamalla lineaarinen regressiomalli, jossa varallisuuskohteen kassavirrat selittävät varallisuuskohteen hintaa. Kun testaukseen vaaditut parametrit eli teoreettinen riippuvuussuhde ja todellinen riippuvuussuhde on estimoitu, voidaan seuraavaksi suorittaa hypoteesin testaus. Testin nollahypoteesi –

riippuvuussuhteet ovat yhtä suuria – tarkoittaa, että varallisuuskohteen hinta vastaa arvonmääritysmallin mukaista hintaa eikä hinta sisällä kuplakomponenttia.

Gürkaynak (2008) toteaa, ettei Westin (1987) testi poista varianssirajatesteissä havaittua nollahypoteesin (varallisuuskohte ei muodosta hintakuplaa) hylkäämiseen liittyvää ongelmaa. Nollahypoteesin hylkääminen voi johtua varallisuuskohteen hinnan sisältämästä kuplakomponentista, mutta yhä edelleen on mahdollista, että hinnoittelumalli on virheellisesti määritelty. Flood, Hodrick ja Kaplan (1994) esittävät, ettei Westin testissä estimoitu kiinteä diskonttoteikijä ole empiirisesti perusteltu, koska vakio diskonttoteikijä olettaa varallisuuskohteen riskineutraaliksi. Tämä tarkoittaa sitä, että testattaessa hintakuplaa varallisuuskohteen riskialttius ei vaikuta varallisuuskohteen hinnan ja kassavirtojen teoreettiseen riippuvuussuhteeseen. West (1987) toteaaakin, ettei malli ole täydellinen diskonttoteikijän osalta. Jos diskonttoteikijä sallitaan aikavariantiksi eli muuttuvaksi ajan myötä, malli ei kykene enää tunnistamaan varallisuuskohteiden muodostamia hintakuplia.

Varianssirajatestit ja Westin testi pyrkivät selittämään varallisuuskohteen hinnoittelumallin mukaista hintaa fundamenttiperustaisesti silloin, kun nollahypoteesi pätee, eli varallisuuskohte ei muodosta hintakuplaa. Gürkaynak (2008) toteaa tämän ongelmalliseksi, koska hinnanmuodostukseen voivat vaikuttaa fundamentit, joita ei ole havaittu eikä tämän vuoksi määritelty osaksi arvonmääritysmallia. Diba ja Grossman (1988) lähestyvät testaamista korostamalla hintakuplan teoreettisia ominaisuuksia, olettamatta, että varallisuuskohteen hinnan tulisi vastata jokaisella ajanjaksolla arvonmääritysmallin mukaista hintaa. Menetelmä perustuu perinteiseen arvonmääritysmalliin varianssirajatestien sekä Westin testin tapaan, mutta sivuuttaa havaitsemattomien fundamenttien määrittelyn arvonmääritysmalliin olettaen, että havaitsemattomat fundamentit vaikuttavat varallisuuskohteen hintaan sekä sen tuottamiin kassavirtoihin. Menetelmän ideana on siis testata varallisuuskohteen ja kassavirtojen yhteisintegroituvuutta kointegraatiotestillä sekä varallisuuskohteen ja kassavirtojen stationaarisuutta yksikköjuuritestillä.

Jos varallisuuskohteen hinta ja kassavirrat ovat yhteisintegroituvia, varallisuuskohteen hinta ei sisällä kuplakomponenttia, koska yhteisintegroituvuudella kuvataan hinnan ja kassavirtojen välistä pitkänaikavälin tasapainosuhdetta. Tämä tarkoittaa sitä, että

varallisuuskohteen hinta vastaa tasapainosuhteen fundamenttiperustaista hintaa pitkällä aikavälillä. Havaitsemattomat fundamentit voivat kuitenkin aiheuttaa hinnan lyhytaikaisia poikkeamia sen fundamenttiarvosta, mutta eivät ohjaa systemaattisesti pitkällä aikavälillä varallisuuskohteen hintaa ja kassavirtoja toisistaan erilleen. Diba ja Grossman (1988) osoittavat yksikköjuuritestien avulla, että jos havaitsemattomat fundamentit, varallisuuskohteen hinta sekä kassavirrat ovat epästationaarisia, mutta ensimmäisen differenssin jälkeen stationaarisia, ei varallisuuskohte muodosta hintakuplaa. Koska kun muuttujien integraation aste on sama eli muuttujat ovat yhteisintegroituja, on muuttujilla yhteinen pitkän aikavälin tasapainosuhte. Jos varallisuuskohteen hinta sisältäisi kuplakomponentin, ei varallisuuskohteen epästationaarista hintaa voitaisi stationarisoida differensoimalla kuplakomponentin liittyvän satunnaismuuttujan vuoksi. Koska muuttujien välinen integraation aste ei ole kaikilla muuttujilla sama, muuttujat eivät ole yhteisintegroituja. Tämä tarkoittaa sitä, että muuttujilla ei ole yhteistä tasapainosuhdetta.

Kuten edellä olevasta voi päätellä, hintakuplien empiirinen testaaminen on perinteisesti keskittynyt fundamenttiarvon sekä varallisuuskohteen tuottamien kassavirtojen tarkasteluun. Empiiriset tutkimukset kuitenkin osoittavat perinteiset ekonometriset testit tehottomiksi havaitsemaan ja tunnistamaan hintakuplia, koska testien rakenne on hyvin yksinkertainen (perustuu varallisuuskohteen fundamenttiarvoon). Lisäksi tutkijoiden näkemykset tarkasteltavasta ilmiöstä vaikuttavat mallien oletuksiin: samasta ilmiöstä on empiirisissä tutkimuksissa saatu ristiriitaisia tuloksia, tutkimusten päätyessä vaihtoehtoisiin tuloksiin nollahypoteesin sekä vaihtoehtoisen hypoteesin osalta. Empiirinen tutkimus ei siis onnistu selittämään syitä hintakuplien muodostumiseen, ja perinteiset ekonometriset testit antavat harhaisen selityksen tarkasteltavasta ilmiöstä. Tämän vuoksi nykyisessä tutkimustyössä kiinnitetään huomiota siihen, tulisiko fundamenttiarvo määritellä mallinnuksessa perinteisestä nykyarvo-mallista poikkeavaksi. (Gürkaynak, 2008; Taipalus, 2012, s. 41–43.)

4 BITCOININ TALOUDELLINEN LUONNE

4.1 Bitcoin vaihtoehtoisena valuuttana

Bitcoinin pääsiallisena tavoitteena on toimia maksujärjestelmänä ja vaihtoehtoisena valuuttana, joka on täysin riippumaton keskuspankkien ja julkisten viranomaisten hallinnasta. Bitcoin erottautuu selkeästi muista fiat-valuutoista, jotka ovat yleisesti hyväksytyjä maksuvälineitä. Fiat-valuutat ovat valtioiden liikkeeseen laskemia valuuttoja, eikä niillä ole sisäistä arvoa (intrinsic value), koska fiat-valuutat on yksinomaan luotu toimimaan rahana. Koska bitcoinin ensisijaisena päämääränä on toimia vaihtoehtoisena valuuttana, tässä luvussa tarkastellaan, täyttääkö bitcoin rahalle asetetut kriteerit. Taloustieteellisen määritelmän mukaan rahalla on kolme perustavanlaatuaista tehtävää: toimia vaihdannan välineenä, laskentayksikkönä ja arvonmäärittäjänä sekä arvon säilyttäjänä (Mishkin, 2016, s. 95–97).

4.1.1 Vaihdannan väline

Perinteiset fiat-valuutat ovat yleisesti hyväksytyjä maksuvälineitä, mutta bitcoinilta puuttuu virallisen maksuvälineen asema. Tämä tarkoittaa sitä, ettei yrityksillä tai valtioilla ole velvollisuutta hyväksyä maksusorituksia bitcoineina. Valtion virallisen hyväksynnän ja bitcoinin nimellisarvon puuttuminen aiheuttaa ristiriidan, kun bitcoin toimii vaihdannan välineenä. (Euroopan pankkiviranomainen (myöhemmin EBA), 2014.) Lon ja Wangin (2014) mukaan bitcoinin laajentuminen yleisesti hyväksytyksi maksuvälineeksi edellyttää sitä, että yhä useampi toimija hyväksyy maksusuoritukset bitcoineina. Yermack (2014) yhtyy tähän ja osoittaa bitcoinin hyödyllisyyden vaihdannan välineenä riippuvan täysin siitä, kuinka käyttökelpoiseksi kuluttajat sen mieltävät. Bitcoin kuitenkin epäonnistuu Yermackin (2014) mukaan vaihdannan välineenä, koska bitcoinien käyttöönotto on varsin ongelmallinen prosessi. Bitcoin-vaihdantapalveluissa voi vaihtaa yleisimpiä valuuttoja suoraan bitcoineiksi, mutta vaihdantapalveluita vaivaa epäselvyys sekä regulaation puute. Vaihdantapalveluiden sopimusehdoissa ja yleisessä turvallisuudessa on huomattavia eroja eri vaihdantapalveluiden välillä, jotka kaipaavat yhteisiä pelisääntöjä toimiakseen tehokkaasti ja turvallisesti säänneltyjen markkinoiden tavoin. (Bitcoin.org, 2018.)

