



LUT School of Business and Management

Kauppätieteiden kandidaatintutkielma

Talousjohtaminen

Bitcoinin tuottavuus sijoituskohteena verrattuna kultaan vuosina 2013-2018

Performance of bitcoin in contrast to gold during 2013-2018

25.08.2019

Tekijä: Jani Karttunen

Ohjaaja: Jyrki Savolainen

TIIVISTELMÄ

Tekijä:	Jani Karttunen
Tutkielman nimi:	Bitcoinin tuottavuus sijoituskohteena verrattuna kultaan vuosina 2013-2018
Akateeminen yksikkö:	School of Business and Management
Koulutusohjelma:	Kauppatiede / Talousjohtaminen
Ohjaaja:	Jyrki Savolainen
Hakusanat:	Kryptovaluutta, bitcoin, kulta, tuottavuus, Sharpen luku, volatiliteetti, Value at Risk, sijoittaminen

Kryptovaluutat ovat uudenlaisia sijoitusinstrumentteja, jotka tunnetaan niiden lyhyen aikavälin korkeista tuotoista ja korkeasta riskistä. Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena on tutkia, minkälainen sijoituskohde bitcoin on suhteessa kultaan ja kuinka hyvin bitcoin on tuottanut vuosina 2013-2018. Kulta on valittu bitcoinin vertailukohdeksi, koska molemmat sijoituskohteet ovat spekulatiivisia sijoituksia.

Aineistona käytetään bitcoinin ja kullan päivähintoja vuosilta 2013-2018. Aineistosta laskettiin molemmille sijoituskohteille kuukausittaisia ja vuosittaisia volatiliteetteja, Sharpen luvun arvoja ja Value at Risk -lukuja. Näiden lukujen kehitystä ajanjakson aikana tarkasteltiin ja bitcoinin ja kullan saamia tuloksia vertailtiin keskenään.

Tutkimuksen tulosten perusteella bitcoin muistuttaa sijoituskohteena kultaa. Kultaan verrattuna bitcoinin arvo vaihtelee enemmän, minkä takia se ei ole ideaali kaupankäynninväline tai arvonsäilyttäjä. Tutkimusajanjaksolla kullan kokonaisriski ja tappioriski on ollut matalampi, mutta bitcoinin tuotto suhteessa riskiin on ollut selvästi parempi kuin kullan. Bitcoin olisi ollut vuosina 2013-2018 tuottava sijoituskohde, mutta jopa tuolla ajanjaksolla tuotot ovat olleet epävarmoja, mikä vastaa aiempien tutkimusten tuloksia.

ABSTRACT

Author: Jani Karttunen
Title: Performance of bitcoin in contrast to gold during 2013-2018
School: School of Business and Management
Degree programme: Business Administration / Financial Management
Supervisor: Jyrki Savolainen
Keywords: Cryptocurrency, bitcoin, gold, yield, performance, Sharpe ratio, volatility, Value at Risk, investing

Cryptocurrencies are new kind of investment opportunities known for their high short-term yield and risk. The purpose of this bachelor's thesis is to study what kind of investment bitcoin is compared to gold and how well it has performed during 2013-2018. Gold has been chosen as the comparison due to its and bitcoin's speculative nature as investments.

Daily prices of bitcoin and gold from 2013-2018 are being used as the data of this research. Monthly and annual volatilities, Sharpe ratios, and Value at Risk losses were calculated for each investment. The changes in values of these methods during the research period were analyzed and the values of bitcoin and gold were compared with each other.

According to these results bitcoin is similar to gold as an investment. In contrast to gold bitcoin's price fluctuates more, which makes it nonideal to be a trading tool or a store of value. During 2013-2018 gold has noticeably smaller overall risk and loss risk, but at the same time bitcoin had a clearly better return compared to its risk. Bitcoin would have been a profitable investment vehicle during 2013-2018 but even at that time frame its yields have been uncertain, which supports the findings of previous research.

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto.....	1
1.1 Tutkimuskysymykset ja -tavoitteet	2
1.2 Tutkimuksen rajaukset	3
1.3 Tutkimuksen rakenne.....	4
2. Teoria	5
2.1 Bitcoin ja lohkoketjuteknologia	5
2.2 Bitcoin-markkinat	6
2.3 Bitcoin sijoituskohteena.....	8
2.4 Sijoitusten suoriutumisen mittaaminen.....	9
2.4.1 Volatiliteetti	10
2.4.2 Sharpen luku	11
2.4.3 Value at Risk	13
3. CASE: Bitcoinin suoriutuminen sijoituskohteena	16
3.1 Aineiston tarkastelu.....	16
3.2 Bitcoinin kokonaisriski	17
3.3 Tuotot suhteessa riskiin	19
3.4 Odotettu maksimitappio	22
4. Johtopäätökset ja yhteenveto	27
4.1 Tutkimuskysymykset ja vastaukset	28
4.2 Jatkotutkimuksen kohteet.....	31
Lähdeluettelo	33

LIITTEET

Liite 1	Bitcoinin ja kullan päivätuotot
Liite 2	Bitcoinin ja kullan volatiliteetti
Liite 3	Volatiliteetin muutos-%
Liite 4	Bitcoinin ja kullan ylituotot

KUVALUETTELO

- Kuvio 1 Bitcoinin hinnan kehitys Yhdysvaltain dollareissa
- Kuvio 2 Value at Risk
- Kuvio 3 Bitcoinin ja kullan volatilitetit
- Kuvio 4 Bitcoinin ja kullan Sharpen luvut kuukausittain
- Kuvio 5 Bitcoinin ja kullan Sharpen luvut vuosittain
- Kuvio 6 Bitcoinin ja kullan 20 päivän maksimitappiot

1. Johdanto

Bitcoin on ensimmäinen ja markkinaosuudeltaan suurin virtuaali- eli kryptovaluutta (Ram 2019). Kryptovaluutat syntyivät vuonna 2009 vaihtoehdoiksi perinteisille valuutoille. Niiden alkuperäinen tarkoitus oli luoda uusi sähköinen maksujärjestelmä, joka mahdollistaisi anonyymien luotettavan kahdenvälisen kaupankäynnin ilman kolmannen osapuolen kuten pankin valvontaa. Vuosina 2009-2011 Bitcoinin arvo nousu räjähdysmäisesti, minkä vuoksi se on herättänyt myös sijoittajien mielenkiinnon mahdollisena sijoituskohteena (Surowiecki 2011).

Bitcoin on herättänyt paljota mielenkiintoa julkisessa keskustelussa sekä akateemisissa piireissä. Kuitenkin kryptovaluutat ovat sen verran nuori ilmiö, että niitä ei ole juuri ehditty tutkimaan perusteellisemmin. Dyhberg (2016) tutkiessaan bitcoinin volatiiliteetin käyttäytymistä totesi kryptovaluutan olevan ominaisuuksiltaan jossain perinteisen valuutan ja kullan kaltaisen sijoituksen välillä. Bitcoin onkin pääasiassa spekulatiivinen sijoitus eli siinä missä esimerkiksi osakkeiden tuotto perustuu yrityksen tuottamaan lisäarvoon, perustuu bitcoin sijoituksesta saatava tuotto pelkästään sijoittajien uskomuksiin sen arvosta. Sijoittaja saa tuottoa sen verran, kuin bitcoinin markkina-arvo on noussut ostohetkestä myyntihetkeen, eikä mistään lisämaksuista, kuten perinteisille sijoituskohteille maksettavista koroista tai osingoista. Bitcoinin kokonaisriski onkin erittäin korkea ja siitä saatavat tuotot vaihtelevat paljon lyhyelläkin aikavälillä. Warwick (2016) on spekuloinut, että mielenkiinto kryptovaluuttoihin johtuu paljolti finanssikriisin jälkeisten markkinoiden matalasta korkotasosta, mikä on pakottanut sijoittajat etsimään perinteisiä arvopapereita paremmin tuottavia sijoituskohteita. Symitsi & Chalvatzis (2018) huomasivat tutkimuksessaan, että bitcoin ei korreloi juuri muiden omaisuusluokkien kanssa lainkaan, minkä vuoksi sitä on spekuloitu hyväksi lisäykseksi hajautettuun sijoitusportfolioon. Brière, Oosterlinck, Szfarsz (2015) toteuttivatkin tutkimuksen, jonka tulosten mukaan bitcoin sopisi hyvin osaksi sijoitusportfoliota. Kuitenkin heidän tutkimansa ajanjakso 2010-2013 sijoittuu aikaan ennen, kuin kryptovaluutat olivat saaneet valtavirran huomion.

Tämän työn tarkoituksena onkin tarkastella bitcoinin suoriutumista sijoituskohteena vuosina 2013-2018, jolloin bitcoin on ollut suuren yleisön tietoisuudessa ja sen kaupankäynnin kohteena. Tähän ajanjaksoon sisältyvät myös valuutan suurimmat hinnan nousut ja romahdukset, minkä vuoksi tutkimuksesta saatavat tulokset kiinnostanevat varsinkin sijoittajia, jotka eivät vielä ole tutustuneet kryptovaluuttoihin sijoituskohteena.

1.1 Tutkimuskysymykset ja -tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tarkastella bitcoinin suoriutumista sijoituskohteena kvantitatiivisesti. Tutkimuksen aiheeksi bitcoin valikoitui, koska se on ollut julkisuudessa paljon esillä uutena ja innovatiivisena keksintönä. Vanhimpana kryptovaluuttana bitcoinista on myös saatavilla eniten aikasarjadataa tutkimusta varten. Kiinnostavaa on myös tutkimustiedon vähäinen määrä, vaikka monet ihmiset ovat myös onnistuneet rikastumaan merkittävästi ja luomaan omaisuuksia pelkästään bitcoinin avulla. Tässä tutkimuksessa tutkitaan ensin, millainen bitcoin on sijoituskohteena verraten sitä aiempien tutkimusten avulla toiseen suosittuun spekulatiiviseen sijoituskohteeseen: kultaan. Tutkimuksen päätutkimuskysymykset ovat:

- 1. Miten bitcoin määrittyy suhteessa kultaan?*
- 2. Miten bitcoin on suoriutunut sijoituskohteena vuosina 2013-2018 suhteessa kultaan?*

Näiden kahden päätutkimuskysymyksen lisäksi on asetettu kolme pienempää apututkimuskysymystä, joiden vastausten avulla pyritään vastaamaan tutkimuksessa esitettyihin päätutkimuskysymyksiin:

Minkälainen bitcoinin volatiliteetti on suhteessa kultaan tarkasteluajanjaksolla?

Kuinka paljon ylituottoja sijoituskohteet ovat tuottaneet suhteessa niiden riskisyyteen Sharpen luvulla mitattuna?

Mikä olisi ollut bitcoinin tappioriski Value At Risk -menetelmällä laskettuna?

Apututkimuskysymyksissä määritellyt mittarit on valittu pohjautuen aiempien kryptovaluuttoja käsitteleviin tutkimuksiin ja siten niiden voidaan olettaa sopivan bitcoinin kaltaisen uudenlaisen sijoituksen tarkasteluun. Mittareiden saamien arvojen hyvyttä mitataan vertaamalla niitä kullaan saamiin vastaaviin arvoihin. Bitcoin on tunnettu erittäin suuresta hintavaihtelusta, minkä vuoksi tässä tutkimuksessa keskitytty tutkimaan bitcoin kannattavuutta sijoituskohteena tutkimalla pääasiassa sen riskisyyttä ja tuottoa suhteutettuna tähän riskiin. Tavoitteena on selvittää, kuinka riskinen sijoitus bitcoin on spekulatiivisena sijoituskohteena ja kannattiko sijoittajien kantaa tätä korkeampaa riskiä tarkastelujakson aikana. Saatujen tuloksien avulla myös nähdään, kuinka samanlainen sijoitus bitcoin on kultaan nähden.

1.2 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimus on rajattu käsittelemään kryptovaluutoista pelkästään bitcoinia, koska sitä voidaan pitää malliesimerkkinä kryptovaluutasta (Ram 2019). Tämän vuoksi bitcoinista saatavat tulokset voidaan vain suuntaa-antavasti yleistää koskemaan muitakin kryptovaluuttoja. Lisäksi koska bitcoin on kaikista kryptovaluutoista ensimmäinen ja markkinaosuudeltaan suurin, on siitä saatavissa enemmän tutkimusaineistoa ja sille sopivia taloudellisen suorituskyvyn mittareita on jo löydetty aiemmissä tutkimuksissa.

Aikaväli on rajattu vuosiin 2013-2018, koska sijoittajien ja suuren yleisön ja sijoittajien huomio bitcoiniin heräsi vasta vuoden 2013 aikana (Milutinović 2018). Tämän vuoksi aiempien vuosien tutkiminen ei olisi mielekästä markkinoiden pienen volyymin takia. Valittua ajanjaksoa myös rajoittaa se, että pienen kiinnostuksen vuoksi ei ennen vuotta 2013 ole saatavilla luotettavaa aineistoa bitcoinin historiallisesta hinnasta. Lisäksi vuodelta 2013 aineistoa löytyy vasta toukokuulta eteenpäin.

Sijoituskohteena bitcoinia on pidetty lähimpänä kultaan. Bitcoinin arvo syntyy täysin sijoittajien sille spekuloidusta mahdollisuudesta toimia tulevaisuuden arvonsäilyttä-

jänä ja kaupankäynnin välineenä (Ram 2019). Bitcoinin määrä on kullan tapaan rajoitettu ja ennalta määrätty, minkä lisäksi kierrossa olevien ja uusien louhittujen bitcoinien määrä on kaikkien käyttäjien tiedossa ja ennustettavissa (Warwick 2016). Tässä tutkimuksessa kulta on valittu vertailukohteeksi bitcoinille, sillä näiden tulosten mukaan sitä voitaisiin pitää perinteisimmistä sijoituskohteista samankaltaisimpina kryptovaluuttojen kanssa ja siten ideaalisena vaihtoehtoissijoituskohteena.

