



LUT-kauppakorkeakoulu

Kauppatieteiden kandidaatintutkielma

Talousjohtaminen

Alhaisen volatiliteetin anomalia Helsingin pörssissä vuosina 2010-2019

9.5.2020

Tekijä: Johannes Niemi

Ohjaaja: Timo Leivo

TIIVISTELMÄ

Tekijä:	Johannes Niemi
Tutkielman nimi:	Alhaisen volatiliteetin anomalia Helsingin pörssissä vuosina 2010-2019
Akateeminen yksikkö:	LUT-kauppakorkeakoulu
Koulutusohjelma:	Kauppätieteet, Talousjohtaminen
Ohjaaja:	Timo Leivo
Hakusanat:	anomalia, volatiliteetti, CAPM, Sharpen luku, riski, tuotto

Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena oli selvittää, onko Helsingin pörssissä esiintynyt alhaisen volatiliteetin anomaliaa vuosina 2010-2019. Tutkimuksessa muodostettiin kaikista Helsingin pörssissä vaihdetuista osakkeista portfoliot osakkeiden volatiliteettien perusteella, joiden suoriutumista vertailtiin sekä toisiinsa että markkinaindeksiin. Tutkielmassa huomioitiin myös tarkasteluajavälillä pörssistä poistuneet yritykset mahdollisimman tarkan tuloksen aikaansaamiseksi. Portfoliot muodostettiin alhaisen sekä korkean volatiliteetin osakkeille vuosittain ja niiden keskimääräistä suoriutumista tarkasteluajavälillä arvioitiin kokonaisuutena. Portfolioiden suoriutumista mitattiin raakatuottoprosentilla sekä erilaisilla riskikorjatun tuoton mittareilla. Riskikorjatun tuoton mittareina toimivat Sharpen luku, Treynorin luku sekä Jensenin alfa.

Tutkimus antoi pitkälti samankaltaisia tuloksia kuin aiemmat tutkimukset aiheesta. Alhaisen volatiliteetin osakkeet olivat suoriutuneet huomattavasti korkean volatiliteetin osakkeita paremmin tarkasteluajavälillä kaikilla mittareilla arvioituna. Alhaisen volatiliteetin osakkeet olivat myös ajoittain pystyneet tuottamaan markkinaindeksiä paremmin. Tutkimustulokset eivät kuitenkaan kykene täysin vahvistamaan alhaisen volatiliteetin anomalian olemassaoloa Helsingin pörssissä tarkasteluajavälillä, sillä kaikki tutkimustulokset eivät olleet yleisesti hyväksyttävillä riskitasoilla tilastollisesti merkitseviä.

ABSTRACT

Author: Johannes Niemi
Title: Low-volatility anomaly in Helsinki Stock Exchange between 2010-2019
School: School of Business and Management
Degree programme: Business Administration, Financial Management
Supervisor: Timo Leivo
Keywords: anomaly, volatility CAPM, Sharpe ratio, risk, return

The aim of this Bachelor's thesis was to find evidence of low volatility anomaly in Helsinki stock exchange between 2010-2019. In order to examine the performance of low volatility stocks, two portfolios were created each year based on the volatility of the stocks. The performances of the constructed portfolios were compared to each other and to the market index. The research data consisted of all the traded companies in Helsinki stock market during the selected time period. The portfolios were constructed annually for low volatility and high volatility stocks. The average performance of the portfolios was evaluated using raw returns and risk adjusted measures. The selected risk adjusted measures were Sharpe's ratio, Treynor's ratio and Jensen's alpha.

The results of this study were fairly similar with previous studies. Low volatility stocks outperformed high volatility stocks when evaluated using the selected performance measures. At certain times, low volatility stocks managed to outperform the market index as well. Despite the achieved results, this study can not reliably confirm the existence of low volatility anomaly in Helsinki stock exchange during the selected time period because all of the results were not statistically significant at acceptable risk levels.

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto	1
1.1 Tutkielman tavoitteet ja tutkimusongelmat	1
1.2 Tutkielman rajaukset	2
1.3 Tutkielman rakenne	2
2. Teoreettinen viitekehys	4
2.1 Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi	4
2.2 Moderni portfolioteoria	5
2.3 Capital Asset Pricing-malli	6
2.4 Anomaliat yleisesti	9
3. Alhaisen volatiliteetin anomalia	11
3.1 Sijoittajien irrationaalinen käyttäytyminen	11
3.2 Arbitraasin esteet	12
3.3 Aiemmat tutkimukset	13
4. Käytettävät tutkimusmenetelmät ja aineisto	15
4.1 Tutkimusaineiston kuvailu	15
4.2 Portfolioiden muodostus	16
4.3 Portfolioiden menestyksen mittaus	17
4.3.1 Raakatuotto-%	17
4.3.2 Volatiliteetti	18
4.3.3 Beta-kerroin	19
4.3.4 Sharpen luku	19
4.3.5 Treynorin luku	20
4.3.6 Jensenin alfa	21
5. Tutkimustulokset	22
5.1. Portfolioiden tuottojen vertailu	23
6. Yhteenveto ja johtopäätökset	28
6.1 Yhteenveto	28
6.2 Johtopäätökset	30
6.3 Luotettavuuden arviointi ja jatkotutkimuskysymykset	30
Lähteet	32
Liitteet	36

1. Johdanto

Osakemarkkinoilla on pitkään vallinnut ajatus riskin ja tuoton suhteesta. Modernin rahoitusteorian mukaan, riski on sijoittajien maksama hinta suuremmista tuotoista – riskin kasvaessa myös tuotot kasvavat. Tuoton ja riskin välinen suhde on usein ensimmäinen asia, minkä kauppatieteilijät sisäistävät. Teoria vaikuttaa loogiselta, mutta se ei kuitenkaan ole täysin vedenpitävä.

Riskin ja tuoton todellista suhdetta on tutkittu laajasti. Useissa tutkimuksissa on todettu, että riski ja tuotto eivät olekaan täysin verrannollisia toisiinsa. Black, Jensen ja Scholes (1972) toteavat, että riski ja tuotto eivät kuljekaakaan käsi kädessä. Haugen ja Baker (1991) puolestaan havaitsivat, että alhaisen volatiliteetin portfoliot ovat tuottaneet hämmästyttävän suuria keskimääräisiä tuottoja suhteellisen pienellä riskillä jo vuosikymmenten ajan. Myös De Jong ja Palkar (2016) sekä Ang, Hodrick, Xing ja Zhang (2006) havaitsivat tutkimuksessaan, että suuren riskin osakkeet tuottavat hyvin heikosti ajan kuluessa. Matalan riskin osakkeet puolestaan ovat tuottaneet korkean riskin osakkeita suurempia tuottoja. Kyseiset matalariskiset osakkeet ovat erityisesti sellaisten sijoittajien suosiossa, jotka haluavat panostaa vähäriskisiin instrumentteihin tinkimättä tuotoista.

Alhaisen volatiliteetin anomalia on erittäin mielenkiintoinen ilmiö osakesijoittamisen näkökulmasta. Mahdollisuus voittaa markkinaindeksi sijoittamalla matalariskisiin instrumentteihin on osakesijoittajan unelma. Aihetta on kuitenkin syytä tutkia tarkasti, sillä anomaliat usein häviävät melko nopeasti niiden löytymisen jälkeen.

1.1 Tutkielman tavoitteet ja tutkimusongelmat

Tämän tutkielman päätavoitteena on selvittää, onko Suomen osakemarkkinoilla esiintynyt alhaisen volatiliteetin anomaliaa vuosina 2010-2019. Kansainvälisesti alhaisen volatiliteetin anomaliaa on havaittu useilla eri osakemarkkinoilla. Suomen osakemarkkinoilta aihetta on kuitenkin tutkittu melko vähäisesti.

Tämä tutkimus pyrkii siis vastaamaan seuraavaan päätutkimuskysymykseen:

”Onko Suomen osakemarkkinoilla esiintynyt alhaisen volatiliteetin anomaliaa tarkasteluaikavälillä?”

Tutkimus pyrkii myös vastaamaan seuraaviin alakysymyksiin:

”Miten alhaisen volatiliteetin osakkeet ovat suoriutuneet tuottojen valossa markkinaindeksiin verrattuna?”

”Miten alhaisen volatiliteetin osakkeet ovat suoriutuneet tuottojen valossa korkean volatiliteetin osakkeisiin verrattuna?”

1.2 Tutkielman rajaukset

Tutkielma on maantieteellisesti rajattu Helsingin osakemarkkinoille ja tutkielmassa hyödynnetään kaikkia OMXH:ssa vaihdettavia osakkeita. Tutkielman tarkastelu keskittyy aikavälille 2010-2019. Tämä rajaus on tutkielman kannalta erittäin tärkeä, sillä aiemmat tutkimukset Suomen osakemarkkinoilta ovat keskittyneet pitkälti finanssikriisin vaikutuksiin. Tarkastelun rajaaminen viimeiseen vuosikymmeneen tekee tutkimuksesta mielenkiintoisen ja ajankohtaisen. Osakkeiden tiedot hankitaan hyödyntämällä Thomson Reuters Datastream-tietokantaa.

1.3 Tutkielman rakenne

Tutkielma koostuu kuudesta kappaleesta. Ensimmäisessä kappaleessa esitellään tutkielman aihe ja tutkimusongelmat. Toisessa kappaleessa edetään tutkielman kannalta olennaisiin teorioihin sekä tutkimuksiin. Kolmas kappale on omistettu erityisesti alhaisen volatiliteetin anomaliaalle ilmiönä ja sen taustatekijöille. Neljännessä kappaleessa edetään tutkielman empiiriseen osioon. Ensin pureudutaan empirian kannalta olennaisiin kaavoihin sekä yhtälöihin, jonka jälkeen edetään tutkimusaineiston kuvailuun. Viidennessä kappaleessa pureudutaan tutkimustuloksiin ja niiden analysointiin. Kuudennessa kappaleessa tarkastellaan tutkielmaa

kokonaisuutena yhteenvedon sekä johtopäätöksien avulla. Työn lopussa arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta ja annetaan ehdotuksia jatkotutkimuksille.

2. Teoreettinen viitekehys

Tässä kappaleessa käsitellään tutkielman kannalta olennaisia teorioita sekä malleja. Tarkastelu aloitetaan tehokkaiden markkinoiden hypoteesilla sekä modernin rahoitusteorian periaatteilla. Modernin rahoitusteorian kannalta olennaisia malleja ovat moderni portfolioteoria sekä capital asset pricing -malli. Tämän jälkeen tarkastelu siirtyy anomalioiden yleiskäsittelyyn.