Bitcoin-ekosysteemin rakenne mahdollistaa alhaiset transaktiokustannukset, minkä vuoksi bitcoin on puoleensavetävä. Transaktiokustannuksilla ylläpidetään ja rahoitetaan louhijoiden insenttiiviä louhintaa kohtaan. Lohkon ratkaissut louhija saa kompensationsa transaktioiden vahvistamisesta prosentuaalisen provision ratkaistun lohkon transaktioiden arvomäärän summasta sekä lohkopalkkion. EBA:n (2014) mukaan bitcoinin alhaiset transaktiokustannukset voidaan saavuttaa kolmannen osapuolen eli välittäjän puuttumisen vuoksi. Täsmällistä tietoa bitcoinin keskimääräisistä transaktiokustannuksista on kuitenkin hyvin vaikea saada selville, koska kustannuksiin vaikuttavat Bitcoin-järjestelmän huipputekniset yksityiskohdat sekä se, että transaktion vähimmäiskustannus määräytyy kysynnän ja tarjonnan mukaan (millä hinnalla louhijat ovat valmiita työskentelemään). Viitteellisesti voidaan kuitenkin todeta, että Bitcoin-järjestelmän keskimääräiset transaktiokustannukset ovat alle prosentin, kun vastaavasti muut verkossa toimivat maksujenvälitysjärjestelmät veloittavat 2–4 prosenttia transaktiota kohden. (Bitcoin.it, 2018b; EBA, 2014.) Lisäksi Yermack (2014) näkee Bitcoinin luotto-ominaisuuden puuttumisen rajoittavan bitcoinin laajentumista viralliseksi sekä yleisesti käytetyksi vaihdannan välineeksi. Bitcoin-järjestelmä ei mahdollista luotonlaajennusta, koska luotonlaajennus kasvattaisi hetkellisesti bitcoinien määrää, mikä on ristiriidassa ennalta määritellyn bitcoinien määrää kontrolloivan algoritmin kanssa.

4.1.2 Laskentayksikkö ja arvon määrittäjä

Rahan tehtävänä on myös toimia laskentayksikkönä ja arvon määrittäjänä, niin että kuluttajat voivat mitata erilaisten hyödykkeiden suhteellisia arvoja keskenään. Yleisesti fiat-valuutat voidaan jakaa kahden desimaalin tarkkuudella, minkä tarkoituksena on helpottaa kuluttajien suhteellisten hintojen vertailua. Bitcoin kuitenkin poikkeaa merkittävästi perinteisistä fiat-valuutoista äärimmäisyyteen viedyn jaollisuuden ansiosta. (Ciaian, Rajcaniova & Kancs, 2016.) Perinteisistä valuutoista poiketen bitcoin on jaettavissa sataan miljoonaan (10^8) *satoshiin* (Bitcoin.it, 2011). Yermack (2014) toteaa bitcoinin jaollisuuden sumentavan kuluttajien ymmärryksen, mikä vaikeuttaa suhteellisten hintojen vertailua. Jopa yksinkertaisissakin vertailuissa on mahdollisuus virheellisesti olettaa hinnan olevan satakertainen, kun todellisuudessa se on tuhatkertainen. Bitcoinin äärimmilleen viety jakaantuminen pienempiin laskentayksikköihin antaa kuitenkin mahdollisuuden määritellä arvoa erilaisten

vaatimusten mukaan sekä lisää bitcoinin kiinnostavuutta arvoltaan minimaalisten transaktioiden suorittamiseen. Rahan jakaantuminen tehostaa lisäksi markkinoilla esiintyvää vaihdantaa. Jos raha on täysin jakamaton tai jaettavuus on alhainen, markkinoille syntyy tehottomuutta. Markkinoilla osapuolet eivät välttämättä suorita vaihdantaa, koska osto- ja myyntinoteerausten välinen ero kasvaa leveäksi, mikä estää markkinaosapuolten intressien kohtaamisen ja lopullisen vaihdannan eli transaktion muodostumisen.

Lo ja Wang (2014) huomauttavat, että bitcoinin kelpoisuutta toimia varten otettavana laskentayksikkönä ja arvonmäärittäjänä vaikeuttaa bitcoinin hinnan voimakas volatiliteetti. Bitcoinin arvo vaihtelee voimakkaasti muihin valuuttoihin nähden, minkä vuoksi bitcoin on epävakaa ja riski suorittaa sekä vastaanottaa transaktioita bitcoineina lisääntyy. Korkean volatiliteetin aiheuttama hinnan epävakaus laskee bitcoinin kiinnostavuutta kuluttajien keskuudessa rahana. Yermack (2014) päätyy yhtäläiseen lopputulokseen bitcoinin hinnan volatiliteetista ja esittää tutkimustuloksissaan bitcoinin arvon dollareina olevan 40 kertaa volatilimpi kuin euron arvo suhteessa dollariin. Tämä tarkoittaa, että bitcoiniin kohdistuu huomattava määrä epävarmuutta sekä riskiä valuutan tulevasta arvosta.

Hinnan voimakas volatiliteetti aiheuttaa suorien ja epäsuorien kustannusten lisäksi valuuttariskin sekä kuluttajille että yrityksille, jotka hyväksyvät transaktiot bitcoineina. Bitcoinin epävakaa hinta saattaa vaihdella voimakkaasti yhden päivän aikana. Tämä hämmentää kuluttajia ja aiheuttaa kuluja yrityksille, jotka määrittävät hinnat bitcoineina. (Ciaian, ym. 2016.) Yermack (2014) toteaa Bitcoin-pörssien tehokkuuden kärsivän voimakkaasta volatiliteetista, koska suurimpien Bitcoin-pörssien välillä on havaittavissa huomattavia hintaeroja. Erot ovat räikeästi ristiriidassa yhden hinnan lain kanssa (law of one price), minkä mukaan hintojen tulisi olla samat kauppapaikasta riippumatta. Ennen kaikkea kauppapaikkojen väliset hintaerot aiheuttavat sekaannusta toimijoille, jotka tarjoavat maksuvaihtoehtoksi bitcoinin. Lisäksi Bitcoin-pörssien tarjoamat hintaerot houkuttelevat spekulatiivisia sijoittajia arbitraasipositioiden muodossa.

Voimakas volatiliteetti onkin houkuttellut markkinoille kolmannen osapuolen palveluita, joilla voi suojautua valuuttariskiä vastaan. Esimerkiksi Coinbase ja BitPay

mahdollistavat transaktioiden hyväksymisen bitcoineina niin, ettei vastaanottaja todellisuudessa vastaanota suoritteita bitcoineina. Vastaanottaja saa maksun valitsemanaan perinteisenä valuuttana, ja maksupalveluntarjoaja kantaa valuuttariskin vastaanottajan puolesta pientä korvausta vastaan. (Luther & White, 2014.)

4.1.3 Arvon säilyttäjä

Perinteisellä fiat-rahalla on taipumusta olla inflatorinen, mikä tarkoittaa sitä, että rahan arvo laskee inflaation seurauksena. Inflaatio puolestaan heikentää rahan kykyä ylläpitää arvoa. Bitcoinin sen sijaan nähdään tuovan suojaa inflaatiota vastaan. Ensinnäkin Bitcoin on täysin itsenäinen järjestelmä, joka on riippumaton valtion, viranomaisten sekä keskuspankkien toiminnasta. Toiseksi Bitcoin kohtaa rajallisen rahan tarjonnan, jossa tarjontaa säädellään hallitun ja tunnistetun algoritmin avulla. Rahan tarjonta supistuu ajan myötä, kunnes kaikki ennalta määritellyt 21 miljoonaa bitcoinia on laskettu liikkeelle.

Ominaisuudet, jotka antavat bitcoinille suojaa inflaatiota vastaan, luovat päinvastoin painetta deflaatiolle, jos bitcoinien käyttö vaihdannan välineenä lisääntyy merkittävästi (Ciaian, ym. 2016). Baurin, Hongin ja Leen (2017) mukaan Bitcoin ei kuitenkaan ole turvapaikka rahoitusmarkkinoiden häiriöitä vastaan, missä bitcoin säilyttäisi arvonsa paremmin perinteisiin valuuttoihin ja arvopapereihin verrattuna. Turvapaikkaa on aiemmin perusteltu näkemyksellä, ettei Bitcoin ole vielä kasvanut merkittäväksi toimijaksi yleisessä rahoitusjärjestelmässä. Yermack (2014) kuitenkin toteaa, että makrotaloudelliset tapahtumat, jotka vaikuttavat laajasti muihin valuuttoihin ja arvopapereihin, eivät vaikuta bitcoinin arvoon negatiivisesti tai positiivisesti. Heikko, lähes olematon korrelaatio muiden valuuttojen ja varallisuuskohteiden kanssa tekee bitcoinista tehottoman riskienhallintavälineen, joksi valuutat yleensä mielletään. Lisäksi heikko korrelaatio hankaloittaa suojautumista riskeiltä, joita bitcoiniin kohdistuu nyt ja tulevaisuudessa. Yermack (2014) näkee bitcoinin olevan riskialtis jopa hyvin lyhyellä aikavälillä eikä näe bitcoinin tarjoavan turvapaikkaa myöskään pitkällä aikavälillä.