1.3 Tutkimuksen rakenne

Tämä työ koostuu johdannosta, teoriaosuudesta, empiirisestä tutkimuksesta sekä johtopäätöksistä ja yhteenvedosta. Johdantokappaleessa esitettiin tutkittava aihe, asetettiin tutkimuskysymykset ja -tavoitteet sekä avattiin tutkimukselle tehtyjä rajoituksia. Teoriakappaleessa käydään läpi lyhyesti tämän tutkimuksen kannalta oleelliset aiemmimmat tutkimukset sekä esitellään bitcoinia ja sen toimintaperiaatteita tarkemmin. Tämän jälkeen teoriakappaleessa käydään läpi lyhyesti sijoitusten suoriutumisen mittaamisen teoreettista viitekehystä, ja tämän tutkimuksen kannalta oleellisia tutkimusmenetelmiä ja -mittareita: volatiliiteettia, Sharpen lukua ja Value at Risk -lukua. Empiriakappaleessa ensimmäiseksi esitellään tutkimuksessa käytettävä aineisto. Tätä aineistoa tarkastellaan käyttäen teoria kappaleessa esitettyjä menetelmiä ja mittareita. Kullan ja bitcoinin saamia tuloksia vertaillaan ja niiden kehitystä tutkimusajanjakson aikana tarkastellaan. Viimeisessä kappaleessa tehdään lyhyt yhteenveto, vastataan tutkimuskysymyksiin empiriakappaleessa saatujen tulosten avulla, ja lopuksi ehdotetaan jatkotutkimuskohteita.

2. Teoria

Tässä kappaleessa käsitellään ensimmäiseksi yleisesti bitcoinia ja sen toimintaperiaatteita, minkä jälkeen käsitellään bitcoinin markkinoita ja aikaisempia tutkimuksia, jossa bitcoinia on käsitelty sijoitusinstrumenttina. Tämän jälkeen käydään läpi oleellista sijoituksen suoriutumisen mittaamisen teoriaa sekä avataan tässä tutkimuksessa käytettäviä suoriutumisen mittareita.

2.1 Bitcoin ja lohkoketjuteknologia

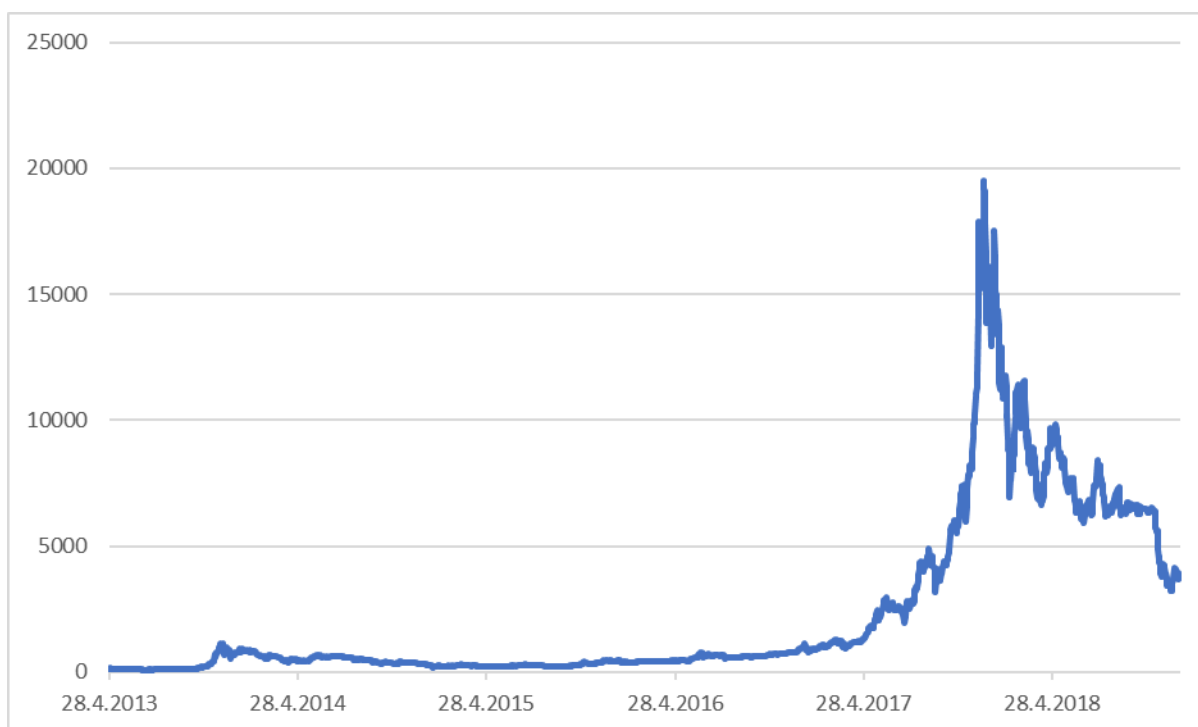
Bitcoin on pseudonyymi Satoshi Nakamoton (2008) kehittämä virtuaalinen valuutta. Hänen tavoitteensa oli luoda vaihtoehtoinen kaupankäynnin väline, jonka avulla pystyttäisiin käymään kauppaa turvallisesti ilman minkään kolmannen osapuolen, kuten rahoituslaitosten mukanaoloa. Hänen ratkaisunsa oli luoda sähköinen rahajärjestelmä, jossa kolmas osapuoli voidaan korvata kryptografialla eli matemaattisella salauksella, mistä kryptovaluutat saavatkin nimensä.

Bitcoinin toiminta perustuu vertaisverkkoteknologiaan, eli järjestelmä ei sijaitse pelkästään yksittäisellä palvelimella tai palveluntarjoajalla vaan on hajautettu usean käyttäjän kesken. Jokaisella käyttäjällä on lista kaikista bitcoinilla koskaan tehdystä transaktiosta. Kun joku haluaa toteuttaa maksun bitcoinilla, verkosto tarkistaa tästä listasta, onko transaktio mahdollista toteuttaa ja tämän jälkeen vahvistaa maksun ja lisää sen listan perään. Tätä listaa kutsutaan lohkoketjuksi. Lohkoketju sisältää siis salatut tiedot kaikista tehdyistä transaktioista, jotka on vahvistettu niin sanotulla työtodistuksella. Tämä työtodistus on yksinkertaistettuna vaativa matemaattinen ongelma. Tämän lohkoketjun ylläpitäminen vaatii prosessointitehoa, jota jokainen verkon käyttäjä saa antaa verkoston käyttöön. Vastineeksi annetusta prosessointitehosta käyttäjät saavat haltuunsa uusia bitcoineja. Tätä kutsutaan bitcoinin louhimiseksi ja se on ainoa tapa, millä uusia bitcoineja voi tulla kiertoon. Uusien bitcoinien saamiseen vaaditaan jatkuvasti enemmän prosessointitehoa, minkä vuoksi niitä tulee kiertoon joka vuosi puolet vähemmän, kunnes ennalta määrätty maksimimäärä bitcoineja, 21 miljoonaa kappaletta, on olemassa. Tämän jälkeen louhijat saavat palkkioksi työstään vain pienen transaktiomaksun. (Milutinović 2018; Nakamoto 2008; Surowiecki 2011)

Lohkoketju myös takaa järjestelmän turvallisuuden. Muuttaakseen aiemmin tapahtunutta transaktiota, täytyy hyökkääjän myös muokata kaikkia tämän jälkeen tapahtuneita transaktioita, ja laskea niihin liittyvät työtodistukset uudestaan. Bitcoin pitää aina pisintä olemassa olevaa lohkoketjua aitona ja työstää tämän perään uudet työtodistukset. Tämä johtaa tilanteeseen, missä hyökkääjä tarvitsisi onnistuakseen enemmistön verkoston prosessointitehosta, jotta hän kykenisi laskemaan pidemmän lohkoketjun, johon sisältyy hänen muokkaamansa osa. Mikäli hyökkääjät onnistuisivat saamaan suurimman osan prosessointitehosta haltuunsa, olisi heidän kannattavampaa osallistua järjestelmän toimintaan, kuin muokata lohkoketjua ja siten vaarantaa koko järjestelmän uskottavuus ja arvo. (Milutinovic 2018; Nakamoto 2008).

2.2 Bitcoin-markkinat

Bitcoinin käyttäjien määrän kasvaessa merkittävästi vuosien aikana, on bitcoinilla tehtyjen maksujen määrä kuitenkin pienentynyt. Tämä voi johtua siitä, että kryptovaluutat ovat herättäneet mielenkiintoa spekulatiivisten sijoittajien keskuudessa, johtuen sen kultaan verratuista arvonsäilyttämisominaisuuksista (Milutinovic 2018). Surowieckin (2011) mukaan Bitcoinin arvoon vaikuttaa ainoastaan sen kysyntä ja tarjonta, eli käytännössä spekulointi siitä, että valuutta tulevaisuudessa tulee olemaan laajassa käytössä kaupankäynnissä. Tässä piilee kuitenkin yksi valuutan heikkouksista. Koska bitcoinin määrä eli tarjonta on vakio, määrää sen hinnan käytännössä vain kysyntä, joka kasvaa kryptovaluutan saadessa uusia käyttäjiä. Tämä tekee siitä huonon kaupankäynnin välineen ostajalle, sillä kauppa on aina kannattavampaa tehdä tulevaisuudessa. Valuutta kärsii siis deflaatiosta, jonka vuoksi on aina kannattavampaa omistaa bitcoinia, kuin käyttää sitä. Tätä ongelmaa pahentaa vielä sijoittajien mielenkiinto, sillä heidän omistamansa bitcoinit ovat käytännössä pois kaupankäynnissä käytettävästä määrästä.



Kuvio 1 Bitcoinin hinnan kehitys Yhdysvaltain dollareissa (mukailtu Coinmarketcap 2019)

Bitcoinin hinta on erittäin epävakaa, mikä puolestaan tekee siitä myyjälle erittäin epämieluisan kaupankäynnin välineen. Saadun maksun arvo perinteisissä valuutoissa on voinut muuttua merkittävästi suuntaan kuin toiseen erittäin lyhyessäkin ajassa. Kuviossa 1 on kuvattu bitcoinin hinnan kehitystä Yhdysvaltojen dollareissa. Vaikka valuutan ensimmäisinä vuosina hinnat ovat pysyneet suhteellisen hyvin samalla tasolla, on myöhemmin valuutan arvo alkanut muuttua erittäin paljon lyhyelläkin aikavälillä. Esimerkiksi vuonna 2017 bitcoin menetti arvostaan 25% muutamassa päivässä. Parhaimmillaan yhden bitcoinin arvo on ollut lähes 20 000 dollaria, kun tarkastelujakson alussa vuonna 2013 bitcoinin oli arvoltaan vain hieman yli 100 dollaria. Ennen tarkastelujaksoa yhden bitcoinin arvo on ollut vain kaksi dollaria. Nopeiden arvon muutosten vuoksi bitcoin sopeutuu erittäin huonosti kaupankäynnin välineeksi, sillä transaktion dollariääräinen arvo on voinut muuttua päivässäkin merkittävästi jommankumman osapuolen eduksi tai haitaksi. Riskiä kestävät sijoittajat ovat kuitenkin valmiita ainakin toistaiseksi kestäämään suuria hinnanmuutoksia, sillä huolimatta vuoden 2017 lopussa tapahtuneesta nopeasta arvonmenetyksestä oli bitcoinin arvo silti yli 500% korkeampi

saman vuoden alkuun verrattuna. Kuitenkin mikäli bitcoin ei kykene nousemaan uskottavaksi kaupankäyntijärjestelmäksi tai arvonsäilyttäjäksi jää se vain ohimeneväksi kuplaksi. (Surowiecki 2011; Russolillo & Vigna 2017)

2.3 Bitcoin sijoituskohteena

Dyhrbergin (2016) alustavien tutkimusten mukaan bitcoin reagoi vuosina 2010-2015 markkinoilla hyviin ja huonoihin uutisiin samalla tavalla kuin kulta. Bitcoinin houkuttelevuus sijoituskohteena ja arvonsäilyttäjänä teoriassa nousee taloudellisten laskukausien aikana, minkä vuoksi jopa riskiä välttävien sijoittajien olisi järkevää hankkia bitcoinia laskukausien turvaksi. Hän kuitenkin muistuttaa, että bitcoinin olemassaolon aikana mitään 2008 finanssikriisinkään kaltaisia pörssiromahduksia ei ole ollut, minkä vuoksi sen käyttäytyminen kriisitilanteissa on edelleen tuntematon. Bitcoin sijoituksella on erittäin korkea riski, mutta siitä saatavat tuotot ovat myös erittäin suuria. Klein, Pham & Walther (2018) arvelevat, että bitcoinin volatiliteetilla mitattu kokonaisriski pysyy korkeana myös tulevaisuudessa. Tämän he perustelevat sillä, että bitcoinin hintaan vaikuttaa erittäin paljon spekulatiivisten sijoittajien käyttäytyminen, joka aiheuttaa paitsi bitcoinin arvon nousemisen, mutta myös sen rajumman laskemisen, kun sijoittajat myyvät joukoin bitcoinejaan uskoessaan niiden hinnan saavuttaneen huippunsa. Tämän vuoksi bitcoin olisi kultaan nähden erittäin huono arvonsäilyttäjä.

Brière et al. (2015) tutkivat miten bitcoin sopisi osaksi perinteisiä sijoitusinstrumentteja sisältävään portfolioon käyttäen viikoittaista dataa vuosilta 2010-2013. Heidän tutkimuksensa tulosten mukaan Sharpen ja Sortinon luvulla arvioitaessa bitcoinin lisääminen paransi portfolioiden suoriutumista. Bitcoinilla on korkeiden tuottojen lisäksi erittäin korkea riski, mutta se ei korreloi juuri lainkaan portfolioon muun sisällön kanssa, minkä vuoksi se olisi hyvä lisäys hyvin hajautettuun salkkuun. He kuitenkin varoittavat, että tutkimuksen tulokset eivät välttämättä päde pidemmällä aikavälillä ja niihin saattaa vaikuttaa bitcoinmarkkinoiden kypsymättömyys tutkimusajanjaksolla.

Osterrieder ja Lorenz (2017) vertasivat bitcoinia G10 valuuttoihin. G10 valuutoilla he tarkoittivat kymmentä eniten vaihdettua valuuttaa eli seuraavia valuttoja: Yhdysvaltain

dollari, Euro, Englannin punta, Japanin jeni, Australian dollari, Kanadan dollari, Sveitsin frangi, Norjan kruunu, ja Ruotsin kruunu. Heidän tutkimuksensa tuloksen mukaan bitcoinin kokonaisriski volatiliteetilla mitattuna oli lähes kahdeksan kertainen perinteisiin valuuttoihin verrattuna. Bitcoinin annualisoitu volatiliteetti myös vaihteli erittäin paljon ajanjakson aikana, mutta loppupuolella sen volatiliteetti alkoi näyttää merkkejä mahdollisesta vakioitumisesta ja laskemisesta lähemmäksi perinteisiä valuuttoja. Lisäksi Value at Risk mallilla mitattuna bitcoinin sijoittaja voi odottaa menettävänsä hie- man yli 5% sijoituksestaan joka kahdeskymmenes päivä.