2.1 Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi

Rahoitusmarkkinoiden keskeisin tehtävä on allokoita varoja ylijäämäsektorilta alijäämäsektorille. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan, tehokkailla markkinoilla hinnat heijastavat kaikkea saatavilla olevaa informaatiota ja tulevaisuuden odotuksia (Fama 1970). Fama (1970) myös toteaa, että toimiakseen tehokkaasti markkinoiden tulee täyttää kolme vaatimusta: Markkinoilla ei ole kaupankäyntikustannuksia, kaikki saatavilla oleva informaatio tulee olla kaikkien saatavilla ilmaiseksi ja kaikki osapuolet ovat yksimielisiä saatavilla olevasta informaatiosta liittyen nykyisiin hintoihin ja hintojen tulevaisuuteen. Näiden ehtojen täytyessä, tehokkailla markkinoilla ei ole mahdollista saavuttaa systemaattisia ylituottoja riskin suhtautettuna, sillä osakkeiden hinnat reagoivat vain uuteen informaatioon viiveettä ja oikein. Todellisuudessa osakkeiden tarkan hinnan määrittäminen ei kuitenkaan ole mahdollista.

Faman (1970) mukaan markkinoilla on kolme eri tehokkuustasoa saatavilla olevan informaation luonteen mukaan. Tehokkaat markkinat voivat olla heikot, keskivahvat tai vahvat. Osakemarkkinat ovat heikosti tehokkaat, mikäli osakkeiden tulevia hintoja ei voida ennustaa historiallisia hintatietoja hyödyntämällä. Tällöin teknisen analyysin avulla ei kyetä saavuttamaan ylisuuria tuottoja. Teknisellä analyysillä tarkoitetaan osakkeiden kurssikehityksen analysointia ja sen pohjalta osakkeiden kurssikehityksen ennustamista. (Knüpfer & Puttonen 2018, 265)

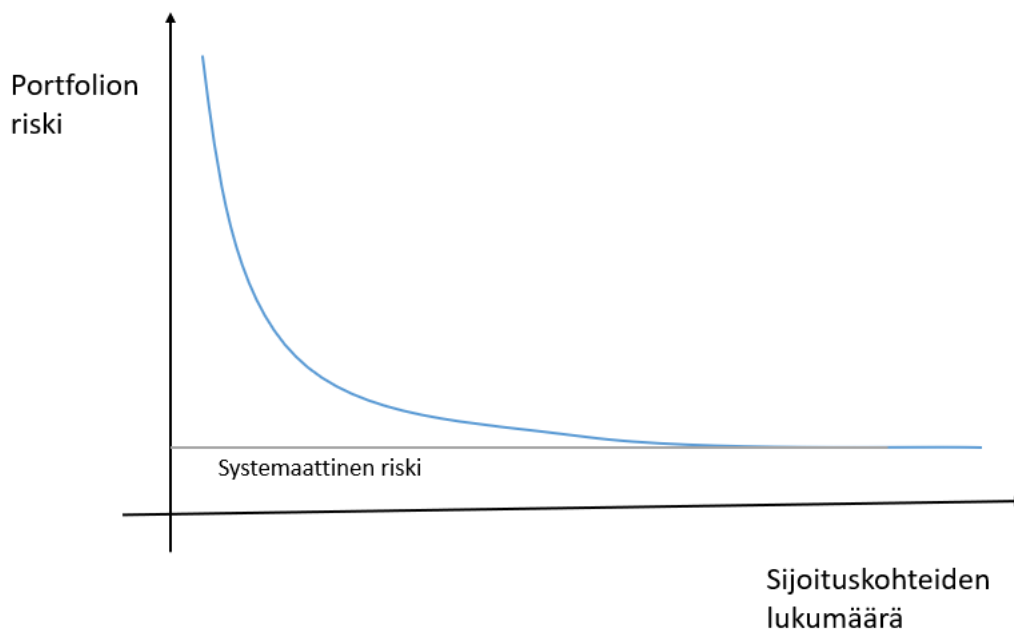
Satunnaiskulun teorian (random walk theory) mukaan osakkeiden hinnanmuutokset eivät ole mitenkään yhteydessä osakkeiden aiempiin hintojen muutoksiin. Tällöin historiallisten hintatietojen hyödyntäminen tulevaisuuden hinnanmuutosten ennustamiseksi on mahdotonta.

(Fama 1970; Malkiel 2003) Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi on tärkeä taustaoletus anomaliaita tutkiessa, sillä anomaliat mahdollistavat riskikorjattujen ylituottojen saavuttamisen.

2.2 Moderni portfolioteoria

Nykyaikainen rahoituksen opiskelu perustuu pitkälti moderniin rahoitusteoriaan. Modernin rahoitusteorian kulmakivenä voidaan pitää Markowitzin (1952) portfolioteoriaa käsittelevää artikkelia. Markowitz (1952) toteaa, että portfolion riskiä tulisi minimoida sijoittamalla kohteisiin, joiden tuotot korreloisivat mahdollisimman vähän keskenään. Markowitz (1991) toteaa, että portfolioita tulisi pyrkiä hajauttamaan mahdollisuuksien mukaan epävarmuuden vähentämiseksi. Portfolioita on kuitenkin käytännössä mahdotonta hajauttaa täydellisesti, sillä osakkeet korreloivat usein keskenään, ainakin hieman. Portfolion hajauttamista vaikeuttaa myös transaktiokustannukset. Kaupankäyntikustannukset voivat muodostua ongelmaksi etenkin piensijoittajien näkökulmasta.

Markowitz (1952) esitteli artikkelissaan myös tehokkaan rintaman (efficient frontier) käsitteen. Tehokkaan rintaman periaatteena on, että rationaaliset sijoittajat valitsevat portfolioista aina sen, jossa riskin ja tuoton suhde on paras. Mikäli portfolioilla on samansuuruinen riski, valitsee rationaalinen sijoittaja aina korkeampaa tuottoa tarjoavan portfolion. Sama asetelma pätee myös samaa tuottoa tarjoaviin portfolioihin – rationaalinen sijoittaja valitsee tällöin portfolion, jonka riski on alhaisempi. Kuvasta 1 voimme havaita, miten portfolion tuoton varianssi laskee, kun portfoliossa olevien sijoituskohteiden lukumäärä kasvaa. Tämä vaikutus korostuu erityisesti, kun sijoituskohteet korreloivat mahdollisimman vähän keskenään.



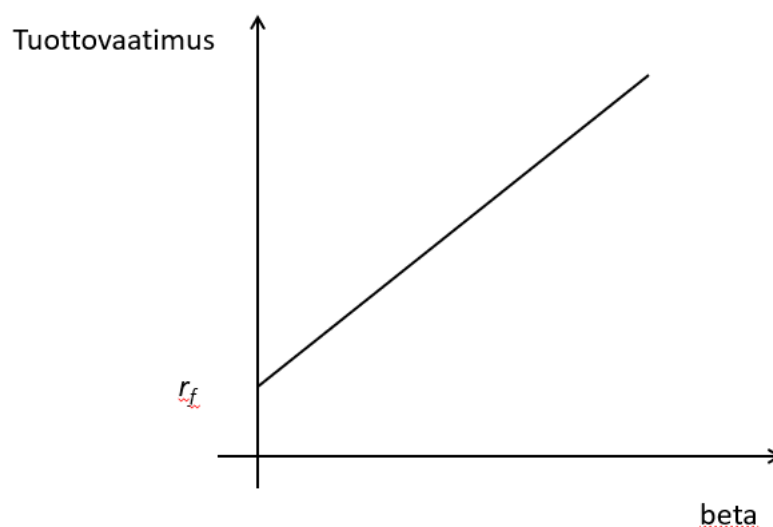
Kuva 1. Hajauttamisen vaikutus portfolion riskiin. (mukaillen Knüpfer & Puttonen 2018)

Sijoittajat ovat ensisijaisesti kiinnostuneita siitä riskistä, mikä jää portfolioon hajauttamisen jälkeen. Tätä riskiä kutsutaan systemaattiseksi riskiksi. Hyvin hajautetussa portfoliossa epäsystemaattisen riskin osuus on erittäin pieni, jolloin kaikki jäljellä oleva riski on systemaattista riskiä. (Knüpfer & Puttonen 2018, 147) Moderni portfolioteoria antaa hyvän käsityksen siitä, mitä portfolion riskille tapahtuu hajautuksen myötä. Se myös olettaa sijoittajien käyttäytyvän aina rationaalisesti, mikä ei todellisuudessa ole kuitenkaan mahdollista. Juuri sijoittajien irrationaalinen käyttäytyminen on yksi tärkeimmistä tekijöistä, mikä mahdollistaa anomalioiden esiintymisen osakemarkkinoilla.

2.3 Capital Asset Pricing-malli

Capital Asset Pricing -malli eli CAP-malli kehitettiin tehokkaiden markkinoiden hypoteesin sekä portfolioteorian tueksi osakkeen arvonmäärityksen työkaluksi. CAP-malli kehitettiin erityisesti William Sharpen (Sharpe 1964), John Lintnerin (Lintner 1965) ja Jan Mossinin (Mossin 1966) toimesta 1960-luvulla. Edellä mainituista tutkijoista William Sharpe palkittiin myös taloustieteen Nobelin palkinnolla vuonna 1990 (Niskanen & Niskanen 2007, 185). CAP-mallia voidaan pitää kenties tunnetuimpana osakkeen arvonmäärityksen mallina.

CAP-malli perustuu useisiin taustaoletuksiin markkinoista ja markkinaosapuolien käyttäytymisestä. Mallin mukaan, osakkeiden hinnat määräytyvät asetetun tuottovaatimuksen mukaan. Malli käsittelee riskiä ja tuottoa perinteisestä näkökulmasta – enemmän riskiä sisältävien osakkeiden tuoton on oltava suurempi kuin riskittömien sijoituskohteiden. Malli myös olettaa, että sijoittajien portfoliot ovat hajautettuja siten, että ne sisältävät vain systemaattista riskiä. Sijoittajat siis vaativat tuottoa vain portfolion systemaattiselle riskille. Tätä periaatetta havainnollistetaan kuvassa 2. Systemaattista riskiä kuvataan mallissa sijoituskohteen beta-kertoimella eli riskikertoimella. Beta-kerroin mittaa yksittäisen osakkeen herkkyyttä markkinaportfolioissa tapahtuville muutoksille. (Knüpfer & Puttonen 2018, 255) Kuvasta 2 voidaan havaita, että sijoittavat vaativat sijoitukselleen vähintään riskitöntä tuottoa r_f . Sijoittavat vaativat myös sitä suurempaa tuottoa mitä suurempi sijoituskohteen beta on.