4.2 Bitcoin spekulatiivisena varallisuuskohteena

Edellisessä luvussa tarkasteltiin, täyttääkö bitcoin rahalle asetetut kriteerit, ja verrattiin bitcoinin ominaisuuksia perinteiseen fiat-valuuttaan. Bitcoinin alkuperäinen tarkoitus toimia vaihtoehtoisena valuuttana on yleisesti hyväksytty, mutta kuten edellisessä luvussa todetaan, bitcoin ei pääasiallisesti täytä rahalle asetettuja kriteerejä. Äärimmäisen voimakkaan volatiliteetin vuoksi bitcoinin asema vaihtoehtoisena valuuttana on epäselvä. Volatiliteetti aiheuttaa myös selkeitä haasteita bitcoinin laajentumiselle yleiseksi viralliseksi maksujärjestelmäksi ja valuutaksi, mikä herättää keskustelua bitcoinin todellisesta luonteesta. Koska bitcoin ei täytä rahalle määriteltyjä kriteerejä, on mielenkiintoinen sekä luonnollinen jatkumo tarkastella seuraavaksi bitcoinia spekulatiivisena varallisuuskohteena, jolloin sen käyttötarkoitus muuttuu merkittävästi vaihdannan välineestä sekä arvon määrittäjästä.

4.2.1 Bitcoinin fundamenttiarvo

Bitcoinin taloudellisen merkityksen kasvaessa yhä suuremmaksi on akateeminen tutkimus alkanut keskustella bitcoinin fundamenttiarvosta. Näkemys bitcoinin fundamenttiarvosta vaihtelee suuresti bitcoinin asianmukaisen tulkinnan mukaan: onko kyseessä spekulatiivinen varallisuuskohte vai vaihtoehtoinen valuutta. Aiheen tutkimuksen vähyyden vuoksi akateemisessa tutkimuksessa ei vallitse yksimielisyyttä siitä, kuinka bitcoinin arvo tulisi määrittää ja mikä on Bitcoinin fundamenttiarvo, johon sijoittajat perinteisesti tukevat sijoituspäätökset (Cheah & Fry, 2015; Li & Wang, 2017).

Yermack (2014) esittää, että bitcoinilla tulisi olla positiivinen fundamenttiarvo, jos bitcoin hallitsisi kuluttajien luottamusta vaihtoehtoisena valuuttana. Tällöin bitcoinin arvo riippuisi täysin sen hyödyllisyydestä valuutan käyttäjille. Todisteet bitcoinin hyödyllisyydestä ovat kuitenkin puutteellisia tai suurpiirteisiä. Bitcoin-vaihdantapalvelu Coinbasen perustaja Ehrsam toteaa, että vuoden 2013 transaktioita hallitsevat lähes täysin (95 %) spekulatiiviset sijoittajat (Goldman Sachs Investment Research, 2014). Yermack (2014) päättelee, ettei bitcoinilla ole fundamenttiarvoa, koska hyödykkeiden vaihtamisen sijasta bitcoinin transaktioita dominoivat spekulatiiviset sijoittajat. Cheah ja Fry (2015) esittävät bitcoinin ennalta-

arvaamattoman voimakkaan volatilitiitin olevan suora seuraus valuuttaa hallitsevasta spekulatiivisuudesta, joka asettaa bitcoinin muiden spekulatiivisten varallisuuskohteiden tavoin alttiiksi hintakuplien muodostumiselle. Cheah ja Fry (2015) osoittavat empiiristen tutkimustulosten avulla bitcoinin fundamenttiarvon nollaksi ja toteavat, ettei bitcoinin äärimmäisen voimakas volatilitiitti anna edes lähtökohtaisesti olettaa fundamenttiarvoa johdonmukaiseksi saati sitten vakioksi. Vahvaan spekulatiivisuuteen vetoaa myös Weber (2014). Hänen mukaansa liikkeelle lasketuista bitcoineista 70 prosenttia makaa nukkuvilla tileillä (dormant account), joissa ei ole ollut pitkään aikaan minkäänlaista taloudellista aktiviteettia. Cheung ym. (2015) toteavat, että bitcoin on vailla fundamenttiarvoa oleva spekulatiivinen omaisuususerä, jolle on luonteenomaista muodostaa hintakuplia, koska fundamenttiarvon nähdään perustuvan luottamukseen Bitcoin-järjestelmän murtumattoman vahvasta salausalgoritmista.

Garcia, Tessone, Mayrodiiev ja Perony (2014) toteavat ongelmalliseksi näkemyksen, jonka mukaan bitcoinilla ei olisi ollenkaan fundamenttiarvoa. Garcia ym. (2014) esittävät, että louhinnasta aiheutuvat kustannukset edustavat bitcoinin oikeudenmukaista fundamenttiarvon vähimmäisarvoa, jonka vahvuutena nähdään määritelmän riippumattomuus tulevaisuuden epävarmoista kassavirroista. Hayes (2017) toteaa, etteivät teoreettiset valmistuskustannuksiin pohjautuvat fundamenttiarvon määrittelyt ota huomioon arvoon vaikuttavia subjektiivisia tekijöitä, joiden puuttuminen saattaa tehdä mallin oletuksista täysin merkityksettömiä markkinoiden ollessa epävakaita voimakkaan volatilitiitin seurauksena. Dyhrberg (2016) näkee, että bitcoinilla tulisi olla positiivinen fundamenttiarvo, jos sijoittajat oletetaan rationaalisiksi. Dyhrberg (2016) vertaa bitcoinia kultaan niiden samankaltaisuuden vuoksi: bitcoin ei tuota kassavirtoja kuten ei kultakaan, mutta molempien arvo perustuu kysynnän ja tarjonnan epätasapainoon. Sekä kultaa että bitcoineja on rajallinen määrä, mikä tarkoittaa sitä, ettei kysynnällä voida vaikuttaa tarjonnan määrään. Viime kädessä bitcoinin fundamenttiarvon täytyy riippua sen kysynnästä.

4.2.2 Bitcoinin hintaa ohjaavat fundamentit

Kristoufek (2013) ja Garcia ym. (2014) tutkivat sosiaalisen median, Wikipedian ja Google-hakujen yhteyttä bitcoinin hintaan vektoriautoregressiivisellä (VAR) mallilla. VAR-mallit ovat stokastisia malleja, joita hyödynnetään laaja-alaisesti, kun analysoidaan lineaarisia riippuvuussuhteita moniulotteisten aikasarjojen välillä sekä makrotaloustieteen että rahoituksen sovelluksissa ja tutkimuksissa. Tutkimustulosten mukaan dramaattinen hintakehitys lisää bitcoinin suosiota ja kiinnostavuutta sijoittajien keskuudessa. Sijoittajat etsivät yhä enemmän tietoa bitcoinista, mikä puolestaan selittää lisääntyneitä bitcoin-aiheisia hakukonehakuja ja keskusteluja sosiaalisessa mediassa. Nämä luovat yhdessä dramaattisen kurssihistorian kanssa spekulatiivisen houkutuksen sijoittajille ostaa bitcoineja. Sijoittajien kiihtyvä kysyntä kasvattaa bitcoinin hintaa, mikä on suora seuraus bitcoinin deflatorisesta luonteesta tarjonnan ollessa riippumatonta kysynnän tasosta. Kun bitcoinien tarjonta supistuu louhinnan seurauksena suppenevalla geometrisellä sarjalla, tarjonnan niukkuus ei pysty vastaamaan sijoittajien suureen kysyntään. (Garcia ym. 2014; Kristoufek, 2013.)

Kristoufek (2013) toteaa sijoittajien spekulatiivisuuden selittävän Bitcoinin hintadynamiikkaa. Ensinnäkin kausaliiteetti bitcoinin hinnan ja sijoittajien kiinnostuksen välillä on kaksisuuntainen: hinta vaikuttaa sijoittajien kiinnostukseen, mutta myös kiinnostus vaikuttaa hintaan. Toiseksi hinnan lähtötasosta riippuu se, kuinka sijoittajien kiinnostus vaikuttaa bitcoinin hintaan. Jos hinta on selvästi markkinatrendiä korkeampi, sijoittajien lisääntynyt kiinnostus saa hinnan nousemaan voimakkaasti ylöspäin. Jos taas hinta on markkinatrendiä alhaisempi, lisääntynyt kiinnostus ohjaa hintaa yhä jyrkempään laskuun.

Kristoufek (2015) analysoi hintaa ohjaavia fundamentteja laajemmasta näkökulmasta ottamalla huomioon sijoittajien kiinnostusta kuvaavien fundamenttien lisäksi ekonomiset ja tekniset fundamentit. Erityisesti pitkällä aikavälillä sijoittajien spekulatiivisuus selittää bitcoinin hintaa, Kristoufekin (2015) havaintojen ollessa yhtäläisiä Garcian ym. (2014) ja Kristoufekin (2013) tutkimusten kanssa. Kristoufek (2015) toteaa, että voimakkaan spekulatiivisuuden lisäksi taloudelliset fundamentit vaikuttavat bitcoinin hintadynamiikkaan markkinoiden toiminnan kautta. Transaktioiden volyyymi, bitcoinien tarjonta sekä yleinen hintataso ovat pitkällä

aikavälillä bitcoinin hinnan kanssa tasapainossa. Tämä tarkoittaa sitä, ettei bitcoinin hinnan muodostumista voida kuvata täysin spekulatiivisen keinottelun tuloksena. Ciaian ym. (2016) empiiriset havainnot puoltavat Kristoufekin (2015) havaintoja spekulatiivisuudesta sekä pitkän aikavälin hintaan vaikuttavista Bitcoinin taloudellisista fundamenteista.