2.4 Sijoitusten suoriutumisen mittaaminen

Williamsin (1939) mukaan sijoituksen arvo perustuu pääasiassa siitä tulevaisuudessa saataviin maksuihin, esimerkiksi osakkeiden arvo perustuu tuleviin osinkoihin. Kaikki sijoituskohteet eivät kuitenkaan tuota mitään maksuja, mutta niitä ostavat sijoittajat toivovat saavansa voittoa ostamalla halvalla ja myymällä kalliilla. Bitcoin on yksi tällainen spekulatiivinen sijoituskohde, joten siitä saatavaan tuottoon vaikuttaa ainoastaan sen hinnan muutos. Faman (1970) mukaan tehokkailla markkinoilla sijoituksen nykyinen hinta sisältää jo sijoittajien odotukset saatavista maksuista ja hinnan muutoksesta. Tämä näkyy esimerkiksi, kun osakkeiden hinta putoaa odotettua huonomman tulosten julkistamisen yhteydessä ja vielä selvemmin, kun osingon irrotessa osakkeen arvo laskee. Oletuksen ansiosta sijoituksen historiallista dataa voidaan käyttää sen tulevaisuuden suoriutumisen mittaamisessa.

Kaikkiin sijoituksiin sisältyy tietty määrä riskiä, joka johtuu epävarmuudesta. Riskiä voidaan yksinkertaisesti jakaa negatiiviseen riskiin, jolloin sijoitus tuottaa alle odotusten, ja positiivisen riskiin, jolloin sijoitus tuottaa yli odotusten (Maringer 2005, 1). Näistä tietenkin negatiivista riskiä halutaan välttää, mutta positiivinen riski on jopa toivottavaa. Silti monissa sijoitusten suoriutumisen mittareissa näitä ei ole eroteltu, vaan molempia pidetään yhtä huonoina asioina, mikä ei haittaa, kun sijoituksen tuotot on oletettu normaalijakautuneiksi. Riski voidaan lisäksi jakaa systemaattiseen ja epäsystemaattiseen riskiin, jotka yhdessä muodostavat kokonaisriskin. Systemaattinen riski tarkoittaa markkinoihin liittyvää yleistä riskiä, jonka kaikki sijoittajat ja sijoituskohteet kohtaavat.

Epäsysteemaattinen riski puolestaan tarkoittaa pelkästään tietylle sijoituskohteelle ominaista riskiä. Epäsymmetrisen riskin pystyy poistamaan täysin hajauttamalla sijoitusportfolionsa hyvin, kun taas systeemaattinen riski on aina läsnä. Tämän vuoksi yleensä sijoituksen suoriutumisen mittarit käyttävät joko kokonaisriskiä, jota mitataan volatiliteetilla, tai pelkästään systeemaattista riskiä, jota mitataan sijoituksen beta luvulla, joka kertoo, kuinka sijoitus suoriutuu suhteessa vertailuindeksiin. Näistä ensimmäinen sopii hyvin käyttöön silloin, kun tarkastellaan yksittäisen sijoituskohteen suoriutumista, ja jälkimmäinen silloin, kun halutaan tarkastella tätä osana laajempaa sijoitusportfoliota. (Basile & Ferrari 2016, 236-240; Knüpfer & Puttonen 2018, 162)

Sijoittajien oli aikaisemmin uskottu tekevän päätöksensä maksimoidakseen saamansa voitot, mutta Markowitz (1952) esitti ajatuksen, että sijoittajien päätöksen tekoon vaikuttaakin yhtä paljon myös sijoitukseen liittyvä riski. Hänen mukaansa sijoittajat pitävät odotettua tuottoa hyvänä ja tavoiteltavana asiana, mutta myös tahtovat välttää kaikkea vaihtelua tästä. Tämän perusteella hän kehitti niin kutsutun keskiarvo-varianssianalyysin ja optimoinnin (mean-variance analysis and optimisation). Markowitzin mukaan sijoittaja valitsisi muuten identtisistä sijoituskohteista sen, jonka tuottojen varianssi olisi pienempi, koska sijoittajat ovat pohjimmiltaan riskiä välttäviä. Eli paras sijoituskohde ei olisi ainoastaan se missä on suurin tuotto, vaan se missä tuoton suhde sijoitukseen liittyvään riskiin on suurin. (Basile & Ferrari 2016, 97-103; Maringer 2005, 1-6, 122-124)

2.4.1 Volatiliteetti

Markowitzin keskiarvo-varianssianalyysin mukaan sijoituksen riskiä voidaan kuvata sen tuottojen varianssilla. Kuitenkin käytännöllisyyden vuoksi varianssin sijaan kokonaisriskin mittarina on päädytty käyttämään tuottojen keskihajontaa eli volatiliteettia. Volatiliteetista onkin tullut yksi tärkein sijoittajan tunnusluku ja sitä käytetäänkin monessa muussa sijoituksen suoriutumista arvioimassa tunnusluvussa riskin kuvaajana. (Brooks 2014, 420) Volatiliteetti kuvaa siis sijoituksen ylisuuria tappioita ja ylisuuria voittoja huonoina asioina (Hull 2012, 347). Ylisuuria voittoja voidaan pitää sijoittajan kannalta hyvänä asiana, minkä vuoksi antaakseen parhaimman mahdollisen kuvan

riskistä, volatiliteetti edellyttää, että sijoituksen tuotot olisivat normaalijakautuneet odotusarvon eli keskiarvon ympärille (Basile & Ferrari 2016, 237-239). Volatiliteetti lasketaan yleensä käyttäen joko prosentuaalisia tai logaritmisia arvoja tuotosta, minkä vuoksi se sopii erittäin hyvin erilaisten ja eri kokoisten sijoitusten kokonaisriskin keskinäiseen vertailuun (Knüpfer & Puttonen 2018, 136).

Historiallisia tietoja käytettäessä volatiliteetti lasketaan yleensä käyttäen päivittäisiä, viikoittaisia tai kuukautisia tuottoja. Matemaattisesti yksittäisen sijoituskohteen volatiliteetti voidaan esittää (Hull 2012, 348-349):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} \quad (1)$$

jossa	n	Havaintojen määrä
	u_i	Tuotto
	\bar{u}	Tuottojen keskiarvo

2.4.2 Sharpen luku

Sharpe (1966) kehitti sijoituskohteiden suoriutumista mittaavan omaa nimeään kantavan Sharpen luvun. Tunnusluku mittaa sijoituskohteen riskikorjattua tuottoa. Käytännössä tämä on toteutettu jakamalla sijoituksen ylituotto sijoituskohteen kokonaisriskillä. Ylituotolla tarkoitetaan riskittömän korkotason ylittävää tuottoa ja kokonaisriskiä mitataan volatiliteetilla. Sharpen luku perustuu keskiarvo-varianssianalyysiin ja siksi siinä on oletuksena tuottojen normaalijakautuneisuus samoista syistä, kuin volatiliteetin tapauksessa. Mitä suuremman arvon Sharpen luku saa, sitä enemmän hyvitystä sijoittaja on saanut kantamastaan riskistä, ja sitä parempi sijoituskohte on ollut. Mikäli Sharpen luku saa negatiivisia arvoja, on riskitön sijoitus kannattavampi, eikä tutkittuun sijoituskohteeseen kannata sijoittaa volatiliteetin koosta huolimatta. Sharpen luku myös olettaa, että riskin kasvaessa sijoituksen tuotto kasvaa myös, minkä vuoksi luvun tulokset eivät teoriassa voisi olla negatiivisia. Basilen & Ferrarin (2016, 248) mukaan Sharpen luku on kehitetty pääasiassa portfolioiden suoriutumisten mittaamiseen,

mutta se sopii hyvin myös yksittäisten sijoituskohteiden suoriutumisen arvioimiseen. Luvulla on myös helppo vertailla hyvinkin erilaisten sijoituskohteiden hyvyyttä. Matemaattisesti Sharpen luku voidaan esittää (Sharpe 1966):

$$\text{Sharpe ratio} = \frac{r_i - r_f}{\sigma_i} \quad (2)$$

jossa	r_i	Sijoituksen tuotto
	r_f	Riskitön korkotas
	σ_i	Sijoituksen volatilitteetti

Sharpen luvusta on ajan kuluessa tullut yksi käytetyimmistä sijoituskohteiden suoriutumismittareista (Basile & Ferrari 246). Sharpen (1994) alkuperäinen vuonna 1966 julkaistu Sharpen luku on oikeastaan niin sanottu *ex-ante*, eli tapahtumaa edeltävä, tunnusluku. Tämä tarkoittaa, että luku lasketaan tulevaisuuden odotuksien perusteella, ja sen tarkoituksena olisi ennustaa sijoituksen tulevaisuuden suoriutumista. Sharpe kehitti myöhemmin myös hieman muokatun *ex-post*, eli tapahtuman jälkeisen, version Sharpen luvusta. Tämä *ex-post* versio käyttää sijoittajien odotusten ja ennusteiden sijaan laskussaan historiallisia tietoja sijoituskohteen tuotoista. *Ex-post* Sharpen luku lasketaan jakamalla valitun ajanjakson ylituottojen keskiarvo näiden ylituottojen keskihajonnalla. Matemaattisesti *ex-post* Sharpen luku voidaan ilmoittaa seuraavanlaisesti:

$$\text{ex - post Sharpe ratio} = \frac{\bar{D}}{\sigma_D} \quad (3)$$

jossa	\bar{D}	Ylituottojen keskiarvo
	σ_D	Ylituottojen keskihajonta

Ylituotot lasketaan *ex-post* Sharpen luvussa samalla tavalla kuin perinteisessä *ex-ante* Sharpen luvussa eli vähentämällä sijoituksen tuotosta saman ajanhetken riskitön tuotto. Varsinkin tämä *ex-post* Sharpen luku on noussut erittäin suosituksi tunnusluvaksi sijoituskohteiden suoriutumisen mittaamisessa (Maringer 2005, 26). Sharpen (1994) mukaan valittu ajanjakso vaikuttaa molempien Sharpen lukujen tuloksiin. Ver-

tailtavien sijoituskohteiden ajanjaksojen täytyisi olla yhtä pitkiä, esimerkiksi noin kuukauden pituisia. Vaihtoehtoisesti lähes yhtä hyviä tuloksia voi saada käyttämällä annualisoitua dataa.

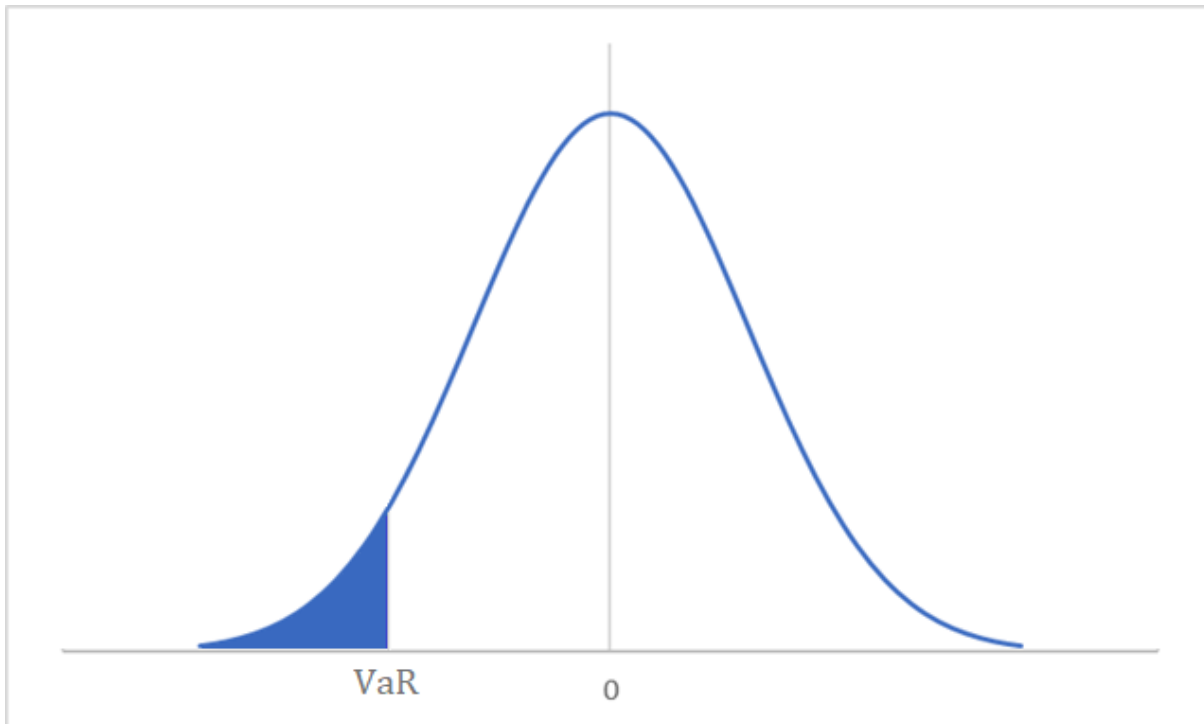
2.4.3 Value at Risk

Value at Risk (VaR) on pankkien 80-luvun lopulla kehittämä työkalu, jolla mitataan sijoituskohteen riskiä. Menetelmä syntyi pankkien halusta luoda selkeä ja yksinkertainen mittari sijoituskohteiden riskeistä. Yleisemmin käytetystä volatiliiteetista eroten VaR mittaa ainoastaan sijoittajalle epämieluisia tappioriskiä. VaR menetelmä antaa tulokseksi ainoastaan sen rahamäärän, minkä sijoittaja voi odottaa maksimissaan menettävänsä valitussa ajanjaksossa. Kuitenkin myös VaR -menetelmä vaatii toimiakseen oletuksen sijoituksen tuottojen normaalijakautuneisuudesta. Mikäli tuotot eivät ole normaalijakautuneet, voi sijoittajaa odottaa suurempi potentiaalinen maksimitappio, joka jää menetelmältä piiloon. (Basile & Ferrari 2016, 182; Hull 2012, 516-517)

Value at Risk voidaan esittää myös lauseena (Hull 2012, 516):

Olen X prosenttia varma, että sijoituksen maksimitappio ei voi olla enemmän kuin V seuraavan N päivän aikana.