Kuva 2. Arvopaperimarkkinasuora CAP-mallin mukaisesti (mukailtu Knüpfer & Puttonen 2018)

Riskittömästä tuotosta lähtevää suoraa kutsutaan usein arvopaperimarkkinasuoraksi (security market line, SML), jolla kaikki markkinoilla olevat sijoituskohteet sijaitsevat. (Niskanen & Niskanen 2007, 190) Arvopaperimarkkinasuoraa ja CAP-mallin oletuksia hyödyntämällä, voidaan muodostaa seuraava yhtälö:

$$E(r_i) = r_f + \beta[E(r_m) - r_f] \quad (1)$$

Jossa

$E(r_i)$ = sijoituskohteen tuotto-odotus

r_f = riskitön tuotto

β = beta-kerroin

$E(r_m)$ = markkinatuotto

$[E(r_m) - r_f]$ = riskilisä

Kaavasta 1 voimme havaita, että sijoituskohteen tuotto-odotus muodostuu riskittömän tuoton, markkinatuoton sekä systemaattisen riskin yhtälöstä. Kaavassa käytettävän beta-kertoimen määrittelyyn palaamme myöhemmin tutkimuksessa.

CAP-malli on yksi tärkeimmistä yksinkertaistetuista malleista tuottovaatimusten ymmärtämiseksi. Malli havainnollistaa, miten hajauttamattomia portfolioita muodostavat sijoittavat ottavat ylimääräistä riskiä, josta heitä ei palkita tuotoilla. (Perold 2004) CAP-malli on arvostuksesta huolimatta saanut osakseen myös kritiikkiä. Yksi kritiikin kohde on oletus tuottojen normaalijakautuneisuudesta. Tämän oletuksen mukaan osakemarkkinoilla ei tapahtuisi suuria heilahteluita ja tuottojen vaihtelu tapahtuisi keskiarvon lähellä. Blitz, Falkenstein ja van Vliet (2014) puolestaan toteavat, että CAP-mallin ennustama riskin ja tuoton suhde ei ole realistinen, sillä riskitön korkokanta ei pysy saman arvoisena ajan kuluessa. Myös anomalioiden olemassaolo osoittaa capital asset pricing -mallin oletuksen riskin ja tuoton positiivisesta korrelaatiosta olevan virheellinen.

2.4 Anomaliat yleisesti

Anomaliat ovat taloustieteellisessä kontekstissa säännönmukaisia poikkeavuuksia markkinoilla, joita ei voida ennustaa tai selittää perinteisien mallien avulla (Frankfurter & McGoun 2001). Rahoituksen yhteydessä anomaliat ovat usein poikkeavuuksia, joiden avulla sijoittajien on mahdollista saada epänormaaleja tuottoja. Anomaliat ovat mielenkiintoisia ilmiötä, sillä ne osoittavat olemassa olevien teorioiden haavoittuvuuden ja mahdolliset kehityskohdat. Toisaalta anomaliat kertovat myös markkinoiden tehottomuudesta ja osakkeiden yli- tai alihinnoitteluista. Eräitä tunnetuimpia anomalioita ovat arvoanomalialia, kokoanomalialia sekä momentum-anomalialia.

Arvoanomalialialla tarkoitetaan ilmiötä, jossa arvo-osakkeet tuottavat paremmin kuin kasvuosakkeet. (Basu 1975; Fama & French 1998) Arvoanomalialiaa on tutkittu runsaasti jo vuosikymmeniä, mutta ilmiötä ei ole kuitenkaan onnistuttu selittämään yksimielisesti. (Hwang & Rubesam 2013) Arvoanomalialiaa on havaittu maailmanlaajuisesti ja tutkijat myös pohtivat, voidaanko arvo-osakkeista koostuvien portfolioiden suorituskykyä vielä parantaa (Pätäri, Leivo, Hulkkonen & Honkapuro 2018).

Banz (1981) havaitsi tutkimuksessaan alhaisen markkina-arvon yritysten tuottavan hämmästyttävän hyvin. Banzin mukaan yrityksen kokoa tulisi käsitellä eräänä riskin mittarina. Tätä havaintoa kutsutaan kokoanomalialiksi. Kokoanomalialia on ilmiö, jossa alhaisen markkina-arvon yritysten osakkeet (small-cap) ovat kannattavampia kuin suuren markkina-arvon yritysten osakkeet (large-cap) riskikorjatuilla tuotoilla mitattuna. Korkeampi markkina-arvo on tietynlainen kokopreemio (size premium), jolloin yrityksen koon ja riskin välillä on positiivista korrelaatiota.

Momentum-anomalialialla tarkoitetaan ilmiötä, jossa osakkeiden kurssikehityksessä on havaittavissa tietynlaisia trendejä. Esimerkiksi tietyllä aikavälillä menestyneet osakkeet jatkavat menestymistään ja heikompien osakkeiden huono suoriutuminen jatkuu. Momentum-anomalialialle tyypillisten trendien oletetaan johtuvan sijoittajien irrationaalisesta käyttäytymisestä sekä tietynlaisten osakkeiden suosimisesta. Hyvin tuottavien osakkeiden oletetaan jatkavan me-

nestymistään ja sijoittajat perustavat investointipäätöksensä vain tähän havaintoon perustuen. (Jegadeesh & Titman 2001) Momentum-anomalian avulla voidaan siis saavuttaa ylituottoja sijoittamalla positiivista momentumia pitäviin osakkeisiin.

3. Alhaisen volatiliteetin anomalia

Alhaisen volatiliteetin anomaliaa käsiteltiin jo tutkielman johdannossa. Tässä kappaleessa pureudutaan erityisesti siihen, miksi alhaisen volatiliteetin anomaliaa esiintyy ja mitkä ovat alhaisen volatiliteetin anomaliaalle tyypillisiä tunnuspiirteitä. Baker, Bradley & Wurgler (2011) toteavat, että alhaisen volatiliteetin anomaliaa esiintyy erityisesti kahden ilmiön vuoksi. Nämä kaksi tekijää ovat irrationaalinen sijoittajakäyttäytyminen sekä arbitraasin esteet.

3.1 Sijoittajien irrationaalinen käyttäytyminen

Sijoittajien käyttäytymistä on tutkittu pitkään ja hartaasti. Yleinen käsitys sijoittajien tavoittelemasta voitonmaksimoinnista on laajalti tunnettu. Shefrin ja Statman (2000) havaitsivat, että sijoittajat näkevät sijoituksensa kerroksittain, ikään kuin pyramidina. Alimmalla tasolla on sijoittajan tavoite välttää taloudellinen katastrofi. Ylimmällä tasolla sijoittaja puolestaan pyrkii maksimoimaan voittonsa mahdollisen rikastumisen toivossa. Sijoittajat pyrkivät siis alimmalla tasolla minimoimaan riskiään, mutta ylemmällä tasolla muuttuvat riskineutraaleiksi, tai jopa riskiä etsiviksi sijoittajiksi. Tämän myötä sijoittajat saattavat maksaa liikaa korkean volatiliteetin osakkeista, jotka muistuttavat riskisyydeltään lottokuponkeja. Baker et al. (2011) sekä Blitz ja van Vliet (2007) kutsuvat ilmiötä lottokuponki -efektiksi.

Yksi sijoittajien irrationaalista käyttäytymistä kuvaavista ilmiöistä on edustuksellinen harha (representativeness). Baker et al. (2011) väittävät, että korkean volatiliteetin osakkeisiin suuntautuminen johtuu sijoittajiin kohdistuvista ennakkoluuloista ja -asenteista. Esimerkkinä näistä ennakkoluuloista toimii juurikin edustuksellinen harha, jolloin sijoittajat suosivat menestyneiden yritysten osakkeita analysoimatta sijoituksia tarkemmin. Yrityksen aiemman menestyksen oletetaan jatkuvan, jolloin sijoittavat saattavat huomaamattaan suosia korkean volatiliteetin osakkeita.

Sijoittajien liiallinen itseluottamus on eräs irrationaalisen sijoittajakäyttäytymisen kulmakivistä (Graves & Ringuest 2018). Sijoittajien liiallinen itsevarmuus aiheuttaa tilanteita, joissa sijoittajat suosivat korkean volatiliteetin osakkeita ilman rationaalista selitystä. Johnson ja

Fowler (2011) toteavat, että liiallinen itsevarmuus korostuu erityisesti ympäristöissä, joissa epävarmuus on jatkuvasti läsnä. Osakemarkkinat kuvastavat juuri tämänkaltaista ympäristöä. Sijoittajien liiallinen itsevarmuus voi ääritapauksissa johtaa tilanteisiin, jossa sijoittajat käyvät kauppaa negatiivisista tuotoista huolimatta (Barber & Odean 2001).

3.2 Arbitraasin esteet

Arbitraasilla tarkoitetaan mahdollisuutta tehdä voittoa ilman minkäänlaista riskiä (Knüpfer & Puttonen 2018 ,255). Arbitraasi voi esimerkiksi muodostua kahden markkinan välille, joilla kaupataan samaa tuotetta. Sijoittaja voi ostaa tuotteen toiselta markkinalta matalalla hinnalla ja myydä sen toisella markkinalla voitollisesti. Tällöin sijoittaja tekee voittoa ilman riskiä. Yksi arbitraasin esteistä ovat lyhyeksi myynnin (short selling) rajoitteet, jotka johtuvat suurista transaktiokustannuksista. Korkeimman volatiliteetin omaavat osakkeet ovat usein markkina-arvoltaan alhaisia ja alhaisen markkina-arvon osakkeita on hyvin kallista vaihtaa suurissa määrissä. Tämän vuoksi institutionaaliset sijoittajat eivät usein kykene lyhyeksi myymään korkean volatiliteetin osakkeita. (Baker et al. 2011)

Toinen arbitraasin esteistä liittyy sijoittajien kohtaamiin rajoitteisiin. Alhaisen volatiliteetin anomaliasta on mahdotonta saada täyttä hyötyä ilman velkavivun käyttöä. Teoriassa tämä on ymmärrettävää, mutta käytännössä suuri osa sijoittajista eivät joko kykene tai eivät ole valmiita käyttämään velkavivua tarvittavalla tavalla. (Blitz & van Vliet 2007) Sijoittajat voivat tulkita velkavivun käyttämisen ylimääräiseksi riskiksi, eivätkä tämän vuoksi halua hyödyntää vierasta pääomaa sijoituksissaan.

Shleifer ja Vishny (1997) puolestaan toteavat, että sijoittajien lähes sokea luotto yrityksiin, jotka ovat menneisyydessä olleet kannattavia sijoituksia, johtavat vääriin valintoihin ja korkean volatiliteetin osakkeiden ostamiseen. Sheifler ja Vishny (1997) toteavat myös, että vain harvat arbitraasia hyödyntävät sijoittavat todella ymmärtävät anomalioiden luonteen tarpeeksi hyvin hyödyntääkseen sen olemassaoloa.

3.3 Aiemmat tutkimukset

Kuten jo johdannossa mainittiin, alhaisen volatiliteetin anomaliaa on tutkittu jo vuosikymmeniä. Johdannossa myös hieman perehdyttiin ilmiöstä aiempiin tehtyihin tutkimuksiin. Tässä kappaleessa perehdymme syvemmin alhaisen volatiliteetin anomaliasta tehtyihin tutkimuksiin ja niiden johtopäätöksiin.

