



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Lauri Väänänen

CAP-mallin toimivuus eurooppalaisilla osakeindekseillä

Markkinariskin ja riskikorjatun tuoton analyysi 2006–2024

Laskentatoimen ja rahoituksen yksikkö
Taloustieteen kandidaatintutkielma
Taloustieteen kandiohjelma

Vaasa 2025

VAASAN YLIOPISTO**Laskentatoimen ja rahoituksen yksikkö**

Tekijä:	Lauri Väänänen		
Tutkielman nimi:	CAP-mallin toimivuus eurooppalaisilla osakeindekseillä : Markkina- riskin ja riskikorjatun tuoton analyysi 2006–2024		
Tutkinto:	Kauppätieteen kandidaatti		
Oppiaine:	Taloustiede		
Työn ohjaaja:	Petri Kuosmanen		
Valmistumisvuosi:	2025	Sivumäärä:	79

TIIVISTELMÄ:

Perinteinen CAP-malli on yksi käytetyimmistä arvopapereiden hinnoittelun työkaluista modernissa rahoituksessa ja sitä käytetään edelleen laajasti riskin ja odotetun tuoton mallintamiseen sen yksinkertaisuuden vuoksi. CAP-mallin mukaan osakkeen tuotto määräytyy ainoastaan sen systemaattisen riskin – eli Beta-kertoimen perusteella. Aiemmat tutkimukset ovat kuitenkin haastaneet CAP-mallin selitysvoiman osaketuottojen taustalla ja korostaneet mm. yrityksen kokoon, arvostukseen sekä osakkeiden mahdolliseen momentum-ilmioon liittyviä tekijöitä. CAP-mallia koskevien aiempien testien perusteella on myös osoitettu, että Betan ja odotetun tuoton suhde ei ole aina lineaarinen sekä Betat eivät ole vakioita yli ajan.

Tämän tutkielman päätavoitteena on estimoida OLS-menetelmällä 11 eurooppalaiselle osakeindeksille markkinariski suhteessa Yhdysvaltojen S&P500-indeksiin ja testata perinteisen CAP-mallin toimivuutta Betojen ja odotetun tuoton välillä. Tutkimuksessa Betat on estimoitu kvartaali-kohtaisesta datasta eri ajanjaksoille aikavälillä 2006Q1-2024Q3. CAP-mallia koskevat testit on jaettu koko ajanjaksolle, kahdelle puolijaksolle, finanssikriisiin sekä Euroopan velkakriisiin. Tutkimuksessa riskittömänä korkona on käytetty Saksan 10-vuotisen valtionvelkakirjan korkoa. Tutkimuksen päämotiiveja on selvittää, onko indeksien Betojen ja odotettujen tuottojen välillä positiivista lineaarista suhdetta sekä selittääkö estimoitu CAP-malli merkittävästi indeksien vuosituottoja. CAP-mallin ohella indeksien suoriutumista arvioidaan myös kahdella riskikorjatulla tuottomittarilla – Sharpen suhteella ja Treynorin luvulla.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että CAP-malli ei ole toiminut indeksien tuottojen selittäjänä. Lähes kaikilla testiperiodeilla estimoitu arvopaperimarkkinasuora osoittautui laskevaksi, mikä haastaa perinteisen CAP-malli teorian siitä, että sijoittajia tulisi palkita systemaattisen riskin kantamisesta. Tämän perusteella markkinatoimijoiden onkin otettava huomioon muita osakkeisiin liittyviä fundamenttitekijöitä, jotta vältetään riskin ja tuoton virheellisiltä tulkinnoilta. CAP-mallin toimivuus voidaan myös haastaa erityisesti kriisiolosuhteisiin liittyvissä markkinaolosuhteissa, kuten finanssikriisissä 2007–2009, koska tulosten perusteella Betat kasvoivat merkittävästi tällaisissa tilanteissa. Betojen muuttuvan luonteen vuoksi sijoittajien on luotettavampaa käyttää dynaamisia malleja, jotka huomioivat paremmin sijoittajien riskipreferenssien muutokset ja taloudellisten shokkien vaikutukset osakkeiden hintoihin. Tulosten perusteella markkinatoimijat eivät voi myöskään aina päätellä oikein indeksien arvioitua markkinariskiä, sillä korkeamman Betan indeksit eivät usein tuottaneet parempaa riskikorjattua tuottoa verrattuna matalamman Betan indekseihin. Tämän vuoksi sijoittajien on arvioitava aktiivisten- ja passiivisten sijoitusstrategioidensa riskit huomioimalla myös yrityksen fundamenttitekijät ja mahdolliset anomaliat sijoittajien käyttäytymisessä.

AVAINSANAT: CAP-malli, Beta-kerroin, Sharpe ratio, Treynor ratio, Regressioanalyysi

Sisällys

1	Johdanto	8
2	CAP-mallin teoriapohja ja aiemmat tutkimukset	10
2.1	Moderni porfolioteoria CAP-mallin taustalla	11
2.1.1	Tehokkaan rintaman periaate	13
2.1.2	Optimaalisen portfolion valinta	15
2.2	Beta ja Alpha CAP-mallin parametreina	16
2.2.1	CAP-mallin odotettu tuotto ja Beta-kerroin	18
2.2.2	Jensenin Alpha	19
2.3	Cap-mallin teoreettiset ja empiiriset rajoitteet	21
2.3.1	Tehokkaan markkinaportfolioon määritelmä	21
2.3.2	Betan ja odotetun tuoton lineaarisuuden haasteet	22
2.3.3	Betan vakaus yli ajan sekä mahdolliset mittausvirheet	23
2.3.4	Riskittömän koron oletus sekä muut mallin rajoitteet	25
2.4	Mallin laajennetut versiot	26
2.4.1	Harveyn ehdollinen CAP-malli	26
2.4.2	Faman ja Frenchin kolmifaktorimalli	29
2.4.3	Momentum-malli	32
2.5	CAP-malli ja taloudelliset kriisit	35
2.5.1	CAP-malli Finanssikriisissä	35
2.5.2	CAP-malli Euroopan velkakriisissä	38
3	Tutkimusaineisto- ja menetelmät	40
3.1	Tutkimukseen valitut indeksit ja riskitön korko	40
3.2	Menetelmät indeksien Betojen estimoinnissa	43
4	CAP-mallin testaukseen liittyvät tutkimustulokset	46
4.1	Indeksien estimoidut Betat ja näiden pohjalta aikavälille 2006Q1-2024Q3 estimoitu CAP-malli	46
4.2	CAP-mallin toimivuus aineiston puolijaksoilla	54
4.2.1	Betojen estimaatit ja estimoitu CAP-malli puolijaksolla 2006Q1-2015Q2	54

4.2.2	Betojen estimaatit ja estimoitu CAP-malli puolijaksolla 2015Q3-2024Q3	58
4.3	Tulokset finanssikriisin aikana 2007Q2-2009Q4	62
4.4	Mallin selityskyky Euroopan velkakriisissä 2010Q1-2013Q4	66
4.5	Tulosten analyysi ja yhteenveto	70
5	Johtopäätökset	73
	Lähteet	75

Kuviot

Kuvio 1. Portfolion tuoton ja riskin yhteys erilaisilla korrelaatioilla (Elton, 2014).	14
Kuvio 2. Optimaalinen portfolio ja tehokas rintama	15
Kuvio 3. Systemaattinen ja epäsystemaattinen riski (Knüpfer & Puttonen, 2018).	17
Kuvio 4. Perinteinen CAP-malli (Brealey ja muut, 2020).	18
Kuvio 5. Likviditeetti-spiraalit (Brunnermeier & Pedersen, 2009).	36
Kuvio 6. VIX-Indeksi 2000-luvulla (FRED, 2025)	38
Kuvio 7. S&P500 (GI) logaritminen Indeksi aikavälillä 2006Q1-2024Q3 (Stata)	42
Kuvio 8. Saksan 10v. valtionvelkakirjan korko aikavälillä 2006Q1-2024Q3 (Stata)	43
Kuvio 9. CAP-malli ja toteutuneet tuotot 2006Q1-2024Q3	49
Kuvio 10. Indeksien Betat ja keskimääräiset vuosituotot koko tarkastelujaksolla	50
Kuvio 11. S&P500-markkinaindeksin vuosituotot ja volatilitetit kaikilla jaksoilla	51
Kuvio 12. Vuosituottojen keskiarvot ja keskihajonnat 2006Q1-2024Q3	52
Kuvio 13. Volatilitetin ja Betan suhde 2006Q1-2024Q3	53
Kuvio 14. Indeksien riskikorjatut vuosituotot 2006Q1-2024Q3	53
Kuvio 15. CAP-malli ja toteutuneet vuosituotot 2006Q1-2015Q2	57
Kuvio 16. CAP-malli ja toteutuneet vuosituotot 2015Q3-2024Q3	60
Kuvio 17. CAP-malli ja toteutuneet vuosituotot Finanssikriisissä 2007Q2-2009Q4	64
Kuvio 18. Beta-kertoimet ja volatilitetit Finanssikriisissä 2007Q2-2009Q4	65
Kuvio 19. CAP-malli ja toteutuneet tuotot Euroopan velkakriisissä 2010Q1-2013Q4	68
Kuvio 20. Indeksien markkinariskit ja vuosituotot Euroopan velkakriisissä	69

Taulukot

Taulukko 1. Tutkimukseen valitut tuottoindeksit	40
Taulukko 2. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot 2006Q1-2024Q3	47
Taulukko 3. Riskikorjattujen tuottojen komponentit koko tarkastelujaksolla	54
Taulukko 4. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot puolijaksolla 2006Q1-2015Q2	55
Taulukko 5. Riskikorjattujen tuottojen komponentit 2006Q1-2015Q2	58
Taulukko 6. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot puolijaksolla 2015Q3-2024Q3	59
Taulukko 7. Riskikorjattujen tuottojen komponentit puolijaksolla 2015Q3-2024Q3	61

Taulukko 8. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot Finanssikriisissä	62
Taulukko 9. Riskikorjattujen tuottojen komponentit Finanssikriisissä	65
Taulukko 10. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot Euroopan velkakriisissä	67
Taulukko 11. Riskikorjattujen tuottojen komponentit Euroopan velkakriisissä	70

Lyhenteet

AEX	Amsterdam Exchange Index
AMEX	NYSE Amex Composite Index
ATX	Austrian Traded Index
BE/ME	Book-to-Market Equity
BKT	Bruttokansantuote
CAC40	Cotation Assistée Continu 40
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CRSP	Center for Research in Security Prices
DAX	Deutscher Aktienindex
EKP	Euroopan keskuspankki
FTSE100	Financial Times Stock Exchange 100 Index
FTSEMIB	Financial Times Stock Exchange Milano Indice di Borsa
HML	High Minus Low
IBEX35	Índice Bursátil Español
MSCI	Morgan Stanley Capital International
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NYSE	New York Stock Exchange
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development
OLS	Ordinary least squares
OMXH25	OMX Helsinki 25
OMXS30	OMX Stockholm 30
S&P500	Standard and Poor's 500
SMB	Small Minus Big
SMI	Swiss Market Index

VIX	CBOE Volatility Index
WIG	Warsaw Stock Exchange Index

1 Johdanto

Osakemarkkinoilla arvopapereiden erilaiset hinnoittelumallit ovat keskeinen osa taloustiedettä ja niiden avulla pyritään mallintamaan, miten sijoittajat arvioivat riskiä suhteessa odotettuun tuottoon. Sijoitusmaailmassa monet rahastot, instituutionaaliset sijoittajat sekä yksityissijoittajat ovat arvioineet tuottoja ja riskejä vakiintuneilla malleilla. Historian valossa yksi eniten käytetyimmistä, mutta samalla yksi kiistellyimmistä malleista on CAP-malli, joka väittää osakkeen tuoton määräytyvän vain sen systemaattisen riskin perusteella. Mutta toimiiko kyseinen malli kuitenkin indeksien tasolla käytännössä ja silloin, kun markkinat kohtaavat kriisejä?

CAP-mallin ydin on yksinkertainen – odotettua tuottoa pyritään selittämään riskittömän koron ja systemaattisen riskin avulla. Mallin tärkeimpänä osana toimii systemaattista riskiä kuvaava Beta kerroin, joka oletetaan mallissa vahvasti ainoaksi odotettuja tuottoja selittäväksi muuttujaksi. Beta kerroin kuvaa sijoituskohteen kovarianssia markkinaportfolion kanssa, joka mittaa sijoituskohteen herkkyyttä markkinatuottojen muutoksille. CAP-mallin perusajatus muodostuu siitä, että sijoittajan tavoitellessa korkeampaa odotettua tuottoa, on hänen myös otettava enemmän riskiä. Betan ohella malli mahdollistaa myös Alphan estimoinnin, joka kuvaa sijoituksen mahdollista yli- tai alituottoa suhteessa odotettuun tuottoon (Jensen, 1968).

Vaikka rahoitusteoriassa CAP-malli on tunnustettu keskeiseksi odotettujen tuottojen selittäjäksi, on sen tilastollinen käyttökelpoisuus ja luotettavuus herättänyt paljon keskustelua. Esimerkiksi Fama ja French (1992) ovat kyseenalaistaneet CAP-mallin kykyä selittää odotettuja tuottoja yksinomaan markkinariskin avulla. Toisaalta Harvey (1991) osoitti, että CAP-mallin avulla voidaan selittää hyvin osaketuottoja erityisesti pitkällä aikavälillä ja kehittyvissä maissa. Mielenkiintoista perinteisessä Sharpen (1964) CAP-mallissa on myös se, että sijoituskohteen markkinariskiä kuvaava Beta kerroin oletetaan vakioiksi yli ajan. Lisäksi, jotta malli ennustaisi täydellisesti toteutuneen tuoton, on alphan oltava nolla. Todellisuudessa on kuitenkin havaittu, että sijoituskohteiden alphan ja Betan voivat vaihdella merkittävästi yli ajan, erityisesti taloudellisissa kriiseissä, kuten Finanssikriisin

2007–2009 aikana. Tällaiset lyhyemmät kriisiajanjaksot nostavat merkittävästi markkinoiden volatilitteettia sekä muuttavat sijoittajien riskinsietokykyä, mikä voikin tarjota kiinnostavan mahdollisuuden arvioida CAP-mallin toimivuutta.