Van Wijk (2013) painottaa makrotaloudellisten tekijöiden vaikutusta bitcoinin hintaan. Van Wijkin analyysissa taloudellista suorituskykyä sekä talouskasvua heijastavat pörssi-indeksit, valuuttakurssit ja öljyn hinta vaikuttavat tilastollisesti merkitsevästi bitcoinin hintaan sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Ciaian ym. (2016) ekonometrisissa mallinuksissa päädytään ristiriitaisiin tuloksiin. Ciaian ym. tarkastelevat makrotaloudellista kehitystä yhdessä muiden ekonomisten fundamenttien sekä spekulatiivisuutta kuvaavan bitcoinin houkuttelevuuden kanssa, eikä makrotaloudellinen kehitys näytä vaikuttavan tilastollisesti merkitsevästi bitcoinin hintaan. Ciaian ym. havainnot korostavat, että mallinuksessa tulisi tarkastella samanaikaisesti useampia determinanteja, jotta niiden väliset riippuvuussuhteet otettaisiin huomioon. Van Wijkin malli ei onnistu selittämään bitcoinin hintaan vaikuttavia fundamenteja, eikä se marginaalimallin vuoksi kykene havaitsemaan taustalla olevia latentteja taustamuuttujia.

Li ja Wang (2017) toteavat, että bitcoinin historian alussa olleet kehittyvät markkinat ja myöhemmin jo hieman kypsyneet markkinat eroavat systemaattisesti toisistaan. Li ja Wang esittävät, että koska Bitcoin on täysin uusi ja vieras järjestelmä, valuutan hintaan vaikuttaa ensisijaisesti spekulatiivisten sijoittajien käyttäytyminen kehittyvillä markkinoilla. Sen sijaan taloudelliset fundamentit ja Bitcoin-ekosysteemin laajuus eivät vaikuta tilastollisesti merkitsevästi bitcoinin hintaan. Spekulatiiviset sijoittajat ohjaavat bitcoinin hintaa markkinoiden toiminnan kautta, mikä selittää hinnan volatiliteettia sekä transaktioiden volyyymiä. Bitcoin-ekosysteemin laajuus on varhaisessa vaiheessa varsin kapea, mikä tarkoittaa sitä, ettei transaktioiden volyyymiä voi selittää hyödykkeiden vaihtamisella. Li ja Wang toteavat spekulatiivisen käyttäytymisen vähenevän Bitcoinin-markkinoiden kypsyessä, jolloin hinta alkaa seurata pitkän aikavälin taloudellisia indikaattoreita sekä Bitcoin-järjestelmälle keskeisiä taloudellisia fundamenteja: keskuspankkien rahan tarjontaa, markkinoiden yleistä korkotasoa sekä Bitcoin-ekosysteemin laajuutta. Bitcoin-markkinoiden

kehittyessä hinta vakiintuu vastaamaan pitkän aikavälin taloudellisia fundamentteja, mikä edistää hinnan sopeutumista takaisin tasapainotasoon silloin, kun bitcoiniin kohdistuu väliaikaisia häiriöitä, esimerkiksi spekulatiivisuutta.

Baekin ja Elbeckin (2014) tutkimustulosten mukaan spekulatiiviset sijoittajat vaikuttavat varhaisilla markkinoilla bitcoinin hintaan, kun taas taloudelliset fundamentit ovat tilastollisesti ei-merkitseviä. Kun Bitcoin-markkinat kehittyvät ja taloudellisten fundamenttien merkitys kasvaa, Bitcoin-ekosysteemi voi kasvaa ja luoda taloudellista vaikutusta, mikä vähentää tehokkaasti bitcoinin spekulatiivisuutta sekä volatiliteettiin liittyvää korkeaa riskiä. (Baek & Elbeck, 2014; Ciaian ym. 2016; Li & Wang, 2017.)

Hayes (2017) tarkastelee bitcoinin hintaan vaikuttavia tekijöitä teknologisesta näkökulmasta. Teknologisissa tekijöissä tapahtuvat muutokset vaikuttavat louhinnan rajakustannuksiin, joiden Hayes (2017) arvelee selittävän muutoksia bitcoinin hinnassa. Hayes (2017) toteaa, että tuotantokustannukset, jotka kuvaavat louhintaan vaadittuja resursseja, määrittävät bitcoinin pitkän aikavälin hintatason. Kristoufekin (2015) mukaan teknologian kehitys alentaa bitcoinin hintaa, koska teknologinen kehitys lisää louhintalaitteiden energiatehokkuutta sekä laskentatehoa, jotka laskevat louhintaan vaadittuja resursseja. Toisaalta lohkon automaattisesti säätyvä vaikeustaso adaptoi vertaisverkossa lisääntyneen laskentakapasiteetin ja nostaa lohkon ratkaisuun vaadittua vaikeustasoa, mikä puolestaan vaatii yhä enemmän louhintaan vaadittuja resursseja.

Nähtävissä onkin, että teknologisen kehityksen mahdollistama energiatehokkuus ja kasvava laskentateho muodostavat vastakkaiset vaikutukset lohkon matemaattisen yhtälön vaikeusasteen kanssa. Hayesin (2017) mukaan onkin epäselvää, kumpi tekijä dominoi ja kiihdyttää hintakehitystä. Li ja Wang (2017) toteavat lohkon vaikeustason kasvun vaikuttavan voimakkaasti bitcoinin hintakehitykseen varhaisilla kehittyvillä markkinoilla, mutta teknisen kehityksen myötä lohkon vaikeusasteen merkitys hintaan laskee pitkällä aikavälillä.

Kristoufek (2015) näkee louhinnan vaihtoehtoisena investointina, jossa bitcoinien suoran ostamisen sijasta sijoittaja investoi louhintalaitteistoon ja hankkii bitcoinit

epäsuorasti louhinnan avulla. Louhintalaitteistoon sijoittaminen lisää vertaisverkon laskentakapasiteettia, mikä nostaa yhtälön vaikeustaso ja bitcoinin hintaa. Kun lohkon vaikeustaso nousee, sijoittaja joutuu investoimaan lisää yhä tehokkaampaan louhintalaitteistoon pitääkseen ratkaisun todennäköisyyden yhtä suurena kuin ennen laskentatehon lisäystä. Näin sijoittaja pyrkii välttämään laskentatehon suhteellisen osuuden laimentumisen. On kuitenkin huomattava, että kasvavat kustannukset saattavat tehdä louhinnasta kannattamatonta, sillä investoinnit eivät takaa, että juuri kyseinen sijoittaja yksin tai louhiessaan yhdessä usean sijoittajan kanssa onnistuisi ratkaisemaan lohkon liittyvän yhtälön. Yhtälön ratkaisu perustuu todennäköisyyteen, jossa lohkon ratkaisun todennäköisyys on sijoittajan käytettävissä olevan laskentatehon suhteellinen osuus koko vertaisverkkoon liitetystä laskentakapasiteetista.

Hayesin (2017) mukaan bitcoinin korkea hinta houkuttelee sijoittajia investoimaan louhintaan, mutta Hayes toteaa kalliiden investointien sekä louhinnan korkeiden energiakustannusten ajavan alalta pois pienempiä toimijoita kannattamattoman toiminnan seurauksena. Hayes näkee tämän selkeäksi signaaliksi louhintamarkkinoiden toimivuudesta sekä yleisestä tehokkuudesta. Jos sijoittaja kuitenkin pitää louhintaa vaihtoehtoisena sijoituksena suoran sijoittamisen sijasta, voi sijoittaja kuitenkin ostaa bitcoinit Bitcoin-pörssistä, mikä kasvattaa bitcoinien kysyntää. Lopputuloksen kannalta onkin merkityksetöntä, hankkiiko sijoittaja bitcoinit vaihtoehtoisesti louhinnan avulla vai suoraan Bitcoin-pörssistä. Molemmat vaihtoehtoiset sijoitusstrategiat kasvattavat bitcoinin hintaa: kysyntä lisää deflatorista painetta ja investoinnit louhintalaitteistoon lisäävät louhintaan vaadittuja resursseja. (Kristoufek, 2015.)