Aiemmin tutkielmassa todettiin, että erityisesti Haugenin ja Bakerin (1991) tutkimus osoitti alhaisen volatiliteetin osakkeiden tuottavan erinomaisesti odotuksiin nähden. Ang, Hodrick, Xing ja Zhang (2009) osoittivat korkean volatiliteetin osakkeiden hätkähdyttävän matalien tuottojen olevan maailmanlaajuinen ilmiö. Li, Sullivan ja Garcia-Feijóo (2014) puolestaan epäilivät, että vaikka alhaisen volatiliteetin anomaliaa on havaittavissa, sitä hyödyntämällä ei todellisuudessa kuitenkaan voisi saavuttaa ylisuuria tuottoja. Heidän mukaansa erityisesti transaktiokustannukset pilaavat todellisen mahdollisuuden ylituottoihin.

Maguire, Kelly, Miller, Moser, Hyland & Maguire (2017) kuitenkin osoittavat tutkimuksessaan, että alhaisen volatiliteetin osakkeita ostamalla ja säilyttämällä voidaan saavuttaa ylisuuria tuottoja ilman jatkuvaa tarvetta kaupankäynnille. Li, Sullivan ja Garcia-Feijóo (2016) sekä Blitz ja Vidojevic (2017) puolestaan totesivat, että alhaisen volatiliteetin anomalia mahdollistaa ylisuurien tuottojen saavuttamisen erityisesti alhaisen volatiliteetin osakkeiden hinnoitteluvirheiden vuoksi.

Alhaisen volatiliteetin anomalia on siis tunnistettu ilmiönä jo pitkään. Alhaisen volatiliteetin anomalian esiintymistä ei kuitenkaan pystytty yhdistämään mihinkään tiettyyn ilmiöön. Tutkijat pyrkivätkin etsimään loogisia selityksiä anomalian esiintymiselle. Blitz (2016) totesi, että alhaisen volatiliteetin sijoitusstrategialla sekä arvosijoittamisella on huomattavia yhteneväisyyksiä. Esimerkiksi teknologiakuplan aikakaudella sekä alhaisen volatiliteetin sijoitusstrategia että arvosijoittamista hyödyntävät strategiat molemmat välttelivät korkeariskisiä ja kalliita teknologiaosakkeita. Garcia-Feijóo, Kochard, Sullivan ja Wang (2015) puolestaan huomasivat, että alhaisen volatiliteetin anomaliassa on havaittavissa samankaltaista syklistyyttä kuin talouden suhdanteissa. Esimerkiksi viimeisen 85 vuoden aikana on ollut useampia pidempiä jaksoja,

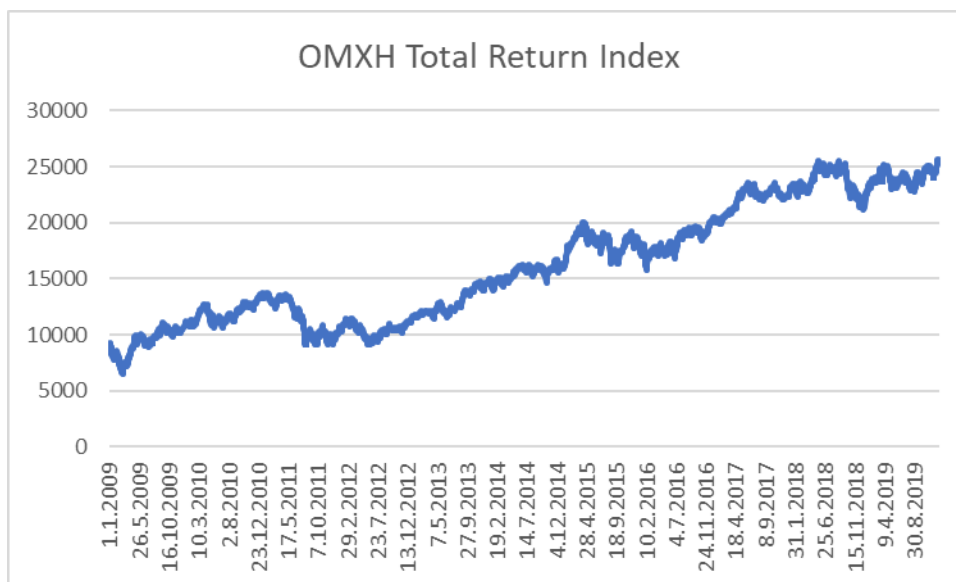
jossa korkean volatilitiitin osakkeet ovat tuottaneet paremmin kuin alhaisen volatilitiitin osakkeet. Nämäkin jaksot ovat olleet samankaltaisia, kuin talouden suhdanteelliset syklit. Toisaalta alhaisen volatilitiitin osakkeet ovat menestyneet erityisesti silloin, kun alhaisen betan osakkeet ovat saaneet suhteellisen korkeita B/P -lukuja. (Garcia-Feijóo et al. 2015)

4. Käytettävät tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tämä kappale käsittelee tutkielmassa hyödynnettäviä tutkimusmenetelmiä sekä tutkittavaa aineistoa. Ensin perehdytään käytettävään tutkimusaineistoon ja portfolioiden muodostukseen, jonka jälkeen pureudutaan tutkielman kannalta olennaisiin tunnuslukuihin.

4.1 Tutkimusaineiston kuvailu

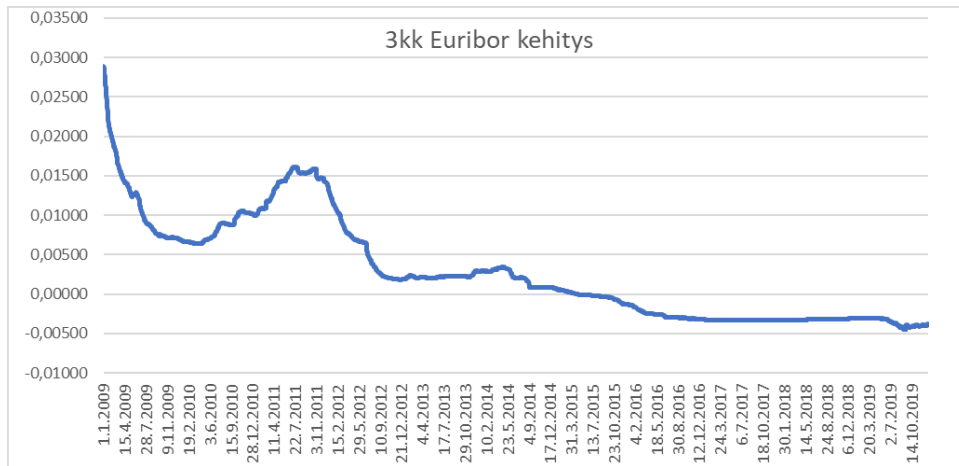
Tutkimusaineisto koostuu kaikista Helsingin pörssiin (OMX Helsinki PI) listatuista yrityksistä vuosina 2010-2019. Kaikki pörssitiedot haetaan hyödyntämällä Thomson Reuters Datastream -tietokantaa. Tarkasteluajanjaksolla pörssissä olevien yritysten lukumäärässä on luonnollisesti ollut vaihtelua. Tämä vaihtelu on otettu huomioon, joten pörssistä tarkasteluajanjaksolla poistuneet yritykset ovat sisällytetty tutkimukseen mahdollisimman tarkan tuloksen aikaansaamiseksi. Tutkimuksessa vertailuindeksinä toimii OMX Helsinki Total Return -indeksi. Kuvaaja 1 havainnollistaa markkinaindeksin kehittymistä tarkasteluajanjaksolla.



Kuvaaja 1. OMXH Total Return Index vuosina 2009-2019.

Kuvaajasta 1 voidaan helposti havaita Helsingin osakemarkkinoiden kehitys viimeisen vuosikymmenen aikana.

Portfolioiden suoriutumisen tarkastelua varten tarvitaan myös riskitön korkokanta. Tässä tutkielmassa hyödynnetään kolmen kuukauden Euribor-korkoa. Riskittömän koron kehitystä tarkasteluajavälillä havainnollistetaan kuvaajassa 2.



Kuvaaja 2. Kolmen kuukauden Euribor koron kehitys vuosina 2009-2019

Kuvaajasta nähdään selvästi, että riskitön korkokanta on vaihdellut melko runsaasti etenkin vuosikymmenen vaihteessa. Vuodesta 2011 korko on kuitenkin ollut tasaisessa laskussa ja lopulta painunut jopa negatiiviseksi.

4.2 Portfolioiden muodostus

Osakkeet jaotellaan volatiliiteetin mukaan alhaisen ja korkean volatiliiteetin osakkeisiin. Osakkeiden volatiliiteettien selvittämisen jälkeen, osakkeista muodostetaan kaksi portfoliota. Näihin kahteen portfolioon otetaan 15 matalimman- ja korkeimman volatiliiteetin osaketta. Kullakin osakkeella on portfolioissa sama painoarvo koko pitovuoden ajan. Portfoliot muodostetaan uudelleen joka vuodelle samaa periaatetta hyödyntäen. Kun portfoliot ovat muodostettu, verrataan niiden tuottoa ensiin toisiinsa ja sen jälkeen markkinaindeksin tuottoon. Portfolioiden tuottoja tarkastellaan keskeisten mittareiden avulla. Mittareina toimivat Sharpen luku, Jensenin alfa sekä Treynorin luku. Volatiliiteettia ja edellä mainittuja tunnuslukuja käsitellään myöhemmin tässä kappaleessa.

4.3 Portfolioiden menestyksen mittaus

Tässä kappaleessa keskitymme portfolioiden menestystä mittaavien tunnuslukujen ja tutkimusmenetelmien tarkasteluun. Tarkastelu keskittyy erityisesti mittareihin, joita hyödynnetään portfolioiden suoriutumisen vertailussa. Mittarit vertaavat erityisesti portfolioiden suoriutumista suhteutettuna riskiin. Tuloksia vertaillessa tulee huomioida, että luvut perustuvat historialliseen tietoon. Tarkastelu on siis hyödyllistä historiallisen menestyksen mittauksessa, mutta ne eivät sovellu tulevan menestyksen arviointiin.

4.3.1 Raakatuotto-%

Raakatuottoprosentti kuvaa portfolion tuottoa, josta ei ole vähennetty riskitöntä tuottoa. Raakatuottoa kuvataan tässä tutkielmassa hyödyntämällä logaritmisia päivätuottoja, jotka lasketaan seuraavalla kaavalla.

$$r_p = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (2)$$

Jossa

r_p = portfolion tuotto

ln = luonnollinen logaritmi

P_t = portfolion arvo hetkellä t

P_{t-1} = portfolion arvo hetkellä t-1

Logaritmisia päivätuottoja hyödynnetään, sillä prosentuaaliset tuotot eivät ole aivan yhtä normaalijakautuneita. Koska normaalijakautuneisuus on taustaoletuksena useissa tutkielmassa hyödynnettävissä malleissa, on logaritmisten päivätuottojen käyttö olennaista tutkimuksen tarkkuuden ja luotettavuuden parantamiseksi. Logaritmiset päivätuotot annualisoidaan vuosituotoiksi kertomalla päivätuotot vuotuisien kaupankäyntipäivien määrällä. Kun raakatuotosta vähennetään riskittömän tuoton keskiarvo, saadaan portfolioille laskettua riskikorjatut tuotot.