Tässä lauseessa V on sijoituksen rahamääräinen maksimitappio eli VaR:n tulos, N on valittu aikaväli, jonka aikana tappio voi syntyä ja X on todennäköisyys, millä lause pitää paikkansa eli testin tilastollinen luottamustaso. Luottamustason halutaan olevan mahdollisimman lähellä 100%:ia, yleensä luottamustasoksi valitaan 99%. Tällöin jää vain 1% todennäköisyys tilanteelle, jossa maksimitappio ylittää VaR menetelmän antaman tuloksen. Tätä on vielä havainnollistettu kuviossa 2, jossa on esitetty hypoteettisen sijoituksen tuotot normaalijakautuneena. Sinisellä värjätty alue kuvastaa 100% – X todennäköisyydellä aiheutuvia tappioita, kun puolestaan valkoiseksi jäänyt alue kuvastaisi X todennäköisyydellä aiheutuvia tappioita sekä saatavia voittoja. (Basile & Ferrari 2016, 182; Hull 2012, 516-518)



Kuvio 2 Value at Risk (mukailtu Hull 2012, 516)

Value at Risk luvun laskeminen sijoitusportfoliolle, joka koostuu vain yhdestä sijoitusinstrumentista, on yksinkertaista. Laskiessa VaR:ia sijoituksen arvon päivittäinen muutos oletetaan vakioksi, sillä vaikka muutokset todellisuudessa voivat olla eri päivinä eri kokoisia, ovat muutosten erot kuitenkin aina pienempiä kuin saman ajanjakson keskihajonta eli volatilitteetti. Tällöin sijoituksen arvon muutoksen voidaan olettaa johduttavan täysin volatilitteetista. Riippumatta siitä, kuinka pitkälle aikavälillä haluaa luvun laskea, kannattaa aina aloittaa laskemalla yhden päivän VaR, josta voi seuraavalla kaavalla laskea helposti halutun ajanjakson Value at Risk -luvun (Hull 2012, 516):

$$N\text{-day VaR} = 1\text{-day VaR} \times \sqrt{N} \quad (4)$$

Sijoitusinstrumentin arvo kerrotaan lasketulla päivittäisellä volatilitteetilla, jolloin saadaan tietää sijoitusinstrumentin euromääräinen keskihajonta eli sijoituksen arvon uskotaan voivan joko kasvaa tai laskea tämän verran. Tämä rahamääräinen voitto tai tappio oletetaan normaalijakautuneeksi. Tämän oletuksen johdosta voidaan laskea normaalijakauman kertymäfunktion käänteisarvo halutulla todennäköisyydellä. Saatua lukua kerrotaan aiemmin lasketulla sijoitusinstrumentin rahamääräisellä keskihajonnalla, jolloin saadaan yhden päivän VaR-luku. Yhden päivän VaR luvusta voi laskea

halutun ajanjakson VaR luvun käyttäen edellä mainittua kaavaa (4). Matemaattisesti tämä voidaan esittää:

$$1\text{-day VaR} = N^{-1}(X) \times (\sigma_{day} \times P) \quad (5)$$

jossa	$N^{-1}(X)$	kertymäfunktion käänteisarvo
	X	haluttu todennäköisyys
	σ	volatiliteetti
	P	Sijoituksen arvo

Useamman kuin yhden sijoituskohteen portfolion VaR luvun laskeminen noudattaa samaa kaavaa, mutta koko portfolion keskihajonta ja keskiarvo on laskettava erikseen ensin. Mitä enemmän sijoituskohteita portfoliossa on, sitä enemmän havaintoja vaaditaan luotettavan VaR luvun saamiseksi. Varsinkin vuoden 1987 mustan maanantain tai 2008 finanssikriisin kaltaisten ääritapahtumien aikana todellinen tappio voi olla merkittävästi suurempi kuin VaR antaa olettaa, koska volatiliteetti ei pysty tässä tapauksessa mittaamaan riskiä oikein. Nykyään pankit voivat myös laskea kriisitilanteissa päteviä VaR lukuja, mutta niiden laskemiseen tarvitaan sijoituksen aiemmissä ääritapahtumissa saamia volatiliteetteja. Menetelmää rajoittaa se, että se vaatii sijoituskohteelta historiallista dataa jonkin ääritapahtuman ajalta. Menetelmä ei siltikään ole täysin virheetön, mutta antaa perinteistä VaR lukua parempia arvioita sijoituksen suoriutumisesta kriisitilanteissa. (Hull 2012, 516-524, 535; Maringer 2005, 149)

3. CASE: Bitcoinin suoriutuminen sijoituskohteena

Tämän kappaleen tarkoitus on käydä tutkimuksessa käytettävä aineisto ja soveltaa siihen aiemmissa kappaleissa esiteltyjä menetelmiä. Ensimmäiseksi käydään läpi kerättyä bitcoin- ja kulta-aineistoa, joiden perusominaisuuksia tarkastellaan. Tämän jälkeen tulkitaan ja vertaillaan bitcoinin ja kullan saamia tuloksia tutkimusajanjaksolla 2013-2018.

3.1 Aineiston tarkastelu

Tutkimusaineistona käytetään bitcoinin ja kullan päivittäisiä sulkemishintoja Yhdysvaltojen dollareissa aikaväliltä 01.05.2013 – 31.12.2018. Bitcoin aineisto on kerätty Coinmarketcap -sivustolta, joka pitää yllä tietokantaa eri kryptovaluuttojen historiallisista hinnoista. Ajanjaksolta saadaan yhteensä 2071 kappaletta havaintoja. (Coinmarketcap 2019)

Vertailuindeksinä käytetään kullan hintaa samalta ajanjaksolta. Kullan hinta on ilmoitettu dollareina per yksi troy-unssi. Aineiston on kerätty Quandl -sivustolta saatavasta Gold Price: London Fixing tietokannasta. Gold Price: London Fixing on London Bullion Market Associationin (LBMA) ylläpitämä tietokanta, jota pidetään kansainvälisenä standardina kullan hinnalle. LBMA kerää useita osto- ja myyntitarjouksia eri määristä kultaa, minkä jälkeen yhdistys asettaa kullalle kiinteän hinnan kohtaan, missä kysyntä ja tarjonta kohtaavat. LBMA laskemaa uusinta kiinteää hintaa käytetään kullan kaupankäynnissä. Hinta lasketaan kaksi kertaa päivässä, kerran aamupäivällä ja kerran iltapäivällä ja nämä hinnat vastaavat kullan avaus- ja sulkemishintaa. (Quandl 2019a) Havaintoja on ajanjaksolta yhteensä 1434, mikä on vähemmän kuin bitcoinilla johtuen siitä, että LBMA laskee kullan hinnan vain työpäivinä (business day), eli ei viikonloppuina tai pyhinä.

Tutkimuksessa tarvitaan myös Sharpen luvun ylituottojen laskemiseksi riskitön korkokanta. Riskittömänä sijoituksena voidaan pitää kaikkia lyhytaikaisia valtion obligaatioita, ja varsinkin Yhdysvalloissa käytetään valtion velkasitoumuksia (Treasury bills, t-bills) (Knüpfer & Puttonen 2018, 44). Koska bitcoin ja kulta aineiston on myös ilmoitettu

dollareissa, käytetään tutkimuksessa riskittömänä korkokantana Yhdysvaltojen keskuspankin laskemaa 13 viikon valtion velkasitoumuksen diskonttokorkoa. Tämä aineisto on myös kerätty Quandl -sivustolta, ja sisältää jokaiselle päivälle diskonttokoron, joka on annualisoitu käyttäen 360 päivän vuotta, mikä täytyy huomioida laskuja tehdessä (Quandl 2019b). Valtion velkasitoumuksien korot ilmoitetaan myös pelkästään työpäivinä, minkä vuoksi havaintoja on vähemmän kuin bitcoinilla.

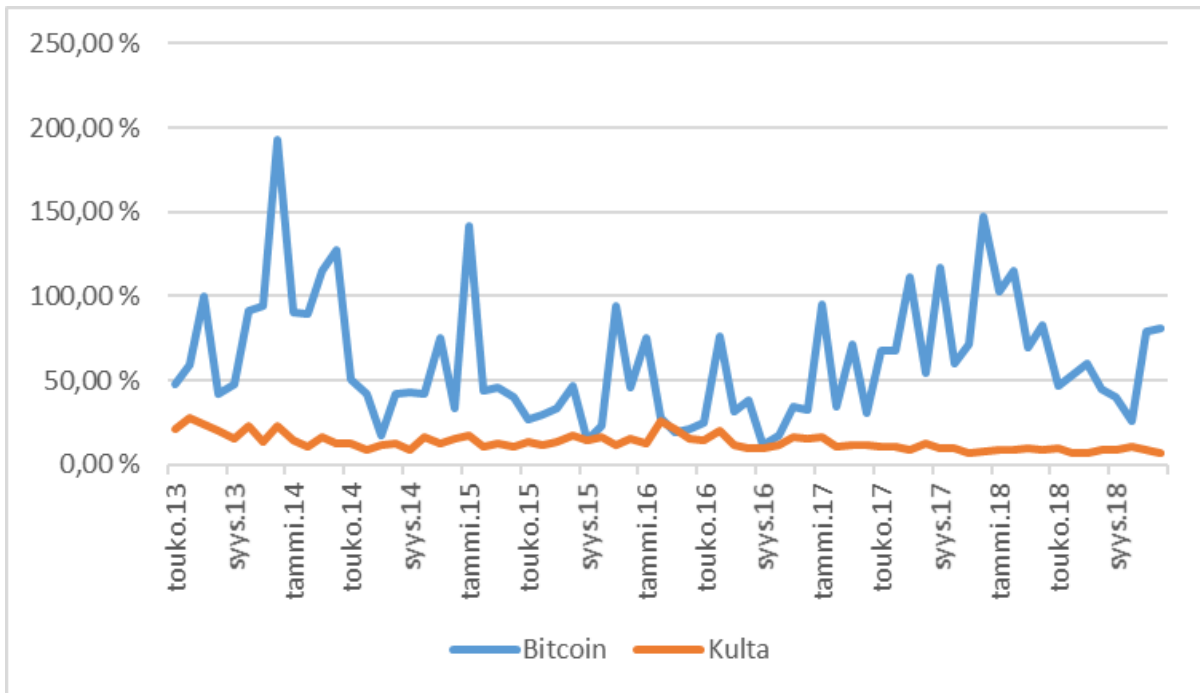
Tutkimus toteutetaan käyttäen Microsoft Excel -taulukkolaskenta ohjelmaa. Bitcoinille ja vertailukohteeksi valitulle kullalle lasketaan päivähintojen avulla ajanjaksolle prosentuaaliset päivätuotot. Molempien sijoituskohteiden tuottojen normaalijakautuneisuutta tarkasteltiin, koska se vaikuttaa varsinkin tutkimuksessa käytettävän volatiliteetin arvojen oikeellisuuteen. Tätä varten jokaiselle päivätuotolle on Excelillä laskettu normaalijakauman tiheysfunktion arvo, jonka avulla voidaan järjestää tuotot normaalijakautuneesti (Liite 1). Tästä voidaan visuaalisesti todeta, että pääpiirteittäin molemmat päivätuotot selkeästi noudattavat normaalijakaumaa, mikä tekee volatiliteetista pätevän kokonaisriskin mittarin. Molempien sijoituskohteiden päivätuotoissa on myös normaalijakaumasta poikkeavia havaintoja. Näitä poikkeuksia on kuitenkin vain muutama, minkä lisäksi ne ovat pääasiassa samansuuntaisia, minkä vuoksi ne tuskin vaikuttavat merkittävästi tutkimuksen tuloksiin. Yleisesti päivätuottojen arvoja tarkastellessa varsinkin bitcoinin päivittäiset hinnamuutokset ovat erittäin korkeita. Kryptovaluutan arvo on voinut muuttua päivittäin jopa yli 40%. Kullalla muutokset ovat olleet paljon pienempiä, sen korkeimpien muutosten ollessa vain 6%. Riskitön korkokanta on parhaimmillaan päivädataksi muunnettuna ollut vain 0,0065%, ja tutkimusajanjakson alkupuolella korkokanta on ollut vielä lähempänä nollaa, minkä vuoksi sen vaikutus tutkimuksen tuloksiin lienee lähes olematon.

3.2 Bitcoinin kokonaisriski

Kokonaisriskin mittaamiseen käytetään volatiliteettia. Molemmille sijoituskohteelle saadaan volatiliteetit jokaiselle kuukaudelle laskemalla prosentuaalisten päivätuottojen keskihajonnat kuukausittain (Liite 2). Luvut ovat annualisoitu vuosittaiseksi vaihteluksi, jotta niiden analysoinnista ja vertailusta tulisi helpompaa. Volatiliteetit on annualisoitu

käyttäen 252 päivän sisältävää vuotta, koska keskimäärin vuodessa on tuon verran kaupankäyntipäiviä, sekä aineistossa on havaintoja sama 252 kappaletta yhdessä vuodessa. Annualisoinnissa on käytetty kaavaa (Hull 2012, 516):

$$\sigma_{year} = \sigma_{day} \times \sqrt{252} \quad (6)$$



Kuvio 3 Bitcoinin ja kullan volatilitietin kehitykset

Kuviossa 3 on esitetty bitcoinin ja kullan annualisoidut kuukausittaiset volatilitetit vuoden 2013 toukokuusta vuoden 2018 joulukuuhun asti. Bitcoinin volatilitetti on tällä ajanjaksolla ollut lähes koko ajan paljon korkeampi kuin kullan volatilitetti. Varsinkin tutkimusjakson alkupuolella bitcoinin volatilitetissa on havaittavissa piikkejä, jolloin volatilitetti eroaa selkeästi ympäröivien kuukausien volatilitetista. Näiden piikkien aikana bitcoinin volatilitetti on korkeimmillaan ollut lähes 200%, eikä 100% ole myöskään erityisen harvinaisempi saavutus. Kullan volatilitetti on koko ajanjakson ajan ollut matalampi, pelkästään noin 20%. Bitcoin on selvästi riskisempi sijoitus kuin kulta, jonka tuotot pysyvät paljon lähempänä odotusarvoaan.