Tutkielman tavoitteena on vertailla CAP-mallin toimivuutta eurooppalaisissa osakeindekseissä aikavälillä 2006–2024. Tutkimuksessa pyritään erityisesti selvittämään, miten hyvin malli sopii kuvaamaan tuottoindeksien kvartaalituottoja, sekä miten mallin Betat muuttuvat yli ajan sekä eri markkinaolosuhteissa. Tutkimuksen empiirisessä osassa tarkastellaan ensin CAP-mallin toimivuutta koko tarkastelujaksolla 2006Q1-2024Q3 ja toisessa osassa finanssikriisin aikana sekä Euroopan velkakriisissä.

CAP-mallin arvioinnin osalta tutkielman päätutkimuskysymykseksi muodostuu:

1. Selittääkö perinteinen CAP-malli eurooppalaisten osakeindeksien vuosituottoja luotettavasti yli ajan ja taloudellisissa kriiseissä?

Päätutkimuskysymyksen ohella tutkielma jaetaan kolmeen alatutkimuskysymykseen:

2. Miten eurooppalaisten pörssien Beta-kertoimet ovat eronneet toisistaan ja muuttuneet eri ajanjaksoilla, erityisesti taloudellisissa kriiseissä ?
3. Toteutuuko odotetun tuoton ja Betan positiivinen lineaarinen suhde estimoiduissa CAP-malleissa ?
4. Miten kriisit, kuten finanssikriisi ja euroopan velkakriisi ovat vaikuttaneet markkinariskeihin ja riskikorjattuihin tuottoihin ?

Tutkielman teoriaosuudessa esitellään CAP-mallin teoreettinen tausta, keskeisimmät aiemmat tutkimukset sekä mallin rajoitukset. Empiirinen osuus sisältää pienimmän neliosumman menetelmällä muodostettujen regressioiden tulokset estimoiduista indeksien Betoista ja CAP-mallista sekä vuosituottojen tilastollisen analyysin yli ajan. Indeksitasolla perinteistä CAP-mallia on tutkittu vähän vertailevana tutkimuksena eurooppalaisten osakeindeksien välillä, joten tutkimuksen tulokset antavat arvokasta tietoa siitä, onko perinteinen CAP-malli edelleen luotettava ja käyttökelpoinen osakkeiden riskien ja tuottojen kuvaamiseen, vai onko parempi käyttää muita tarkempia malleja.

2 CAP-mallin teoriapohja ja aiemmat tutkimukset

CAP-mallin peruseriaatteet ovat lähtöisin Markowitzin (1952) tutkimuksesta, jossa mallinnettiin optimaalisen portfolion valintaa ja erilaisten hajautuskombinaatioiden joukkoa. Myöhemmin Sharpe (1964), Lintner (1965) ja Mossin (1966) kehittävät modernin portfolioteorian pohjalta CAP-mallin ottamalla malliin mukaan riskittömän koron. Kyseisten tutkimusten kautta riski ja tuotto yhdistettiin lineaarisiksi suhteeksi käyttäen systemaattista riskiä keskeisenä tuottoja selittävänä muuttujana.

CAP-mallin toimivuutta on testattu aiemmin esimerkiksi Jensenin (1968) tutkimuksessa, jossa yhdysvaltalaisen rahastojen ylituottoja analysoitiin vuosina 1945–1964. Myös Black, Jensen ja Scholes (1972) ovat testanneet CAP-mallia arvioidessaan Yhdysvaltalaisen osakemarkkinoiden tuottoja vuosina 1931–1965. Kyseisessä tutkimuksessa osakkeet jaettiin portfolioihin niiden Beta-arvojen perusteella ja kullekin portfolioille arvioitiin CAP-mallin ennustama tuotto suhteessa toteutuneeseen tuottoon. Roll (1977) puolestaan korosti omassa tutkimuksessaan mallin tehokkuuden olevan keskeisesti riippuvainen markkinaportfolion valinnasta ja korosti mallin olevan epävarma ja altis erilaisille vinoumille. Harvey (1991) testasi puolestaan monifaktoripohjaista CAP-mallia globaalissa kontekstissa estimoimalla 17 eri indeksin Beta-riskit suhteessa MSCI-World indeksiin vuosina 1970–1989. Kyseinen tutkimus vahvisti, että maailman markkinariskillä on merkittävä vaikutus tilastollisesti kansainvälisten osakkeiden tuottoihin.

1990-luvulla CAP-mallin kritiikin pohjalta Fama ja French (1993) kehittivät oman kolmifaktorimallin, joka lisäsi tuottoja selittäviksi muuttujiksi myös yrityksen koon ja arvostustason. Tutkimuksessa arvioitiin yhdysvaltalaisen osakeportfolioiden tuottoja vuosina 1963–1990. Keskeisimpänä löydöksenä havaittiin, että koko- ja arvotekijät selittivät merkittävän osan osakeportfolioiden tuotoista. Kolmifaktorimallin ohella Jegadeesh ja Titman (1993) sekä Carhart (1997) lisäsivät selittäviksi muuttujaksi myös momentum- tekijän, joka toi esiin sen, että historialliset hintatrendit heijastavat usein tulevaa osakkeiden hintakehitystä.

CAP-mallin toimivuutta ja Betojen stabiilisuutta on tutkittu laajasti myös eri taloudellisissa kriiseissä viimeisten vuosikymmenten ajan. Esimerkiksi Brunnermeier (2009) sekä Campbell ja muut (2013) ovat korostaneet, että markkinariskipreemiot kasvavat merkittävästi taloudellisissa kriiseissä kuten finanssikriisin aikana, eivätkä osakkeiden Betat ole tällöin stabiileja lyhyillä aikaväleillä. Markkinariskipreemioiden epästabiilisuutta on korostettu aiemmin myös Jagannathin ja Wangin (1996) tutkimuksessa, jossa tutkijat esittelivät ns. ehdollisen CAP-mallin, mikä tarkoitti sitä, että Betan ja riskipreemion annetaan vaihdella mallissa yli ajan. Tutkimuksessa havaittiin, että kriisiaikana Betat muuttuvat merkittävästi, mikä on vastoin perinteisen CAP-mallin oletusta vakioisesta Betasta yli ajan. Myös Euroopan velkakriisissä esimerkiksi Fratzscher ja Rieth (2015) kyseenalaistivat CAP-mallin toimivuuden, sillä Betat eivät olleet stabiileja valtionvelan korkojen noustessa ja pankkien taseongelmien kasvaessa Euroopassa.

2.1 Moderni porfolioteoria CAP-mallin taustalla

CAP-mallin teoriapohja linkittyy vahvasti moderniin portfolioteoriaan ja Harry Markowitzin (1952) esittelemään tehokkaan rintaman periaatteeseen. Tutkimuksessaan Markowitz analysoi yksittäisten riskisten osakkeiden yhdistelmien muodostamia hajautushyötyjä sekä optimaalisen riskikorjatun tuottosuhteen saavuttamista. Kuten yksittäisten osakkeiden tapauksessa, voidaan teoriaa soveltaa myös useista indekseistä muodostetun optimaalisen portfolion muodostamiseen. Modernin portfolioteorian mukaan rationaalinen sijoittaja on luonteeltaan riskin karttaja, joka pyrkii maksimoimaan hyötynsä sijoituspäätöstä tehdessään (Markowitz, 1952). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että sijoittaja pyrkii mahdollisimman korkeaan tuotto-odotukseen minimoimalla portfolion riskin.

Markowitzin (1952) ja Sharpen (1964) mukaan pääomamarkkinat voidaan kuvata täydellisinä, kun tietyt kriittiset ehdot täyttyvät. Tällaisilla markkinoilla ei ole transaktiokustannuksia eikä veroja, sijoitukset voidaan allokoida vapaasti eri omaisuuserien välillä ja lyhyeksi myynti on rajoittamatonta. Kaikki arvopaperit ovat markkinakelpoisia ja likvidejä, sijoittajat toimivat hinnanottajina sekä sijoituksen hyötyä

kuvaavat muuttujat perustuvat vain portfolion odotettuun tuottoon ja riskiin (Elton, 2014). Todellisuudessa kyseiset ehdot ovat varsin epärealistisiä, sillä esimerkiksi markkinoilla on erilaisia transaktiokustannuksia arvopaperikaupankäyntiin liittyen, kuten toimeksiantopalkkioita ja kaikki arvopaperit eivät välttämättä ole likvidejä tai julkisesti noteerattuja. Olennaista on kuitenkin se, että Markowitzin (1952) määrittelemät ehdot täydellisille pääomamarkkinoille on johdettu CAP-malliin modernin portfolioteorian pohjalta.

Jotta pystymme arvioimaan portfolion riskiä ja odotettua tuottoa matemaattisesti, olemme kiinnostuneita etenkin omaisuuserien painoista salkussa, yksittäisten osakkeiden tuotto-odotuksista sekä omaisuuserien korrelaatioista keskenään toistensa kanssa (Elton, 2014). Optimaalista portfoliota etsiessä sijoittaja voi vapaasti valita painot kullekin arvopaperille salkussa sekä hän tiedostaa kunkin omaisuuserän tuotto-odotuksen. Kun portfoliossa on N kappaletta omaisuuseriä, on portfolion odotettu tuotto omaisuuserien painotettu keskiarvo tuotto-odotuksista (Fama & MacBeth, 1973).

$$\bar{R}_P = \sum_{i=1}^N X_i \bar{R}_i \quad (1)$$

Vastaavasti portfolion riskiä tarkasteltaessa, voimme kuvata salkun keskihajontaa alla olevan kaavan (2) mukaisesti. Portfolion keskihajonnalla mitataan sitä, kuinka paljon omaisuuserien tuotot vaihtelevat keskimäärin odotetun tuoton ympärillä (Lintner, 1965).

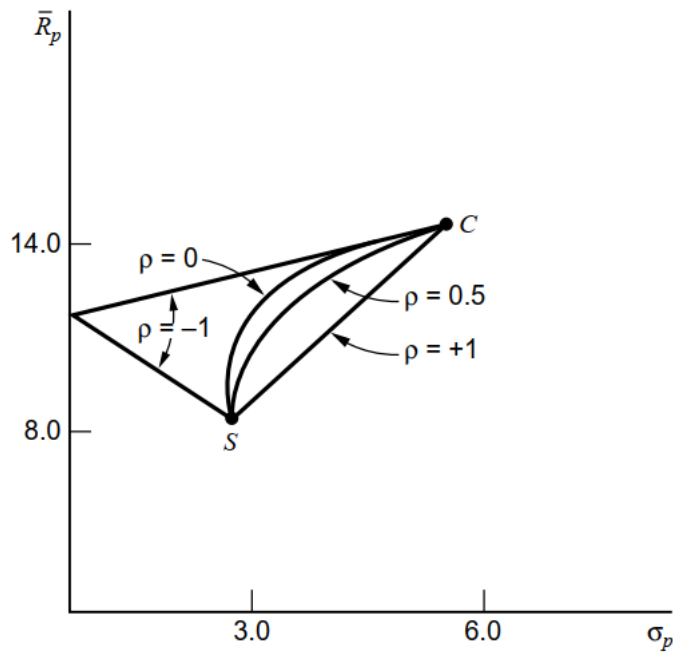
$$\sigma_P = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Portfolion keskihajonnan kaavassa laskemme aluksi portfolion varianssin ja sen jälkeen otamme siitä neliöjuuren. Kaavassa N kuvaa portfoliossa olevien omaisuuserien lukumäärää, muuttujat X_i ja X_j omaisuuserien i ja j painoja salkussa sekä termi $\rho_{\{ij\}\sigma_i\sigma_j}$ osakkeiden i ja j välistä kovarianssia (McCord & Tole, 1977). Kaavassa laskemme yhteen eri omaisuuserien välisiä kovariansseja ja variansseja kerrottuna niiden omilla

painoillaan. Oleellista yhtälössä on huomata, että sijoitusten lukumäärän kasvaessa yksittäisten osakkeiden varianssin vaikutus salkun kokonaisriskiin pienenee ja kovarianssien osuus kasvaa (Lintner, 1965). Tämä johtuu siitä, että salkun hajauttaminen auttaa riskin hallinnassa ja vähentää osakkeiden keskinäistä riippuvuutta ja sitä kautta salkun kokonaisriskiä. Näin ollen esimerkiksi valmiiksi hyvin hajautetun indeksin riski määräytyy enemmän omaisuuserien yhteisvaihtelusta kuin yksittäisten osakkeiden variansseista.