4.3.2 Volatiliteetti

Volatiliteetilla tarkoitetaan sijoituskohteen tuoton keskihajontaa ja sitä käytetään kuvaamaan sijoituskohteen riskisyyttä. Keskihajonta kuvaa toteutuneiden tuottojen vaihteluvälin suuruutta odotetun tuoton ympärillä. Mitä suurempi vaihteluväli on, sitä riskisemmästä sijoituskohteesta on kyse. Volatiliteettia voidaan käsitellä historiallisena sekä implisiittisenä volatiliteettina. Tässä tutkielmassa keskitytään vain historiallisen volatiliteetin käsittelyyn. Volatiliteetti ilmaistaan yleensä vuosittaisena prosenttina ja se voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - m)^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Jossa

σ_i = sijoituskohteen volatiliteetti

r_i = toteutunut tuotto

m = tuottojen keskiarvo

n = havaintojen lukumäärä

Myös volatiliteetin laskemiseen on käytetty logaritmisia päivätuottoja. Tulokset on annualisoitu vuosittaiseksi kertomalla keskihajonta kaupankäyntipäivien neliöjuurella. Volatiliteettien tarkastelussa on huomioitava erilaiset laskutavat ja niistä johtuvat pienet eroavaisuudet. Vertailuindeksin volatiliteetti on laskettu päivätuotoista ja portfolioiden volatiliteetit ovat laskettu hyödyntämällä varianssi-kovarianssi -matriisia.

4.3.3 Beta-kerroin

Beta-kerroin on toinen tapa ilmaista portfolion tai sijoituskohteen riskisyyttä. Beta-kerroin kuvaa erityisesti CAP-mallissa esitellyn systemaattisen riskin suuruutta sijoituskohteessa. Sijoituskohteen beta voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$\beta_i = \frac{Cov(r_i, r_m)}{Var(r_m)} \quad (4)$$

Jossa

β_i = sijoituskohteen beta-kerroin

r_i = sijoituskohteen tuotto

r_m = markkinatuotto

$Cov(r_i, r_m)$ = tuottojen kovarianssi

$Var(r_m)$ = markkinatuoton varianssi

Markkinoiden betan arvo on yksi. Mitä korkeamman beta-arvon sijoituskohde saa, sitä riskisemmästä sijoituskohteesta on kyse. Esimerkiksi, jos sijoituskohteen beta on yli yhden, on sijoituskohde markkinaportfoliota riskisempi. Sijoituskohteet, joiden beta on alle yksi ovat puolestaan markkinaportfoliota riskittömämpiä. Tässä tutkimuksessa beta on laskettu lineaarista regressiota hyväksikäyttäen, jossa selittävä muuttuja on portfolion riskikorjatut päivätuotot ja selittävänä muuttujana markkinaindeksin riskikorjatut päivätuotot.

4.3.4 Sharpen luku

Sharpen luku on kenties portfolion suoriutumisen mittareista kaikista yleisin ja käytetyin. Sharpen luku pyrkii kuvaamaan tuoton ja riskin suhdetta perinteisestä näkökulmasta. Luku kuvastaa erityisesti, kuinka paljon lisätuottoa on mahdollista saada lisäämällä portfolion riskisyyttä. (Sharpe 1966) Sharpen luku saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

$$S_i = \frac{R_i - R_f}{\sigma_i} \quad (5)$$

Jossa

S_i = Sharpen luku portfolioille

R_i = portfolion tuottojen keskiarvo

R_f = riskittömän tuoton keskiarvo

σ_i = portfolion volatilitiitti

Kaavassa riskittömänä tuottona toimii kolmen kuukauden Euribor-korkokanta, josta on laskettu tarkasteluajavälin keskiarvo. Mitä suuremman arvon Sharpen luku saa, sitä paremmin sijoituskohte on tuottanut lisättyyn riskiin suhteutettuna. Sharpen lukua on kuitenkin myös kritisoitu, sillä se ei ota huomioon portfolion sisäisten sijoituskohteiden korrelaatiota. Malli myös olettaa tuottojen olevan normaalijakautuneita. (Bailey & dePrado 2012)

4.3.5 Treynorin luku

Treynorin luku on hyvin samankaltainen riskikorjatun tuoton mittari kuin Sharpen luku. Treynorin luku eroaa Sharpen luvusta vain käytetyn riskimuuttujan suhteen. Treynorin luvussa hyödynnetään salkun systemaattista riskiä kuvastavaa beta-kerrointa volatilitiitin sijaan. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2019, 334) Treynorin luku voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$T_i = \frac{r_i - r_f}{\beta_i} \quad (6)$$

Jossa

T_i = Treynorin luku portfolioille i

r_i = portfolion tuottojen keskiarvo

r_f = riskittömän tuoton keskiarvo

β_i = portfolion beta-kerroin

Tässäkin kaavassa riskittömänä tuottona hyödynnetään kolmen kuukauden Euribor-koron keskiarvoa tarkasteluajanjaksolta.

4.3.6 Jensenin alfa

Jensenin alfa vertaa portfolion tuottoa CAP-mallin ennustamaan tuotto-odotukseen. Näiden tuottojen erotus kuvaa portfolion odotetun tuoton ja toteutuneen tuoton suhdetta. Jensenin alfa kuvaa erityisesti sitä, ylittääkö portfolion toteutunut tuotto CAP-mallin mukaan ennustetun tuoton. Jensenin alfa voi saada positiivisia- tai negatiivisia lukuja, jotka kuvaavat portfolion yli- tai alisuoriutumiseen odotuksiin nähden. (Kallunki et al. 2019, 334) Jensenin alfa saadaan laskettua seuraavaa kaavaa hyödyntämällä:

$$a_i = r_i - r_f - \beta_i(r_m - r_f) \quad (7)$$

Jossa

a_i = Jensenin alfa portfoliolla i

r_i = portfolion tuotto

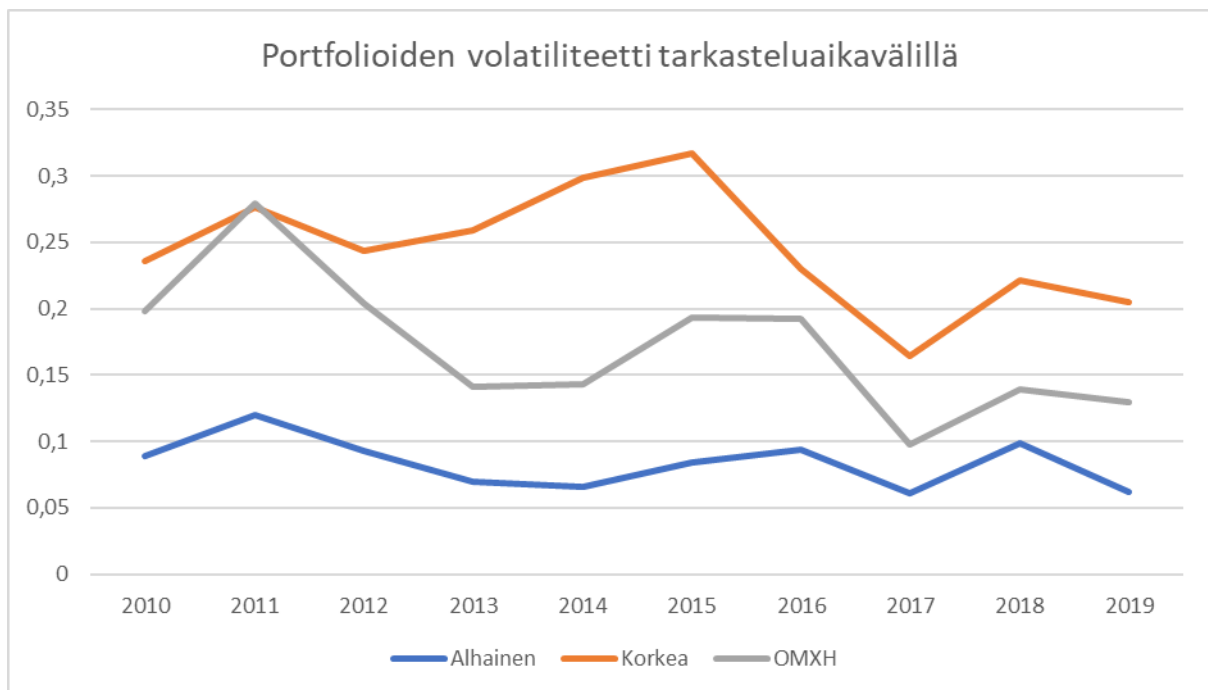
r_f = riskitön tuotto

r_m = markkinatuotto

β_i = portfolion beta-kerroin

5. Tutkimustulokset

Tässä kappaleessa pureudutaan varsinaisiin tutkimustuloksiin sekä niiden analysointiin. Aluksi tarkastelu keskittyy erityisesti portfolioiden ja markkinaindeksin tuottojen vertailuun. Tämän jälkeen siirrytään tarkastelemaan tutkimustuloksia aiemmin kuvailtuja mittareita hyväksikäyttäen. On tärkeää huomioida, että tutkimustulokset ovat keskimääräisiä arvoja tarkasteluajanjaksolta, eivätkä ne tämän vuoksi mallinna portfolioiden absoluuttista suoriutumista. Kuvaaja 3 kuvastaa portfolioiden sekä markkinaindeksin volatiliteetin vaihtelua tarkasteluajavälillä.



Kuvaaja 3 Portfolioiden volatiliteetti tarkasteluajavälillä.

Kuvaajasta 3 havaitaan erityisesti alhaisen ja korkean volatiliteetin portfolioiden välisten volatiliteettiin valtava ero. Markkinaindeksin volatiliteetti asettuu luonnollisesti portfolioiden väliin. Kuvaajasta on myös havaittavissa samankaltaista vaihtelua tiettyjen vuosien välillä. Erityisesti vuonna 2017 kaikkien portfolioiden volatiliteetti on laskenut selvästi edellisestä vuodesta ja lähtenyt seuraavana vuonna taas selvään nousuun. Kuten jo aiemmin tutkimuksessa mainittiin, volatiliteettien vertailussa tulee ottaa huomioon portfolioiden ja markkinaindeksin volatiliteettien laskennalliset erot.

