



coinmotion wealth
RESEARCH

Huhtikuu 2023

Bitcoinin

Schrödingerin malli

Bitcoinin arvon määrittely arvon säilyttäjänä

Coinmotion Research

Tutkimuksia, selvityksiä ja julkaisuja

3 • 2023

Kirjoittaja(t): Raphael Zagury & Team Swan

Suomentanut ja muokannut: Thomas Brand



“Ihmisten valinnat ovat subjektiivisia, joten ei ole olemassa ‘oikein’ tai ‘väärin’ valittua rahaa. Valinnoilla on kuitenkin seurauksia.”

– **Saifedean Ammous**, taloustieteilijä¹

“Bitcoinin tavoin myös elävät olennot ovat volatiileja. Kuolleet asiat eivät ole kovin volatiileja.”

– **Michael J. Saylor**, MicroStrategyn perustaja²

“Bitcoinilla on vahvin vetovoima, ja syystäkin: se on toiminut ensimmäisestä päivästä lähtien, ratkaissut todellisten ihmisten oikeita ongelmia ja tuottanut todellista arvoa. Se toimii, koska sen ideoiden joukko vastaa parhaiten todellisuutta. Se on arvokasta, koska ihmiset uskovat sen arvolupaukseen ja hyvästä syystä: Bitcoin on tähän mennessä suurin, turvallisin verkko avoimeen ja digitaaliseen arvonsiirtoon. Ja sen vetovoima kasvaa.”

– **Gigi**, ohjelmistokehittäjä ja bitcoinaaja³

¹ Saifedean Ammous, 2019. *Bitcoin-standardi: Kohti avointa rahajärjestelmää*. Sastamala: Konsensus Network.

² Michael Saylor, [Twitter](#), 19.1.2021.

³ Gigi, 2019. [“Bitcoinin vetovoima: Kuinka idean ja arvon palautesilmukat vetävät ihmisiä puoleensa”](#). Brandin kirjasto, 26.11.2019.



Sisällysluettelo

[Tiivistelmä](#)

[1. Johdanto](#)

[2. Siirtymä perinteisestä säästämisestä vaihtoehtoihin omaisuuslajeihin](#)

[3. Bitcoin on monetisoituva omaisuususerä](#)

[4. Malli](#)

[4.1 Mallin osatekijät](#)

[4.2 Mallin yksinkertaistettu kuvaus](#)

[4.3 Mallin syötteen](#)

[5. Bitcoinin Schrödingerin mallin yhtymäkohdat Black-Scholes-Merton-malliin](#)

[6. Bitcoinin Schrödingerin malli ja volatilitetti ominaisuutena, ei poikkeamana](#)

[7. Johtopäätökset](#)



Tiivistelmä

Tässä muistiossa esitetään uusi tapa hahmottaa bitcoinin arvoa arvon säilyttäjänä ja tätä ominaisuuskokonaisuutta kuvaava valuaatio- eli arvostusmalli. Mallissa tarkastellaan bitcoinin potentiaalia siepata perinteisten omaisuususerien, kuten kiinteistöjen, osakkeiden ja joukkovelkakirjojen, rahapreemio.

Uusi malli, niin sanottu *bitcoinin Schrödingerin malli*, perustuu kvanttisuperposition käsitteeseen, jonka mukaan tietty järjestelmä voi olla useassa eri tilassa samanaikaisesti. Järjestelmä saavuttaa tosiasiallisen havaitun tilansa vasta, kun joku havainnoi sen. Bitcoinilla on kaksi mahdollista tulevaisuuden tilaa: *Bitcoin epäonnistuu ja on arvoton* (ns. Buffett-Munger-skenaario) tai *Bitcoin onnistuu sieppaamaan perinteisten arvon säilyttäjien rahapreemion kokonaan ja/tai osittain* (ns. Saylor-skenaario).

Maailman keskuspankit ovat toteuttaneet 2010-luvulla ennennäkemättömän rahapoliittisen kokeen, jonka tuloksena ihmisten käsitykset rahan arvosta ovat muuttuneet perustavalla tavalla. Sijoittajat ovat hakeneet käteisen sijaan turvaa muista omaisuuslajeista, jonka seurauksena finansialisaatio on kiihtynyt ja erilaisten omaisuuslajien rahapreemio on kasvanut.

Mallissa bitcoinin arvo perustuu todennäköisyyksiin siitä, että se onnistuu sieppaamaan osan tai kaiken muiden omaisuuslajien rahapreemion.

Suomenkielinen muistio perustuu Swan Researchin julkaiseman [raportin](#) käännökseen. Suomenkielinen versio ei kaikilta osin vastaa alkuperäistä. Kiitän Swan Bitcoinin sijoitusjohtajaa Raphael Zaguryä oikeudesta tuottaa ja julkaista suomenkielinen versio raportista.

1. Johdanto

Bitcoinia on verrattu vuosien varrella erilaisiin omaisuuden muotoihin ja muihin omaisuuslajeihin, joita on perinteisesti käytetty arvon säilyttämiseksi. Järkevät sijoittajat allokoivat pääomiaan osakkeisiin, joukkovelkakirjoihin, kiinteistöihin ja muihin vaihtoehtoihin arvon säilyttäjiin, koska kestävä rahaa ei ole tarjolla.

Michael J. Saylorin esittämän "Bitcoin as Property"⁴ -näkömyksen innostamana tässä raportissa tarkastellaan bitcoinin mahdollisuuksia *siepata* perinteisempien omaisuserien rahapreemio ja tämän sieppauksen vaikutuksia sekä bitcoinin että muiden omaisuserien arvostukseen.⁵

2. Siirtymä perinteisestä säästämisestä vaihtoehtoihin omaisuuslajeihin

Historiallisesti kokemattomat sijoittajat ovat sijoittaneet rahansa säästötileille, yhdistelmärahastoihin ja rahamarkkinarahastoihin, kun taas kokeneemmat sijoittajat ovat olleet tyypillisesti valmiita ottamaan korkeampaa riskiä ja hakeneet suurempia tuottoja muun muassa kiinteistö- ja pääomasijoituksista. Viime vuosikymmenen aikana, kun korkotaso on ollut poikkeuksellisen matala ja rahoitusvälineiden määrä on kasvanut, sijoittajat ovat pääosin turvautuneet osakkeisiin, kiinteistöihin ja pörssinoteerattuihin sijoitusrahastoihin (ETF) ensisijaisina arvon säilyttäjinä.