2.1.1 Tehokkaan rintaman periaate

Markowitzin (1952) esittelemä tehokkaan rintaman periaate lähtee liikkeelle siitä, että sijoittaja määrittelee ensin mahdolliset hajautuskombinaatiot, jotka on kuvattu visuaalisesti alla olevassa kuviossa (1). Mallissa y-akselilla on portfolion odotettu tuotto ja x-akselilla portfolion keskihajonta. Sijoittaja voi käytännössä hajauttaa varallisuutensa N omaisuuserään ja kuviossa pisteet S ja C kuvaavat tällaisia hajautuskombinaatioita portfoliolle. Jos portfolioiden S ja C välillä on täydellinen positiivinen korrelaatio $\rho = +1$, olemme janelalla SC . Tällaisessa tilanteessa salkun jakaminen kahteen omaisuuserään ei pienennä riskiä, vaan portfolion riski ja tuotto-odotus on yksittäisten omaisuuserien riskin ja tuotto-odotuksen painotettu keskiarvo (Elton, 2014). Jos sijoittajan painot salkusta jakaantuvat esimerkiksi tasan kahden mahdollisen sijoituksen S ja C välillä, päädytään pisteeseen, jossa tuotto-odotus on 12 ja riski noin 4.5 yksikköä (Janan SC puolivälissä).

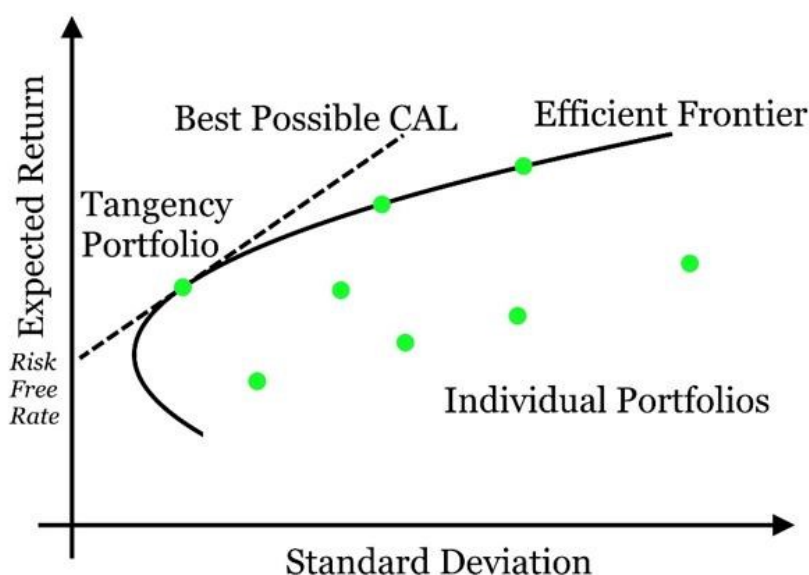


Kuvio 1. Portfolion tuoton ja riskin yhteys erilaisilla korrelaatioilla (Elton, 2014).

Markowitz (1952) toi tutkimuksessaan kuitenkin esille, että portfolion riskiä voidaan pienentää laskematta tuotto-odotusta, mikäli omaisuuserien keskinäinen korrelaatio on välillä $-1 \leq \rho < +1$. Kuviossa (1) on havainnollistettu janoilla aluetta, jossa korrelaatio on täydellisen negatiivinen. Kuvioon on myös piirretty kaksi kuperaa käyrää pisteiden S ja C välille, joissa portfolioiden keskinäiset korrelaatiot ovat $\rho = 0.5$ ja $\rho = 0$. Voimmekin selvästi huomata, että korrelaation pienentyessä portfolion riski pienenee, mutta tuotto-odotus ei laske. Markowitzin (1952) teoria todistaa siis sen, että sijoittajan kannattaa etsiä salkkuunsa sijoituskohteita, joiden keskinäinen korrelaatio on mahdollisimman matala, jolloin hän saavuttaa suurimman hyödyn sijoitusten hajauttamisesta. Kuviossa olevat kuperat käyrät portfolioiden S ja C välillä muodostavat erilaisten hajautuskombinaatioiden tehokkaan rintaman (Sharpe, 1964). Kun sijoittajalla on tiedossa portfolioiden keskinäinen korrelaatio, kannattaa hänen valita hajautuskombinaatio, joka sijaitsee tehokkaalla rintamalla.

2.1.2 Optimaalisen portfolion valinta

Tehokkaan rintaman oikealle puolelle muodostuu hajautuskombinaatioiden käypäjoukko, jossa on useita hajautusyhdistelmiä (Kuvio 2). Lintnerin (1965) mukaan sijoittajan kannattaa kuitenkin aina valita allokaatio tehokkaalta rintamalta käyvän joukon vaihtoehdoista, sillä tällöin suhteessa muihin vaihtoehtoihin, hän voi saavuttaa maksimaalisen tuoton tietyllä riskitasolla tai pienimmän riskin suurimmalla tuottotasolla.



Kuvio 2. Optimaalinen portfolio ja tehokas rintama

Modernin portfolioteorian pohjalta Sharpe (1964) esitti, että tehokas rintama erilaisille hajautuskombinaatioille voidaan yhdistää samaan malliin riskittömän koron ja pääomamarkkinasuoran kanssa. Kuviossa (2) oleva Capital Allocation Line eli "CAL" kuvaa erilaisia riskittömän koron ja markkinaportfolion yhdistelmiä. Yhdistetyssä mallissa riskitön korko voi olla esimerkiksi Yhdysvaltojen kymmenen vuotinen valtion velkakirja, jonka riski on mallissa nolla. Lintner (1965) toi myös esiin, että sijoittajan on mahdollista lainata riskittömällä korolla ja sijoittaa osa rahoista markkinaportfolioon, joka löytyy tehokkaalta rintamalta kuvion (2) kohdasta "tangency portfolio". Pääomamarkkinasuora kuvaa siis kaikkia mahdollisia yhdistelmiä hajauttaa varallisuus riskittömän koron ja markkinaportfolion välillä (Lintner, 1965).

Optimaalinen valinta kaikista mahdollisista portfolioista on kuitenkin siinä pisteessä, jossa pääomamarkkinasuoran kulmakerroin on yhtä suuri kuin tehokkaan rintaman kulmakerroin (Sharpe, 1964). Tämä selittyy sillä, että kyseisessä pisteessä maksimoidaan tuotto-odotuksen määrä jokaista otettua lisäriskiä kohden. Sharpe (1964) kehitti teoriasensa pohjalta niin kutsutun Sharpen suhteen, joka kuvaa riskipreemion suhdetta otettuun riskiin. Kaavassa riskipremio kuvaa osoittajaa, jossa ensin portfolion tuotosta vähennetään riskitön korko ja tämä jaetaan portfolion keskihajonnalla.

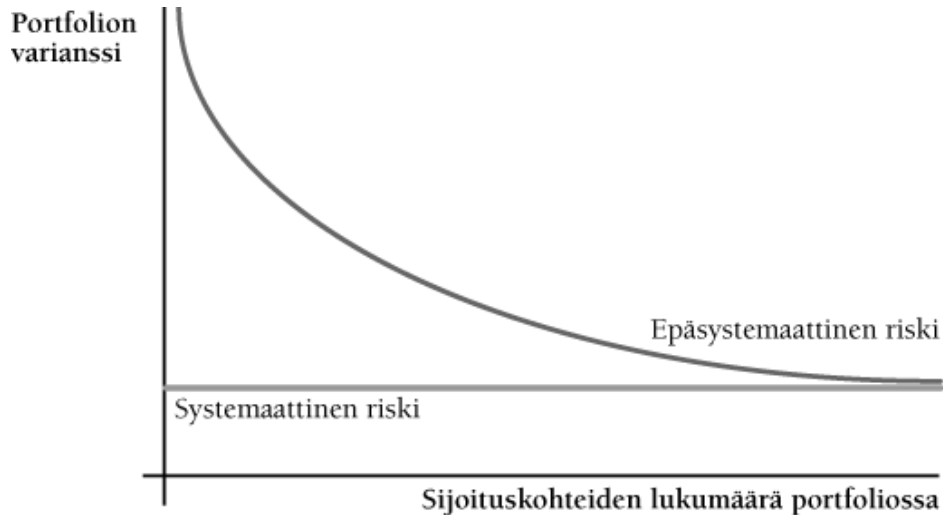
$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (3)$$

Lintner (1965) korostaa myös tutkimuksessaan, että ensin sijoittaja pyrkii löytämään optimaaliset painot, joilla saavutetaan korkeimman riskikorjatun tuoton mahdollinen portfolio tehokkaalta rintamalta. Kun optimaaliset painot ovat löytyneet, on helpompaa päättää, kuinka suuren pääoman hän on valmis sijoittamaan kyseiseen portfolioon. Sharpen (1964) ja Lintnerin (1965) mukaan CAP-malli muodostuukin siis tästä relaatiosta, jossa pääomamarkkinasuora yhdistettynä riskittömään korkoon sivuaa hajautuskombinaatioiden tehokasta rintamaa. Johtopäätöksenä voimmekin todeta, että sijoittajan valitsema optimaalinen markkinaportfolio kuvaa käytännössä indeksiin sijoittamista reaali maailmassa, sillä tällaisessa portfoliossa sijoitukset on hajautettu kaikkein tehokkaimmin.

2.2 Beta ja Alpha CAP-mallin parametreina

Edellisessä kappaleessa läpikäyty Markowitzin (1952) täydellisten pääomamarkkinoiden periaatteet pätevät siis CAP-malliin samoin tavoin. Sharpe (1964) ja Lintner (1965) tekivät ehtoihin vielä muutaman lisäyksen. Heidän mukaansa CAP-mallissa sijoittajilla on rajoittamaton mahdollisuus lainata ja sijoittaa riskittömällä korolla. Lisäksi sijoittajien näkemykset odotetuista tuotoista, riskeistä ja osakkeiden keskinäisistä korrelaatioista ovat homogeeniset. Kun Markowitzin (1952) kuvaama optimaalisen portfolion valinta

keskittyi kuvaamaan kokonaisriskiä x-akselilla, kuvaa CAP-malli pelkästään systemaattisen riskin yhteyttä omaisuuserän odotettuun tuottoon (Fama & MacBeth, 1973).

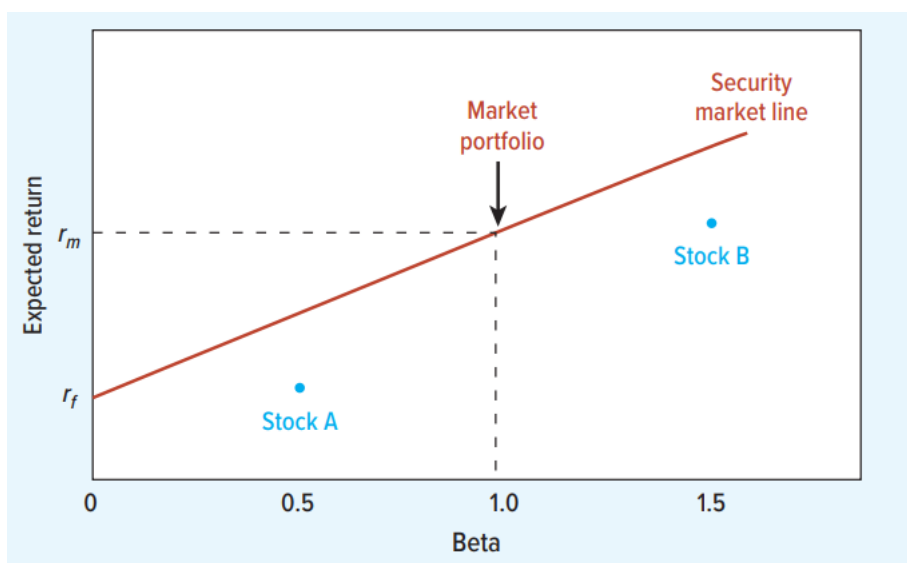


Kuvio 3. Systemaattinen ja epäsystemaattinen riski (Knüpfer & Puttonen, 2018).

Markowitzin (1952) tutkimus todisti ensimmäisenä, että sijoituskohteiden lukumäärän kasvaessa myös portfolion riski pienenee, koska yksittäisiin sijoituskohteisiin liittyvät satunnaiset tekijät kumoavat toisensa (Kuvio 3). Sijoituksen riskiä tarkasteltaessa voimme jakaa portfolion kokonaisriskin systemaattiseen ja epäsystemaattiseen riskiin. Knüpferin ja Puttonen (2018) mukaan epäsystemaattinen riski portfolion arvoon liittyen koostuu yrityskohtaisista tekijöistä omaisuuserissä, kuten esimerkiksi johtoon liittyvistä riskeistä, tuotantohäiriöistä tai toimialan sääntelyyn liittyvistä tekijöistä. Systemaattisen riskin he määrittelevät puolestaan riskinä, joka koostuu koko markkinaan liittyvistä tekijöistä. Tällaisia tekijöitä ovat mm. riskit korkotason muutoksista ja tämän vaikutuksista arvopapereiden hintoihin, riskit valuuttakurssien ja inflaation vaihteluista sekä riskit osakemarkkinoiden yleisestä kehityksestä. Tämän ns. markkinariskin vaikutuksen suuruus vaihtelee toki eri markkinoilla globaalisti, mutta oleellista on, että sijoittajat ovat kiinnostuneet pelkästään markkinariskin suuruudesta, koska sitä ei ole mahdollista hajauttaa pois lisäämällä omaisuuserien määrää salkussa (Lintner, 1965).

2.2.1 CAP-mallin odotettu tuotto ja Beta-kerroin

Sharpen (1964) esittelemässä CAP-mallissa oletetaan, että sijoittajat ovat hajauttaneet jo valmiiksi portfolionsa tehokkaasti, jolloin yrityskohtainen riski poistuu lähes kokonaan. Tämä selittyy sillä, että mallin mukaan kaikki sijoittajat valitsevat markkinaportfolion tehokkaalta rintamalta, jossa on paras hajautus. Näin ollen ainoa sijoittajia kiinnostava riskin mitta on systemaattinen markkinariski (Knüpfer & Puttonen, 2018).