5.1. Portfolioiden tuottojen vertailu

Tutkittavat portfoliot ovat muodostettu vuosittain alhaisen volatiliteetin (Alhainen) sekä korkean volatiliteetin (Korkea) portfolioiksi, joiden keskimääräistä suoriutumista tarkastellaan kokonaisuutena tarkasteluajanjaksona. Portfolioiden muodostusperiaatteena on käytetty ainoastaan osakkeiden vuotuista volatiliteettia. Tästä johtuen erityisesti korkean volatiliteetin portfolioiden tuottojen vaihtelu on tarkasteluajanjaksolla ollut hyvinkin suurta verrattuna markkinaindeksiin sekä alhaisen volatiliteetin portfolioon. Taulukosta 1 havaitaan, että markkinaindeksi on keskimääräisellä raakatuotto prosentilla mitattuna suoriutunut paremmin, kuin alhaisen ja korkean volatiliteetin portfoliot. OMXH-indeksi on tarkasteluajavälillä tuottanut keskimääräisesti 7,86% per vuosi, kun taas Alhainen portfolio tuotti 6,32% ja Korkea portfolio tuotti keskimääräisesti tappiota -9,21% per vuosi. Raakatuotto prosenttien kannalta tulkittuna alhaisen volatiliteetin osakkeisiin sijoittaminen ei tuota epänormaaleja tuottoja. Toisaalta korkean volatiliteetin osakkeet ovat tuottaneet hälyttävän huonosti verrattuna alhaisen volatiliteetin osakkeisiin sekä markkinaindeksiin.

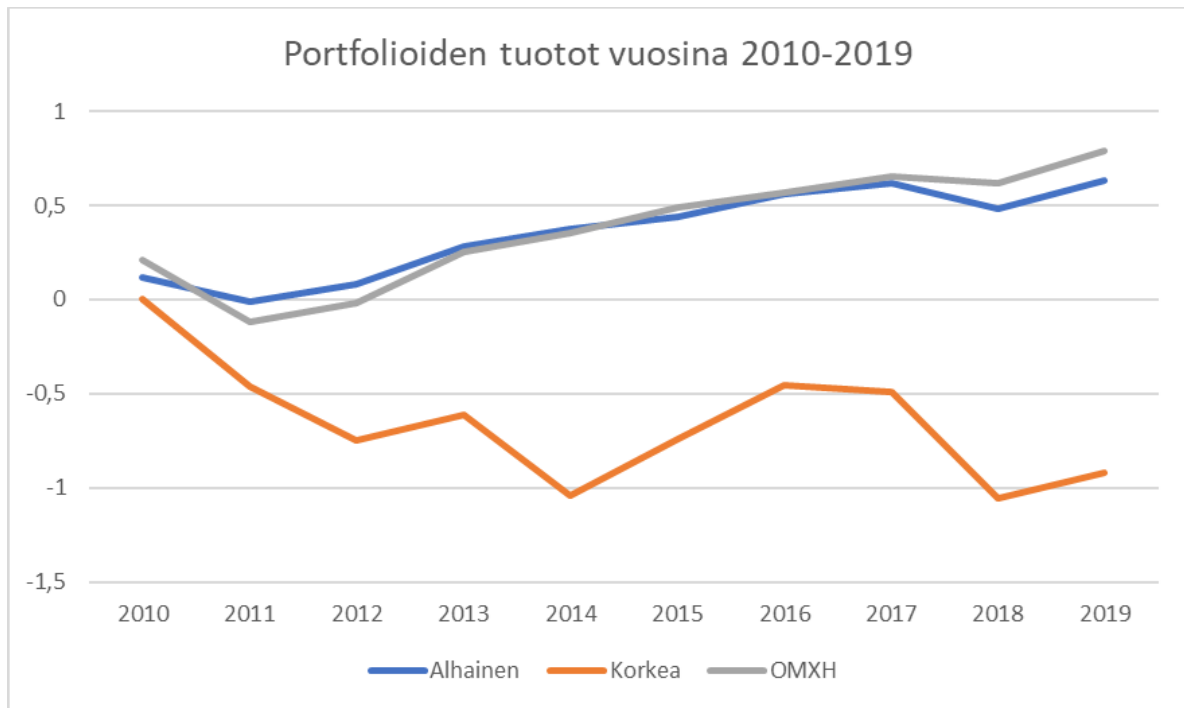
Raakatuotto prosentti ei ole kuitenkaan optimaalinen tapa tarkastella portfolioiden suoriutumista. On myös syytä tarkastella portfolioiden riskikorjattua tuottoa, joka saadaan vähentämällä riskitön tuotto portfolioiden raakatuotosta. Riskikorjatun tuotto prosenttien valossa portfolioiden keskimääräinen suoriutuminen ei ole juurikaan muuttunut raakatuotto prosentista. Taulukosta 1 havaitaan että alhaisen volatiliteetin portfolioiden keskimääräinen riskikorjattu tuotto prosentti viimeisen kymmenen vuoden ajalta on 6,13%. Korkean volatiliteetin osakkeet ovat puolestaan edelleen tappiollisia -9,40% riskikorjatulla tuotto prosentilla. Markkinoiden keskimääräinen vuosittainen riskikorjattu tuotto prosentti on puolestaan 7,67%.

Taulukko 1 Portfolioiden keskimääräinen vuotuinen raaka- ja riskikorjattu tuotto-% sekä volatiliteetti

Vuotuinen raakatuotto-%	6,32 %	-9,21 %	7,86 %
Vuotuinen riskikorjattu tuotto-%	6,13 %	-9,40 %	7,67 %
Volatiliteetti	8,37 %	24,50 %	17,17 %

Aikavälillä käytetty riskittömän tuoton mittari, 3kk Euribor, on pysynyt erittäin pienissä arvoissa, jolloin riskikorjattu tuotto prosentti ei juuri muutu raakatuotto prosentista.

Aiemmin tutkielmassa todettiin, että modernin rahoitusteorian mukaan riskillä ja tuotolla tulisi olla positiivista korrelaatiota. Taulukon 1 luvut kuitenkin osoittavat täysin toisenlaisia tuloksia. Kuvaaja 3 havainnollistaa erinomaisesti portfolioiden ja markkinaindeksin tuottojen kehitystä tarkasteluajavälillä.



Kuvaaja 4 Portfolioiden sekä markkinaindeksin tuotot vuosina 2010-2019

Kuvaajasta 3 havaitaan erityisesti korkean volatiliteetin portfolioiden tuottojen raju heittäily. Korkeamman riskin ottaminen ei ole tarkasteluajavälillä kannattanut. Vain vuosina 2015 ja 2016 korkean volatiliteetin portfolioit ovat menestyneet raakatuotto prosentilla mitattuna paremmin, kuin alhaisen volatiliteetin portfolioit sekä markkinaindeksi. Alhaisen volatiliteetin portfolioit ovat puolestaan pysyneet pitkälti samoissa lukemissa kuin markkinaindeksi, mutta ne eivät ole kuitenkaan pystyneet saavuttamaan epänormaalien suurien tuottoja. Riskiin suhteutettuna alhaisen volatiliteetin, ja täten myös pienemmän riskin portfolioit, ovat tuottaneet melko kiitettävästi.

On myös mielenkiintoista havaita portfolioiden ja markkinaindeksin tuottojen vuotuinen käyttäytyminen. Molempien portfolioiden sekä markkinaindeksin tuottokäyrien nousut ja laskut osuvat pitkälti samoille ajanjaksoille. Korkean volatiliteetin portfolioiden tuoton vaihtelun volyyymi on vain huomattavasti korkeampaa kuin alhaisen volatiliteetin portfolioilla sekä markkinaindeksillä. Tuottokäyrissä on myös huomattavissa eroja portfolioiden sekä markkinaindeksin välillä. Erityisesti vuonna 2013 korkean volatiliteetin portfolio on suoriutunut todella heikosti markkinaindeksiin sekä alhaisen volatiliteetin portfolioon verrattuna. Tämä havaitaan selkeästi kuvaajan 3 tuottokäyristä. Myös vuonna 2017 on havaittavissa selkeä lasku portfolioiden sekä markkinaindeksin tuotoissa. Kyseisenä vuonna sekä portfolioiden että markkinaindeksin volatiliteetti on ollut ollut selkeästi alhaisempi kuin muina tarkasteluajanjakson vuosina. Tämä havainto on erittäin mielenkiintoinen, sillä samankaltaista pudotusta volatiliteetissa sekä tuotoissa ei ole havaittavissa muina vuosina.

Portfolioiden menestystä on myös syytä arvioida aiemmin tutkimuksessa tarkasteltujen mittareiden avulla. Sharpen luku, Jensenin alfa sekä Treynorin luku antavat kokonaisvaltaiseman kuvan portfolioiden suoriutumisesta riskiin suhteutettuna. Sharpen luvussa portfolioon riskikorjattu tuotto jaetaan sen vuotuisella volatiliteetilla. Taulukko 2 osoittaa, että alhaisen volatiliteetin osakkeista muodostetut portfoliot saivat tarkasteluajanjaksolla korkeimman Sharpen luvun 0,73. Myös OMXH -markkinaindeksi sai positiivisen Sharpen luvun 0,45. Korkean volatiliteetin portfoliot puolestaan suoriutuivat Sharpen luvulla mitattuna heikosti, saaden negatiivisen arvon -0,02. Korkean portfolion Sharpen lukua tarkastellessa on huomioitava Israelsenin korjaus, joka on tehtävä riskittömän tuoton ollessa portfolion tuottoa suurempi ($R_i - R_f < 0$). Tällöin lukua ei jaetakaan volatiliteetilla, vaan se kerrotaan. Toisaalta tällöin luvut eivät ole suuruusluokaltaan täysin vertailukelpoisia positiivisten Sharpen lukujen kanssa. (Israelsen 2005) Sharpen luvulla mitattuna alhaisen volatiliteetin osakkeet ovat suoriutuneet jopa markkinoita paremmin, kun taas korkean volatiliteetin osakkeiden heikko suoriutuminen saa jatkoa. Sharpen lukua tarkastellessa on kuitenkin muistettava, ettei luku huomioi sijoituskohteiden korrelaatiota.

Taulukko 2 Portfolioiden suoriutuminen valittujen mittareiden osalta.

Mittari	Alhainen	Korkea	OMXH
Beta	0,59	1,20	1,00
Sharpen luku	0,73	-0,02	0,45
Treynorin luku	0,10	-0,32	0,08
Jensenin alfa	0,016	-0,186	

Taulukosta 2 nähdään myös portfolioille lasketut beta-kertoimet. Kuten jo aiemmin tutkimuksessa todettiin, lineaarisella regressiolla lasketut beta-kertoimet kuvaavat portfolion tuoton vaihtelua suhteessa markkinoiden vaihteluun. OMXH-indeksi kuvaa markkinoiden systemaattista riskiä ja saa arvon 1. Alhainen portfolio saa betakseen 0,59 ja Korkea portfolio arvon 1,20. Tulokset olivat melko ennalta-arvattavia, sillä portfoliot ovat muodostettu absoluuttisesti volatiliteetin perusteella, joka itsessään kuvastaa portfolioiden riskiä. Portfolioiden beta-kertoimia tarvitaan Treynorin indeksin laskemiseksi.