ETF:ien räjähdysmäinen yleistymisen ja asunto- ja kiinteistösijoittamisen suosion kasvu ovat johtaneet lukuisten omaisuserien monetisaatioon eli muuntumiseksi ainakin osittain rahan kaltaiseksi hyödykkeeksi. Vuoden 2021 loppuun mennessä monet omaisuserät, myös kiinteistöt, oli arvostettu selvästi yli niiden käyttöarvon.

⁴ The Bitcoin Layer. 2022, "[Bitcoin As Property: What Perfection Looks Like with Michael Saylor](#)".

⁵ *Rahapreemiolla* viitataan yksinkertaisesti ajatukseen siitä, että kaikilla tunnistettavilla ekonomisilla hyödykkeillä voi olla rahamaisia (ennen kaikkea arvonsäilyttäjämäisiä) ominaisuuksia, joiden vuoksi niiden hinta markkinoilla voi vaikuttaa olevan epäsuhdassa niiden käyttöarvon ja/tai "sisäisen arvon" kanssa. Käytännössä vain rahapreemion avulla voi ymmärtää, miksi esimerkiksi *kaikki* kullan markkina-arvo ei ole palautettavissa yksinomaan sen käyttöarvoon ja -kysyntään. Kullalla on jonkin verran "sisäistä arvoa" sen esteettisen viehättävyyden ja niukan tarjonnan vuoksi. Monet asiat ovat kuitenkin hyvin kauniit ja niukkoja, mutta tästä huolimatta ne eivät ole onnistuneet saavuttamaan asemaa yhtenä maailman tärkeimmistä vastapuoliriskittömistä haltijaomaisuuseristä ja keskuspankkien suosimista rahoitusvaroista. Kultaa on arvostettu kautta ihmiskunnan historian muustakin syystä kuin vain yhtenä tuotantopanoksena tuotantoprosesseissa. Sen uskotaan säilyttävän arvonsa ja tämä ominaisuus ei liity millään tavoin kullan rooliin tuotannossa tai muissa käyttötarkoituksissa. Rahapreemio on arvonsäilyttäjämäisyyttä määrittelevä seikka. Ks. Thomas B. Buchanan, 1894. [Principles of Money and Coinage](#). Denver, Colorado: The Chamber of Commerce and Board of Trade, s. 63–64.



Keskuspankit on käytännössä perustavanlaatuisesti horjuttaneet rahan arvoa ja luottamusta rahajärjestelmän vakauteen, jonka vuoksi lähes kaikista ihmisistä on tullut enemmän tai vähemmän ja tiedostaen tai tietämättään sijoittajia. Tämä pätee erityisesti niihin ihmisiin, jotka nauttivat taloudellisesta etuoikeudesta, jonka ansiosta heillä on saatavillaan laaja valikoima erilaisia sijoituskohteita tilanteessa, jossa *käteinen on roskaa*. Ihmiset ovat pakotettuja sijoittamaan, koska muuta vaihtoehtoa ei käytännössä ole. Tätä kehityskulkua kutsutaan *finansialisaatioksi*.⁶ Nykymaailmassa ihmisillä ei ole enää muuta vaihtoehtoa kuin etsiä uusia säästämisen muotoja, koska aina viime vuoden alkuun asti haasteena olivat epänormaalin matala korkotaso ja nyt korkean inflaation toimintaympäristö. Kaikista, jotka haluavat säästää, on käytännössä tehty vapaaehtoisesti tai lähes pakosta tuottoja jahtaavia sijoittajia. Finansialisaation – rahamaailman vallan ulottuminen lähes kaikkialle maailmassa – vaikutukset eivät kuitenkaan rajoitu vain rahoitus- ja rahajärjestelmään, vaan ulottuvat lähes kaikkiin yhteisöihin ja yhteiskuntiin ympäri maailmaa.⁷

3. Bitcoin on monetisoituva omaisuususerä

Bitcoin saattaa olla seuraava *monetisoituva* eli rahallistuva omaisuususerä. Se saattaa lisäksi demonetisoida monet muut perintäisemmät arvon säilyttäjät, kuten valuutat, joukkovelkakirjat, kiinteistöt, osakkeet ja jalometallit.

Kiinteistöjä pidetään usein haluttavana omaisuususeränä hyvin hajautetussa sijoitussalkussa niiden luontaisen käyttöarvon vuoksi, mutta niiden arvonmuodostukseen vaikuttaa merkittävästi myös niiden monetisaatio, mikä on johtanut 2010-luvulla muun muassa asunto- ja kiinteistösijoittamisen räjähdysmäiseen kasvuun. Kiinteistöjen monetisoituminen on myös ainakin osaltaan vahvistanut myös haluttavissa suurkaupungeissa erikoiseen ilmiöön, jossa on suuria määriä asuntoja ja kiinteistöjä tyhjinä tai vajaakäytössä. Kiinteistöjen ja asuntojen monetisaatio kasvattaa niiden kysyntää ja hintoja. Kannattaa kuitenkin pitää mielessä, että kiinteistöihin liittyy omat haasteensa. Esimerkiksi erilaiset verot ja maksut, ylläpito- ja rahoituskustannukset, asuntokaupan trendit ja vastaavat voivat merkittävästi vaikuttaa asuntosijoituksen odotettuihin tuottoihin.