5 HINTAKUPLAT BITCOIN-MARKKINOILLA

5.1 Muodostaako bitcoin hintakuplan?

Bitcoinin todellisesta taloudellisesta luonteesta ei ole yksimielisyyttä – onko se vaihtoehtoinen valuutta, spekulatiivinen varallisuuskohde vai kenties sekoitus edellä mainittuja. Alaluvussa 4.1 todetaan bitcoinin suoriutuvan rahalle asetetuista tehtävistä heikosti, eikä transaktioiden volyyymiä selitä hyödykkeiden niukka vaihdanta. Transaktiot koostuvat pääosin spekulatiivisesta kaupankäynnistä Bitcoin-vaihdantapalveluissa hyödykkeiden todellisen vaihdannan sijasta, mikä tarkoittaa bitcoinin olevan markkinoilla toimivien spekulatiivisten sijoittajien armoilla. Bitcoinin käyttöönoton jälkeen 2009 valuutan hinta on kokenut räjähdysmäisen nousun, jossa hintakehityksen taustalla on havaittavissa korkea hinnan volatilitteetti. Bitcoinin kurssihistoria ja sijoittajien voimakas spekulatiivisuus herättävät runsaasti väittelyä ja keskustelua, joiden mukaan bitcoinille olisi täysin luonteenomaista muodostaa hintakuplia. (Baur, Hong & Lee, 2017; Cheung ym. 2015; Garcia ym. 2014; Kristoufek, 2013; Lo & Wang, 2014.) Bitcoinin epäselvästä luonteesta kertoo, etteivät tutkimustulokset pysty luotettavasti määrittämään, mitkä kaikki tekijät lopulta vaikuttavat bitcoinin hintaan. Riittää kuitenkin, kun tässä vaiheessa tunnistaa, että tutkimustulosten mukaan sijoittajien spekulatiivinen käyttäytyminen vaikuttaa voimakkaasti bitcoinin hintadynamiikkaan (Baek & Elbeck, 2014; Ciaian ym. 2016; Garcia ym. 2014; Kristoufek, 2013).

Corbet, Lucey ja Yarovya (2017) näkevät rahoitusmarkkinoiden vakauden kannalta erityisen tärkeäksi tunnistaa, ovatko bitcoinin hintakehityksen taustalla fundamentaaliset tekijät vai muodostaako bitcoinin vahva spekulatiivisuus hintakuplan. Baur ym. (2017) rauhoittavat tilannetta osoittamalla, että bitcoin korreloi erittäin heikosti muiden varallisuuskohteiden kanssa, mikä aiheuttaa vain hyvin pienen riskin makrotaloudelliselle vakaudelle. Tämä tarkoittaa sitä, ettei bitcoinin mahdollisen hintakuplan puhkeaminen muodosta vakavaa riskiä yleiselle rahoitusjärjestelmälle ja talouden hyvinvoinnille. Vaikka Baurin ym. mukaan bitcoin ei muodostaisi puhjetessaan suurta kriisiä, on kuitenkin hyvä ottaa huomioon, että mahdollisen hintakuplan puhkeaminen saattaa vaikuttaa kriittisesti spekulatiivisten

sijoittajien henkilökohtaiseen varallisuuteen sekä yleiseen talouteen, jos spekulatiivinen kaupankäynti on esimerkiksi rahoitettu pääosin velkavivun turvin.

Keskeistä tämän luvun osalta on, muodostaako bitcoin hintakuplan ja miten muuten hintakuplan voi tunnistaa kuin vain toteamalla, että bitcoinin hintaa ohjaa voimakas sijoittajien spekulatiivisuus. Ensinnäkin bitcoinin fundamentaalista arvoa on hyvin ongelmallista määritellä, koska bitcoin ei tuota selkeitä kassavirtoja kuten osinkoa tai korkoa. Koska bitcoinin fundamenttiarvon määrittely on erittäin haastavaa, tarjoaa ekonometristen sovellusten kehitys vaihtoehtoisia hintakuplien tunnistamiseen soveltuvia menetelmiä. Perinteisesti hintakuplan testaaminen on aina vaatinut varallisuuskohteen fundamenttiarvon määrittelyn, mutta nykyaikaiset kehittyneet ekonometriset mallit eivät vaadi fundamenttiarvon määrittelyä hintakuplan tunnistamiseen. Gürkaynakin (2008) mukaan nykyaikaiset ekonometriset sovellukset sisältävät hintakuplien testaamiseen robusteja menetelmiä, jotka eivät ole herkkiä virheellisille havainnoille sekä johtopäätöksille.

Cheungin ym. (2015) pyrkivät testaamaan, muodostaako bitcoin hintakuplan, käyttämällä Phillipsin, Shin ja Yun (2013) kehittämää GSADF-testiä. Testi perustuu laajennettuun Dickey-Fullerin-yksikköjuuritestiin, jossa GSADF-testi pyrkii havaitsemaan aikasarjassa esiintyvän stokastisen räjähdyskäyttäytymisen (mildly explosive behaviour). Testi ei varsinaisesti testaa, muodostaako varallisuuskohde hintakuplan, vaan pyrkii pikemminkin tunnistamaan stokastisen räjähdyskäyttäytymisen, joka on rationaalisten hintakuplien tyypillinen piirre. Mallin oletuksena on, ettei varallisuuskohteen hinta korreloi kuplakomponentin kanssa, jolloin varallisuuskohde ei muodosta hintakuplaa. Malli tunnistaa hintakuplan, kun hinta kasvaa eksogeenisesti, ja osoittaa stokastisen räjähdyskäyttäytymisen, kun varallisuuskohteen hinta sekä kuplakomponentti erkaantuvat toisistaan voimakkaasti.

Menetelmän peruseriaate on tuttu yksikköjuuritesteistä ja kointegraatiotesteistä, mutta GSADF-testin etuna on, että menetelmä pystyy havaitsemaan aikasarjasta useampia hintakuplia eikä ainoastaan osoita varallisuuskohteen muodostavan hintakuplaa tarkasteltavalla ajanjaksolla. Testi sisältää dummy-muuttujan, joka osoittaa aikaleiman tavoin, milloin varallisuuskohteen hinta kohtaa stokastisen räjähdyskäyttäytymisen ja milloin hintakupla puhkeaa. Mallissa hintakuplan ei tarvitse

puhjeta kokonaan eli varallisuuskohteen hinnan ei tarvitse laskea täysin nolnaan, jotta hintakuplan puhkeaminen olisi tunnistettavissa. Edelliset ominaisuudet lisäävät menetelmän soveltuvuutta toimia myös varhaisena indikaattorina sekä varoitusjärjestelmänä varallisuuskohteen muodostaessa hintakuplan. (Gürkaynak, 2008; Phillips ym. 2013.)

Cheungin ym. (2015) tutkimustulosten mukaan bitcoin muodostaa tarkasteluajanjaksolla 2010–2014 yhteensä 33 hintakuplaa. Bitcoinin hintakuplien kesto vaihtelee lyhytaikaisista muutaman päivän kestävästä hintakuplista aina pidempikestoisiin hintakupliin, missä kolme suurinta hintakuplaa ovat kestoiltaan 66–106 päivää. Cheungin ym. (2015) näyttää bitcoinin muodostamista hintakuplista puoltaa Baurin ym. (2017) vastaava tutkimus, jossa myös havaitaan bitcoinin muodostavan useita hintakuplia. Hintakuplien ajanjaksoissa on kuitenkin pieniä eroavaisuuksia, mitä mahdollisesti selittää hintakuplien tunnistamiseen sovellettu mallidiagnostiikka. Baur ym. (2017) käyttävät testaamiseen Phillipsin ja Yun (2011) vanhempaa testausmetodia sekä määrittelevät mallin stokastisen räjähdyskäyttäytymisen tunnistavan kriittisen arvon tilastollisen merkitsevyyden alhaisemmaksi kuin Cheungin ym. (2015) tutkimuksessa.

5.2 Mahdollisia syitä bitcoinin hintakuplille

Empiirisestä näkökulmasta tarkasteltuna on erityisen hankala saada yksimielistä ja varteenotettavaa teoriaa siitä, miksi Bitcoin muodostaa hintakuplia. Kuten alaluvussa 3.3.2 todetaan, empiirinen tutkimus onnistuu heikosti selittämään syitä hintakuplien muodostumiseen: mitkä tekijät pääasiallisesti synnyttävät varallisuuskohteisiin hintakuplia ja miksi hintakuplia ylipäättään muodostuu varallisuuskohteisiin. Bitcoinin osalta tutkimukset osoittavat, että bitcoin käyttäytyy vaihtoehdoisen valuutan sijasta spekulatiivisen varallisuuskohteen tavoin, jolle on täysin luonteenomaista muodostaa hintakuplia. Tätä näkemystä perustellaan sijoittajien voimakkaalla spekulatiivisella käyttäytymisellä, jonka nähdään ensisijaisesti ohjaavan bitcoinin hintakehitystä. Vaikka tutkimukset toteavat spekulatiivisen käyttäytymisen olevan yhteydessä bitcoinin muodostamiin hintakupliin, tutkimuksilta puuttuu kuitenkin riittävän syvälinen analysointi – mikä sijoittajien spekulatiivisuudessa saa bitcoinin

muodostamaan hintakuplia, kyseessä kun ei ole täysin perinteinen varallisuuskohteen muoto.