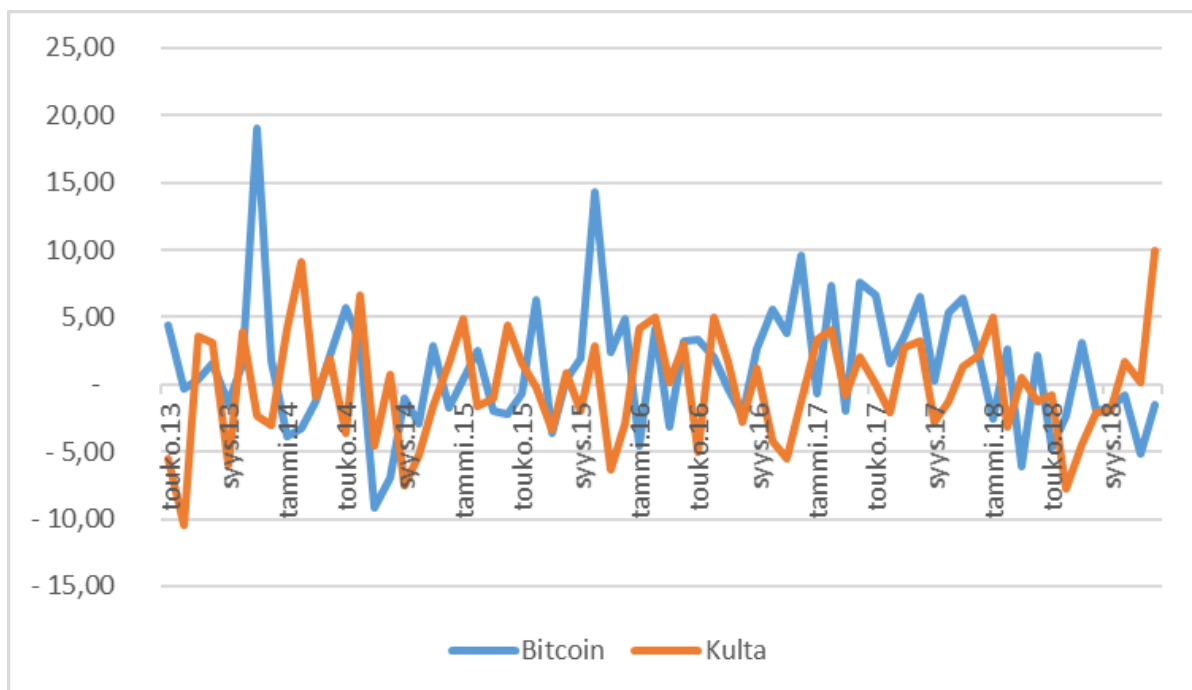
Absoluuttisia arvoja tarkastellessa bitcoinin volatiliteetti on näyttäisi vaihtelevan enemmän kuin kullan, jonka volatiliteetti vaikuttaisi olevan tasaisempi. Kuitenkin tarkastellessa molempien sijoituskohteiden volatiliteettien muutosta tarkemmin, voidaan havaita, että kullan volatiliteetin suhteellinen eli prosentuaalinen muutos on paikoin saman suuruinen kuin bitcoinilla (Liite 3). Korkea volatiliteetin vaihtelu onkin tyyppistä hyödykkeille, joiden hinta pohjautuu niiden alati muuttuvaan tarjontaan ja kysyntään. (Geman 2005, 2). Tämän perusteella bitcoin vaikuttaisi päivätuottojensa vaihtelun perusteella olevan enemmän kultan kaltaisen spekulatiivisen kohteena oleva hyödyke, kuin vakavasti otettava valuutta. Valuutoilla on pääasiassa hyvin matala ja tasainen volatiliteetti, koska valtiot pyrkivät politiikallaan vakauttamaan valuuttojen arvoa (Mellet 2011). Spekulatiivisena hyödykkeenä bitcoinin tuotot johtuvat sen arvon muutoksesta, minkä johdosta korkea volatiliteetti myös kyseenalaistaa ajatukset, että bitcoin olisi kultan kaltaisen arvonsäilyttävä. Myös kaupankäynnin välineenä toimimista haittaa, että bitcoinin arvo vaihtelee päivittäin näin merkittävästi.

Kullan volatiliteetissa on havaittavissa pääasiassa laskeva trendi koko tarkasteluajanjaksolla, lukuun ottamatta pientä nousua vuoden 2016 alussa. Samaa trendiä voi nähdä myös bitcoinin volatiliteetissa, mutta poikkeuksena tähän bitcoinin volatiliteetti palasi vuonna 2017 lähes samalle tasolle kuin se oli vuonna 2013. Tämä kasvu johtuu siitä, että vuonna 2017 bitcoinin arvo nousi nopeasti historialliseen huippuunsa, sekä laski sieltä lähes yhtä nopeasti. Tämän poikkeusvuoden jälkeen bitcoinin volatiliteetti vaikuttaisi jatkavan laskevaa trendiä, mutta dataa ei ole saatavilla tarpeeksi, että asiasta voisi saada täyttä varmuutta.

3.3 Tuotot suhteessa riskiin

Tässä tutkimuksessa käytetään Sharpen lukua tutkimaan, kuinka paljon tuottoa sijoituskohteet, bitcoin ja kulta, tuottavat suhteessa niiden riskiin. Näin voidaan selvittää, mikäli bitcoinin korkea tuotto riittää kattamaan lisääntyneen riskin. Sharpen luvun laskemiseksi on täytynyt selvittää sijoituskohteiden ylituotot, jotka on saatu vähentämällä päivätuotoista saman päivän riskitön korko. Tätä varten aineiston annualisoidut riskit-

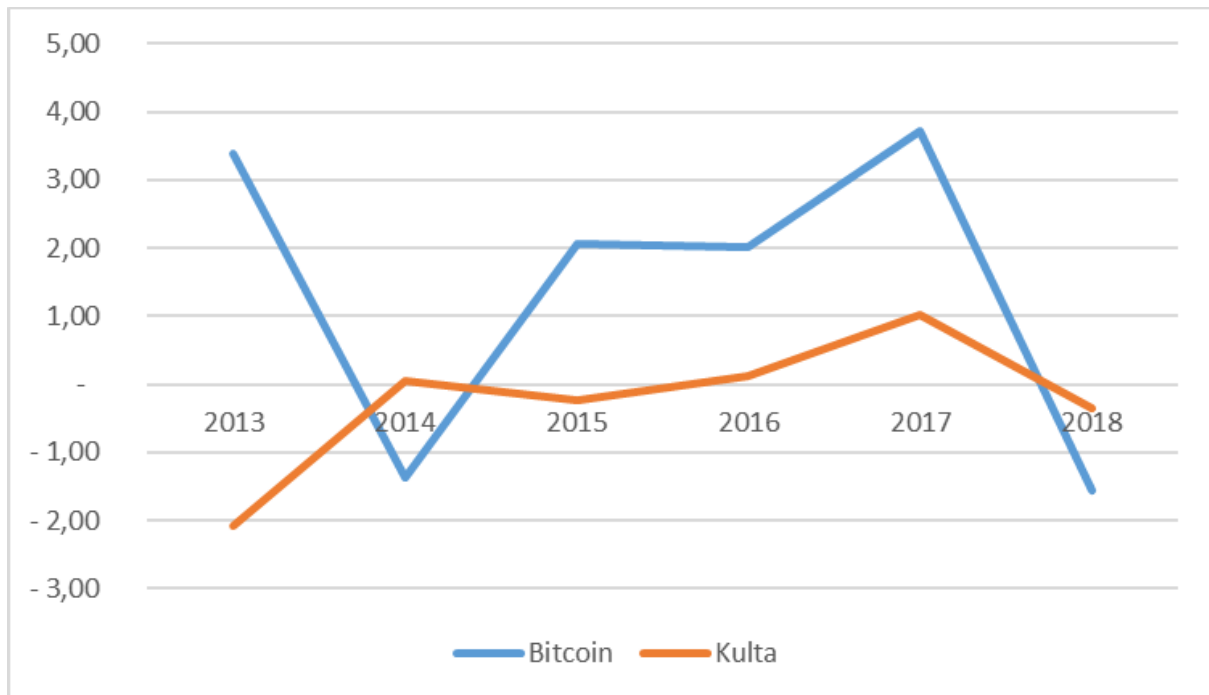
tömät korot on muutettu takaisin päivittäisiksi riskittömiksi koroiksi. Näistä tuotoista näkee jo selkeämmin, kuinka bitcoinin tuotot hajaantuvat paljon laajemmalle alueelle, mikä näkyy sen korkeampana kokonaisriskinä (Liite 4). Bitcoinin ylituotoissa on myös havaittavissa piikkejä, jolloin päivätuotto tai -tappio on ollut korkeampi kuin ympäröivinä päivinä. Kullan tapauksessa vaihtelu on selkeästi pienempää ja tasaisempaa. Kummankin sijoituskohteen ylituotoille lasketaan kuukausittainen keskiarvo ja keskihajonta, jonka jälkeen kuukauden keskiarvo jaetaan saman kuukauden keskihajonnalla. Näin saadaan selville ex-post Sharpen luvun arvot jokaiselle kuukaudelle tarkasteluajanjaksolta. Nämä Sharpen luvut on vielä annualisoitu helpompaa tulkintaa ja vertailua varten käyttäen 252 kaupankäyntipäivän pituista vuotta.



Kuvio 4 Bitcoinin ja kullan Sharpen luvut kuukausittain

Kuviossa 4 on esitetty bitcoinin ja kullan annualisoidut Sharpen luvut kuukausittain vuoden 2013 toukokuusta vuoden 2016 joulukuuhun. Tarkastelujakson alkupuolella bitcoin ja kulta ovat saaneet samanlaisia tuloksia, mutta bitcoinilla on yksi erittäin hyvä kuukausi, joka näkyy piikkinä vuoden 2013 lopulla. Tarkastelujakson loppupuolella, vuodesta 2016 eteenpäin, bitcoin näyttäisi saavan parempia Sharpen luvun arvoja. Kuitenkin erot näyttäisivät paljon pienemmiltä, kuin ylituotoissa, minkä vuoksi voidaan todeta, että bitcoinin korkeat tuotot kattavat hyvin kryptovaluutalle ominaisen korkean riskin varsinkin tarkastelujakson loppupuolella (vuodet 2016-2018). Tulkintaa kuitenkin

hankaloittaa se, että molemmat sijoituskohteet ovat saaneet myös negatiivisia arvoja useissa kuukausissa. Saadessaan negatiivisen arvon Sharpen luku ei toimi täysin oikein, sillä lisääntynyt riski tällöin parantaa luvun antamaa arvoa, vaikka odotusarvosta eroamista pidetään huonona asiana. Käytännössä näissä tilanteina kannattavinta sijoittajalle olisi sijoittaa suoraan riskittömän korkotason sijoitukseen, kuten valtion velkasitoumuksiin. Koska riskitön korkotaso on tarkastelujaksolla käytännössä nolla, tarkoittavat negatiiviset Sharpen luvut tässä tapauksessa sitä, että sijoituskohte on tuottanut tappiota näinä kuukausina, eli sen markkina-arvo on laskenut kuukaudesta seuraavaan. Spekuloivan sijoituskohteen ei voi odottaa kasvavan jatkuvasti varsinkaan kuukauden pituisissa lyhyissä ajanjaksoissa mitattuna. Tämän vuoksi bitcoinin ja kullan Sharpen lukuja tarkastellaan myös pelkistetysti vuositasolla (Kuvio 5).



Kuvio 5 Bitcoinin ja kullan Sharpen luvut vuosittain

Vuositasoin Sharpen lukujen avulla voidaan tarkastella bitcoinin ja kullan suoriutumista pidemmällä aikavälillä selkeämmin. Kuten kuviosta 5 voi huomata, on bitcoin suoriutunut lähes kaikkina vuosina paremmin kuin kulta. Ainoastaan vuosina 2013 ja 2018 kulta on suoriutunut paremmin kuin bitcoin ja näinä vuosina kullankin saamat Sharpen luvut ovat erittäin lähellä nollaa ja jopa negatiivisia. Bitcoinin korkeampi kokonaisriski parantaa sen negatiivisia Sharpen luvun arvoja lähemmäksi nollaa, minkä johdosta

todellisuudessa bitcoin on suoriutunut näinä vuosina merkittävästi huonommin kuin kultasijoitus. Myös yleisesti kullan saamat arvot ovat vuotta 2017 lukuun ottamatta negatiivisia tai lähellä nollaa. Jopa vuonna 2017 kullan saama Sharpen luvun arvo on merkittävästi matalampi kuin bitcoinin vastaava. Tutkimusjakson aikana kulta on ollut huono sijoituskohde, sillä sen arvo on tutkimusajanjakson lopulla matalampi kuin alussa, eli se on aiheuttanut sijoittajalle enemmän tappiota kuin voittoa. Bitcoin on tuottanut positiivisia vuosinaan merkittävästi kultaa parempaa tuottoa, mutta vuodesta toiseen vaihtelu on selkeästi korkeampaa. Tämän johdosta bitcoinilla on joinain vuosina mahdollisuus tuottaa paljon kultaa paremmin, mutta myös mahdollisuus tuottaa merkittävästi korkeampia tappiota.

Tutkimuksen tarkastelujakson aikana bitcoin on tuottanut sijoittajalle korvausta tämän kantamasta kasvaneesta riskistä, kun puolestaan matalariskisempi kulta on aiheuttanut sijoittajalle tappiota. Kullan saamat arvot ovat kuitenkin tasaisemmat, eikä tutkimusjakson kokonaistappio ole kovin suuri, minkä vuoksi kulta on onnistunut säilyttämään arvoansa suhteellisen hyvin. Bitcoinin Sharpen luvuissa on sekä vuosi-, että kuukausitasolla havaittavissa suurta vaihtelua, minkä vuoksi bitcoin-sijoittajankaan saama tuotto ole ollut täysin ongelmaton. Bitcoin-sijoittajan täytyy selkeästi pystyä kestämään korkeaa riskiä, mutta tämän ajanjakson perusteella tästä palkittaisiin vertailukohteita paremmalla tuotolla. Sharpen luvun perusteella voidaan siis todeta bitcoinin suoriutuneen sijoituskohteena kultaa paremmin.

3.4 Odotettu maksimitappio

Bitcoinin odotettua maksimitappioriskiä tarkastellaan Value at Risk -menetelmällä. Volatiliteetista menetelmä eroaa sillä, että VaR ei huomioi volatiliteetin tapaan odotusarvon ylittäviä tuloksia vaan ainoastaan sijoittajalle epämieluisat odotusarvon alittavat tulokset. Value at Risk -menetelmällä selvitetään kuinka suuren osan bitcoin sijoituksesta sijoittaja voi enimmillään menettää 99% todennäköisyydellä. Sijoittajalla on siis normaaliolosuhteissa vain 1% mahdollisuus saada VaR -lukua korkeampia tappiota, minkä lisäksi epänormaaleissa olosuhteissa luku ei päde lainkaan.