Kuvio 4. Perinteinen CAP-malli (Brealey ja muut, 2020).

Yllä olevassa kuviossa (4) on esitetty perinteinen CAP-malli. Sharpen (1964) ja Linterin (1965) mukaan rationaalisilla sijoittajilla on jo valmis hajautus salkussaan, joten yksittäisiä osakkeita arvioitaessa on keskityttävä tarkastelemaan osakkeen markkinariskiä suhteessa markkinaportfolioon. CAP-mallissa siirrytäänkin portfoliotason kokonaisriskin tarkastelusta yksittäisen osakkeen markkinariskin tarkasteluun ja pääomamarkkinasuoran korvaa arvopaperimarkkinasuora, joka kuvaa kaikkia niitä yhdistelmiä, jossa sijoittaja voi allokoida varansa riskittömän koron ja arvopaperin välillä (Lintner, 1965). Sharpen (1964) ja Lintnerin (1965) mukaan CAP-mallissa yksittäisen osakkeen odotettu tuotto riippuu siis yksinomaan sen systemaattisesta riskistä suhteessa markkinaportfolioon. CAP-malli toimii siis arvioitaessa yksittäisen osakkeen riskin vaikutusta, mikäli sijoittaja haluaa lisätä omistuksiaan salkussa ja miettii uuden osakkeen ostoa.

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f) \quad (4)$$

CAP-mallin avulla yksittäiselle osakkeelle voidaan laskea odotettu tuotto kaavan (4) avulla. Kaavassa tuotto-odotus muodostuu tarkasteltavan aikajakson riskittömän koron lisäksi markkinariskipreemiosta kerrottuna osakkeen Betalla (Elton, 2014). Kaavassa (5) on puolestaan kuvattu osakkeen Beta, joka mittaa markkinariskiä suhteessa markkina-portfolioon. Kaavassa osakkeen i tuoton kovarianssi suhteessa markkina-portfolioon tuottoon jaetaan markkina-portfolioon varianssilla (Lintner, 1965). Osakkeen Beta kuvaa siis sitä, paljon arvopaperin tuotto keskimäärin muuttuu, kun markkina-portfolioon tuotto muuttuu yhden yksikön (Jensen, 1968). Kuten yksittäisen osakkeen tapauksessa, laskeaan indeksin Beta suhteessa markkina-portfolioon samalla tavalla.

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\sigma_m^2} \quad (5)$$

Knüpferin ja Puttosen (2018) mukaan Beta kertoo sen, onko osake syklinen vai defensiivinen. Heidän mukaansa syklisillä toimialoilla Betat ovat yli yhden, kuten esimerkiksi konepajoilla ja metsäteollisuusalan osakkeilla. Defensiivisiä toimialoja ovat puolestaan esimerkiksi lääketeollisuus, teleoperaattorit sekä sähköyhtiöt. Näiden Betat ovat vastavasti yleensä alle yhden. Näin ollen, kun tarkastelemme kokonaisen indeksin markkinariskiä suhteessa vertailuindeksiin, voimme huomata indeksin Betan perusteella, onko pörssin toimialarakenne keskimäärin enemmän syklinen vai defensiivinen. Indeksien Beta voikin antaa arvokasta tietoa pörssin riskistä suhteessa maailman markkinoiden tilaan.

2.2.2 Jensenin Alpha

Kun kaavassa (4) mallinnettiin sijoittajan tuotto-odotusta CAP-mallilla, olemme lisäksi kiinnostuneita myös siitä, millainen toteutuneen tuoton ja mallin ennustaman odotetun tuoton ero on. Aiemmin esimerkiksi Jensen (1968) tutki 115 Yhdysvaltaisen aktiivisesti hoidetun rahaston vuosituottoja suhteessa CAP-mallin ennustamaan odotettuun

tuottoon vuosina 1945–1964. Tutkimuksessaan hän havaitsi, että rahastojen keskimääräinen Beta suhteessa vertailuindeksinä käytettyyn CRSP-indeksiin oli noin 0.84. CAP-mallin selitysaste oli keskimäärin noin (86.5 %) eli malli selitti rahastojen keskimääräisiä tuottoja varsin hyvin. Keskimääräisen markkinariskin ja selitysasteen ohella Jensen (1968) oli kuitenkin enemmän kiinnostunut rahastojen mahdollisista yli/alituotoista, joilla tarkoitetaan rahaston toteutuneen tuoton ja CAP-mallin ennustaman tuotto-odotuksen erotusta. Tätä erotusta Jensen (1968) kuvasi tutkimuksessaan alpha- kertoimella, joka on ns. vakiokerroin CAP-mallin toimivuutta kuvaavassa regressiomallissa.

Jensenin (1968) tutkimuksessa rahastojen nettotuottoja arvioitaessa keskimääräiseksi alpha-kertoimeksi saatiin -0.011. Tämä tarkoitti siis sitä, että rahaston kulujen jälkeen sijoittajille käteen jäävät tuotot alittivat keskimäärin 1.1 %:lla CAP-mallin ennustaman tuoton. Tuottoja laskettiin myös bruttomenetelmällä, jossa kuluja ei ollut vähennetty rahaston tekemistä tuotoista. Tällä menetelmällä rahastoilla oli keskimääräistä alituottoa 0.4 %. Toisin sanoen rahastojen salkunhoitajat eivät onnistuneet tuottamaan markkinoita enempää tuottoa edes ennen kulujensa vähennystä (Jensen, 1968).

Arvioitaessa alhojen tilastollista merkitsevyyttä t-testillä, CAP-mallissa oletetaan, että tuotot ovat normaalijakautuneita (Sharpe, 1964). Vaikka keskimääräiset alpha tuotot osoittautuivat Jensenin (1968) tutkimuksessa negatiivisiksi, ei suurin osa alhoista ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä 5 % merkitsevyytasolla. Jensenin (1968) tutkimus osoittikin, että suurin osa 115 rahastosta ei kyennyt saavuttamaan tilastollisesti merkitsevää positiivista ylituottoa, mikä kyseenalaisti merkittävästi salkunhoitajien kykyä saavuttaa markkinoita parempia tuottoja. Toki osa rahastoista saavutti myös tilastollisesti merkitseviä ylituottoja, mutta suurin osa tuloksista viittasi siihen, että ylituotot eivät olleet johdonmukaisia, vaan satunnaisia, mikä viittaa siihen, että salkunhoitajien yksilöllisillä taidoilla ei ollut merkittävää vaikutusta rahaston ylituottojen saamisessa (Jensen, 1968).

$$R_i = \alpha_i + R_f + \beta_i(R_m - R_f) + \epsilon_i \quad (6)$$

Yllä olevassa kaavassa (6) on kuvattu toteutuneen tuoton ja CAP-mallin ennustaman tuoton välistä yhteyttä. Jos otamme tarkasteluun esimerkiksi indeksin toteutuneen tuoton, on mallissa R_i toteutunut tuotto. Termi α_i kuvaa indeksin ylituottoa, joka voi olla positiivinen tai negatiivinen (Jensen, 1968). Termi $R_f + \beta_i(R_m - R_f)$ kuvaa CAP-mallin ennustamaa tuottoa ja ϵ_i virhetermiä eli sitä osaa tuotosta, jota malli ei pysty selittämään. Mallissa virhetermin odotusarvo on nolla ja sen oletetaan olevan riippumaton selittävästä muuttujista. Virhetermin suuruus voi johtua satunnaisista tekijöistä tai muista mallin rajoituksista (Fama & MacBeth, 1973).

Ylituottoja voidaan kuvata myös CAP-mallia mallintavassa (kuviossa 4). Jos ylituotto on positiivinen, toteutunut tuotto asettuu arvopaperimarkkinasuoran yläpuolelle ja negatiivinen tuotto vastaavasti suoran alapuolelle. Alpha- tuotto on siis arvopaperimarkkinasuoran ja toteutuneen tuoton välinen erotus y-akselilla (Jensen, 1968).

2.3 Cap-mallin teoreettiset ja empiiriset rajoitteet

Vaikka CAP-malli antaakin hyvän pohjan tarkastella riskin ja tuoton suhdetta, ei todellisuudessa monet sen perusoletuksista päde reaalimaailmassa. Kritiikin kohteena on ollut mm. tehokkaan markkinaportfolion määrittäminen CAP-mallin testauksessa (Roll, 1977), riskin ja tuoton lineaarinen suhde (Black, Jensen ja Scholes, 1972) sekä Betojen vakaus yli ajan (Blume, 1971). Nämä tekijät haastavat CAP-mallin validiteetin sijoitusten hinnoittelussa ja korostavat tarvetta kehittää malleja, jotka huomioivat laajemmin markkinoiden dynamiikan sekä muuttuvat riskitekijät.

2.3.1 Tehokkaan markkinaportfolion määritelmä

Perinteisen CAP-mallin toimivuudesta on tehty useita tutkimuksia ja perusoletuksia on kritisoitu laajasti modernissa rahoitusteoriassa. Esimerkiksi Rollin (1977) mukaan CAP-mallin toimivuus on täysin riippuvainen markkinaportfolion tehokkuudesta ja todellisuudessa markkinaportfolion koostumus on tuntematon. Kun Sharpen (1964) CAP-malli

olettaa, että markkinaportfolio sisältää kaikki mahdolliset omaisuuserät, kuten osakkeet, kiinteistöt ja inhimillisen pääoman, ei tämä käytännössä ole mahdollista. Todellisuudessa tutkijat joutuvatkin käyttämään ns. proxy-arvioita markkinaportfoliosta, joka voi olla esimerkiksi SP500-indeksi. Tällainen indeksi jättää kuitenkin pois osan omaisuusluokista, kuten velkakirjat ja osan pienemmistä yrityksistä, eikä siten kuvaa täydellisesti mallin perusoletusten mukaista markkinaportfolioita, jossa on kaikki omaisuusluokat mukana. Rollin (1977) mukaan emme voi tällöin varmasti tietää, onko todellinen markkinaportfolio tehokas vai ei. Tämä tarkoittaa sitä, että CAP-mallin testauksessa käytettävä proxy-markkinaportfolio ei välttämättä ole todellisuudessa tehokkain tuottokeskihajonta muuttujilla mitattuna.

2.3.2 Betan ja odotetun tuoton lineaarisuuden haasteet

Roll (1977) korostaa, että CAP-mallin testauksessa käytetään hyväksi menneitä tuottoja, joiden perusteella voidaan aina rakentaa portfolio, joka sijaitsee tehokkaalla rintamalla. Menneiden tuottojen lineaarinen suhde Betan kanssa ei kuitenkaan kerro mitään CAP-mallin ennustekyvystä tulevaisuuden lineaarisen suhteen osalta (Roll, 1977). Näin ollen, vaikka CAP-mallin lineaarisuus olisi ex post- tehokas, ei mallin perusoletukset pidä todellisuudessa välttämättä paikkansa. Jos käytetty proxy-markkinaportfolio eroaa merkittävästi todellisesta markkinaportfoliosta, mallin kuvaama lineaarinen Betan ja tuoton suhde saattaa vääristyä. Esimerkiksi Miller ja Scholes (1972) havaitsivat omassa tutkimuksessaan, että virheet käytetyn markkinaproxy:n estimoinnissa vaikuttivat regressiosuoran Alpha ja Beta- kertoimien kaltevuuteen. He havaitsivat myös, että korkean Betan osakkeilla tuotot osoittautuvat systemaattisesti alhaisemmiksi ja matalan Betan osakkeilla päinvastoin. Tällainen tilanne voikin heijastaa sitä, että muut mahdolliset CAP-mallista pois jätetyt muuttujat voivat selittää merkittävästi tuottoja. Myöhemmin esimerkiksi Fama ja French (1993) toivat esiin, että tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi yrityksen kokoluokka sekä arvostustaso.

Markkinaportfolion tehokkuuden ohella myös Betan ja tuoton lineaarisuutta on tutkittu aika ajoin perinteisessä CAP-mallissa. Esimerkiksi Blackin, Jensenin ja Scholesin (1972)

tutkimuksessa Betojen lineaarisuutta tutkittiin yhdysvaltalaisella osakeaineistolla suhteessa NYSE (New York Stock Exchange) -Indeksiin. Tutkimuksessa käytettiin kuukausittaista tuottodataa vuosina 1926–1965 ja osakkeet jaettiin kymmeneen yhtä suureen portfolioon estimoitujen Betojen perusteella. Tarkastelujaksolla hyödynnettiin ns. rullavaa analyysia Betojen päivittämisessä, joka tarkoitti sitä, että Betat arvioitiin aina edeltävien viiden vuoden tuotoista ja osakesalkut päivitettiin vuosittain. Tämän ohella portfolioiden tuottoja arvioitiin aina seuraavan 12 kuukauden ajan. Keskeisenä johtopäätöksenä Black, Jensen ja Scholes (1972) havaitsivat, että portfolioiden Beta-kertoimien ja tuottojen välillä oli positiivinen yhteys, mutta suhde ei ollut aina täysin lineaarinen. Kuten Millerin ja Scholesin (1972) tutkimuksessa, myös tässä otoksessa havaittiin, että korkeampien Betojen portfolioit alisuoriutuvat suhteessa CAP-mallin tuotto-odotukseen ja matalamman Betan portfolioit puolestaan tuottivat ylituottoa. Tämä tarkoitti siis sitä, että Beta ei ollut ainoa osaketuottoja selittävä muuttuja kyseisessä mallissa.