Lisäksi kiinteistöt voivat myös ajan myötä menettää arvoaan, mikä heikentää niiden odotettua tuottoa entisestään. Osakehuoneistoissa asunto-osakeyhtiö (taloyhtiö) varsinaisesti omistaa rakennukset ja huoneistot, osakkeenomistajien ollessa huoneistojen haltijoita. Saattaa olla, että

⁶ Ryan McMaken, 2020. "[Finansialisaatio: Finanssiala on nyt maailmantalouden puikoissa](#)". *Brandin kirjasto*, 1.4.2023;

⁷ Ks. esim. Thomas I. Palley, 2013. *Financialization: The Economics of Finance Capital Domination*. New York, NY: Palgrave Macmillan; Malcolm Sawyer, 2022. *Financialization: Economic and Social Impacts*. Newcastle upon Tyne: Agenda Publishing.



rakennuksista ja huoneistoista löytyy yllättäviä ongelmia, joiden korjaaminen on kallista. Ehkä rakennuksia joudutaan purkamaan tai esimerkiksi vuokratontin omistaja vaatii aiempaa kovempaa tuottoa maalleen. Kaikki nämä tekijät saivat sijoittajat pohtimaan vaihtoehtoja varallisuutensa suojaamiseksi erityisesti aiemmassa matalan riskin ja matalan inflaation ympäristössä.

Bitcoin on sen sijaan "rakennus", jota ei voi tuhota, jota ei tarvitse ylläpitää tai huoltaa, ja joka tarjoaa ylivoimaisia arvon säilyttäjältä tyypillisesti edellytetyjä ominaisuuksia. Hajautettuna, turvallisena ja niukkana digitaalisena lohkoketjupohjaisena omaisuususeränä bitcoin saattaa siepata perinteisten omaisuususerien rahapreemion, mikä saattaa johtaa muiden omaisuuslajien osittaiseen tai täydelliseen demonetisointiin.

Bitcoin mielletään yhä useammin yliverlaiseksi arvon säilyttäjäksi useista syistä:

1. **Niukkuus:** Koskaan olemassa olevan bitcoinin määrä on kiinteä, 21 miljoonaa kolikkoa, minkä ansiosta bitcoin on absoluuttisen niukkaa ja tarjoaa suojaa rahainflaatiota vastaan.
2. **Siirrettävyys:** Bitcoin on helposti siirrettävissä ja tallennettavissa digitaalisesti, minkä ansiosta bitcoin on käytännöllisempää kuin kullan ja kiinteistöjen kaltaiset fyysiset omaisuususerät.
3. **Turvallisuus:** Bitcoinin perustana olevan lohkoketjuteknologian hajautettu luonne takaa sen turvallisuuden, jonka vuoksi sitä on äärimmäisen vaikea, ellei peräti mahdotonta, muuttaa.
4. **Läpinäkyvyys:** Kaikki Bitcoin-lohkoketjussa tehtävät liiketoimet kirjataan lohkoketjuun ikuisiksi ajoiksi, mikä luo läpinäkyvän ja aina tarkastettavissa olevan omistusrekisterin.
5. **Saatavuus:** Bitcoin on kaikkien niiden saatavilla, joilla on käytössään internetyhteys, mikä tekee siitä helposti saatavilla olevan arvon säilyttäjän.
6. **Muuttumattomuus tai sensuurinvastaisuus:** Omistusrekisteri on turvattu suurella ja kasvavalla tietokoneverkolla, joka koostuu täyssolmuista. Bitcoin-lohkoketjuun kirjattujen tapahtumien muuttaminen tai liiketoimien sensurointi on likipitäen mahdotonta. Tämä tarjoaa lisäturvaa ja vahvistaa bitcoinin asemaa luotettavana ja varmana arvon säilyttäjänä.

4. Malli

Bitcoinin Schrödingerin malli perustuu kvanttimekaniikasta tuttuun kvanttisuperposition käsitteeseen, jonka mukaan tietty järjestelmä voi olla useassa eri tilassa samanaikaisesti. Schrödingerin kuuluisa esimerkki kissasta suljetussa laatikossa havainnollistaa tätä arkijärjen



vastaista ajatusta, jossa oikeastaan vasta mittaustapahtuma romahduttaa kvanttimekaanisen järjestelmän tilan ja tuottaa ilmenevän mittaustuloksen. Tässä tapauksessa katsomme bitcoinilla olevan kaksi mahdollista lopputulemaa:

1. Bitcoin epäonnistuu ja on arvoton (ns. Buffett-Munger-skenaario⁸) tai
2. Bitcoin onnistuu ajan kuluessa sieppaamaan perinteisten arvon säilyttäjien rahapreemion osittain ja/tai kokonaan (ns. Saylor-skenaario⁹)

Emme ole absoluuttisen varmoja lopputulemasta, joten tässä uudessa mallissa esitetään todennäköisyyksiä eri mahdollisuuksille.¹⁰ Tämän avulla päädymme jossain mielessä suuntaa-antavaan arviointiin bitcoinin mahdollisesta hinnasta joskus tulevaisuudessa. Jos avaat suljetun laatikon ja tarkastelet maailmaa, jossa Saylor oli oikeassa, mitä tapahtui? Entä jos Buffett ja Munger olivat oikeassa?

4.1 Mallin osatekijät

Bitcoinin Schrödingerin mallissa lasketaan bitcoinin "käypä arvo" tänään seuraavien osatekijöiden avulla:

1. **Tarkasteltavan omaisuuslajin markkina-arvo:** Kunkin perinteisen arvon säilyttäjän (esim. kulta, kiinteistöt, osakkeet, joukkovelkakirjat) nykyinen markkina-arvo.
2. **Rahapreemion prosentuaalinen osuus markkina-arvosta:** Se osuus tarkasteltavan omaisuuserän markkina-arvosta, joka johtuu sen asemasta arvon säilyttäjänä (rahamaisuudesta).
3. **Sieppaamisen todennäköisyys:** Todennäköisyys sille, että bitcoin sieppaa kulloisenkin omaisuuserän rahapreemion.
4. **Sieppaamisen aikahorisontti:** Odotettavissa oleva aika, jonka kuluessa bitcoin sieppaa kulloisenkin omaisuuserän rahapreemion. Tämä voidaan myös mallintaa vektorina, jossa on eroteltuna sieppaamisen prosenttiosuudet ajan kuluessa.
5. **Diskonttokorko:** Korko, jolla tulevaisuuden odotetut sieppausarvot diskontataan nykyarvoon tämän päivän käyvän arvon määrittämiseksi

⁸ Warren Buffett ja Charlie Munger eivät pidä bitcoinista, ks. Cheyenne DeVon, 2023. "[Billionaire Charlie Munger: Cryptocurrency is 'crazy, stupid gambling,' and 'people who oppose my position are idiots'". CNBC Make it, 16.2.2023](#); Jack Denton, 2023. "[Berkshire's Charlie Munger Praises China for Banning 'Worthless' Bitcoin](#)". *Barron's*, 16.2.2023.