Value at Risk -menetelmän laskemista varten tarvitaan standardinormaalijakauman kertymäfunktion käänteisarvo 99% todennäköisyydellä, joka saadaan laskettua Excelin NORM.S.INV() -funktiolla. Tämä kertymäfunktion käänteisarvo kerrotaan tuottojen päivittäisellä vaihtelulla yhden kuukauden sisällä, joka on saatu laskettua tämän kuukauden annualisoidusta volatiliteetista. Tämä tulo kerrotaan vielä sijoituksen rahamääräisellä koolla, joka voi tässä tapauksessa olla mielivaltaisen luku. Tulokseksi on saatu yhden päivän Value at Risk -luvun kuukauden ajalle. Helpompaa vertailua varten tämä luku vielä jaetaan valitulla sijoituksen rahamääräisellä koolla, jotta saamme tietää kuukauden prosentuaaliset odotetut yhden päivän maksimitappiot. Tämä lasku toistetaan kaikille tutkimusajanjaksoon sisältyville täysille kuukausille. Bitcoinille ja kullalle lasketuista Value at Risk luvuista on taulukossa 1 esitetty vuosittaiset keskiarvot, sekä jokaisen vuoden saama korkein ja matalin prosentuaalinen Value at Risk -luku.

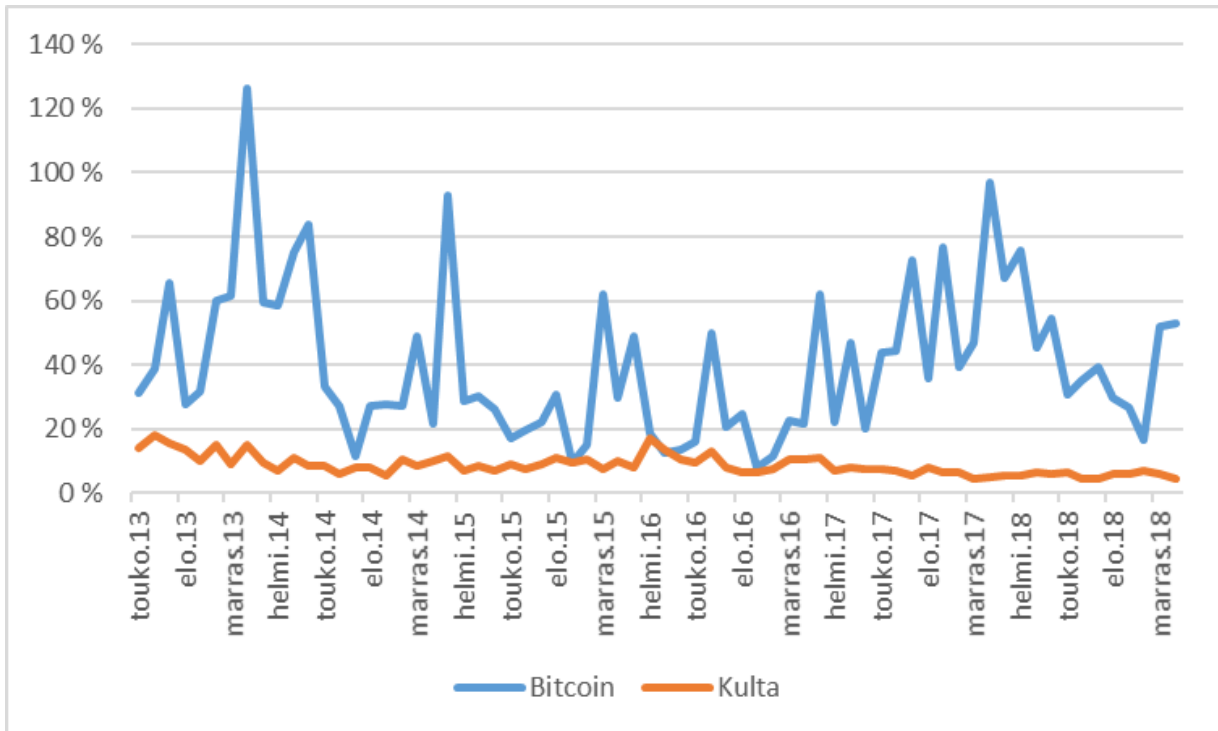
Taulukko 1 Bitcoinin ja kullan yhden päivän maksimitappiot

Vuosi	Bitcoin			Kulta		
	Keskiarvo	Max	Min	Keskiarvo	Max	Min
2018	9,78 %	16,93 %	3,75 %	1,25 %	1,60 %	0,94 %
2017	11,31 %	16,93 %	3,75 %	1,55 %	1,60 %	0,94 %
2016	5,00 %	12,15 %	3,75 %	2,24 %	1,93 %	0,94 %
2015	7,14 %	28,21 %	3,75 %	2,00 %	4,04 %	0,94 %
2014	9,34 %	28,21 %	1,75 %	1,87 %	4,04 %	0,93 %
2013	12,36 %	28,21 %	1,75 %	3,07 %	4,04 %	0,93 %

Value at Risk -luvulla tarkasteltuna bitcoin näyttäisi olevan selkeästi riskisempi sijoituskohte, sillä sen saamat keskiarvot, maksimit ja minimi ovat kaikki korkeampia kuin kullan vastaavat. Tarkastelujakson lopulla jopa pienin bitcoinin saama yhden päivän odotettu maksimitappio ylittää suurimman kullan saaman maksimitappion. Molemmilla sijoituskohteiden maksimitappioissa on näkyvä laskeva trendi, joka vastaa VaR -luvun laskemisessa käytetyn volatiliteetin muutoksia. Vuonna 2013 bitcoin sijoituksesta on keskimäärin voinut päivässä menettää 12,36% sijoituksen kokonaisarvosta. Vuoden 2013 korkein odotettu maksimitappio on ollut 28,21% sijoituksen kokonaisarvosta, ja pienin odotettu maksimitappio on ollut vain 1,75% sijoituksen kokonaisarvosta.

vosta. Odotetut maksimitappiot siis selvästi vaihtelevat enemmän vuosien sisällä kuukaudesta toiseen, kuin eri vuosien välillä. Bitcoinin vuoden keskimääräinen odotettu maksimitappio ja vuoden korkein maksimitappio laskevat koko ajanjakson ajan lukuun ottamatta vuotta 2017, jolloin molemmat ovat kasvaneet lähes vuoden 2013 tasolle. Tämä muutos johtuu Value at Risk -menetelmän laskemisessa käytetystä volatilitteetista, jonka tarkastelun yhteydessä syitä tähän käsiteltiin jo. Vuoden pienin Value at Risk -luku on noussut vuonna 2015 kahdella prosenttiyksiköllä, mutta muutoin tämä on pysynyt samana. Yhdessä maksimin ja keskiarvon laskemisen kanssa tämä tarkoittaa, että tutkimusajanjakson kuluessa vuosien sisällä kuukausien yhden päivän odotettujen maksimitappioiden vaihteluväli pienenee jatkuvasti.

Kultaan sijoittanut sijoittaja kohtaa selkeästi matalamman tappioriskin. Siinä missä bitcoinin suurin vuodessa kohtaama tappioriski on aina yli kymmenen prosenttia, ei kullan tapauksessa edes viisi prosenttia ylity lainkaan tarkastelujakson aikana. Kullan odotetussa maksimitappiossa on myös vain pieni vaihteluväli vuoden sisällä, minkä vuoksi odotettu maksimitappio pysyy koko ajan lähes samana ja pienenä. Myös kullan vaihteluväli pienenee, minkä johdosta sitä voi ehkä pitää markkinoiden ominaisuutena, eikä kummankaan sijoituskohteen erityispiirteenä. Pienimillään ero kullan ja bitcoinin odotettujen keskimääräisten päivittäisten maksimitappioiden välillä on ollut vuonna 2016, mutta vuonna 2017 bitcoinin arvot ovat taas nousseet, kun puolestaan kullan on jatkanut laskemistaan. Näiden tulosten valossa voi ehkä spekuloida, että bitcoinin odotetulla maksimitappiolla on potentiaali laskea kullan tasolle, kunhan sitä koskeva kiinnostus hieman laskee.



Kuvio 6 Bitcoinin ja kullan 20 päivän maksimitappiot

Yhden päivän Value at Risk luvusta on myös laskettavissa halutun pituisen ajanjakson Value at Risk luku. Kuviossa 6 on esitetty 20 kaupankäyntipäivän eli yhden kuukauden odotetut maksimitappiot, jotka on myös muutettu prosentuaalisiksi osuuksiksi kokonaissijoituksesta. Nämä saadut 20 päivän prosentuaaliset VaR -luvut ovat saman suuntaisia kuin yhden päivän Value at Risk luvut, minkä lisäksi piirretyt käyrät muistuttavat muodoltaan paljon sijoituskohteiden volatiliteettien käyriä. Yhden kuukauden aikana pahimmillaan bitcoinin sijoittaja on voinut menettää jopa 120% sijoituksensa kokonaisarvosta. Realistisesti sijoitus ei voi menettää yli 100% omasta arvostaan, joten 120% Value at Risk tarkoittaa siis, että tällä ajanjaksolla sijoittajalla on vaarana menettää koko sijoituksen arvo 20 päivää nopeammassa ajassa. Tämä johtuu siitä, että pidempien ajanjaksojen Value at Risk luvut on saatu yhdenpäivän Value at Risk luvuista yksinkertaisella kertolaskulla. Myös myöhemminkin kuukauden odotettu maksimitappio on ollut lähes 100% eli sijoittajalla on vaarana menettää koko sijoituksen arvo erittäin nopeasti. Kullan tapauksessa kuukaudessa on enimmillään ollut vaarana menettää maksimissaan viidesosa sijoituksen arvosta. Bitcoin on siis verrattuna selkeästi riskisempi sijoitus, sillä jopa kahdenkymmenen päivän aikana on sijoituksesta voi tulla

lähes arvoton. Tämän perusteella voidaan myös sanoa, että bitcoin ei todellakaan sovellu arvonsäilyttäjäksi, samaan tapaan kuin kulta, jonka keskimääräinen odotettu kuukauden maksimitappio on alle 10% eli kymmenen kertaa pienempi kuin bitcoinin.

Value at Risk -menetelmän antamat luvut toimivat tosin ainoastaan normaaliolosuhteissa, minkä lisäksi aina on 1% mahdollisuus ylittää luvun osoittama maksimitappio. Tämän vuoksi todellisuudessa bitcoinin tappio voi olla korkeampi kuin luku antaa ymmärtää. Talouden kriisitilanteissa sijoituskohteiden arvot voivat muuttua paljon normaalia enemmän, minkä takia historiallinen volatiliteetti, johon VaR perustuu, ei enää kykene ennustamaan tulevaisuuden suoriutumista. Kriisitilanteiden aikaista suoriutumista pystyisi mittaamaan käyttämällä sijoituskohteen volatiliteettia jonkin edeltävän kriisiin ajalta, jolloin Value at Risk antaisi oikeamman arvon. Kryptovaluutat ovat kuitenkin niin uusi ilmiö, ettei ole saatavilla aineistoa, jonka avulla voisi laskea kuinka ne suoriutuvat kriisitilanteissa.

4. Johtopäätökset ja yhteenveto

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia bitcoinin tuottavuutta sijoituskohteena suhteessa kultaan. Bitcoin on spekulatiivinen sijoituskohde, minkä vuoksi siitä saatava tuotto perustuu pelkästään sen arvon muutokseen, minkä vuoksi vertailukohdaksi valittiin samankaltainen kulta. Bitcoinilla on aiemmissa tutkimuksissa todettu olevan korkea riskitaso, mutta myös korkeat mahdolliset tuotot. Tässä tutkimuksessa päädyttiinkin tarkastelemaan juurikin bitcoiniin liittyvää riskiä ja sen tuottoa suhteessa tähän riskiin. Tätä varten tutkimusmenetelmiksi valittiin perinteinen kokonaisriskiä mittaava volatiliiteetti, yleisesti käytetty tuottoa riskiin vertaava sijoitusten suoriutumisen mittari Sharpen luku, sekä pankkien kehittämä tappioriskiä mittaava Value at Risk -menetelmä.

Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisilla menetelmillä käyttäen bitcoinin ja kullan päivähintoja vuosilta 2013-2018. Näistä päivähinnoista laskettiin Excel -taulukkolaskenta ohjelmalla päivittäiset prosentuaaliset tuotot. Molemmille sijoituskohteille laskettiin volatiliiteetin, Sharpen luvun ja Value at Risk -luvun arvoja koko tarkasteluajanjaksolta jokaiselle kuukaudelle ja vuodelle erikseen. Näitä lukuja tarkastellen analysoitiin bitcoinin kokonaisriskiä, tuottoa suhteessa riskiin, sekä odotetun maksimitappion kokoa. Luku- ja kehitystä kuukaudesta ja vuodesta toiseen tarkasteltiin, minkä lisäksi niiden hyvyttä tarkasteltiin vertaamalla niitä kultaan.

Bitcoinin kokonaisriski volatiliiteetilla mitattuna oli erittäin korkea koko tutkimusjakson ajan, mikä vastaa Dyhrbergin (2016) aikaisemmalla ajankohdalla saamia tutkimustuloksia eli bitcoinin kokonaisriski ei ole myöhemminkään laskenut merkittävästi. Bitcoinin riskisyyteen vaikuttaa myös volatiliiteetin saamien arvojen suuri vaihtelu kuukaudesta toiseen, minkä vuoksi sijoittaja ei välttämättä voi tietää täysin, minkälaista riskiä hän tulevaisuudessa joutuu kantamaan. Sharpen luvulla tutkiessa bitcoinin tuottamat ylituotot suhteessa korkeaan riskiin selkeästi ylitti kullan vastaavan. Bitcoin sijoitus siis tuottaa tarpeeksi tuottoja, jotta sijoittajan olisi kannattavaa kantaa kryptovaluutta sijoitukseen liittyvää riskiä. Tämän vuoksi Brière et al. (2015) toteuttaman vuoden 2013 dataa käyttävän tutkimuksen tulokset pätevät myös hieman pidemmällä aikavälillä. Va-

lue at Risk -menetelmän mukaan keskimäärin yhden päivän aikana Bitcoinista voi menettää noin 9%, mikä on hieman enemmän kuin Osterriederin ja Lorenzin (2017) tekemän vuosien 2013-2016 dataa käyttävän GARCH -mallin antama noin 5%.

4.1 Tutkimuskysymykset ja vastaukset

Tutkimuksen alussa eitettiin kaksi päätutkimuskysymystä, johon pyritään vastaamaan käyttäen apuna kolmea apututkimuskysymystä. Apututkimuskysymyksiin vastauksen saaminen vaati bitcoinin volatiliteetin, Sharpen luvun ja Value at Risk -luvun analysoimista ja vertaamista kullan saamiin vastaaviin lukuihin. Ensimmäinen päätutkimuskysymys kuului:

1. Miten bitcoin määrittyy suhteessa kultaan?

Tätä tutkimusta varten bitcoinin vertailukohteeksi valittiin kulta, koska molemmat ovat spekulatiivisia sijoituskohteita, joista sijoittajat saavat tuottoa vain hinnan noustessa. Bitcoinia on pidetty sekoituksena kultaa ja valuuttaa (Dyhberg 2016). Kuitenkin jotta vertailu olisi merkitsevää, täytyy ensin selvittää, millainen sijoitusinstrumentti bitcoin on suhteessa kultaan.