Myös Fama ja MacBeth (1973) testasivat mallin lineaarisuuden oletusta yhdysvaltaisilla osakkeilla suhteessa NYSE- indeksiin vuosina 1926–1968. Tutkimuksessa markkinaportfolion proxyä käytettiin Fisher Arithmetic- Indeksia. Tarkasteltaessa Betojen lineaarista suhdetta, Sharpen (1964) mallissa korostettiin, että markkinaportfolion täytyy olla tehokas. Fama ja MacBeth (1973) osoittivat kuitenkin, että Betojen ja tuottojen lineaarinen suhde voitiin havaita myös tapauksessa, jossa käytetty markkinaportfolio ei ollut tehokas. Heidän mukaansa lineaarinen yhteys tuottojen ja Betojen välillä saattoi syntyä riippumatta siitä, oliko proxy-portfolio tehokas vai ei. Esimerkiksi tilanteessa, jossa proxy-portfolion korrelaatio todellisen markkinaportfolion kanssa on suuri, voi lineaarinen suhde säilyä riippumatta proxyn tehokkuudesta. Syy tälle voi tulla suoraan riskin ja tuoton yleisistä periaatteista – sijoittajat vaativat yleisesti korkeampaa tuottoa osakkeille, joiden Beta on korkeampi riippumatta siitä, onko proxy tehokas vai ei (Fama & MacBeth, 1973).

2.3.3 Betan vakaus yli ajan sekä mahdolliset mittausvirheet

Mallissa olevien muuttujien lineaarisuuden ohella on tärkeä tutkia myös sitä, ovatko Betat olleet aiemmissa tutkimuksissa vakioita yli ajan ja sisältyykö Betoihin mittausvirheitä.

CAP-mallin peruseriaatteiden mukaan osakkeen tai portfolion riskialttiuden suhteessa markkinaportfolioon ei tulisi merkittävästi muuttua ajan kuluessa. Esimerkiksi Blume ja Friend (1973) havaitsivat, että Betojen estimointi historiallisesta datasta tuotti usein mittausvirheitä, jolloin Betat eivät kuvanneet osakkeiden todellista systemaattista riskiä. Heidän mukaansa mittausvirheitä Betoissa saattoi syntyä niin lyhyellä kuin pitkälläkin aikavälillä. Lyhyellä aikavälillä estimoidut Betat saattoivat sisältää merkittävää satunnaisvaihtelua tai mahdollisen markkinashokin, joka vääristi systemaattisen riskin mittausta huomattavasti. Esimerkiksi vuoden 1987 pörssiromahdus ”Black Monday” vääristi yksittäisenä päivänä merkittävästi osakkeiden pitkän aikavälin Betojen laskentaa. Vastaavasti pitkällä aikavälillä yritysten riskiprofiilit saattavat merkittävästi muuttua strategian tai toiminnan muuttuessa, jolloin pitkän aikavälin historiallinen Beta ei kerro tarkkaa kuvaa yrityksen nykyisestä systemaattisesta riskistä (Blume & Friend, 1973).

Blume ja Friend (1973) osoittivat tutkimuksessaan myös, että osakkeiden Betat eivät ole vakioita yli ajan. He tarkastelivat kaikkia NYSE:n osakkeita suhteessa proxyna käytettyyn Fisher Combination Link Relatives- indeksiin vuosina 1950–1968. Heidän tutkimuksessaan osakkeet jaettiin tyyppilliseen tapaan yhtä suuriin portfolioihin estimoitujen Betojen perusteella vähiten riskiä sisältävästä riskisimpään. Tämä jälkeen portfolioiden tuotot laskettiin viiden vuoden välein. Blumen ja Friendin (1973) mukaan korkean Betan portfolioilla – joiden Beta oli yli yhden, oli tapana laskea seuraavina ajanjaksoina ja vastaavasti matalan Betan portfolioilla oli tapana nousta tulevan aikajakson aikana. Tämä tarkoitti siis sitä, että portfolioiden Betat pyrkivät pitkällä aikavälillä liikkumaan kohti keskiarvoaan, eivätkä pysyneet vakaina yli ajan (Blume, 1971). Kyseinen relaatio tunnetaan ”Mean Reversion” ilmiönä, jota Blumen (1971) mukaan pystyttiin korjaamaan hyödyntämällä Betan historiallista trendiä korjattujen Betojen laskemiseksi. Käytännössä korjausmenetelmä tarkoitti sitä, että matalan Betan osakkeiden arvioituja Betoja nostettiin ja korkeiden laskettiin. Tällä menetelmällä saatiin historiallisista osakkeiden Betoista tarkempia ennusteita tulevaisuuden riskin mittaamiseksi.

2.3.4 Riskittömän koron oletus sekä muut mallin rajoitteet

Riskittömän koron osalta Black (1972) osoitti, että todellisuudessa täysin riskitöntä korkoa ei ole olemassa reaali maailmassa. Vaikka lyhytaikaisia valtion velkakirjoja pidetäänkin lähes riskittöminä, sisältyy niihin kuitenkin esimerkiksi riski inflaation noususta ja riski siitä, että valtio ajautuu konkurssiin eikä kykene maksamaan lainojaan takaisin (Fama & French, 1992). Todellisuudessa lainausta rajoitetaan esimerkiksi siten, että kaikille toimijoille ei lainata samalla korolla rahaa. Sijoittajien maksama lainarahan hinta riippuukin esimerkiksi käytettävistä vakuuksista ja luottokelpoisuudesta (Campbell & Viceira, 2002). On myös loogista, että sijoitettavien lainasummien kasvaessa myös lainoista pyydettyvät korot kasvavat riskin kasvaessa, mikä ei tue perinteistä ajatusta siitä, että lainaa saa rajoittomasti samalla korolla.

CAP-mallin oletus sijoittajien homogeenisista odotuksista riskin ja tuoton suhteen on myös kritisoitu Lintnerin (1965) tutkimuksessa. Hänen mukaansa sijoittajien odotukset vaihtelevat merkittävästi toisistaan reaali maailmassa eivätkä kaikki sijoittajat arvioi riskiä ja tuottoa samalla tavoin. Lintner (1965) korosti tutkimuksessaan, että sijoittajat tulkitsevat saamaansa tietoa eri tavalla ja esimerkiksi syvällisemmän markkina-analyysin tehneet sijoittajat voivat päätyä eri käsitykseen riskistä ja tuotto-odotuksesta kuin henkilöt, joilla tietopohja on suppeampi. Tämä on ristiriidassa CAP-mallin oletuksen kanssa siitä, että sijoittajien riskinottohalukkuus on homogeeninen. Todellisuudessa sijoittajien riskinottohalukkuus vaihtelee merkittävästi esimerkiksi iän, tiedon ja varallisuuden perusteella (Campbell & Viceira, 2002). Esimerkiksi nuoret sijoittajat saattavat hyväksyä korkeamman riskin, koska sijoitushorisontti on pitkä, kun taas eläkeläiset saattavat suojata varojaan sijoittamalla enemmän korkopapereihin.

CAP-mallin tuottojen normaalijakautuneisuus on myös kyseenalaistettu Faman (1965) tutkimuksessa. Kyseisessä tutkimuksessa Fama testasi yhdysvaltalaisen NYSE:n osakkeiden tuottojen jakaumaa 1920-luvulta 1960-luvulle. Oleellinen löydös tutkimuksessa oli se, että tuottojen jakauma osoitti merkittävästi enemmän ääriarvoja kuin normaalijakauma osoittaa. Tällä viitataan paksuihin häntiin eli siihen, että suuria voittoja ja suuria

tappioita on suhteessa enemmän kuin normaalijakaumassa (Fama, 1965). Tämän perusteella voimmekin todeta, että volatilitteetti ei riitä riskin mittariksi, koska normaalijakauma ei päde reaali maailmassa. Fama (1965) havaitsi myös, että jakauma saattaa olla eri ajanjaksoilla mitattuna joko oikealle tai vasemmalle vino, mikä vaikeuttaa sijoittajien riskin arviointia tuottojen keskihajonnan perusteella. Kyseinen tutkimus avasikin tietä uusille monifaktorimalleille, jotka ottavat paremmin huomioon tuottojen mahdolliset ääriarvot sekä esimerkiksi tuottojen heteroskedastisuuden.

2.4 Mallin laajennetut versiot

Perinteistä CAP-mallia on pyritty parantamaan käyttämällä ehdollisia menetelmiä sekä lisäämällä malliin muita selittäviä muuttujia markkinariskin lisäksi. CAP-mallin toimivuutta on arvioitu globaalilla tasolla esimerkiksi Harveyn (1991) tutkimuksessa, jossa vertailtiin useiden maiden osaketuottoja hyödyntämällä instrumenttimuuttujia ehdollisella CAP-mallilla. Perinteisen CAP-mallin ehdollisen version ohella Fama ja French (1993) esittelivät puolestaan kolmifaktorimallin, joka otti selittäviksi muuttujiksi mukaan myös yrityksen koon ja arvostustason. Kolmifaktorimallin pohjalta Carhart (1997) kehitti puolestaan nelifaktorimallin Jegadeeshin ja Titmanin (1993) momentum-teorian jatkoksi.

2.4.1 Harveyn ehdollinen CAP-malli

Kansainvälisessä indeksien tarkastelussa yksi merkittävimmistä CAP-mallin testeistä on Harveyn (1991) tutkimus, jossa arvioitiin 17 eri OECD-maan tuottoindeksien kovarianssiriskiä suhteessa markkinaproxyä käytettyyn MSCI-World indeksiin vuosina 1970–1989. Indeksien tuotot mitattiin kuukausittaisella aineistolla ja tuotot laskettiin Yhdysvaltain dollareissa. Riskittömänä korkona käytettiin Yhdysvaltain valtion velkakirjan yhden kuukauden korkoa (T-Bill).

$$E[r_{jt} | \Omega_{t-1}] = \frac{E[r_{mt} | \Omega_{t-1}]}{\text{var}[r_{mt} | \Omega_{t-1}]} \text{Cov}[r_{jt}, r_{mt} | \Omega_{t-1}] \quad (7)$$

$$R_i - R_f = \beta_i(t)(R_M - R_f) + \varepsilon_i \quad (8)$$

$$\beta_i(t) = \beta_{0i} + \beta_{1i}Z_t \quad (9)$$

Harveyn (1991) keskeisimmät oletukset ehdollisessa CAP-mallissa liittyvät siihen, että markkinariski sekä riskipremio eivät ole vakioita yli ajan. Kaavan (7) mukaan indeksin j ehdollinen tuotto hetkellä t - sisältäen ehtona olemassa olevan tiedon hetkellä $t-1$, riippuu ehdollisesta markkinariskipremiosta ja ehdollisesta kovarianssista. Kaava eroaa siis perinteisen Sharpen (1964) ja Lintnerin (1965) CAP-mallin odotetun tuoton kaavasta siten, että markkinariskin ja markkinariskipremion oletetaan muuttuvan eri taloudellisissa olosuhteissa yli ajan. Toisin sanoen eri maiden tuottojen välisessä vertailussa maan j tuotto on ehdollinen maailman markkinaindeksin muutoksille. Kaava (8) kertoo puolestaan sen, että Beta riippuu kunkin ajankohdan t olosuhteista. Kaavassa mukana oleva virhetermi ε_i toimii kyseisessä tutkimuksessa mallin hinnoitteluvirheen tärkeimpänä arviointikriteerinä. Kaavassa (9) kuvattu ehdollinen Beta riippuu siis vakio-osasta β_{0i} , joka kuvaa Betan historiallista pitkän aikavälin keskiarvoa. Vakio-osan lisäksi ehdollinen Beta muuttuu Harveyn (1991) mukaan myös erilaisten tekijöiden, kuten korkotason, osinkotuoton ja inflaation vaikutuksesta. Tätä kuvaa puolestaan termi $\beta_{1i}Z_t$.

$$E(R_M - R_f | \Omega_t) = \lambda_0 + \lambda_1 Z_t \quad (10)$$

Samoin kuin ehdollisen Betan tapauksessa Harvey (1991) oletti, että markkinariskipremiot muuttuvat yli ajan, kuten kaava (10) osoittaa. Kaavassa odotettu markkinariskipremio muodostuu vakio-osasta λ_0 , sekä muuttuvista informaatiotekijöistä Z kunkin ajanhetken t mukaan. Harveyn (1991) päämotiivi ei ollut testata CAP-mallia pelkästään historialliseen dataan sovitettuna pyrkien korkeisiin selitysasteisiin, vaan tutkia sitä, muuttuvatko riskipremio ja Beta eri aikaväleillä ja taloudellisissa kriiseissä. Tähän liittyen hän käytti instrumenttimuuttujina eri makrotaloudellisia muuttujia ennustamaan Betan ja markkinariskipremion vaihtelua. Tulosten perusteella Harvey (1991) havaitsi, että

useissa maissa maan viivästetyt osaketuotot sekä paikalliset osinkotuotot lisäsivät merkittävästi mallin selitysvoimaa (yhdeksällä seitsemästätoista). Toisaalta esimerkiksi paikallisella korkotasolla havaittiin puolestaan negatiivinen yhteys mallin selitysvoimaan monissa maissa, eli korkotaso ei selittänyt kovin hyvin mallin muuttuvia parametreja. Harvey (1991) korosti kuitenkin, että vaikka osa tuotoista selittyi paikallisilla tekijöillä, oli suurin osa vaihtelusta kuitenkin riippuvainen globaaleista tekijöistä.