⁹ Nomad Capitalist, 2022. "[Why Michael Saylor Says Bitcoin is the Best Asset Class Now](#)". YouTube, 15.5.2021.

¹⁰ Swan Bitcoin, 2023. [Bitcoin's Schrödinger Model](#).



4.2 Mallin yksinkertaistettu kuvaus

Bitcoinin käypä arvo lasketaan kunkin omaisuuserän odotetun sieppausarvojen summana.

$$\left(\sum_{k=1}^n a_k \right)$$

missä kunkin omaisuuserän käypä arvo lasketaan seuraavasti:

$$a = \frac{(\text{markkina-arvo})(\text{monetisaatio-\%})(\text{tod})}{(1+r)^n}$$

Yhtälön osoittajan ja nimittäjän selitykset:

- *markkina-arvo*: Kunkin omaisuuserän nykyinen markkina-arvo fiat-rahassa mitattu
- *monetisaatio-%*: Prosenttiosuus kunkin omaisuuserän markkina-arvosta, joka on luonteeltaan monetaarista (ei hyötyarvoa)
- *tod*: Todennäköisyys sille, että bitcoin onnistuu sieppamaan omaisuuserän monetisoituneen arvon
- *r*: diskonttokorko¹¹

Kannattaa pitää mielessä, että yllä esitetyn kehyksen avulla voidaan pyrkiä bitcoinin nykyhintaa hyödyntämällä monetisoitumistodennäköisyyksiä.

4.3 Mallin syötteet

Alla on esitetty tärkeimmät mahdolliset bitcoinin demonetisoimat omaisuusluokat ja estimaatit niiden dollarimääräisestä arvostuksesta (huhtikuun 2023 arvioin).

1. Pörssilistatut osakkeet

- Oletus markkina-arvosta: **100 biljoonaa dollaria**
- Lähde: Osakemarkkinoiden globaalista markkina-arvosta on muodostettavissa suhteellisen luotettava arvio muun muassa Maailmanpankin¹² ja Statistan¹³ julkaisemien tilastojen perusteella. Arvio edustaa likimäistä arviota, koska

¹¹ Wikipedia. "[Diskonttaus](#)". Luettu 11.4.2023.

¹² Maailmanpankki, 2023. "[Market capitalization of listed domestic companies \(current US\\$\)](#)". Luettu 11.4.2023

¹³ Statista, 2023. "[Distribution of countries with largest stock markets worldwide as of January 2023, by share of total world equity market value](#)". Luettu 11.4.2023.



osakemarkkinoiden markkina-arvo vaihtelee kaupankäyntipäivittäin ja pörssilistattujen yhtiöiden lukumäärä ei ole vakio.

2. Joukkovelkakirjat

- a. Oletus markkina-arvosta: **130 biljoonaa dollaria**
- b. Lähde: Arvio joukkovelkakirjamarkkinoiden markkina-arvosta on johdettavissa esimerkiksi Kansainvälisen järjestelypankin¹⁴ tilastoista. Arvio edustaa likimäistä arviota, koska joukkovelkakirjamarkkinoiden markkina-arvo vaihtelee arkipäivittäin ja joukkovelkakirjojen määrä ei pysy vakiona. Oletus joukkovelkakirjamarkkinoiden markkina-arvosta pitää sisällään vain "kehittyneet taloudet".

3. Kulta

- a. Oletus markkina-arvosta: **10 biljoonaa dollaria**
- b. Lähde: Kullan globaali markkina-arvo on laskettu käyttämällä World Gold Counciliin¹⁵ julkaisemaa tilastointia louhitun kullan määrästä ja kullan markkinahinnasta (USD/oz) kirjoitushetkellä. Arvio edustaa likimäistä arviota, koska kullan markkina-arvo vaihtelee arkipäivittäin ja kultaa louhitaan vuodessa lisää noin 2 prosenttia p.a.

4. Hopea:

- a. Oletus markkina-arvosta: **1,3 biljoonaa dollaria**
- b. Lähde: Hopean globaali markkina-arvo on laskettu käyttämällä Silver Instituten¹⁶ dataa louhitun hopean määrästä ja hopean markkinahinnasta (USD/oz) kirjoitushetkellä. Arvio edustaa likimäistä arviota, koska hopean markkina-arvo vaihtelee arkipäivittäin ja hopeaa louhitaan vuodessa lisää noin 2-3 prosenttia p.a.

5. Kiinteistöt:

- a. Oletus markkina-arvosta: **320 biljoonaa dollaria**
- b. Lähde: Kiinteistöjen globaalista markkina-arvosta ei ole saatavilla luotettavaa arviota, mutta tässä tapauksessa oletus perustuu Savills Researchin¹⁷ tekemään laajamittaiseen työhön.

6. Kryptovarat:

- a. Oletus markkina-arvosta: **1 biljoonaa dollaria**

¹⁴ Kansainvälinen järjestelypankki, 2023. "[Total credit to the non-financial sector \(core debt\)](#)". Luettu 11.4.2023.

¹⁵ World Gold Council, 2023. "[Above-ground stocks, Feb 2023](#)". Luettu 11.4.2023.

¹⁶ Silver Institute, 2023. "[Silver Supply & Demand](#)". Luettu 11.4.2023.

¹⁷ Savills, 2021. "[The total value of global real estate](#)". Luettu 11.4.2023.