Treynorin lukua tarkasteltiin jo aiemmin tutkimuksessa luvussa 4.3.3. Treynorin luku on luonteeltaan hyvin samankaltainen kuin Sharpen luku ja kuvastaa portfolion suoriutumista riskiin suhteutettuna. Taulukosta 2 havaitaan, että Alhainen portfolio saa korkeimman Treynorin luvun 0,10. Korkean volatiliteetin osakkeiden portfolio puolestaan painuu tälläkin kertaa negatiiviseksi ja saa Treynorin luvuksi -0,32. Markkinaindeksi asettuu muodostettujen portfolioiden väliin luvulla 0,08. Treynorin luvut antavat portfolioiden suoriutumisesta samankaltaisen kuvan kuin aiemmat mittarit: alhaisen volatiliteetin osakkeet ovat suoriutuneet hyvin tarkasteluajanjaksolla riskiin suhteutettuna.

Viimeisenä mittarina taulukossa 2 on Jensenin alfa. Mikäli portfolio saa alfan arvoksi yli nolla, on portfolio tuottanut riskikorjattua ylituottoa. Alhainen portfolio saa Jensenin alfaksi arvon 0,016 ja Korkea portfolio arvon -0,186. Jensenin alfalla mitattuna, alhaisen volatiliteetin osakkeisiin sijoittamalla on ollut mahdollista saavuttaa riskikorjattuja ylituottoja. Korkean volatiliteetin osakkeet ovat suoriutuneet heikosti tälläkin mittarilla arvioituna.

Kun portfolioiden suoriutumista tarkastelee kokonaisuutena, on kaikissa mittareissa havaittavissa samankaltainen ilmiö. Alhaisen volatiliteetin osakkeisiin sijoittamalla on pystytty saavuttamaan huomattavasti parempaa tuottoa kuin korkean volatiliteetin osakkeilla. Perinteinen käsitys riskin ja tuoton suhteesta on syytä kyseenalaistaa näiden tulosten valossa, sillä korkean volatiliteetin osakkeet ovat tuottaneet vain tappioita.

6. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä luvussa käydään läpi ensin tutkimuksen keskeiset tavoitteet, sisältö ja tutkimustulokset. Tämän jälkeen siirrytään tutkimuksesta vedettäviin johtopäätöksiin ja tutkimusongelmien tarkasteluun. Luvun lopussa käydään läpi tutkimuksen luotettavuuden arviointia sekä ehdotetaan mahdollisia jatkotutkimuskysymyksiä.

6.1 Yhteenveto

Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää, onko alhaisen volatiliteetin osakkeista muodostetuilla portfoliolla voitu saavuttaa ylisuuria tuottoja tarkasteluajanjaksolla. Tarkastelu kohdistui aikavälille 2010-2019. Tutkimuksessa hyödynnettävä tutkimusaineisto haettiin Thomson Reuters Datastream -tietokannasta ja käsiteltiin Microsoft Excel 2016 -ohjelmassa. Aineisto koostui kaikista Helsingin pörssiin listatuista osakkeista viimeisen kymmenen vuoden ajalta. Tutkimukseen sisällytettiin myös pörssistä poistuneet osakkeet tutkimuksen tarkkuuden parantamiseksi. Thomson Reuters Datastream -tietokannasta ladattujen tietojen avulla kaikille yrityksille laskettiin logaritmiset päivätuotot, joita puolestaan hyödynnettiin yritysten vuotuisten volatiliteettien selvittämiseksi. Jokaiselle yritykselle laskettiin vuotuiset volatiliteetit, jonka jälkeen yrityksistä muodostettiin alhaisen sekä korkean volatiliteetin portfoliot jokaiselle vuodelle. Jokaisessa yksittäisessä portfoliossa oli 15 yritystä. Tämän jälkeen sekä alhaisen että korkean volatiliteetin portfolioille laskettiin volatiliteetit, raakatuottoprosentit sekä riskikorjatut tuottoprosentit. Näistä arvoista laskettiin alhaisten- sekä korkean volatiliteetin portfolioiden keskiarvot tarkasteluajavälille. Näitä keskiarvoja tarkasteltiin alhaisten- ja korkean volatiliteetin portfolioiden kokonaisuuksina, joista puolestaan laskettiin portfolioille Sharpen luvut, Treynorin luvut, beta-kertoimet sekä Jensenin alfat.

Aiempien tutkimusten mukaan alhaisen volatiliteetin anomaliaa on esiintynyt maailmanlaajuisesti erikokoisilla osakemarkkinoilla. Alhaisen volatiliteetin osakkeisiin sijoittamalla on pystytty saavuttamaan ylituottoja suhteessa markkinoihin. Korkean volatiliteetin osakkeet ovat puolestaan suoriutuneet hälyttävän heikosti, mikä kyseenalaistaa perinteisen oletuksen riskin ja tuoton suhteesta. Helsingin osakemarkkinoilta tutkimusta on kuitenkin vähäisesti ja aiemmat tutkimukset ovat pitkälti keskittyneet finanssikriisin vaikutuksiin.

Tutkimustulokset osoittivat, että alhaisen volatiliteetin osakkeet olivat suoriutuneet kaikilla mittareilla huomattavasti paremmin kuin korkean volatiliteetin osakkeet. Erot olivat selkeitä sekä raakatuotoilla mitattuna että tarkasteluun valituilla riskikorjatun tuoton mittareilla.

Markkinaindeksiin verrattuna alhaisen volatiliteetin portfolioit suoriutuivat vaihtelevasti. Raakatuotolla mitattuna markkinaindeksi suoriutui hieman alhaisen volatiliteetin portfolioita paremmin, mutta erot olivat kuitenkin häviävän pieniä. Etenkin verrattaessa korkean volatiliteetin osakkeiden suoriutumiseen suhteessa markkinaindeksiin, alhaisen volatiliteetin osakkeet suoriutuivat raakatuotollakin mitattuna hyvin.

Tutkimuksen tavoitteena on kuitenkin selvittää, miten alhaisen volatiliteetin osakkeet suoriutuvat riskiin suhteutettuna. Alhaisen volatiliteetin portfolioiden suoriutuminen suhteessa markkinaindeksiin paranee, kun tarkastelu tehdään riskikorjattujen mittareiden avulla. Jo alhaisen volatiliteetin portfolioiden beta-kerrointa tarkastellessa on selvää, että portfolioiden kantama systemaattisen riskin määrä on huomattavasti pienempi kuin markkinoiden keskimääräinen systemaattinen riski. Pienemmästä riskistä huolimatta, alhaisen volatiliteetin portfolioit ovat suoriutuneet markkinaindeksiä paremmin sekä Sharpen luvulla että Treynorin luvulla mitattuna. Sharpen sekä Treynorin luvut ovat mittareina melko samankaltaisia. Tämän vuoksi ne myös antavat hyvin samankaltaisen kuvan alhaisen volatiliteetin portfolioiden suoriutumisesta tarkasteluajavälillä.

Jensenin alfalla pyrittiin arvioimaan portfolion tuottoa verrattuna CAP-mallin antamaan tuotto-odotukseen. Mikäli portfolion tuoton sekä CAP-mallin tuotto-odotuksen erotus on positiivinen, on portfolio tällöin tuottanut ylituottoa. Jensenin alfalla mitattuna alhaisen volatiliteetin portfolioit ovat pystyneet tuottamaan ylituottoa markkinoihin nähden, joskin tämä ylituotto on hyvin vähäistä. Lineaarisen regression avulla laskettu alfa ei ole kuitenkaan P-arvoltaan tilastollisesti merkitsevä, joten tuloksiin ei tule luottaa sokeasti. Tuloksien tilastollisia merkitsevyyksiä ja luotettavuutta käydään tarkemmin läpi luotettavuuden arvioinnissa.

6.2 Johtopäätökset

Tutkimustuloksien valossa on ymmärrettävää, että perinteistä riskin ja tuoton suhdetta on kritisoitu ajan saatossa yhä enemmän. Etenkin käytetyllä tarkasteluajavälillä korkeamman riskin osakkeet ovat tuottaneet ainoastaan tappioita markkinaindeksiin ja matalan riskin osakkeisiin verrattuna. Toki on erittäin tärkeää muistaa, että tässä tutkimuksessa on käytetty tarkasteluajavälillä absoluuttisesti korkeimman- ja matalimman volatiliteetin osakkeita portfolioiden rakentamisessa, mikä ei kuvasta tosielämässä käytettäviä sijoitusstrategioita. Tuloksia tarkastellessa on syytä muistaa myös se, että portfoliot muodostettiin jokaiselle vuodelle erikseen ainoastaan volatiliteetin perusteella. Mikäli tietyn osakkeet tulevaisuuden näkymät vaikuttavat lupaavalta, ei sitä ole todellisuudessa syytä vaihtaa portfolioista osakkeeseen, jonka volatiliteetti on prosenttiyksikön matalampi tai korkeampi. Portfolioiden vuotuisen uudelleenmuodostuksen vuoksi, tuottojen vaihtelu alhaisen ja korkean volatiliteetin portfolioiden välillä vahvistuu merkittävästi.

Tutkimustuloksien perusteella ei voida suoraan vahvistaa alhaisen volatiliteetin olemassaoloa Helsingin osakemarkkinoilla. Vaikka alhaisen volatiliteetin osakkeet ovatkin riskikorjatuiden mittareiden valossa suoriutuneet markkinoita paremmin, eivät tutkimuksen näytöt ole tarpeeksi vahvat anomalian olemassaolon vahvistamiseksi. Tutkimus kuitenkin osoitti, että Helsingin osakemarkkinoilla voi mahdollisesti esiintyä alhaisen volatiliteetin anomaliaa.

6.3 Luotettavuuden arviointi ja jatkotutkimuskysymykset

Tutkimustuloksia arvioidessa on syytä tarkastella kriittisesti tutkimusmenetelmien ja -aineiston luotettavuutta sekä riittävyttä. Tutkimusaineiston laajuus paransi tutkimuksen luotettavuutta huomattavasti. Tutkimusaineistona hyödynnettiin kaikkia Helsingin pörssiin listattuja osakkeita tarkasteluajavälillä. Myös pörssistä poistuneet yritykset huomioitiin tutkimuksessa. Mikäli tietyllä yrityksellä oli useampia osakesarjoja vaihdettavana, käytettiin kyseisissä tapauksissa vain yrityksen vaihdetuinta osaketta. Myös tarkasteluajavälin pituus lisää tutkimuksen luotettavuutta, sillä kymmenen vuoden aikaväli on melko yleinen tämänkaltaisissa

tutkimuksissa. Osakkeiden päivätuotot olivat Total Return -muotoisia, mikä mahdollistaa luotettavamman vertailun osinkoa jakavien ja osinkoa jakamattomien yritysten välillä. Myös logaritmisten päivätuottojen hyödyntäminen tekee tuloksista luetettavampia, sillä ne ovat prosentuaalisia päivätuottoja normaalimmin jakautuneita.