Maiden välisten vertailun osalta Betojen vaihteluväliksi saatiin [0.63, 1.81], joista suurin oli Iso-Britanniassa ja pienin Itävallalla. Tulosten pohjalta huomattiin myös, että korkea Beta ei aina johtanut suurempiin tuottoihin verrattuna maihin, jossa se oli matalampi. Esimerkiksi Norjalla oli suurempi Beta (1.62) kuin Japanilla (1.40), mutta silti 0.41 prosenttiyksikköä matalampi keskimääräinen kuukausituotto vuosina 1970–1989. CAP-mallin Betan ja odotetun tuoton lineaarisuus ei siis pätenyt tässä tutkimuksessa. Mallin selitysteet olivat kaikilla erittäin matalia ja lähellä nollaa – usein jopa negatiivisia. Tämä selittyy kuitenkin testin luonteella ennustaa tuottoja muuttuvien taloudellisten tekijöiden kautta, jolloin ehdollisen mallin selitysteet eivät ole täysin verrattavissa perinteisiin CAP-mallin testeihin, kuten esimerkiksi Blackilla, Jensenillä ja Scholesilla (1972) tai Famalla ja McBethilla (1973). Perinteinen CAP-malli onkin ehdollista mallia parempi historialliseen dataan sovitettuna, mutta se ei huomioi dynaamisia muuttujia, joiden avulla pystytään ennustamaan huomattavasti paremmin tulevaisuuden tuottoja.

Huomion arvoista Harveyn (1991) tutkimuksessa oli myös se, että kymmenellä seitsemästätoista maasta ehdollinen malli yliarvioi systemaattisia kuukausittaisia tuottoja. Näillä mailla keskimääräinen hinnoitteluvirhe oli negatiivinen. Useilla mailla keskimääräinen absoluuttinen virhetermi oli jopa yli prosentin luokkaa – Hong Kongilla 2.02 % ja Norjalla 1.62 %. Tämä osoitti sen, että perinteisen CAP-mallin ehdollistettu malli epäonnistui tuottojen selittämisessä monissa maissa. Harvey (1991) osoitti myös, että käytetty MSCI-World indeksi ei ollut tehokas markkinaproxyksi, mikä osoitti sen, että kansainvälisen markkinariskin hinnoittelu oli monimutkaisempaa kuin perinteinen CAP-malli oletti.

Harvey (1991) onnistui osoittamaan, että sijoittajien riskipreemio vaihtelee merkittävästi erityisesti taloudellisten kriisien aikana. Hänen mukaansa kriisitilanteissa markkinarisikipreemiota nostivat usein kohonnut volatilitteetti sekä sijoittajien varojen allokointi turvallisempiin sijoituskohteisiin, kuten kultaan tai valtion velkakirjoihin. Volatilitteetin nousu on suoraan yhteydessä epävarmuuteen ja sitä kautta kasvaneisiin riskipreemioihin. Varojen allokointi muihin omaisuuseriin nostaa puolestaan osakkeiden tuotto-odotuksia niiden hinnan laskun kautta, jolloin riskipreemiot nousevat (Harvey, 1991). Kriisitilanteet nostivat myös systemaattisesti useiden maiden markkinariskejä – usein positiiviseen suuntaan. Eniten Betat nousivat korkean riskin ja matalan likviditeetin markkinoilla ja vähiten puolestaan maissa, joiden integraatio kansainvälisiin markkinoihin oli vähäistä. Perinteisen CAP-mallin oletus vakaasta Betasta ei siis päde kriisitilanteissa. Harveyn (1991) mukaan tämä selittyy esimerkiksi sijoittajien myydessä osakkeita samaan aikaan paniikissa. Tällöin Betat kasvavat, koska osakkeet reagoivat markkinoihin samanaikaisesti. Heikon likviditeetin markkinoilla on puolestaan vaikeampi myydä osakkeita, jolloin niiden tarjoustasoja on laskettava. Kun likviditeetti markkinoilla vähenee, nousee indeksin Beta suhteessa markkinaindeksiin sijoittajien vaatiessa korkeampaa riskipreemiota kohonneesta likviditeettiriskistä (Harvey, 1991).

2.4.2 Faman ja Frenchin kolmifaktorimalli

CAP-mallin rajoitteiden pohjalta Fama ja French (1992) halusivat tutkia Betan pidemmän aikavälin selitysvoimaa perinteisessä mallissa ja sitä, onko olemassa muita tilastollisesti merkitseviä muuttujia osaketuottojen selittäjinä. Tutkimuksessaan Fama ja French (1992) tarkastelivat osakkeita NYSE, AMEX- ja NASDAQ-pörsseistä vuosina 1963–1990 käyttäen Faman ja MacBethin (1973) laskentamenetelmää CAP-mallin testaamiseksi. Eräänlaiseksi ongelmaksi aiemmissä tutkimuksissa kuten Black, Jensen ja Scholes (1972) ja Fama ja MacBeth (1973) oli muodostunut se, että osakkeet jaettiin portfolioihin vain Betojen perusteella eikä Betan ja yrityksen koon välistä korrelaatioita ollut testattu. Tämä johti mahdollisiin vääriin johtopäätöksiin Betan kyvystä selittää osakkeiden tuottoja. Fama ja French (1992) toivat esiin omassa otoksessaan, että yrityksen kokoluokka markkina-arvolla mitattuna korreloi vahvasti osaketuottojen kanssa – pienemmistä yrityksistä

muodostetut portfoliot tuottivat keskimäärin 0.63 prosenttiyksikköä paremmin kuukausittain verrattuna suuriin yhtiöihin vuosina 1963–1990. Kokoefektin vaikutus oli myös tilastollisesti merkitsevä ja toistui koko tarkastelujakson ajan.

Tähän liittyen merkittävänä löydöksenä Fama ja French (1992) osoittivat, että yrityksen koko ja Beta olivat keskenään negatiivisesti korreloituneita. Pienemmillä yrityksillä havaittiin usein korkeampi Beta ja korkeammat tuotot, kun taas suurilla yrityksillä Betat olivat matalampia ja tuotot odotettua pienempiä. Aiemmissä tutkimuksissa saatettiin tulkita väärin, että korkean Betan osakkeet tuottivat enemmän, vaikka todellisuudessa kyse oli kokovaikutuksesta osakkeen tuottoon (Fama & French, 1992). Näin ollen, jotta Betan ja yrityksen koon osuudet osaketuottojen selittäjinä voitiin erottaa toisistaan, oli aineiston luokittelussa ensin kontrolloitava yrityksen koko ja tämän jälkeen Beta (Fama & French, 1992). Ratkaisuksi he jakoivat osakkeet ensin markkina-arvojen perusteella kymmeneen kokoluokkaan ja tämän jälkeen luokissa olevat osakkeet jaettiin vielä Betan perusteella eri luokkiin. Tämän jälkeen osakkeiden tuotot regressoitiin kuukausittaisella datalla suhteessa markkinaproxyä käytettyyn CRSP-indeksiin.

Tutkimustulosten perusteella Fama ja French (1992) havaitsivat, että kun yrityksen koko oli kontrolloitu, ei portfolioiden Betan ja keskimääräisen tuoton yhteys ollut enää tilastollisesti merkitsevä. Vastaavasti yrityksen koon testisuure osoittautua regressiossa erittäin merkittäväksi t-arvolla (-2.58), joka todisti sen, että yrityksen koko selitti osakkeiden tuottoja pitkällä aikavälillä. Kokoluokkaa kuvaavan muuttujan ohella portfolioiden tuotot regressoitiin myös niiden keskimääräisen Book-to-Market-suhteen (BE/ME) kanssa, joka kuvasi yritysten keskimääräistä kirja-arvon suhdetta markkina-arvoon portfolioissa. Fama ja French (1992) havaitsivat, että (BE/ME) -suhteella oli puolestaan merkittävä positiivinen tilastollinen yhteys t-arvolla (5.71), joka tarkoitti sitä, että arvo-osakkeet tuottivat huomattavasti kasvuyhtiöitä paremmin. Kyseiset tulokset olivat erittäin merkittäviä ja todistivat, ettei perinteisen CAP-mallin Beta riitä selittämään osakkeiden tuottoja. Yrityksen koko ja kirja-arvon suhde markkina-arvoon osoittautuivatkin tärkeämmäksi kuin Beta mallinnettaessa osaketuottoja.

$$R_i - R_f = \alpha + \beta_M(R_M - R_f) + \beta_{SMB} * SMB + \beta_{HML} * HML + \varepsilon_i \quad (11)$$

Vuonna (1993) Fama ja French jatkoivat kyseisen aiheen tutkimista arvioimalla yhdysvaltalaisien osakkeiden ja joukkovelkakirjojen tuottoja samalla ajanjaksolla 1963–1991. Lisäksi he esittelivät perinteisen CAP-mallin korvaajaksi ns. kolmifaktorimallin, joka on kuvattu kaavassa (11). Mallissa termi $R_i - R_f$ kuvaa osakkeen tai portfolion riskipreemiota suhteessa käytettyyn riskittömään korkoon. Mallin α -kerroin kuvaa toteutuneen tuoton ja mallin selittämän tuoton erotusta ja termi $\beta_M(R_M - R_f)$ perinteisen markkinariskin vaikutusta. Erona perinteiseen CAP-malliin, on malliin lisätty uudet selittäjät kuvaamaan koko- ja arvopreemioita. Kerroin β_{SMB} kertoo mallissa, kuinka herkkä portfolion tuotto on kokotekijälle (Small – Big) – positiivinen kerroin kertoo enemmän pienistä yhtiöistä ja negatiivinen päinvastoin (Fama & French, 1993). Vastaavasti β_{HML} kertoo mallissa sen, kuinka herkästi portfolio tai osakkeen tuotto korreloi sen arvostustason kanssa – positiivinen kerroin viittaa enemmän arvo-osakkeisiin ja negatiivinen kasvuyhtiöihin (Fama & French, 1993).

Käytännössä CAP-mallin selitysvoimaa osaketuottojen selittäjänä voidaan mitata mallin selitysteella sekä alpha-kertoimien tilastollisella merkitsevyydellä (Fama & French, 1993). Yhdysvaltalaisien osakkeiden aineistossa Fama ja French (1993) havaitsivat, että kolmifaktorimallin selitysvoima oli huomattavasti korkeampi verrattuna aiempiin CAP-mallin tutkimuksiin. Esimerkiksi Faman ja McBethin (1973) tutkimuksissa saadut selitysteet olivat keskimäärin välillä [63 %, 95 %], kun taas vuoden 1993 tutkimuksessa ne nousivat systemaattisesti jopa [83 %, 97 %] vaihteluvälille, keskiarvon ollessa (93.12 %). Tämä osoitti, että kolmifaktorimalli oli huomattavasti tarkempi osaketuottojen selittäjänä kuin pelkkä markkinariskiin perustuva malli. Toinen oleellinen tekijä oli myös, se että aiemmissä tutkimuksissa, kuten Black, Jensen ja Scholes (1972) sekä Fama ja MacBeth (1973), estimoidut alfat poikkesivat useissa portfolioissa merkittävästi nolosta. Vuoden (1993) tutkimuksessa kolmifaktorimalli poisti kuitenkin merkittävän osan alfojen tilastollisesta merkitsevyydestä useissa portfolioissa, mikä viittasi siihen, että

markkinoilla ei ollut systemaattisia ylituottoja, kun koko- ja arvotekijät oli huomioitu. Osittain ero mallien toimivuudessa liittyikin merkittävästi siihen, että perinteinen CAP-malli aliarvioi systemaattisesti pienten yritysten tuottoja eikä huomioinut koko- ja arvotekijöitä.

2.4.3 Momentum-malli

Vaikka kolmifaktorimalli paransi merkittävästi osaketuottoja kuvaavan mallin selityskykyä, ei se kuitenkaan pystynyt selittämään kaikkea vaihtelua tuotoissa, etenkin lyhyen aikavälin tarkastelussa. Osaketuottojen momentum-teoria sai alkunsa Jegadeeshin ja Titmanin (1993) tutkimuksesta, jossa tutkittiin NYSE:n ja AMEX:in osakkeiden historiallisen tuottokehityksen yhteyttä portfolion tulevaisuuden tuottoon vuosina 1965–1989. Tutkimuksen päätavoite oli selvittää, onko historiallisesti hyvin tuottaneiden osakkeiden osto ja huonosti tuottaneiden osakkeiden myynti kannattava sijoitusstrategia eri aikajaksoilla. Tutkimuksessa osakkeet jaettiin kymmeneen portfolioon menneisyyden tuottojen perusteella pienimmästä suurimpaan. Tähän liittyen portfolioille testattiin useita erilaisia strategioita, joista oleellisimpana toimi ns. (Buy-Sell) -strategia. Tällä strategialla tarkoitettiin voittaja osakkeiden ostamista ja häviäjä osakkeiden myymistä. Strategioiden tarkastelussa osakkeet valittiin J kuukauden menneisyyden tuottojen perusteella ja pidettiin K kuukauden ajan (Jegadeesh & Titman, 1993).