- b. Lähde: Kryptovaluuttojen ja muiden lohkoketjupohjaisten omaisuuserien markkina-arvon arviointiin liittyy paljon epävarmuuksia. Markkina-arvoista saa tarkempaa tietoa muun muassa CoinMarketCapista.¹⁸

5. Bitcoinin Schrödingerin mallin yhtymäkohdat Black-Scholes-Merton-malliin

Black-Scholes-Merton-mallia¹⁹ (BSM-mallia) käytetään (eurooppalaisten) optioiden hinnoitteluun ja arvon määrittämiseen. Fischer Black, Myron Scholes ja Robert C. Merton esittelemä BSM-malli²⁰ koski osakeoptioiden hinnoittelua ja se on tärkeä lähtökohta optiohinnoittelun kehitykselle. Myöhemmin tätä urauurtavaa työtä on laajennettu kattamaan myös muun muassa valuuttaoptiot²¹, jonka lisäksi myös muita optioiden hinnoittelumalleja on vuosien saatossa esitetty.²²

Optio on kahden osapuolen välinen johdannais sopimus eli rahoitusväline, joka antaa sen ostajalle oikeuden (mutta ei velvollisuutta) joko ostaa tai myydä kohde-etuutta, kuten osaketta, indeksiä tai raaka-ainetta, ennalta määritellyllä hinnalla sen erääntymispäivänä (eli joskus tulevaisuudessa). Option ostaja maksaa option hinnan eli preemion option myyjälle tästä oikeudesta.²³

¹⁸ CoinMarketCap, 2023. [Global Cryptocurrency Charts](#). Luettu 11.4.2023.

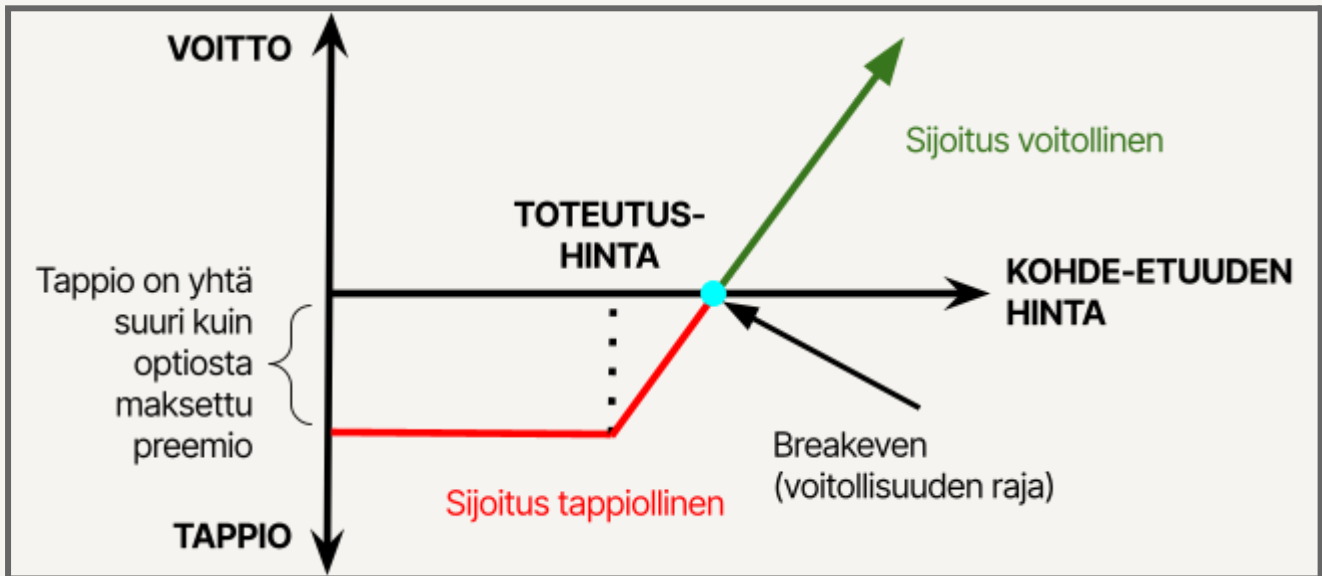
¹⁹ Fischer Black & Myron Scholes, 1973. "[The Pricing of Options and Corporate Liabilities](#)". *Journal of Political Economy* 81(3): 637–654; Robert C. Merton, 1973. "[Theory of Rational Option Pricing](#)". *Bell Journal of Economics and Management Science* 4(1): 141–183; ks. Christer Borell, 2014. "[Introduction to the Black-Scholes Theory](#)". Julkaisematon käsikirjoitus.

²⁰ Blackillä ja Scholesilla oli alussa vaikeuksia saada tutkimuksensa julkaistua, koska optiohinnoittelua pidettiin vielä 1970-luvun alussa aivan liian niche-aiheena. Blackin ja Scholesin artikkeli julkaistiin ennen Mertonin artikkelia, koska Merton oli ilmeisesti pyytänyt lehden päätoimittajaa odottamaan julkaisun kanssa. BSM-mallin synnystä tarkemmin, ks. Fischer Black, 1989. "[How we came up with the option formula](#)". *Journal of Portfolio Management* 15(2): 4–8.

²¹ Mark B. Garman & Steven W. Kohlhagen, 1983. "[Foreign currency option values](#)". *Journal of International Money and Finance* 2(3): 231–237.

²² Jeffrey Owen Katz & Donna L. McCormick, 2005. *Advanced Option Pricing Models: An Empirical Approach to Valuing Options*. New York, NY: McGraw Hill; Mondher Bellalah, 2008. *Exotic Derivatives and Risk: Theory, Extensions and Applications*. Singapore: World Scientific; Jerome Yen & Kin Keung Lai, 2015. *Emerging Financial Derivatives: Understanding exotic options and structured products*. Abingdon, Oxon: Routledge.

²³ Optioiden ja niiden hinnoittelun historiasta, ks. George Szpiro, 2011. *Pricing the Future Finance, Physics, and the 300-year Journey to the Black-Scholes Equation*. New York, NY: Basic Books.