Bitcoinin tarkastelujaksolla tuottamat päivätuotot vaihtelevat suuremmalla skaalalla kuin kullan ja bitcoinilla on myös selkeästi enemmän piikkejä tuotoissa, kun puolestaan kullan arvo on muuttunut verrattuna tasaisemmin. Koska bitcoin ja kulta ovat spekulatiivisia sijoituksia, niiden tuotot syntyvät pelkästään niiden markkinahinnan muutoksista. Kullan tapauksessa arvoon vaikuttaa tämän arvometallin käyttösovellukset esimerkiksi teknologiassa, kun puolestaan bitcoinin tapauksessa ainakin teoriassa hinta perustuu sijoittajien uskoon sen toimimisesta tulevaisuudessa käytettävänä kaupankäyntivälineenä. Korkeat ja epävarmat tuotot, eli hinnan muutokset eivät juuri tue oletusta, että bitcoinista voisi syntyä hyvä kaupankäynnin väline. Päivätuottojen muutoksia on tässä tutkimuksessa tarkemmin tarkasteltu käyttäen volatiliteettia, joka kuvaa päivätuottojen keskihajontaa.

Bitcoinin volatiliteetti vaihtelee prosentuaalisesti lähes yhtä paljon kuin kullan. Korkea vaihtelu onkin yleensä tyypillistä spekulatiivisille hyödykkeille, kun puolestaan perinteisillä valuutoilla on suhteellisen vakaa volatiliteetti. (Baur, Dimpfl & Kuck 2018) Myös bitcoinin korkea volatiliteetti erottaa sen perinteisistä valuutoista. Bitcoin siis ei ole tällä hetkellä hyvä arvonsäilyttäjä, eikä myöskään sopiva toimimaan tehokkaana valuuttana, koska sen arvo muuttuu kultaan verrattuna reilusti enemmän jopa päivätasolla. Bitcoinin sijoittajille antama arvo arvonsäilyttäjänä tai tulevaisuuden kaupankäynnin välineenä on tämän vuoksi heikolla perustalla, sillä korkean volatiliteetin vuoksi bitcoinin ei näyttäisi sopivan kumpaankaan tarkoitukseen hyvin. Volatiliteetti ei ole näyttänyt mitään vakiintumisen merkkejä eli kryptovaluutan hyvyys arvonsäilyttäjänä tai kaupankäynnin välineenä ei näyttäisi olevan paranemassa ainakaan lähitulevaisuudessa. Kuitenkin vuoden 2017 poikkeusta lukuun ottamatta bitcoinin volatiliteetti on ollut laskussa kullan tapaan. Mikäli lisää poikkeuksellisia vuosia ei tule, voi bitcoinin riski laskea lähemmäksi kullan tasoa, jolloin sen arvonsäilytysominaisuudet paranisivat ja siitä voisi tulla vakaampi ja vakavammin otettava pitkän aikavälin sijoitus. Tällä hetkellä aineistoa ei kuitenkaan ole saatavilla tarpeeksi varmuuden saamiseksi ja bitcoin voikin jäädä vain ohimeneväksi kuplaksi.

Toinen päätutkimuskysymys oli:

2. Miten bitcoin on suoriutunut sijoituskohteena vuosina 2013-2018 suhteessa kultaan?

Bitcoinin suoriutumista on lähdetty tutkimaan tarkastellen sen saamia tuottoja ja riskiä. Tuottoja tarkastellessa voidaan huomata, että bitcoinilla on potentiaalia paljon korkeampiin tuottoihin kuin kullalla. Tuottojen vaihteluväli on korkeampi, mutta niin myös niiden odotusarvo, minkä johdosta yleisellä tasolla bitcoin vaikuttaisi paremmalta sijoituskohteelta.

Kuitenkin, kuten Markowitz (1952) ajatteli, sijoittajaa kiinnostaa tuoton lisäksi myös sijoitukseen liittyvä riski. Bitcoin onkin tunnettu sijoituskohteena erityisesti korkeasta riskistään. Bitcoinin riskiä on tutkittu mittaamalla sille volatiliteetti ja Value at Risk -lukuja jokaiselle kuukaudelle tarkastelujaksolla, joita voidaan verrata vertailukohteeksi valitun

kullan saamiin vastaaviin. Volatiliteettia tarkastellessa bitcoinin volatiliteetti on absoluuttisia arvoja tarkastellessa vaihdellut enemmän, mutta suhteellisia arvoja tarkastellessa lähes saman verran kuin kulta. Kokonsa puolesta bitcoinin volatiliteetti on kuitenkin selkeästi korkeampi kuin kullan. Kullan saamat maksimiarvot eivät edes yllä bitcoinin tarkasteluajan jakson keskiarvoon, minkä johdosta voidaan todeta bitcoinin olevan erittäin paljon riskisempi sijoitus kuin kullan.

Value at Risk menetelmällä tarkasteltiin bitcoinin tappioriskiä. Bitcoinin tappioriski oli selkeästi korkeampi kuin kullan. Bitcoinin sijoituksesta pystyi tarkastelujaksolla keskimäärin päivässä menettämään 9% kun puolestaan kultasijoituksesta keskimäärin 2%. Kuukaudessa tämä tarkoittaisi, että sijoittaja voisi odottaa menettävänsä keskimäärin 41% bitcoinin arvosta ja 9% kullan arvosta. Eli kuukaudessa kultaan sijoitetusta rahamäärästä voi menettää saman verran rahaa kuin bitcoin sijoituksesta päivässä. Value at Riskin antamat maksimitappiot vaihtelivat kuitenkin ajanjakson aikana ja vuosien sisällä kuukausien välillä. Saman vuoden kuukausien välillä tapahtuneet muutokset olivat jopa korkeampia kuin vuosien välillä tapahtuneet. Pahimmillaan bitcoinista on voinut menettää koko sijoituksen arvon, kun puolestaan kullan huonoin mahdollinen tilanne sijoittajalle on tietänyt vain 18% menettämistä kokonaissijoituksesta. Tarkastelujakson kuluessa maksimitappiot ovat kuitenkin laskeneet.

Tuottojensa puolesta bitcoin vaikuttaisi paremmalta sijoituskohteelta, mutta riskinsä puolesta kulta vaikuttaisi sijoittajalle houkuttelevammalta kohteelta. Parhaiten suoriutunut sijoituskohde on siis se, mikä on tuottanut sijoittajalle parhaan tuloksen suhteessa riskiin. Tämän suhteen voi selvittää käyttämällä Sharpen lukua. Bitcoinin ja kullan Sharpen luvut vaihtelevat kuukausitasolla samalla alueella, minkä vuoksi nämä näyttäisivät ensi silmäykseltä olevan tasavertaisia sijoituskohteita. Kuitenkin tarkemman tarkastelun yhteydessä voi huomata, että bitcoinin saamat arvot ovat hieman korkeampia. Tämän voi huomata selkeämmin tarkastelemalla tuloksia vuositasolla, jolloin bitcoinin saamat vuositaso Sharpen luvut ovat selkeästi korkeampia. Kulta on puolestaan saanut tulokseksi nollan lähellä tai alle meneviä Sharpen lukuja suurimpina osina vuosista. Tämän perusteella tarkastelujaksolla 2013-2018 bitcoin on suoriutunut

kultaan nähden sijoituskohteena paremmin, minkä vuoksi spekulatiiviseen sijoittamiseen valmiina olevan sijoittajan olisi kannattanut tällä ajanjaksolla valita mieluummin bitcoin kuin kulta.

4.2 Jatkotutkimuksen kohteet

Tämä tutkimus tutki bitcoinin suoriutumista yksittäisenä sijoituskohteena, mutta todellisuudessa sijoittajilla on useista sijoitusinstrumenteista koostuvia sijoitusportfolioita. Tällöin olisi tärkeää tarkastella myös sijoituskohteen sopimista osaksi portfolioita. Tätä varten olisi hyvä tehdä jatkotutkimuksia bitcoinia tai useampia kryptovaluuttoja sisältävien portfolioiden suoriutumisesta. Portfolioissa on tärkeää myös hajautus, minkä vuoksi myös bitcoinin korrelaatiota muiden sijoitusinstrumenttien kanssa olisi hyvä tutkia. Varsinkin korkea riskinen sijoituskohde, kuten bitcoin, hyötyisi riskin hajauttamisesta. Tästä aiheesta on tehty vain vähän tutkimusta ja pieniltä ajanjakosilta, mikä johtuu kryptovaluuttamarkkinoiden nuoruudesta. Nyt olisi jo mahdollista tehdä tutkimusta jopa 10 vuoden ajalta, minkä johdosta tutkimuksista voitaisiin saada parempaa tietoa kuin aiemmin. Kiinnostavaa voisi olla myös tutkia eri kryptovaluuttojen välisiä korrelaatioita, tuottoja ja riskiä. Useammilla kryptoilla voisi olla mahdollista hajauttaa riskiä, mutta säilyttää niihin liittyvää korkeaa tuottoa. Muiden kryptovaluuttojen tutkiminen on kuitenkin hankalaa, sillä niistä on olemassa dataa vain erittäin pieneltä ajanjaksolta.

Bitcoinia on aiemmissa tutkimuksissa verrattu pääasiassa kultaan ja toisiin valuuttoihin. Kuitenkin voisi olla myös mielekästä verrata sen suoriutumista myös muunlaisiin sijoituskohteisiin, kuten esimerkiksi S&P 500 -indeksiin tai vastaavaan markkinaindeksiin. Nämä ovat erittäin eri tyyppisiä sijoitusinstrumentteja, mutta vertailulla voitaisiin selvittää, mikäli bitcoiniin tai muihin kryptoihin sijoittamalla voisi saada parempia tuottoja, kuin sijoittamalla matalariskiseen markkinaindeksiin. Seuraavan taloudellisen kriisin jälkeen olisi hyvä tarkastella kryptovaluuttojen suoriutumista taloudellisten kriisien aikana, jolloin voitaisiin selvittää, voisivatko ne toimia kullan ja Yhdysvaltain dollarin tapaan vaihtoehtoisena turvasatamana kriisien aikana. Myös hajauttamisen kannalta olisi hyvä tietää, kuinka paljon kryptovaluutat korreloivat perinteisten sijoitusvälineiden kanssa.

Myös bitcoinin ja kryptovaluuttojen taustalla toimivan lohkoketjuteknologian muita soveltamistarkoituksia olisi hyvä tutkia, vaikka kryptovaluutoista ei tulisikaan spekuloitu tulevaisuuden kaupankäynnin väline. Lohkoketjuteknologiaan perustuva järjestelmä olisi turvallinen, hajautettu tietokanta, joka ei vaatisi samanlaista luottamusta jäseniltään, kuin perinteiset tietokannat. Järjestelmä olisi ainakin käytännössä turvassa ulkopuolisilta hyökkäyksiltä. Tietokanta käyttäisi useamman eri tietokoneen prosessointitehoa ja tämän hajautuksen ansiosta järjestelmä ei myöskään ole riippuvainen minäkään yksittäisen palvelimen tai palvelinkeskuksen olemassaolosta.

Lähdeluettelo

Basile, I. & Ferrari, P. 2016. Asset Management and Institutional Investors. Cham: Springer International Publishing.

Baur, D., Dimpfl, T. & Kuck, K. (2018): Bitcoin, gold and the US dollar – A replication and extension. Finance Research Letters, Vol 25, 103-110.

Brauneis, A. & Mestel, R. (2018): Cryptocurrency-portfolios in a mean-variance framework. Finance Research Letters, Vol 28, 259-264.

Brooks, C. Introductory econometrics for finance. (2014) 3. painos. United Kindom: Cambridge University Press.

Brière, M., Oosterlinck, K. & Szafarz, A. (2015): Virtual currency, tangible return: Portfolio diversification with bitcoin. Journal of Asset Management, Vol 16, 365.

Coinmarketcap (2019): Historical data for Bitcoin [Verkkodokumentti] [Viitattu 27.05.2019] Saatavilla: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/historical-data/>

Dyhrberg, A. H. (2015): Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis. Finance Research Letters, Vol 16, 85-92.

Fama, E. F. (1970): Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. The Journal of Finance, Vol 25, No. 2, 383.

Geman, H. 2005. Commodities and Commodity Derivatives. Modeling and Pricing for Agriculturals, Metals and Energy. Chichester: John Wiley & Sons

Guesmi, K., Saadi, S., Abdid, I. & Ftiti, Z. (2018): Portfolio diversification with virtual currency: Evidence from bitcoin. International Review of Financial Analysis.

Hull, J. C. (2012). Options, futures and other derivatives, 8. painos. Harlow: Pearson Education Limited.

Klein, T., Pham Thu, H. & Walther, T. (2018): Bitcoin is not the New Gold – A comparison of volatility, correlation, and portfolio performance. International Review of Financial Analysis, Vol 59, 105-116.

Knüpfer, S. & Puttonen V. (2018): Moderni rahoitus. 10., uudistettu painos. Helsinki: Alma Talent.

Maringer, D. (2005): Portfolio Management with Heuristic Optimization. Boston, MA: Springer.

Markowitz, H. (1952): Portfolio selection, The Journal of Finance, Vol 7 (1), 77-91.

Mellet, A. 2011. BRICS CURRENCY VOLATILITY: CONFUSION OR INDECISION ?
Studia Universitatis Babes-Bolyai, Vol 56 (3),74-92

Nakamoto, S. (2008): Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic cash System. [verkkolähde]
Saatavilla: <https://nakamotoinstitute.org/bitcoin/>

Osterrieder, J. & Lorenz, J. (2017): A statistical risk assessment of bitcoin and its extreme tail behaviour. Annals of Financial Economics, Vol 12.

Puttonen, V. & Repo E. (2011): Miten sijoitan rahastoihin. 5., uudistettu painos. Helsinki: WSOY.

Quandl (2019a): Gold Price: London Fixing [Verkkodokumentti] [Viitattu 27.05.2019]
Saatavilla: <https://www.quandl.com/data/LBMA/GOLD-Gold-Price-London-Fixing>

Quandl (2019b): Treasury Bill Rates [Verkkodokumentti] [Viitattu 27.5.2019] Saatavilla:
<https://www.quandl.com/data/USTREASURY/BILLRATES-Treasury-Bill-Rates>

Ram, A. J. (2019): Bitcoin as a new asset class. *Meditari Accountancy Research*, Vol 27, No. 1, 147-168.