Tutkimustulosten perusteella havaittiin, että voittajaosakkeiden ostaminen ja häviäjäosakkeiden myyminen oli tuottojen osalta kannattavaa sekä tilastollisesti merkittävää. Parhaiten toimiva strategia oli ostaa voittajaosakkeita edellisen 12 kuukauden tuottokehityksen perusteella ja pitää ne kolmen kuukauden ajan – tällöin portfolio tuotti keskimäärin 1.31 % kuukausittain t-arvon ollessa (3.74). Tuloksissa kaikkien aikajaksojen momentum-strategiat osoittautuivat tilastollisesti merkitseviksi, mutta momentum-tuotot hiipuivat portfolion pitoajan kasvaessa (Jegadeesh & Titman, 1993). Tämä tarkoitti sitä, että ensimmäisen vuoden aikana momentum-strategiat toimivat varsin hyvin, mutta tämän jälkeen tuotot alkoivat pienentyä systemaattisesti. Lisäksi haivaittiin ns. ”mean

reversion"-ilmiö, jolla tarkoitettiin sitä, että 36 kuukauden kohdalla momentum-tuotot kääntyivät negatiivisiksi.

$$E(r_{it} - \bar{r}_t | r_{it-1} - \bar{r}_{t-1} > 0) > 0 \quad (12)$$

$$E(r_{it} - \bar{r}_t | r_{it-1} - \bar{r}_{t-1} < 0) < 0 \quad (13)$$

$$E[(r_{it} - \bar{r}_t)(r_{it-1} - \bar{r}_{t-1})] > 0 \quad (14)$$

Jegadeesh ja Titman (1993) osoittivatkin kaavan (12) perusteella, että mikäli aikaisemman periodin tuotto on ylittänyt odotetun tuoton, on seuraavan periodin ylituotto odotusarvoltaan positiivinen. Vastaavasti, jos aiempi tuotto on alittanut odotetun tuoton, on kaavan (13) mukaan seuraavan periodin ylituotto keskimäärin negatiivinen. Kaava (14) kuvaa puolestaan momentum-strategian ydintä – menneiden tuottojen ja seuraavan periodin tuottojen keskimääräinen ristikkäiskovarianssi on positiivinen. Toisin sanoen menneillä tuotoilla on systemaattinen yhteys tulevaisuuden tuottoihin (Jegadeesh & Titman, 1993).

Oleellinen yhteys CAP-malliin momentum-teoriassa liittyy siihen, että Jegadeshin ja Titmanin (1993) mukaan momentum-tuotot eivät aina selity systemaattisen riskin kautta. Kyseinen anomalia johtuu heidän mukaansa markkinoiden epätehokkuudesta ja sijoittajien käyttäytymisvinoumista suhteessa uuteen tietoon. Mikäli osakkeiden tuotot ovat olleet edellisessä periodissa positiivisia, voivat ne jatkua suotuisina myös tulevaisuudessa. Lisäksi Jegadeeshin ja Titmanin (1993) mukaan momentum-strategia voi toimia tilanteissa, jossa eri periodin tuotot korreloivat toistensa kanssa yli ajan. Tällöin puhumme faktorituottojen autokorrelaatiosta. Näiden kahden vaikutuksesta momentum-tuotot voivat syntyä systemaattisen riskin kantamisen palkkioina. Toisaalta, jos eri ajanjaksojen satunnaistuottojen kovarianssi on merkittävä, voi tuotot selittyä markkinoiden tehottomuudella.

Markkinoiden tehottomuuteen liittyvissä tilanteissa momentum-tuotot eivät synny systemaattisen riskin kantamisesta, vaan siitä, että sijoittajat eivät reagoi tehokkaasti uuteen informaatioon. Jegadeeshin ja Titmanin (1993) mukaan, sijoittajat saattavat reagoida psykologisista syistä hitaasti uusiin tietoihin, kuten tulosjulkistuksiin, jolloin positiivinen informaatio voi ylläpitää osakkeen kurssikehitystä nousussa usean kuukauden ajan. Syy tälle on se, että sijoittajat eivät osta heti osaketta suurella volyymilla, jolloin nousuvara säilyy pidempään osakkeessa. Vastaavasti negatiivisen informaation tapauksessa sijoittajat eivät myy osakkeita heti, vaan myyvät usein liian myöhään. Tällöin osakkeiden laskutrendi jatkuu. Momentum-teoria haastaa kuitenkin perinteisen CAP-mallin, koska momentum-tuotot olivat Jegadeeshin ja Titmanin (1993) tutkimuksessa tilastollisesti merkittäviä myös silloin, kun systemaattinen riski oli kontrolloitu. Näin ollen sijoittajien on mahdollista saada ylituottoja riippumatta systemaattisesta riskistä kyseisen anomalian kautta.

Momentum-teoriaan liittyvän tutkimuksen pohjalta Carhart (1997) julkaisi omassa tutkimuksessaan uuden nelifaktorimallin, joka on esitetty kaavassa (15). Kaava on täysin sama kolmifaktorimalliin verrattuna, mutta uutena selittävänä muuttujana malliin on otettu *MOM*-tekijä ja sitä vastaava kerroin β_{MOM} . Momenttifaktori kuvaa siis mallissa viimeisen 12 kuukauden voittajaosakkeiden ja häviäjäosakkeiden tuottojen erotusta.

$$R_i - R_f = \alpha + \beta_M(R_M - R_f) + \beta_{SMB} \cdot SMB + \beta_{HML} \cdot HML + \beta_{MOM} \cdot MOM + \varepsilon_i \quad (15)$$

Carhartin (1997) tutkimuksessa arvioitiin aktiivisesti hoidettujen yhdysvaltalaisen rahastojen suoriutumista kuukausittaisella aineistolla vuosina 1963–1993. Aineiston luokittelun osalta rahastot jaettiin kymmeneen desiiliin edellisen vuoden tuottokehityksen perusteella ja tämän jälkeen vielä eri alaryhmiin portfolioiden muodostamiseksi. Kyseiset portfolioit päivitettiin aina vuosittain edellisen vuoden kehityksen perusteella. Tämän ohella aikasarjan mukaisille tuotoille testattiin perinteistä CAP-mallia sekä nelifaktorimallia ja verrattiin näiden tuloksia. Tulosten pohjalta nelifaktorimallin selitysaste (R^2)=

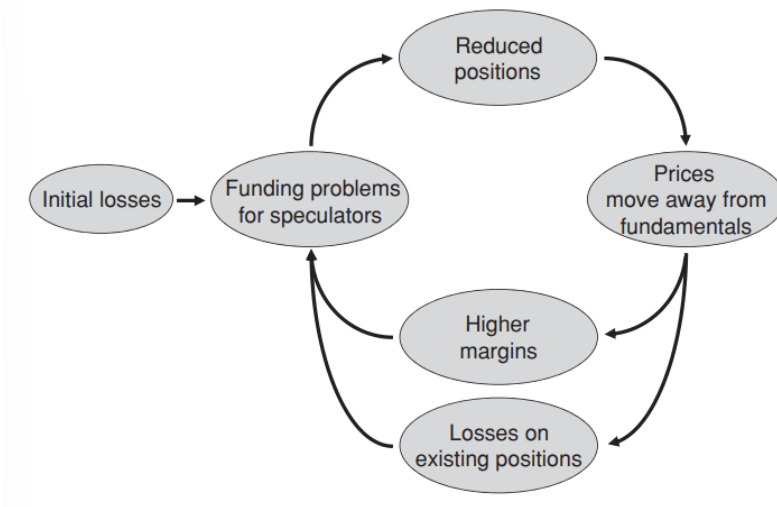
92.2 %) osoittautui CAP-mallia korkeammaksi ($R^2 = 87.9\%$). Alpojen suhteen mallit näyttivät keskimäärin kuitenkin hyvin samankaltaisia tuloksia – CAP mallin keskiarvo oli (-0.076 %), kun taas nelifaktorimallilla (-0.195 %). Nelifaktori malli ei siis kyennyt poistamaan kaikkea alfaa, mitä perinteinen malli näytti, vaan edelleen osakkeiden tuottoja selittyi mallin ulkopuolisilla tekijöillä. Nelifaktorimalli lisäsi kuitenkin mallin selitysvoimaa useilla prosenttiyksiköillä ja osoitti *MOM*-muuttujan tilastollisesti erittäin merkittäväksi (Carhart, 1997).

2.5 CAP-malli ja taloudelliset kriisit

CAP-mallin oletukset vakaasta Betasta ja markkinariskipreemiosta on kumottu useissa tutkimuksissa, erityisesti taloudellisten kriisien aikana. Finanssikriisissä eurooppalaisiin osakemarkkinoihin vaikutti erityisesti Yhdysvaltain asuntomarkkinoilta pankkisektorille levinnyt likviditeettikriisi. Euroopan velkakriisi puolestaan kasvatti valtioiden ja pankkien luottoriskejä, jonka seurauksena euroalueen rahoitusvakaus laski.

2.5.1 CAP-malli Finanssikriisissä

Perinteinen CAP-malli olettaa, että sijoittajat voivat vapaasti ostaa ja myydä osakkeita ilman rajoituksia. Todellisuudessa markkinoilla voi kuitenkin aika-ajoin esiintyä ns. likviditeettikriisejä, joissa arvopapereiden kaupankäynti vaikeutuu epävarmuuden kasvaessa. Brunnermeierin ja Pedersenin (2009) tutkimus toi esiin sen, että perinteinen CAP-malli ei huomio likviditeetin heikkenemistä osakemarkkinoilla, jonka seurauksena markkinariskipreemiot nousevat merkittävästi. Tällöin CAP-malli ei kuvaa hyvin mallissa olevaa markkinariskipreemiota.



Kuvio 5. Likviditeetti-spiraalit (Brunnermeier & Pedersen, 2009).

Vaikka Brunnermeierin ja Pedersenin (2009) tutkimus ei liity suoraan CAP-mallin testaukseen, selittää se merkittävästi muuttuvaa markkinariskipreemion osaa finanssikriisissä. Kuviossa (5) on kuvattu finanssikriisissä syntyneet likviditeettispiraalit. Alun perin asuntomarkkinoilta alkanut kriisi synnytti sijoittajille ja pankeille luottotappioita luottoriskien rautessa kriisin alussa. Brunnermeierin ja Pedersenin (2009) mukaan tämä johti toimijoiden likviditeetin vähenemiseen, epävarmuuden lisääntymiseen sekä alentuneisiin mahdollisuuksiin lainata rahaa eteenpäin. Kyseinen vaikutus nosti merkittävästi vaadittavia riskipreemioita epävarmuuden vallitessa. Kun tilanne kiristyi, sijoittajat joutuivat pakkomyymään osakkeita, mikä laski kurssuja entisestään. Tämä puolestaan nostaa lisää vaadittavia markkinariskipreemioita sekä erityisesti volatilitteettia, jolla on suora yhteys myös Betojen nousuun lisääntyneen yhteysvaihtelun kautta (Brunnermeier & Pedersen, 2009). Oleellista likviditeettikriisin kierteessä on se, että yhden toimialan likviditeettikriisi voimistaa myös muiden toimialojen ongelmia, jolloin osakkeiden ja markkinan yhteysvaihtelu kasvaa merkittävästi. Riskipreemioiden nousun pääasiallinen syy liittyy puolestaan siihen, että sijoittajat vaativat kompensatioita lisääntyneestä riskistä saada osake myöhemmin myytyä (Brunnermeier & Pedersen, 2009). Perinteinen CAP-mallin oletus vakaista riskipreemioista ja Betoista ei siis päde kriisitilanteissa edellä esitettyjen syiden takia.

Campbell ja muut (2013) osoittivat myös, että osakkeiden Betat eivät ole vakioita finanssikriisin aikana. Tutkimuksessaan he toivat esiin myös aiemmin Campbellin ja Vuolteenahon (2004) tekemän tutkimuksen Betan jakaantumisesta kahteen riskikomponenttiin – hyvään ja huonoon Betaan.

$$\beta_i = \beta_{good,i} + \beta_{Bad,i} \quad (16)$$

$$\beta_i^B = \frac{Cov(r_i, N_p^{DR})}{Var(r_p^e - E_{t-1}r_p^e)} \quad (17)$$

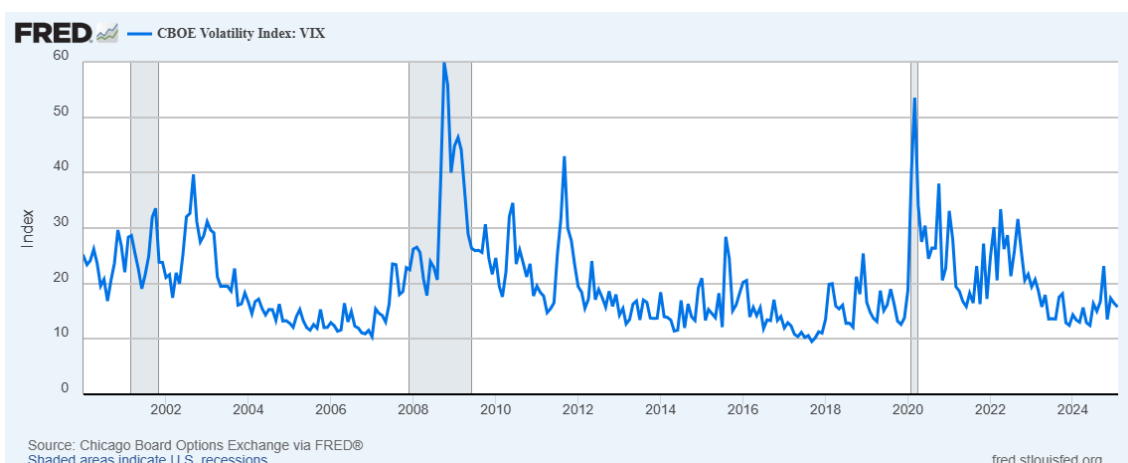
$$\beta_i^G = \frac{Cov(r_i, N_p^{CF})}{Var(r_p^e - E_{t-1}r_p^e)} \quad (18)$$

Heidän mukaansa osakkeen tai kokonaisen indeksin Beta-riski voi koostua huonosta Betasta, jolla tarkoitetaan omaisuuserän kovarianssia markkinariskipreemioiden vaihtelun kanssa (Kaava 17). Tämä riski koostuu kokonaisessa indeksin Betassa silloin, kun suuri osa osakkeista reagoivat merkittävästi sijoittajien muuttuneisiin riskipreferensseihin ja diskonttokorkojen muutoksiin (Campbell ja muut, 2013). Finanssikriisissä tämä näkyi osakkeiden voimakkaana kurssilaskuna volatiliteetin kasvaessa. Hyvä Beta korostaa puolestaan indeksin kovarianssia osakkeiden kassavirtojen muutosten kanssa (Kaava 18). Kyseinen komponentti ei ole Campbellin ja Vuolteenahon (2004) mukaan kuitenkaan yhtä herkkä, kuin Bad-Beta, sillä kassavirtojen ennusteet eivät heilu samalla tavoin kuin diskonttokoron muutokset. Oleellista näissä komponenteissa on kuitenkin se, että perinteinen CAP-malli ei hinnoittele kriisiolosuhteissa huonoa Betaa tarpeeksi hyvin. Perinteinen CAP-malli ei siis huomioi osakkeiden erilaisia Betan komponentteja, jolloin se kohtelee kutakin omaisuuserää pelkästään vakioisen systemaattisen riskitekijän kautta (Campbell ja muut, 2013). Tämän seurauksena perinteinen CAP-malli aliarvioi systemaattisesti erilaisten korkoshokkien ja likviditeettikriisien vaikutuksen osakkeiden hintoihin taloudellisissa kriiseissä.