Kuvio 1. Osto-option (engl. *call*) ostajan tuottojen ja tappioiden kehitys tuottokaaviolla esitettynä. Kohde-etuuden hinnan noustessa option hinta nousee ja toteutushinnan noustessa option hinta laskee, koska osto-oikeudesta saatava etu pienenee. Lähde: Lempinen (2020)²⁴

BSM-mallissa option arvo (C) riippuu useasta eri tekijästä: option kohde-etuuden nykyinen hinta (S_0), lunastus-/toteutushinnasta (X)²⁵, erääntymis-/juoksu-/voimassaoloaika eli maturiteetti ($T-t$), riskittömästä korkokannasta (jatkuva korko; r) sekä kohde-etuuden tuoton volatiliiteetista ($N(d_1)$ ja $N(d_2)$).²⁶ Option arvo on jaettavissa kahteen osaan: *perusarvo* ilmaisee sen, kuinka paljon suurempi kohde-etuuden sen hetkinen arvo on option lunastushintaan (engl. *payoff*) ja *aika-arvo* ilmaisee option hinnan ja sen perusvälisen erotuksen.

Eurooppalainen osto-optio (tai myyntioptiot) voidaan hinnoitella BSM-mallin mukaisesti viiden tekijän funktiona seuraavalla tavalla osittaisdifferentiaaliyhtälönä:

$$C(S_0, t) = S_0 N(d_1) - X e^{-r(T-t)} N(d_2)^{27}$$

Blackin, Scholesin ja Mertonin muotoilema matemaattinen kuvaus saattaa vaikuttaa hyvin monimutkaiselta, mutta yksinkertaistaen siinä arvioidaan kohde-etuuden hinnan eri skenaarioiden todennäköisyyksiä kohde-etuuden tuoton volatiliiteetin valossa (kuinka paljon kohde-etuuden hinta vaihtelee ajan kuluessa). Kaavalla lasketaan sitten option odotusarvo

²⁴ Antti Lempinen, 2020. [Black-Scholes -malli eurooppalaisten optioiden hinnoittelussa](#). Kandidaatintyö, Tampereen yliopisto

²⁵ Hinta, jolla option voi käyttää.

²⁶ emt.

²⁷ Jonne Kuittinen, 2012. [Black-Scholes-optiohinnoittelumalli](#). Pro gradu -tutkielma, Tampereen yliopisto; Ryan Brill (2018). "[Deriving the Black-Scholes Formula](#)". Julkaisematon käsikirjoitus.



näiden todennäköisyyksien perusteella diskontattuna nykyarvoon riskittömän korkokannan avulla eli option hinta määritellään siten, että option lunastushetkellä saatu tuotto diskontataan option saantohetkeen.

Kaavan vasen puoli edustaa osto-option arvoa (eli oikeutta ostaa kohde-etuus), kun taas oikea puoli edustaa lunastus-/toteutushinnan nykyarvoa (joka on taattu, jos option ostaja päättää käyttää etuoikeutensa) ja kohde-etuuden hinnan odotusarvon summaa erääntymispäivänä. Toisin sanoen osto-option hinta C_0 on yhtä suuri kuin kohde-etuuden nykyinen hinta S_0 , josta vähennetään option lunastushinnan nykyisyyteen diskontattu arvo $X^{-r(T-t)}$. Odotusarvo lasketaan kertomalla kohde-etuuden senhetkinen hinta normaalijakauman kertymäfunktioilla, joka perustuu kohde-etuuden tuoton volatilitteettiin.

Eräs keskeinen ero näiden kahden mallin välillä on se, että BSM-mallissa on tiettyjä oletuksia, jotka eivät kuitenkaan pidä reaali maailmassa paikkaansa. Malli on käytännöllinen approksimaatio, mutta sen rajoitteet on hyvä ymmärtää. BSM-mallin oletuksia ovat muun muassa välitön, veroton ja kuluton kaupankäynti (markkinoiden kitkattomuus), jatkuva aika ja jatkuva kaupankäynti, riskitön korko ja volatilitteetti ovat vakiot (ja molemmat tunnetaan) ja omaisuuserien hintajakaumat tunnetaan²⁸, kun taas aiemmin esitetty bitcoinin Schrödingerin malli perustuu kvanttisuperposition käsitteeseen, jossa kohde-etuus voi olla useassa eri tilassa ennen kuin se havaitaan (ja "aaltofunktio romahtaa"). Bitcoinin Schrödingerin malli määrittää jokaisella mahdollisella lopputulemalla todennäköisyydet, jotta bitcoinille saadaan laskettua käypä arvo, kun taas BS-kaavassa hyödynnetään normaalijakauman kertymäfunktioita, joka perustuu kohde-etuuden tuoton volatilitteettiin.

Toinen ero on siinä, että BSM-malli on suljettu, eli se voidaan ratkaista analyttisesti, kun muuttujat tunnetaan. Bitcoinin Schrödingerin malli on monimutkaisempi lähestymistapa, joka sisältää useita syötteitä ja epävarmoja laskelmia. Se on siis aina avoin uudelle tiedolle ja uusille tulkinnoille.

Näistä eroista huolimatta molemmilla malleilla pyritään arvioimaan omaisuuserän käypä arvo huomioimalla erilaisia tekijöitä, kuten omaisuuserän (kohde-etuuden) senhetkinen arvo, erääntymisaika, korkotaso ja volatilitteetti. Molemmissa malleissa huomioidaan myös äärimmäisten tulosten mahdollisuus ja tulevien tapahtumien epävarmuus, jotka voivat vaikuttaa omaisuuserän volatilitteettiin.

²⁸ Nämä oletukset koskevat option koko elinkaarta.



6. Bitcoinin Schrödingerin malli ja volatiliteetti ominaisuutena, ei poikkeamana

Julkisessa keskustelussa on kiinnitetty runsaasti huomiota bitcoinin ja muiden lohkoketjupohjaisten omaisuususerien merkittävään volatiliteettiin eli hintavaihteluun. Tässä osiossa esitämme, että bitcoinin Schrödingerin malli selittää bitcoinin volatiliteetin sen arvostuksen luonnollisena piirteenä, ei niinkään poikkeamana tai puutteena.²⁹ Lisäksi kiinnitämme huomiota siihen, miten volatiliteetti saattaa vähentyä siirryttäessä lähemmäs hyperbitcoinisaatiota.