Edellä mainittujen lähtökohtien vuoksi Cheung ym. (2015) eivät lähde *arvuuttelemaan*, mitkä tekijät ovat mahdollisia syitä Bitcoinin muodostamille hintakuplille. Sen sijaan he pyrkivät havaitsemaan taustalla olevia eksogeenisiä tapahtumia, jotka saattavat olla syinä bitcoinin hintakuplien puhkeamiseen. Cheung ym. (2015) päättelevät, että ensimmäisen suuren hintakuplan (66 päivää) puhkeamisen taustalla saattaa olla Bitcoin-vaihdantapalvelu Mt. Goxiin kohdistunut tietomurto vuonna 2011, jossa tuntematon taho onnistui varastamaan bitcoineja vaihdantapalvelun tietoturva-aukkoja hyödyntämällä. Tietomurtoa voidaan pitää hyvin kriittisenä tapahtumana bitcoinin hinnalle, koska tietomurto sai bitcoinin hinnan putoamaan äkillisesti yli 175 000 prosenttia. Lisäksi tietomurto aiheutti markkinoille suurta epävarmuutta Bitcoin-ekosysteemin taloudellisesta vakaudesta sekä vaihdantapalveluiden yleisestä turvallisuudesta. Suurimman hintakuplan (106 päivää) romahtamisen syynä voi lisäksi olla se, että Mt. Goxin ajautui maksukyvyttömäksi tammikuussa 2014 toistuvien tietomurtojen vuoksi. (Cheung ym. 2015). Mt. Goxin vakavat puutteet tietoturvassa aiheuttivat yhteensä 850 tuhannen bitcoinin katoamisen vaihdantapalvelun tileiltä, joista 750 tuhatta bitcoinia oli vaihdantapalvelua käyttävien asiakkaiden varallisuutta. Yhteensä tietomurtojen seurauksena Mt. Goxin viimeisen kaupankäyntipäivän vaihtokurssin mukaan vaihdantapalvelu kärsi yhteensä yli 500 miljoonan dollarin tappiot puutteellisen tietoturvan seurauksena. (Karpeles, 2014.)

Alaluvussa 3.2.1 todetaan, että hintakuplia voi muodostua varallisuuskohteisiin, jos sijoittajat eivät voi myydä varallisuuskohdetta lyhyeksi tai mahdollisuus myydä lyhyeksi on selvästi rajoitettua. Böhmen, Christinin, Edelmanin ja Mooren (2015) mukaan tämänhetkiset markkinat tarjoavat varsin niukat edellytykset myydä bitcoinia lyhyeksi. Vastaavasti Yermack (2014) toteaa, ettei Bitcoin-ekosysteemissä ole lainkaan mahdollisuutta bitcoinin lyhyeksi myyntiin. Koska markkinat eivät selvästikään tarjoa sijoittajille optimaalista mahdollisuutta myydä bitcoinia lyhyeksi tehokkaiden markkinoiden tapaan, eivät markkinat onnistu hinnoittelemaan bitcoinia tehokkaasti. On kuitenkin syytä panna merkille, ettei bitcoinin todellisesta fundamenttiarvosta ole yksimielisyyttä. Kuten muidenkin varallisuuskohteiden kohdalla, jää jokaisen sijoittajan omaehtoiseksi tehtäväksi tehdä omat johtopäätökset

siitä, onko bitcoin yli- vai kenties aliarvostettu. Bitcoinin osalta tilanne on kuitenkin korostunut, koska sijoittajat perustavat päätöksenteon useimmiten nimenomaan varallisuuskohteen fundamenttiarvoon. Jos kuitenkin akateeminen maailma ei pysty määrittämään bitcoinille sen fundamenttiarvoa, miten se onnistuu perinteisiltä sijoittajiltakaan. Koska Bitcoin-ekosysteemissä ei ole sijoittajille mahdollisuutta panostaa tehokkaasti bitcoinin kohoavaa hintaa vastaan sekä ansaita tuottoa mahdollisesta kurssilaskusta, on rationaalisen sijoittajan päätettävä, hyödyntääkö bitcoinin kohoavaa hintaa, kunnes hintakupla puhkeaa tai jättääkö kokonaan sijoittamatta bitcoiniin. Lisäksi on huomattava, etteivät heikot mahdollisuudet myydä bitcoinia lyhyeksi muodosta valuutan hintakuplia, vaan pikemminkin edistävät niiden muodostumista.

6 YHTEENVETO

Bitcoin on muodostunut rahoitusmarkkinoilla kiistanalaiseksi ilmiöksi, jonka taloudellisesta luonteesta ei vallitse yksimielisyyttä. Tämän vuoksi tässä tutkielmassa tarkastellaan bitcoinin taloudellista luonnetta sekä vaihtoehtoisena valuuttana että spekulatiivisena varallisuuskohteena, jolloin bitcoinin käyttötarkoitus muuttuu merkittävästi vaihdannan välineestä ja arvonmäärittäjästä. Tutkielman pääasiallisena tavoitteena on pyrkiä selventämään taloudellista luonnetta vastaamalla tutkielman päätutkimuskysymykseen, onko bitcoin spekulatiivinen hintakupla. Jotta bitcoinin todellista luonnetta voidaan analysoida riittävän syvällisesti, selvennetään tutkielmassa lisäksi, onko bitcoinilla positiivista fundamenttiarvoa ja mitkä tekijät ohjaavat bitcoinin räjähdysherkkää hintadynamiikkaa. Tutkielmassa esitetään teoriapohjaa varallisuuskohteiden hintakuplille tarkastelemalla teoreettisten mallien avulla, miten hintakuplat muodostuvat varallisuuskohteisiin ja miten hintakuplat ovat tunnistettavissa ekonometristen sovellusten avulla.

Teoreettisesti ja teknisestikin Bitcoin mahdollistaa täysin digitaalisen vaihtoehtoisen valuutan sekä maksujärjestelmän, joiden tarkoituksena on tehdä transaktioiden käsittelystä mahdollisimman turvallista sekä tehokasta ilman luotettavaa toimijaa maksuliikenneprosessin välikätenä. Bitcoin luotiin täysin riippumattomaksi keskuspankkien rahapolitiikasta ja rahoitusmarkkinoiden sääntelystä, koska perinteinen rahoitusjärjestelmä altistui vakaville ongelmille ylläpitäessään rahalle asetettua vakautta finanssikriisin puhjettua. Bitcoin itsessään on kuitenkin äärimmäisen epävakaa jopa ilman makrotaloudellisia sokkeja, koska valuutalla on räjähdysmäinen kurssihistoria, sen hinnalla on ennakoimaton volatilitteetti ja bitcoinin transaktiot koostuvat pääosin sijoittajien spekulatiivisesta kaupankäynnistä hyödykkeisen vaihtamisen sijaan.

Aikaisemmat taloudelliset tutkimukset ovat pääosin pyrkineet tutkimaan bitcoinia rahapolitiikan ja rahatalouden näkökulmasta selvittäen valuutan mahdollisuuksia laajentua yleiseksi vaihdannan välineeksi sekä virallisesti hyväksytyksi virtuaalivaluutaksi. Tämän tutkielman tarkoituksena ei ole pyrkiä selvittämään bitcoinin tulevaisuutta vaihtoehtoisena valuuttana vaan pikemminkin pyrkiä tuomaan bitcoinin muodostama taloudellinen ilmiö tarkastelun keskipisteeseen. Tutkielman

kannalta on kuitenkin oleellista todeta, että bitcoinin alkuperäinen tarkoitus toimia vaihtoehtoisena valuuttana on yleisesti hyväksytty, mutta bitcoin ei pääasiassa täytä rahalle asetettuja kriteerejä toimiessaan vaihdannan välineenä, arvon määrittäjänä sekä arvon säilyttäjänä.

Bitcoinin äärimmäisen korkea volatiliteetti muodostaa epävarmuuden sekä korkean riskin valuutan tulevasta arvosta. Lisäksi Bitcoin-vaihdantapalveluissa sekä -pörsseissä on havaittavissa huomattavia hintaeroja, jotka ovat ristiriidassa yhden hinnan lain kanssa. Bitcoinin korkea volatiliteetti sekä Bitcoin-vaihdantapalveluiden ja -pörssien hintaerot heikentävät bitcoinin käyttöä vaihtoehtoisena valuuttana, jonka hyödyllisyys riippuu täysin siitä, miten käyttökelpoiseksi kuluttajat sen kokevat. Bitcoinia käytetään myös runsaasti transaktioiden muodostamiseen, mutta transaktiot koostuvat pääosin spekulatiivisesta kaupankäynnistä Bitcoin-vaihdantapalveluissa ja -pörsseissä hyödykkeiden vaihtamisen sijaan. Lisäksi noin 70 prosenttia bitcoineista makaa nukkuvilla tileillä, joista ei ole suoritettu kuin vain muutamia transaktioita koko transaktiohistorian aikana, transaktioiden volyymin muodostuessa murto-osasta liikkeelle lasketuista bitcoineista. Bitcoin ei saavuta kuluttajien luottamusta vaihtoehtoisena valuuttana, vaan bitcoin osoittautuu luonteeltaan enemmän spekulatiiviseksi varallisuuskohteeksi kuin vaihtoehtoiseksi valuutaksi.