Russolillo, S. & Vigna, P. (2017): Bitcoin Loses 25% in Latest Wild Swing --- Canceled software update and concerns about coming futures hit cryptocurrency. *Wall Street Journal*, p. B.10.

Sharpe, W. F. (1966): Mutual Fund Performance. *Journal of Business*, Vol 39, No. 1, Part 2: Supplement on Security Prices, 119-138.

Sharpe, W. F. (1994): The Sharpe Ratio. *Journal of portfolio management*, Vol 21, No. 1, 49.

Surowiecki, J. (2011): Cryptocurrency. *Technology Review*, Vol 114, 106-107.

Symitsi, E. & Chalvatzis, K. J. (2018): Return, volatility and shock spillovers of Bitcoin with energy and technology companies. *Economics Letters*, Vol 170, 127-130.

Vaihekoski, M. (2016): *Rahoitusalan sovellukset ja Excel*. Helsinki: Talentum Pro.

Warwick, B. (2016): *Crypto as an Asset Class*. Investment Advisor.

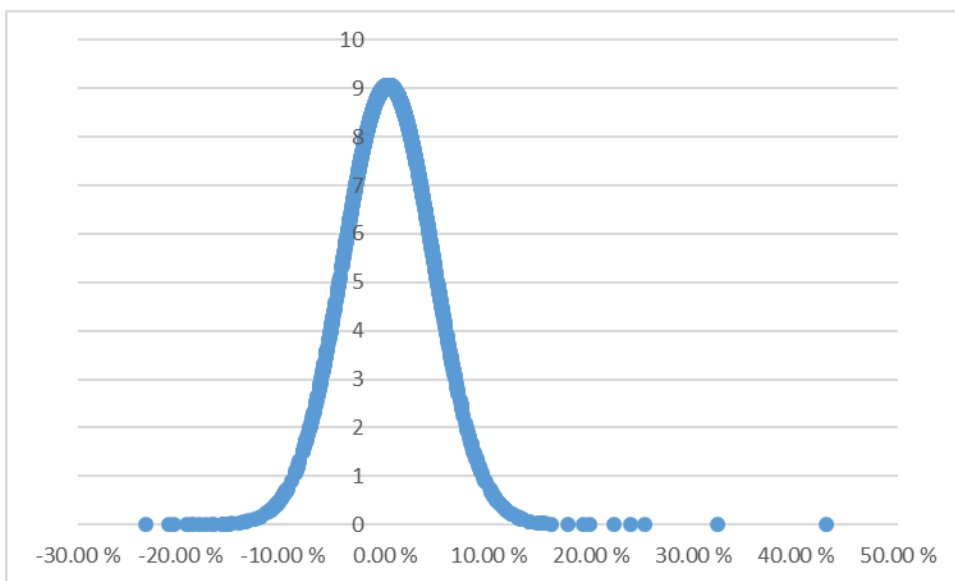
Williams, J. B. (1939): Theory of Investment Value. *The Economic Journal*, Vol 49, No. 193, 121-122.

Liitteet

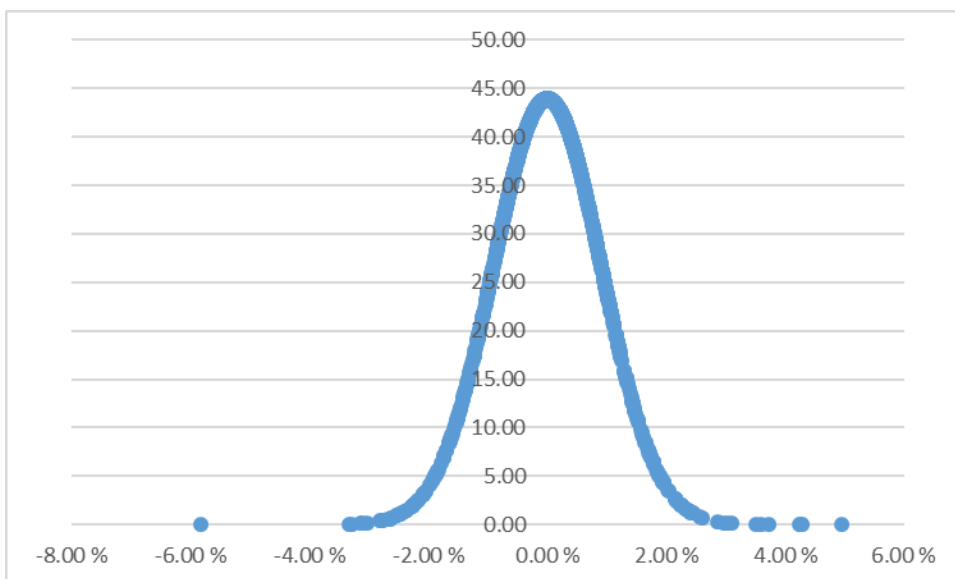
Liite 1 Bitcoinin ja kullan päivätuotot

Vaaka-akselilla sijoituksen päivätuotot, pystyakselilla normaalijakauman tiheysfunktion arvo, joka on laskettu Microsoft Excelin NORM.DIST() -funktiolla

Coinmarketcap -sivuston (2019) ilmoittamat bitcoinin päivätuotot (01.05.2013 – 31.12.2018) normaalijakautuneena



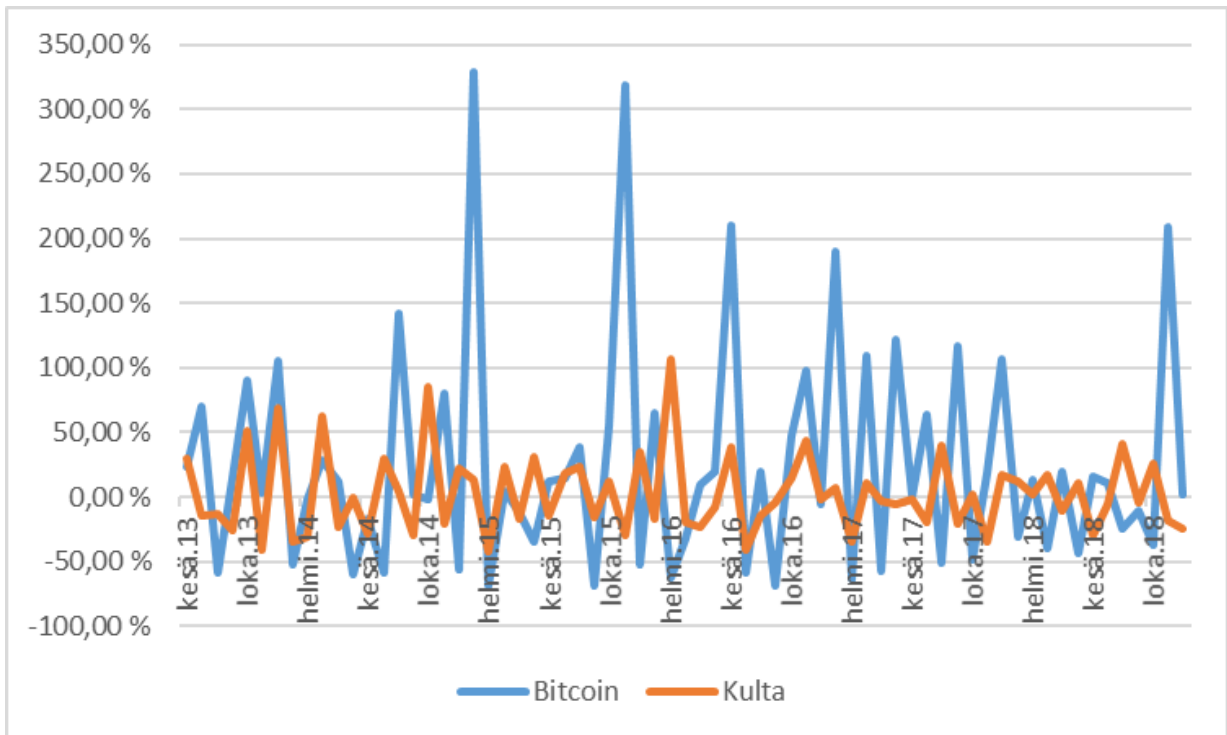
Quandl -sivuston (2019a) ilmoittamat kullan päivätuotot (01.05.2013 – 31.12.2018) normaalijakautuneena



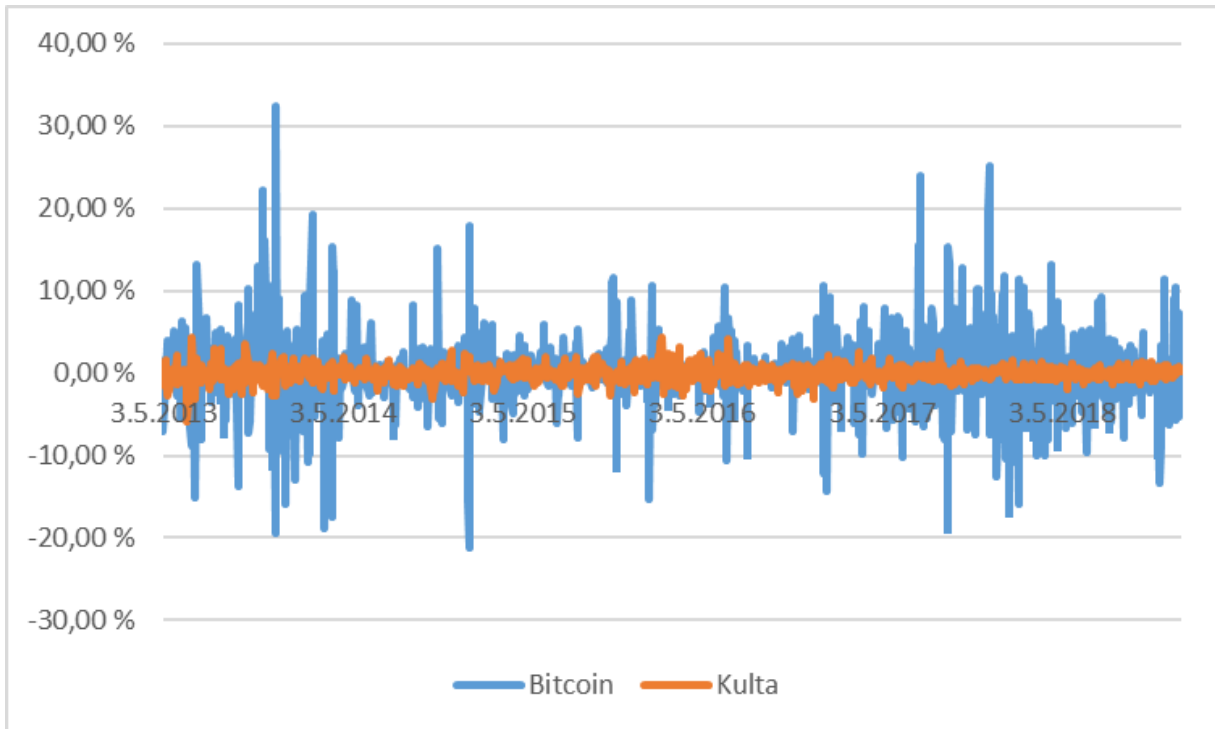
Liite 2 Bitcoinin ja kullan volatilitteetit

Bitcoin	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tammikuu	N/A	5,71 %	8,94 %	4,72 %	5,96 %	6,45 %
Helmikuu	N/A	5,62 %	2,78 %	1,77 %	2,15 %	7,28 %
Maaliskuu	N/A	7,22 %	2,89 %	1,19 %	4,48 %	4,37 %
Huhtikuu	N/A	8,04 %	2,53 %	1,30 %	1,91 %	5,22 %
Toukokuu	3,01 %	3,18 %	1,66 %	1,55 %	4,23 %	2,94 %
Kesäkuu	3,71 %	2,62 %	1,86 %	4,80 %	4,25 %	3,39 %
Heinäkuu	6,32 %	1,08 %	2,12 %	1,99 %	6,99 %	3,77 %
Elokuu	2,63 %	2,62 %	2,94 %	2,38 %	3,41 %	2,85 %
Syyskuu	3,03 %	2,68 %	0,92 %	0,75 %	7,39 %	2,55 %
Lokakuu	5,77 %	2,63 %	1,42 %	1,11 %	3,79 %	1,61 %
Marraskuu	5,92 %	4,72 %	5,95 %	2,19 %	4,48 %	4,97 %
Joulukuu	12,13 %	2,08 %	2,86 %	2,06 %	9,29 %	5,08 %
Koko vuoden	6,42 %	4,60 %	3,77 %	2,53 %	5,31 %	4,55 %
Annualisoitu	101,87 %	72,96 %	59,81 %	40,20 %	84,36 %	72,25 %

Kulta	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tammikuu	N/A	0,93 %	1,11 %	0,78 %	1,05 %	0,52 %
Helmikuu	N/A	0,65 %	0,64 %	1,61 %	0,68 %	0,53 %
Maaliskuu	N/A	1,05 %	0,79 %	1,30 %	0,75 %	0,62 %
Huhtikuu	N/A	0,81 %	0,66 %	1,00 %	0,73 %	0,56 %
Toukokuu	1,34 %	0,81 %	0,86 %	0,92 %	0,69 %	0,62 %
Kesäkuu	1,74 %	0,57 %	0,74 %	1,27 %	0,68 %	0,43 %
Heinäkuu	1,49 %	0,74 %	0,87 %	0,75 %	0,54 %	0,40 %
Elokuu	1,29 %	0,77 %	1,07 %	0,63 %	0,76 %	0,57 %
Syyskuu	0,95 %	0,54 %	0,90 %	0,61 %	0,60 %	0,55 %
Lokakuu	1,44 %	1,01 %	1,00 %	0,70 %	0,62 %	0,69 %
Marraskuu	0,85 %	0,80 %	0,71 %	1,00 %	0,40 %	0,56 %
Joulukuu	1,43 %	0,98 %	0,95 %	0,98 %	0,47 %	0,42 %
Koko vuoden	1,42 %	0,85 %	0,89 %	1,04 %	0,69 %	0,56 %
Annualisoitu	22,59 %	13,53 %	14,13 %	16,47 %	10,97 %	8,90 %

Liite 3 Volatiliteettien muutos-%

Liite 4 Bitcoinin ja kullan ylituotot



	Bitcoin	Kulta
Average	0,27 %	0,00 %
STDEV	4,55 %	0,90 %
Min	-21,15 %	-5,85 %
Max	32,38 %	4,28 %