1. Äärimmäiset lopputulemat

Bitcoinin Schrödingerin malli perustuu bitcoinin kahteen äärimmäiseen lopputulemaan: joko se epäonnistuu ja muuttuu arvottomaksi (ns. Buffett-Munger-skenaario) tai se onnistuu sieppaamaan perinteisten arvon säilyttäjien rahapreemion (ns. Saylor-skenaario). Tämän seurauksena malli ennustaa luonnostaan bitcoinin arvon heittelevän voimakkaasti, koska markkinatunnelmat ja ulkoiset tekijät vaikuttavat ihmisten näkemyksiin bitcoinista ja näiden kahden äärimmäisen lopputuleman todennäköisyyksistä. Tämän vuoksi muun muassa arviot muiden omaisuuslajien rahapreemiosta (ja sen kehityksestä), bitcoinin kyvystä siepata rahapreemiota ja sieppaukseen kuluva ajasta³⁰ saattavat muuttua diskonttokoron tavoin.

2. Pienet muutokset todennäköisyydessä, suuret muutokset käyvässä arvossa

Pienet muutokset jommankumman skenaarion arvioidussa todennäköisyydessä saattavat heijastua merkittävinä muutoksina bitcoinin käyvässä arvossa, kun otetaan huomioon kahden yllä esitetyn lopputuleman äärimmäinen luonne (tappio vs. voitto). Esimerkiksi markkinoiden luottamuksen vähäinenkin lisääntyminen bitcoinin tulevaisuuteen voisi johtaa markkinahinnan voimakkaaseen nousuun (ns. paraboliset nousut), kun taas luottamuksen heikkeneminen voi romahduttaa hinnan nopeasti. Esimerkiksi uusien teknologisten uhkien (vrt. kvanttilaskenta) todennäköisyyksiä ei yksinkertaisessa bitcoinin Schrödingerin mallissa

²⁹ Joukko bitcoina tutkineita on päätenyt siihen alustavaan näkemykseen, että bitcoinin hurjat hintaliikkeet ja leviäminen kulkevat käsi kädessä. Tämä näkemys on esitetty lukuisissa kirjoituksissa, ks. Esim. Vijay Boyapati, 2019. "[Bitcoinin valoisa tulevaisuus](#)" -kirjoitussarja. *Brandin kirjasto*, 28.8.2019.

³⁰ Toisaalta on myös mahdollista, että bitcoin onnistuu hetkellisesti sieppaamaan jonkin omaisuuslajin rahapreemion, mutta jonkin tapahtuman vuoksi siepattu arvo palautuu takaisin omaisuuslajin rahapreemioksi. Tällaisen skenaarion hahmottaminen on hankalaa, koska jos ja kun ihmiset ymmärtävät aiempaa paremmin bitcoinin arvolutauksen, miksi he tyytyisivät käyttämään arvon säilyttäjänä jotain bitcoina heikompa (synteettistä) hyödykettä?



ole määritelty, mutta myös ne on huomioitava, kun bitcoinin tulevaisuutta arvon säilyttäjänä ja arvonsiirtoverkkona arvioidaan.³¹

3. Ajan epävarmuus

Toinen bitcoinin volatiliteettia lisäävä tekijä on epävarmuus siitä, kuinka kauan hyperbitcoinisaatiovaiheen saavuttamiseen kuluu aikaa.³² Lisäksi on epäselvää, kuinka nopeaa hyperbitcoinisaatio on sen käynnistyessä ja kuinka se ilmenee eri puolilla maailmaa. Nousumarkkinoiden aikana käsitys hyperbitcoinisaatioon kuluva ajasta (t) tuppaa vähenemään, kun sijoittajat ovat optimistisempia bitcoinin leviämisen suhteen ja arvioivat myönteisemmin todennäköisyyksiä, joilla bitcoin sieppaa perinteisten omaisuususerien rahapreemion. Sitä vastoin laskumarkkinoilla arviot ajasta hyperbitcoinisaatiovaiheen saavuttamiseksi tупpaavat kasvamaan, kun markkinatunnelmat ovat synkemmät, epävarmemmat ja pelokkaammat. Ihmisten subjektiiviset ja epävarmat käsitykset ajasta kasvattavat bitcoinin hintavolatiliteettia entisestään.

4. Volatiliteetin väheneminen hyperbitcoinisaation lähestyessä

Hyperbitcoinisaatiota lähestyttäessä bitcoinin volatiliteetin odotetaan vähenevän. Tämä johtuu siitä, että ajan myötä markkinoilla on aiempaa enemmän tietoa bitcoinin levinneisyydestä, käytöstä, sääntely-ympäristöstä ja teknologisista kehitysaskelista. Tämän seurauksena markkinoiden käsitys kahden äärimmäisen tapahtuman todennäköisyyksistä muuttuu vakaammaksi, mikä vähentää hintavolatiliteettia.

Tiivistetysti voidaan sanoa, että bitcoinin Schrödingerin malli selittää bitcoinin volatiliteetin johtuvan luonnostaan sen arvostuksesta, joka perustuu äärimmäisiin lopputulemiin, pieniin muutoksiin todennäköisyyksissä ja hyperbitcoinisaatioon kuluva ajan epävarmuudessa.

Volatiliteetin voi odottaa vähenevän ja lähenevän nollaa, kun markkinat saavat enemmän tietoa, ymmärtävät paremmin bitcoinia ja hahmottavat sen arvolupauksen ja tulevaisuuden näkymät aiempaa paremmin.³³ Tämän seikan ymmärtäminen auttaa sijoittajaa ymmärtämään paremmin tässä esitettyä mallia ja arvioimaan paremmin bitcoinin vahvuuksia ja heikkouksia ja mahdollisuuksia ja uhkia.

³¹ Vrt. PlanB, 2020. "[Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi ja bitcoinin varanto-virtausmalli](#)". *Brandin kirjasto*, 31.1.2020.

³² Daniel Krawisz, 2014. "[Hyperbitcoinisaatio](#)". *Brandin kirjasto*, 9.12.2020.