Bitcoinin fundamenttiarvosta ei vallitse yksimielisyyttä. Ylipäättään puuttuu ymmärrys siitä, kuinka bitcoinille tulisi määritellä oikeudenmukainen fundamenttiarvo, koska valuutta ei tuota kassavirtoja. Todetaan, että bitcoinilla tulisi olla positiivinen fundamenttiarvo, jos se hallitsisi kuluttajien luottamusta vaihdannan välineenä. Bitcoinia käytetään kuitenkin pääasiallisesti sijoittajien spekulatiivisen vaihtoehtoisen valuutan sijasta. Bitcoinin hintaa ohjaa sijoittajien voimakas spekulatiivisuus, ja dramaattinen hintakehitys lisää bitcoinin suosiota ja kiinnostavuutta, jotka kiihdyttävät bitcoinin kohtaamaa kysyntää sekä hintakehitystä. Kausaliteetti bitcoinin hinnan ja sijoittajien kiinnostuksen välillä on kaksisuuntainen: hinta vaikuttaa sijoittajien kiinnostukseen, mutta myös kiinnostus vaikuttaa bitcoinin hintaan. Tämä on suora seuraus bitcoinin deflatorisesta niukkuudesta, kun tarjonta on riippumaton kysynnän määrästä. Bitcoinin hintadynamiikkaa ei voida kuitenkaan selittää täysin sijoittajien spekulatiivisuudella. Transaktioiden volyymi, bitcoinien

kysyntä ja tarjonta sekä yleinen hintataso ovat pitkällä aikavälillä bitcoinin hinnan kanssa tasapainossa.

Bitcoinien vähäinen käyttö hyödykkeiden vaihtamiseen Bitcoin-ekosysteemissä on luonut keskustelua bitcoinista spekulatiivisena keinottelevana ajoneuvona, sijoittajien olettaessa hyödyn muodostuvan spekulatiivisesta kaupankäynnistä bitcoinin räjähdysherkällä hinnalla. Bitcoinin kohdistuu vahvoja epäilyjä sekä oletuksia hintakuplasta, joka voi puhjeta milloin tahansa. Tutkielma puoltaa näitä väitteitä bitcoinin käyttäytyessä spekulatiivisen varallisuuskohteen tavoin, jolle näyttää olevan ominaista muodostaa hintakuplia.

Perinteisesti varallisuuskohteiden hintakuplien ekonometrinen testaaminen on keskittynyt rationaalisten hintakuplien tunnistamiseen, testien perustuessa fundamenttiarvon sekä varallisuuskohteen kassavirtojen analysointiin. Empiirisesti fundamenttiarvoon perustuvat testit osoittautuvat kuitenkin tehottomiksi tunnistamaan varallisuuskohteiden muodostamia hintakuplia. Lisäksi perinteisen hintakuplien tunnistamiseen tähtäävien testien oletuksiin vaikuttavat vahvasti tutkijoiden ennakkoletukset tarkasteltavasta ilmiöstä, mikä aiheuttaa ristiriitaisia tuloksia nollahypoteesin (varallisuuskohte ei muodosta hintakuplaa) ja vaihtoehdoisen hypoteesin osalta (varallisuuskohte muodostaa hintakuplan).

Bitcoinin fundamenttiarvon määrittelyn ongelmallisuus sekä kassavirtojen puuttuminen eivät estä bitcoinin hintakuplien testaamista ekonometrisesti. Nykyaikaiset ekonometriset sovellukset sisältävät robusteja menetelmiä varallisuuskohteiden hintakuplien testaamiseen tarvitsematta määritellä fundamenttiarvoa. Tutkimukset havaitsevat Phillipsin ym. kehittämällä GSADF-testillä bitcoinin muodostavan yhteensä 33 hintakuplaa ajanjaksona 2010–2014. Hintakuplien kesto vaihtelee useista lyhytaikaisista hintakuplista kolmeen pidempikestoiseen hintakuplaan, joiden kesto on 66–106 päivää ennen niiden puhkeamista.

Vaikka hintakuplien muodostumista varallisuuskohteisiin on tutkittu paljon sekä kehitetty erilaisia teoreettisia malleja siitä, kuinka hintakuplat muodostuvat, on teoreettisten mallien soveltaminen empiriaan kuitenkin haastavaa niin bitcoinin kuin

muidenkin varallisuuskohteiden osalta. Bitcoin näyttää kuitenkin olevan ääripään esimerkki, koska sen taloudellisesta luonteesta ei ole yksimielisyyttä eikä tutkimuksissa toisaalta edes haluta luokitella bitcoinia – onko se vaihtoehtoinen valuutta vai spekulatiivinen varallisuuskohte. Tämän vuoksi onkin erittäin haastavaa ja ongelmallista lähteä perustelemaan, mikä saa bitcoinin muodostamaan havaitut hintakuplat.

Bitcoinin hintakuplien taustalla on havaittavissa muutamia tekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa hintakuplien muodostumiseen sekä hintakuplien puhkeamiseenkin. Ensinnäkin Bitcoin-ekosysteemi ei mahdollista bitcoinin lyhyeksimyntiä tehokkaasti. Toiseksi bitcoinin hintaa ohjaa sijoittajien vahva spekulatiivisuus. Edelliset tekijät saattavat yhdessä muodostaa bitcoinin hintakuplat, koska rationaalisilla sijoittajilla ei ole mahdollisuutta panostaa kohoavaa hintaa vastaan, jos sijoittajat olettavat bitcoinin olevan yliarvostettu. Rationaaliselle omaa hyötyä maksimoivalle sijoittajalle jää vaihtoehdoksi joko jättää sijoittamatta bitcoiniin tai liittyä osaksi hintakuplaa ja ansaita tuottoja sen kohoavalla hinnalla ennen hintakuplan odotettua puhkeamista. Viime kädessä rationaaliselle sijoittajalle jääkin päätettäväksi, kumman vaihtoehdon valitsee, ja valintaan vaikuttaa sijoittajan riskinkaihtamisen aste. Lisäksi kahden suurimman hintakuplan puhkeaminen voidaan yhdistää Bitcoin-vaihdantapalvelu Mt. Goxin hakkerointiin sekä sen lopulliseen tuhoon eli konkurssiin toistuvien hakkerointien seurauksena.

Johtopäätöksinä ja vastauksena tämän tutkielman päätutkimuskysymykseen voidaan todeta, että bitcoin käyttäytyy suurimmaksi osin spekulatiivisen varallisuuskohteen tavoin, jolle on luonteenomaista muodostaa hintakuplia, varsinkin kun hintakuplat on onnistuttu osoittamaan ekonometrisesti. Ei kuitenkaan voida kiistää, etteikö bitcoinia olisi alun perin kehitetty tulevaisuuden valuutaksi ja maksujärjestelmäksi. Koska bitcoin toimii itsenäisesti ja riippumattomasti rahoitusmarkkinoiden sääntelystä, ovat markkinat viimekädessä se voima, joka näyttää bitcoinin todellisen taloudellisen luonteen. On kuitenkin suhtauduttava varauksellisesti siihen, että bitcoinin taloudellinen vakaus olisi saavutettavissa regulaatiolla. Regulointi on ristiriidassa bitcoinin identiteetin kanssa, ja lisäksi bitcoinin ympärille on kasvanut ekosysteemi, joka voi itse kehittää markkinaehtoisesti kolmannen osapuolen palveluita, joilla mahdollinen hintavakaus on saavutettavissa.

LÄHTEET

- Abreu, D. & Brunnermeier, M. K. (2003). Bubbles and crashes. *Econometrica*, 71(1), 173–204. doi:10.1111/1468-0262.00393
- Allen, F. & Gorton, G. (1993). Churning bubbles. *The Review of Economic Studies*, 60(4), 813–836. doi:10.2307/2298101
- Allen, F., Morris, S. & Postlewaite, A. (1993). Finite bubbles with short sale constraints and asymmetric information. *Journal of Economic Theory*, 61(2), 206–229. doi:10.1006/jeth.1993.1067
- Antonopoulos, A. (2015). *Mastering bitcoin: Unlocking digital cryptocurrencies*. Sebastopol, CA: O'Reilly.
- Baek, C. & Elbeck, M. (2014). Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look. *Applied Economics Letters*, 22(1), 30–34. doi:10.1080/13504851.2014.916379
- Barberis, N. & Thaler, R. (2003). A survey of behavioral finance. Teoksessa G. M. Constantinides, M. Harris & R. M. Stulz (toim.), *Handbook of the economics of finance* (s. 1053–1128). Elsevier. doi:10.1016/S1574-0102(03)01027-6
- Barlevy, G. (2007). Economic theory and asset bubbles. *Economic Perspectives, Federal Reserve Bank of Chicago, Third Quarter 31(3)*, 44–59. Haettu osoitteesta <https://ssrn.com/abstract=1012865>
- Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2017). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* (painossa). doi:10.1016/j.intfin.2017.12.004
- Bitcoin.it. (2011). Divisibility extension. Haettu osoitteesta https://en.bitcoin.it/wiki/Divisibility_extension
- Bitcoin.it. (2017a). Block chain. Haettu osoitteesta https://en.bitcoin.it/wiki/Block_chain
- Bitcoin.it. (2017b). Private key. Haettu osoitteesta https://en.bitcoin.it/wiki/Private_key
- Bitcoin.it. (2018a). Controlled supply. Haettu osoitteesta https://en.bitcoin.it/wiki/Controlled_supply
- Bitcoin.it. (2018b). Transaction fees. Haettu osoitteesta https://en.bitcoin.it/wiki/Transaction_fees
- Bitcoin.org. (2018). Bitcoin exchanges. Haettu osoitteesta <https://bitcoin.org/en/exchanges>