Tutkimuksen luotettavuutta heikentää erityisesti regressioanalyysin tuottamat tilastolliset merkitsevyydet. Alhaisen volatiliteetin portfolioille tehty regressioanalyysi sekä alhaisen volatiliteetin portfolioiden beta-kerroin ovat ainoat tilastollisesti merkitsevät testit. Tutkimustuloksiin ei siis voi todellisuudessa luottaa täysin, mikä luonnollisesti heikentää tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimuksessa käytetyt mallit eivät siis täysin selittäneet tuottoja. Regressioanalyysien tuloksia voidaan tarkastella liitteistä 1 ja 2. Tiettyinä vuosina portfolioihin ei voitu ottaa yrityksiä, jotka olisivat volatiliteettinsa puolesta kuuluneet tarkasteluun, sillä kyseiset osakkeet olivat olleet vaihdettavana liian vähän aikaa. Vaikka portfolioita muodostettiin todellisuudessa 20, tarkasteltiin näiden portfolioiden suoriutumista kokonaisuutena tarkasteluaikavälillä.

Tutkielma kuitenkin osoittaa, että Helsingin pörssissä voi mahdollisesti esiintyä alhaisen volatiliteetin anomaliaa. Pelkästään absoluuttisesti alhaisimpien volatiliteettien osakkeisiin sijoittamalla voidaan saavuttaa riskikorjattua ylituottoa. Tämä voi johtua markkinoiden tehottomuudesta ja alhaisen volatiliteetin osakkeiden alihinnoittelusta. Jatkotutkimuksen kannalta olisi mielenkiintoista tutkia, miten tietyt maailmanlaajuiset tapahtumat ovat vaikuttaneet volatiliteettien heittelyyn eri vuosien välillä. Myös tarkasteluajanjakson pidentäminen ja erilaisen talouden syklien lisääminen tarkasteluun voisi tuoda uuden näkökulman alhaisen volatiliteetin anomalian tutkimiseen.

Lähteet

Ang, A. Hodrick, R. Xing, Y. & Zhang, X. (2006) The cross-section of volatility and expected returns. *Journal of Finance*, 61, 1, 259-299.

Ang, A. Hodrick, R. J. Xing, Y. & Zhang, X. (2009). High idiosyncratic volatility and low returns: International and further U.S. evidence. *Journal of Financial Economics*, 91, 1, 1-23.

Bailey, D. & de Prado, M. (2012) The Sharpe ratio efficient frontier. *The Journal of Risk*, 15, 2, 3-44.

Baker, M. Bradley, B. & Wurgler, J. (2011) Benchmarks as Limits to Arbitrage: Understanding the Low-Volatility Anomaly. *Financial Analysts Journal*, 67, 1, 40-54.

Banz, R. W. (1981) The relationship between returns and market value of common stocks. *Journal of Financial Economics*, 9, 1, 2-18.

Barber, B. M. & Odean, T. (2001), Boys Will Be Boys: Gender, Overconfidence, and Common Stock Investment. *The Quarterly Journal of Economics* 116, 1, 261 - 292.

Basu, S. (1975) The Information Content of Price-Earnings Ratios. *Financial Management*, 4, 2, 53-64.

Black, F. Jensen, M. & Scholes, M. (1972) The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests. Michael C. Jensen, *Studies in the Theory of Capital Markets*, Praeger Publishers Inc.

Blitz, D. (2016). The Value of Low Volatility. *Journal of Portfolio Management*, 42, 3, 94-100.

Blitz, D. Falkenstein, E. & van Vliet, P. (2014) Explanations for the Volatility Effect: An Overview Based on the CAPM Assumptions. *Journal of Portfolio Management*, 40, 3, 61-76,8.

Blitz, D. & van Vliet, P. (2007). The volatility effect - Lower risk without lower return. *Journal Of Portfolio Management*, 34, 1, 102.

Blitz, D. & Vidojevic, M. (2017) The profitability of low-volatility. *Journal of Empirical Finance*, 43, 33-42.

- De Jong, J. & Palkar, D. (2016) Risk and the Volatility Anomaly. *Journal of Investing*, 25, 3, 17-28.
- Fama, E.F. (1970) Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance*, 25, 2, 383-417.
- Fama, E.F. (1991) Efficient Capital Markets: II. *Journal of Finance*, 46, 5, 1575-1617.
- Fama, E.F. (2004) The Capital Asset Pricing Model: Theory and evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 18, 3, 25-46.
- Fama, E.F. & French, K.R. (1998) Value versus Growth: The International Evidence. *Journal of Finance*, 53, 6, 1975-1999
- Frankfurter, G.M. & McGoun, E.G. (2001) Anomalies in finance: What are they and what are they good for? *International Review of Financial Analysis*, 1, 4, 407-429.
- Garcia-Feijoo, L., Kochard, L., Sullivan, R. & Wang, P. (2015) Low-Volatility Cycles: The Influence of Valuation and Momentum on Low-Volatility Portfolios. *Financial Analysts Journal*, 71, 3, 47-60.
- Graves, S. B. & Ringuest, J. (2018). Overconfidence and disappointment in venture capital decision making: An empirical examination. *Managerial and Decision Economics*, 39, 5, 592-600.
- Haugen, R. & Baker, N. (1991) The Efficient Market Inefficiency of Capitalization-Weighted Stock Portfolios. *Journal of Portfolio Management*, 17, 3, 35.
- Hwang, S. & Rubesam, A. (2013). A behavioral explanation of the value anomaly based on time-varying return reversals. *Journal of Banking and Finance*, 37, 7, 2367-2377.
- Israelsen, C. (2005) A refinement to the Sharpe ratio and information ratio. *Journal of Asset Management*, 5, 6, 423.
- Jegadeesh, N. & Titman, S. (2001) Profitability of Momentum Strategies: An Evaluation of Alternative Explanations. *Journal of Finance*. 56, 2, 699-720.
- Johnson, D. D. P. & Fowler, J. H. (2011). The evolution of overconfidence. *Nature*, 477, 7364, 317.

- Kallunki, J-P., Martikainen, M. & Niemelä, J. (2019) Ammattimainen sijoittaminen. [e-kirja] 8. uudistettu painos. Alma Talent, Helsinki.
- Knüpfer, S. & Puttonen, V. (2018) Moderni rahoitus. [e-kirja] 10. uudistettu painos, Alma Talent, Helsinki.
- Li, X. Sullivan, R. & Garcia-Feijóo, L. (2014) The Limits to Arbitrage and the Low-Volatility Anomaly. *Financial Analysts Journal*, 70, 1, 52-63.
- Li, X. Sullivan, R. & Garcia Feijóo, L. (2016) The Low-Volatility Anomaly: Market Evidence on Systematic Risk vs. Mispricing. *Financial Analysts Journal*, 72, 1, 36-47.
- Lintner, J. (1965) The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *The review of economics and statistics*, 471, 13-37.
- Maguire, P. Kelly, S., Miller, R. Moser, P. Hyland, P. & Maguire, R. (2017) Further evidence in support of a low-volatility anomaly: Optimizing buy-and-hold portfolios by minimizing historical aggregate volatility. *Journal of Asset Management*, 18, 4, 326-339.
- Markowitz, H. (1952) Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7, 1, 77-91
- Markowitz, H.M. (1991) Foundations of portfolio theory. *Journal of Finance*, 46, 2, 469-477.
- Mossin, J. (1966) Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica*, 34, 4, 768.
- Niskanen, J. Niskanen, M. (2007) Yritysrahoitus. 6. uudistettu painos, Edita, Helsinki
- Perold, A.F. (2004) The Capital Asset Pricing Model. *The Journal of Economic Perspectives*, 18, 3, 3-24.
- Pätäri, E. Leivo, T. Hulkkonen, J. & Honkapuro, J. (2018). Enhancement of value investing strategies based on financial statement variables: The German evidence. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 51, 3, 813-845.
- Sharpe, W.F. (1964) Capital asset Prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, 19, 3, 425-442.
- Sharpe, W.F. (1966) Mutual Fund Performance. *The Journal of Business*, 39, 1, 119-138.

Shefrin, H. & Statman, M. (2000). Behavioral Portfolio Theory. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 35,2, 127-151.

Shleifer, A. & Vishny, R. W. (1997) Limits of Arbitrage. *Journal of Finance*, 52, 1, 35-55

Liitteet

Liite 1 Alhaisen volatiliteetin portfolioiden regressioanalyysi

YHTEENVETO TULOSTUS								
<i>Regressiotunnusluvut</i>								
Kerroin R	0,884668							
Korrelaatiokerroin	0,782637							
Tarkistettu korrelaatio	0,755466							
Keskivirhe	0,055981							
Havainnot	10							
<i>ANOVA</i>								
	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>Sign tarkkuus</i>			
Regressio	1	0,090269	0,090269	28,80472	0,000672			
Jäännös	8	0,025071	0,003134					
Yhteensä	9	0,11534						
	<i>Kertoimet</i>	<i>Keskivirhe</i>	<i>Tunnusluku</i>	<i>P-arvo</i>	<i>Alin 95%</i>	<i>Ylin 95%</i>	<i>Alin 95,0%</i>	<i>Ylin 95,0%</i>
Leikkauspiste	0,01581	0,019624	0,805647	0,443732	-0,029443	0,061064	-0,029443	0,061064
Muuttuja X 1	0,592593	0,110414	5,367003	0,000672	0,337977	0,847208	0,337977	0,847208

Liite 2 Korkean volatiliteetin portfolioiden regressioanalyysi

YHTEENVETO TULOSTUS								
<i>Regressiotunnusluvut</i>								
Kerroin R	0,626196							
Korrelaatiokerroin	0,392122							
Tarkistettu korrelaatio	0,316137							
Keskivirhe	0,267318							
Havainnot	10							
<i>ANOVA</i>								
	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>Sign tarkkuus</i>			
Regressio	1	0,368765	0,368765	5,160534	0,052752			
Jäännös	8	0,57167	0,071459					
Yhteensä	9	0,940436						
	<i>Kertoimet</i>	<i>Keskivirhe</i>	<i>Tunnusluku</i>	<i>P-arvo</i>	<i>Alin 95%</i>	<i>Ylin 95%</i>	<i>Alin 95,0%</i>	<i>Ylin 95,0%</i>
Leikkauspiste	-0,185912	0,093709	-1,983932	0,082545	-0,402006	0,030181	-0,402006	0,030181
Muuttuja X 1	1,197738	0,527247	2,271681	0,052752	-0,018097	2,413573	-0,018097	2,413573