³³ Erinomaisia kenttätutkimuksia ja kuvauksia siitä, miten bitcoin palvelee niitä, jotka tarvitsevat sitä eniten löytyy runsaasti viime vuonna julkaistusta teoksesta, ks. Alex Gladstein, 2022. *Check Your Financial Privilege: Inside the Global Bitcoin Revolution*. Nashville, TN: BTC Media.



7. Johtopäätökset

Bitcoinin Schrödingerin malli tarjoaa puitteet bitcoinin arvon määrittelylle tarkastelemalla sen potentiaalia saavuttaa perinteisten omaisuuserien, kuten kiinteistöjen, osakkeiden ja joukkovelkakirjojen, rahapremio ajan kuluessa. Ylivertaisena arvon säilyttäjän bitcoinilla on mahdollisuudet demonetisoida pitkällä aikavälillä kaikki perinteiset omaisuuserät, mikä johtaa muutokseen pääomien allokoinnissa ja niiden arvostamisessa.

Uusi malli valottaa lisäksi bitcoinin luontaista volatiliteettia, joka johtuu äärimmäisistä lopputulemista, pienistä muutoksista todennäköisyyksissä ja hyperbitcoinisaatioon kuluvan ajan epävarmuudessa. Kun markkinat saavat lisää tietoa ja luottavat yhä enemmän bitcoinin tulevaisuuteen, sen volatiliteetin odotetaan vähenevän ja lähenevän nollaa.

Lisäksi malli korostaa, että on tärkeää ymmärtää bitcoiniin liittyvät riskit, kuten sääntely-ympäristön muutokset, teknologiset haasteet ja muiden kryptovarojen tai vaihtoehtoisten arvon säilyttäjien aiheuttama kilpailu.

Bitcoinin Schrödingerin malli dynamiikkaa tarkastelemalla sekä bitcoinin volatiliteettia ja bitcoiniin liittyviin riskeihin tutustumalla sijoittajat voivat tehdä parempia päätöksiä bitcoiniin ja muihin omaisuuseriin liittyvistä kasvunäkemyksistään. Malli tarjoaa eväitä eri arvon säilyttäjien vahvuuksien ja heikkouksien ja mahdollisuuksien ja uhkien hahmottamiseen. Tämä kokonaisvaltainen lähestymistapa arvonmäärittelyyn tarjoaa kattavan menetelmistön arvioida bitcoinin potentiaalia sekä sijoituskohteena että mullistavana teknologiana.



Tuottaja(t)

Thomas Brand

Head of Institutions

Tärkeää tietoa

Tämä Coinmotion Researchin laatima muistio ("materiaali") keskittyy kryptovaluuttoihin, digitaalisiin varallisuuseriin, avoimiin lohkoketjuihin, rahoitusmarkkinoihin ja/tai finanssiteknologiaan.

Materiaali on laadittu yleisluontoiseksi tiedoksi ja informaatioksi niiden käyttöön, jotka ovat kiinnostuneita edellä mainituista aihealueista. Historialliset tuotot eivät ole tae tulevasta ja yksittäisen sijoituskohteen hinta voi vaihdella suuresti eri tekijöiden vuoksi.

Materiaalia ei ole tarkoitettu lain määrittelemäksi sijoitus-/verosuositukseksi, -neuvonnaksi tai -tutkimukseksi, eikä sitä tule ymmärtää sellaiseksi. Kryptovaluuttoihin, digitaalisiin varallisuuseriin, (avoimiin) lohkoketjuihin ja vastaaviin sijoittamiseen liittyy merkittäviä riskejä ja epävarmuustekijöitä. Materiaali pitää sisällään tulevaisuutta koskevia näkemyksiä, jotka liittyvät mahdollisiin tulevaisuuden tiloihin tai tapahtumiin, jotka ovat vain mielipiteitä ja hypoteeseja mahdollisista tapahtumista, lopputulemista ja/tai tuloksista. Todelliset kehityskulut voivat poiketa olennaisesti esitetystä.

Tavoitteena on tarjota mahdollisimman tarkkoja ja oikeita tietoja, mutta kirjoittaja ja/tai hänen työnantajansa ja/tai muut tahot eivät takaa kirjoituksessa olevien tietojen täydellisyyttä, soveltuvuutta, täsmällisyyttä, käyttökelpoisuutta tai virheettömyyttä. Kirjoitukseen kootuissa tiedoissa ja näkemyksissä saattaa ilmetä yllättäviä muutoksia. Materiaali pitää sisällään kuvia, kuvaajia ja vastaavia, jotka on koottu kirjoittajien kulloisellakin ajanhetkellä ja/tai tilanteessa luotettavina pitämistä lähteistä. Kirjoittaja ja/tai mikään muu taho ei vastaa tietojen oikeellisuudesta, tarkkuudesta tai ajantasaisuudesta.

Materiaalissa esitetyt tiedot ja arviot voivat muuttua nopeasti, eikä kirjoittaja ja/tai muu taho sitoudu päivittämään muutoksia materiaaliin.

Materiaalissa esitetyt kannanotot, näkemykset, kuviot/kaaviot, arviot ja ennusteet ovat kirjoittajien valikoimia, eikä niitä voi pitää minkäänlaisena kehotuksena toimeen tai päätökseen. Materiaalin sisältö ei välttämättä vastaa kirjoittajan ja/tai muiden tahojen kulloisiakin näkemyksiä materiaalissa käsitellyistä asioista.

Kirjoittaja ja/tai Coinmotion (Research) eivät ole vastuussa mistään menetyksistä, vahingoista tai kuluista tämän materiaalin käyttöön tai materiaalissa olevaan tai siitä mahdollisesti puuttuvaan informaatioon liittyen.

Materiaali on tarkoitettu vain lukijan yksityiseen opetukselliseen käyttöön.

Coinmotionin tuottama versio ei vastaa kaikilta osin alkuperäistä Swan Researchin julkaisua.

Don't trust. Verify. Do your own research.

Päivämäärä

v1.0: 26. huhtikuuta 2023

Palaute ja yhteydenotot

institutions@coinmotion.com