- Blanchard, O. & Watson, M. (1982). *Bubbles, rational expectations and financial markets* (NBER Working Paper No. 945). Haettu osoitteesta <http://www.nber.org/papers/w0945.pdf>
- Brunnermeier, M. K. (2001). *Asset pricing under asymmetric information: Bubbles, crashes, technical analysis, and herding*. Oxford: Oxford University Press.
- Brunnermeier M. K. (2008) Bubbles. Teoksessa S. N. Durlauf, L. E. Blume (toim.), *The New Palgrave Dictionary of Economics* (s. 1–8). London: Palgrave Macmillan.
- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B. & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, technology, and governance. *Journal of Economic Perspectives*, 29(2), 213–238. doi:10.1257/jep.29.2.213
- Cheah, E.-T. & Fry, J. (2015). Speculative bubbles in bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of bitcoin. *Economics Letters*, 130(1), 32–36. doi:10.1016/j.econlet.2015.02.029
- Cheung, A., Roca, E. & Su, J. (2015). Crypto-currency bubbles: An application of the Phillips-Shi-Yu (2013) methodology on Mt. Gox bitcoin prices. *Applied Economics*, 47(23), 2348–2358. doi:10.1080/00036846.2015.1005827
- Ciaian, P., Rajcaniova, M. & Kancs, A. (2016). The digital agenda of virtual currencies: Can bitcoin become a global currency? *Information Systems and E-Business Management*, 14(4), 883–919. doi:10.1007/s10257-016-0304-0
- CoinDesk.com. (2018). Bitcoin (usd) price. Haettu osoitteesta <https://www.coindesk.com/price/>
- CoinMarketCap.com. (2018). Top 100 cryptocurrencies by market capitalization. Haettu osoitteesta <https://coinmarketcap.com>
- Corbet, S., Lucey, B. & Yarovaya, L. (2017). Datestamping the bitcoin and ethereum bubbles. *Finance Research Letters* (painossa). doi:10.1016/j.frl.2017.12.006
- De Long, J. B., Shleifer, A., Summers, L. H. & Waldmann, R. J. (1990). Noise trader risk in financial markets. *Journal of Political Economy*, 98(4), 703–738. doi:10.1086/261703
- Dechow, P. M., Hutton, A. P., Meulbroek, L. & Sloan, R. G. (2001). Short-sellers, fundamental analysis, and stock returns. *Journal of Financial Economics*, 61(1), 77–106. doi:10.1016/s0304-405x(01)00056-3
- Diamond, D. W. & Verrecchia, R. E. (1987). Constraints on short-selling and asset price adjustment to private information. *Journal of Financial Economics*, 18(2), 277–311. doi:10.1016/0304-405x(87)90042-0
- Diba, B. & Grossman, H. (1988). Explosive rational bubbles in stock prices? *The American Economic Review*, 78(3), 520–530. doi:10.3386/w1779

- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16(1), 85–92. doi:10.1016/j.fl.2015.10.008
- EBA. (2014). EBA opinion on ‘virtual currencies’. Haettu osoitteesta <https://www.eba.europa.eu/documents/10180/657547/EBA-Op-2014-08+Opinion+on+Virtual+Currencies.pdf>
- Fama, E. (1965). The behavior of stock-market prices. *The Journal of Business*, 38(1), 34–105. doi:10.1086/294743
- Fama, E. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417. doi:10.2307/2325486
- Finanssivalvonta & Hietalahti, L. (2014). *Lyhyeksimynti – mitä ja miksi?* Haettu osoitteesta http://www.finanssivalvonta.fi/fi/Tiedotteet/Esitelmät/messuesitelmät/Documents/Lyhyeksimynti_Hietalahti_Vero_2014.pdf
- Flood, R., Hodrick, R. & Kaplan, P. (1994) An evaluation of recent evidence on stock price bubbles. Teoksessa R. Flood & P. Garber (toim.), *Speculative bubbles, speculative attacks, and policy switching* (s. 105–133). Cambridge, MA: MIT Press.
- Garcia, D., Tessone, C. J., Mavrodiev, P. & Perony, N. (2014). The digital traces of bubbles: Feedback cycles between socio-economic signals in the bitcoin economy. *Journal of the Royal Society, Interface*, 11(99), 20140631. doi:10.1098/rsif.2014.0623
- Goldman Sachs Investment Research. (2014). *Top of mind 21: Interview with Fred Ersham*. Haettu osoitteesta <https://www.paymentlawadvisor.com/files/2014/01/GoldmanSachs-Bit-Coin.pdf>
- Gürkaynak, R. S. (2008), Econometric tests of asset price bubbles: Taking stock. *Journal of Economic Surveys*, 22(1), 166–186. doi:10.1111/j.1467-6419.2007.00530.x
- Harrison, J. M. & Kreps, D. M. (1978) Speculative investor behaviour in a stock market with heterogeneous expectations. *The Quarterly Journal of Economics*, 92(2), 323–336. doi: 10.2307/1884166
- Hayes, A. S. (2017). Cryptocurrency value formation: An empirical study leading to a cost of production model for valuing bitcoin. *Telematics and Informatics*, 34(7), 1308–1321. doi:10.1016/j.tele.2016.05.005
- Jones, C. M. & Lamont, O. A. (2002). Short-sale constraints and stock returns. *Journal of Financial Economics*, 66(2–3), 207–239. doi:10.1016/S0304-405X(02)00224-6

- Karpeles, M. (2014). *Announcement regarding the balance of Bitcoin held by the company*. Haettu osoitteesta <https://www.mtgox.com/img/pdf/20140320-btc-announce.pdf>
- Kindleberger, C. P. (1996). *Manias, panics, and crashes: A history of financial crises* (3. painos). Basingstoke: Macmillan.
- Kristoufek, L. (2013). Bitcoin meets Google trends and Wikipedia: Quantifying the relationship between phenomena of the internet era. *Scientific Reports*, 3(3415), 1–7. doi:10.1038/srep03415
- Kristoufek, L. (2015). What are the main drivers of the bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis. *PLoS ONE* 10(4), e0123923. doi:10.1371/journal.pone.0123923
- LeRoy, S. F. & Porter, R. D. (1981). The present-value relation: Tests based on implied variance bounds. *Econometrica*, 49(3), 555–574. doi:10.2307/1911512
- Li, X. & Wang, C. A. (2017). The technology and economic determinants of cryptocurrency exchange rates: The case of bitcoin. *Decision Support Systems*, 95(1), 49–60. doi:10.1016/j.dss.2016.12.001
- Lo, S. & Wang, C. (2014). Bitcoin as money? *Boston Federal Reserve, Current Policy Perspectives*, 14(4), 1–28. Haettu osoitteesta <http://www.bostonfed.org/economic/current-policy-perspectives/2014/cpp1404.pdf>
- Luther, W. J. & White, L. H. (2014). *Can bitcoin become a major currency* (SSRN Working Paper No. 2446604). Haettu osoitteesta <https://ssrn.com/abstract=2446604>
- Milgrom, P. & Stokey, N. (1982). Information, trade and common knowledge. *Journal of Economic Theory*, 26(1), 17–27. doi:10.1016/0022-0531(82)90046-1
- Mishkin, F. S. (2016). *The economics of money, banking and financial markets* (11. painos.). Harlow: Pearson Education.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. Haettu osoitteesta <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Phillips, P. C. B. & Yu, J. (2011). Dating the timeline of financial bubbles during the subprime crisis. *Quantitative Economics*, 2(3), 455–491. doi:10.3982/QE82
- Phillips, P. C. B., Shi, S. & Yu, J. (2015). Testing for multiple bubbles: Historical episodes of exuberance and collapse in the S&P 500. *International Economic Review*, 56(4), 1043–1078. doi:10.1111/iere.12132
- Santos, M. S. & Woodford, M. (1997). Rational asset pricing bubbles. *Econometrica*, 65(1), 19–57. doi:10.2307/2171812

- Shiller, R. (1981) Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends? *American Economic Review* 71(3), 421–436. doi: 10.3386/w0456
- Slovic, P., Fischhoff, B. & Lichtenstein, S. (1977). Behavioral decision theory. *Annual Review of Psychology*, 28(1), 1–39. doi:10.1146/annurev.ps.28.020177.000245
- Taipalus, K. (2012). *Detecting asset price bubbles with time-series methods*. Haettu osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/bof/bitstream/handle/123456789/9380/171131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tirole, J. (1982). On the possibility of speculation under rational expectations. *Econometrica*, 50(5), 1163–1181. doi:10.2307/1911868
- van Wijk, D. (2013). *What can be expected from the bitcoin?* (Erasmus Rotterdam Universiteit Working paper No. 345986). Haettu osoitteesta <https://thesis.eur.nl/pub/14100/Final-version-Thesis-Dennis-van-Wijk.pdf>
- Weber, B. (2014). Bitcoin and the legitimacy crisis of money. *Cambridge Journal of Economics*, 40(1), 17–41. doi:10.1093/cje/beu067
- Weinstein, N. D. (1980). Unrealistic optimism about future life events. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(5), 806–820. doi:10.1037/0022-3514.39.5.806
- West, K. D. (1987). A specification test for speculative bubbles. *The Quarterly Journal of Economics*, 102(3), 553–580. doi:10.2307/1884217
- Yermack, D. (2014). *Is bitcoin a real currency? An economic appraisal* (NBER Working Paper No. 19747). doi:10.3386/w19747