2.5.2 CAP-malli Euroopan velkakriisissä

Bekaertin ja muiden (2013) mukaan sijoittajien riskipreferenssit voivat muuttua radikaalisti finanssikriisin ja Euroopan velkakriisin kaltaisissa kriiseissä. Heidän tutkimuksessaan analysoitiin VIX-indeksin muutosten vaikutusta sijoittajien riskinsietokykyyn Euroopan velkakriisin aikana. VIX-indeksi eli sijoittajien ”pelkokerroin” mittaa S&P500 liitettyjen optioiden hintoihin liittyvää volatilitteettia seuraavan 30 päivän aikana (Bekaert ja muut, 2013). Pelkoindeksin nousu korkeassa epävarmuudessa johti eurooppalaisten osakkeiden riskipreemioiden merkittävään kasvuun velkakriisin aikana, koska sijoittajat vaativat korkeampaa tuottoa globaalien riskien kompensoimiseksi. Epävarmuuden seurauksena osakkeiden hinnat laskivat, mutta toisaalta niiden tuotto-odotukset kasvoivat. Kuvion (6) perusteella voimme huomata, että VIX-indeksi nousi radikaalisti finanssikriisissä ja vuoden 2012 aikana. Kuvassa pelkoindeksi on mitattu 2000-luvulla päivittäisellä aineistolla.

Perinteisen CAP-mallin oletus staattisesta markkinariskipreemiosta ja Betasta ei siis päde taloudellisten shokkien kaltaisessa ympäristössä, koska tutkimukset osoittavat, että sijoittajien riskipreferenssit eivät ole homogeenisia ja markkinariskit vaihtelevat makrotaloudellisten muuttujien, kuten korkotason, likviditeetin ja rahapolitiikan mitoituksen vaikutuksesta (Bekaert ja muut, 2013).



Kuvio 6. VIX-Indeksi 2000-luvulla (FRED, 2025)

Fratzscher ja Rieth (2019) tuovat myös esille omassa tutkimuksessaan, että valtioiden ja pankkien luottoriskeillä oli keskeinen vaikutus Euroopan osakemarkkinoihin. Korkojen nousu vaikutti erityisesti pankkisektorin yhtiöihin, koska heillä oli paljon valtion velkakirjoja taseissaan. Velkakirjojen arvon lasku nosti puolestaan pankkiosakkeiden systemaattista riskiä merkittävästi erityisesti kriisimaissa kuten, Kreikassa, Italiassa ja Portugalissa. Pankkisektorin vaikeudet heijastuivat nopeasti myös muille toimialoille, jonka seurauksena osakkeiden Betat kasvoivat lisääntyneen yhteisvaihtelun kautta (Fratzscher & Rieth, 2019). Euroopan keskuspankki vastasi kuitenkin haastavaan markkinatilanteeseen useilla koron laskuilla sekä kohdennetuilla arvopaperiostoilla. Rajusti alaspäin tulleet osakkeet lähtivät tämän myötä nousuun laskeneiden diskonttokorkojen ja lisääntyneen rahan tarjonnan kautta (Fratzscher & Rieth, 2019). Tämän seurauksena markkinariskipreemiot ja osakkeiden Betat alkoivat vähitellen laskea ja normalisoitua kohti pidemmän ajan keskiarvoaan. Oleellinen tekijä CAP-mallissa liittyy kuitenkin siihen, että se ei huomio Betojen ja riskipreemioiden muuttumista rahoitusvakauden laskiessa.

3 Tutkimusaineisto- ja menetelmät

3.1 Tutkimukseen valitut indeksit ja riskitön korko

CAP-mallin testaukseen valittiin 11 eurooppalaista tuottoindeksiä ja vertailuindeksiksi Yhdysvaltain markkinoita kuvaava S&P500-indeksi. Tutkimuksen päämotiivi on ollut tarkastella eurooppalaisten osakemarkkinoiden riippuvuutta Yhdysvaltain markkinoista eri taloudellisina aikoina sekä arvioida, selittykö indeksien tuotot luotettavasti havaitun markkinariskin kautta. Tutkimuksessa kaikkien maiden indeksit ovat kyseisten maiden suurimpien yhtiöiden muodostamat päälistat, koska markkinat ovat osoittaneet, että suurilla yhtiöillä globaalin integroitumisen aste on suurempi verrattuna pienempiin yhtiöihin (Doukas & Switzer, 2000). Päälistoilla osakkeiden likviditeetti on myös korkeampi pienyhtiöihin verrattuna, joka mahdollistaa osakkeiden nopeamman ja merkittävämmän reagoinnin suhteessa maailman markkinoita kuvaavaan S&P500-indeksiin. Tämä mahdollistaa Betojen luotettavamman arvioinnin yli ajan. Taulukossa (1) on kuvattu tutkimukseen valitut maat ja niiden tuottoindeksit.

Taulukko 1. Tutkimukseen valitut tuottoindeksit

<i>Indeksi</i>	<i>Maa</i>	<i>Yritysten lkm (2024)</i>
<i>OMXH25</i>	<i>Suomi</i>	<i>25</i>
<i>OMXS30</i>	<i>Ruotsi</i>	<i>30</i>
<i>DAX</i>	<i>Saksa</i>	<i>40</i>
<i>FTSE100</i>	<i>Iso-Britannia</i>	<i>100</i>
<i>CAC40</i>	<i>Ranska</i>	<i>40</i>
<i>IBEX35</i>	<i>Espanja</i>	<i>35</i>
<i>AEX</i>	<i>Alankomaat</i>	<i>25</i>
<i>FTSEMIB</i>	<i>Italia</i>	<i>40</i>
<i>ATX</i>	<i>Itävalta</i>	<i>20</i>
<i>SMI</i>	<i>Sveitsi</i>	<i>20</i>
<i>WIG</i>	<i>Puola</i>	<i>60</i>
<i>S&P500</i>	<i>Yhdysvallat</i>	<i>500</i>

CAP-mallin testauksessa kyseisten maiden valuuttakurssieroja ei ole huomioitu, koska useat tutkimukset ovat osoittaneet, että niiden merkitys ei ole merkittävää Betojen

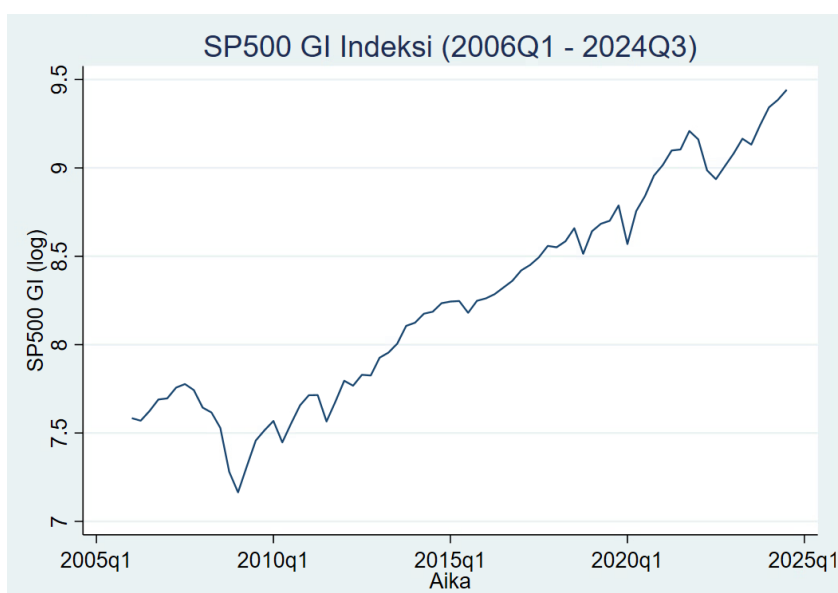
estimoinnissa. Esimerkiksi Griffin (2002) vertaili Faman ja Frenchin kolmifaktorimallin toimivuutta vuosina 1981–1995 japanilaisilla ja Iso-Britannialaisilla osakeportfolioilla ns. paikallisella mallilla ja globaalilla mallilla, joka otti huomioon maan valuuttakurssin suhteessa Yhdysvaltain dollariin. Tulosten perusteella paikallisen mallin hinnoitteluvirheet osoittautuivat globaalia mallia pienemmiksi sekä mallin selitysasteet olivat myös globaalia mallia korkeampia. Valuuttakurssien lisääminen malliin ei myöskään muuttanut merkittävistä Beta-kertoimien suuruutta kahden eri mallin välillä. Osittain tämä voi selittyä sillä, että valuuttakurssimuutokset vaikuttavat portfolioissa ja vertailuindeksissä kaikkiin yrityksiin saman aikaisesti, jolloin suhteelliset Betat osakkeiden välillä eivät muutu merkittävästi (Griffin, 2002).

Tuottoindeksien valintaa perustellaan siksi, että ne sisältävät osakkeiden hintakehityksen lisäksi myös yhtiöihin uudelleen sijoitetut osingot. Tämä antaa indeksien tuottokehityksestä realistisemmän kuvan verrattuna tavalliseen hintaindeksiin, jossa osinkoja ei huomioida. Taulukossa (1) on kuvattu myös kyseisten indeksien sisältämien yritysten lukumäärät vuonna 2024. Koko tarkastelujaksolla, joidenkin indeksien yritysten lukumäärät ovat saattaneet muuttua. Esimerkiksi Saksan DAX indeksi laajeni syyskuussa 2021 30 yrityksestä 40 yritykseen. Kukin indeksi koostuu maansa suurimpien yritysten osakkeista.

Tutkimuksen markkinaproxya toimivaa S&P500-indeksiä on laajasti käytetty CAP-mallin testausta käsittelevissä tutkimuksissa. Vaikka kyseinen indeksi ei ole täysin tehokas modernin portfolioteorian osalta, kuvaa se hyvin globaalin talouden kehitystä nykymaailmassa. Yhdysvaltojen talous on maailman suurin ja sen osakemarkkinat vaikuttavat merkittävästi eurooppalaisiin yhtiöihin, jotka käyvät ulkomaankauppaa amerikkalaisten yritysten kanssa. Tämän tutkimuksen tilastolliset menetelmät muistuttavat Harveyn (1991) tutkimusta indeksien Betojen estimoinnista vuosina 1970–1989. Kun Harvey testasi 17 eri OECD-maan ehdollista markkinariskiä suhteessa MSCI-World indeksiin, tarkastellaan tässä tutkimuksessa puolestaan eurooppalaisten osakemarkkinoiden systemaattista riskiä suhteessa SP500-indeksiin. Erona Harveyn testiin liittyy myös se, että muuttujat on mitattu kvartaalikohtaisella aineistolla, kun Harvey puolestaan käytti kuukausittaista

dataa. Harvey (1991) sovelsi myös testeihin ehdollista CAP-mallia, jossa Betojen ja markkinariskipreemioiden annettiin muuttua yli ajan. Tässä tutkimuksessa testataan puolestaan perinteistä CAP-mallia, joka olettaa Betan ja riskipreemion pysyvän vakiona.

Riskittömäksi koroksi tutkimukseen on valittu Saksan valtion 10-vuotisen joukkovelkakirjan korko. Saksan talous on Euroopan suurin ja sillä on merkittävä vaikutus sijoittajien käyttäytymiseen eurooppalaisilla markkinoilla. Saksan valtioita on läpi historian pidetty yhtenä Euroopan vakaimmista talouksista, joka puoltaa maan riskittömän koron käyttöä CAP-mallin testauksessa eurooppalaisilla markkinoilla. Saksan valtiota pidetään usein Euroopan vakaimpana ja vähäriskisimpänä lainanantajana, joka tekee sen korkomarkkinoista erittäin likvidit ja turvalliset sijoittajille. Dunne ja muut (2007) määrittivät omassa tutkimuksessaan euromaiden valtion lainoille ns. "Bench mark" koron kullekin maturiteettiluokalle. Heidän tuloksissaan Saksan 10-vuotisen joukkovelkakirjan korko toimi riskipreemion mittarina euromaiden muille koroille pitkän maturiteetin lainoissa. Saksan valtion velkakirjojen likviditeetti osoittautui korkeimmaksi sekä niiden idiosynkraattinen riski oli kaikkein pienin (Dunne ja muut, 2007). Lainojen hintavaihtelut eivät siis altistu merkittävästi maan poliittisille tai yrityskohtaisille tekijöille.



Kuvio 7. S&P500 (GI) logaritminen Indeksi aikavälillä 2006Q1-2024Q3 (Stata)

Kuviossa (7) on kuvattu logaritminen S&P500-indeksi pistemuodossa. Voimme huomata, että S&P500 on noussut trendinomaisesti koko tarkastelujaksolla, lukuun ottamatta finanssikriisiä 2007–2009 sekä koronakriisiä 2020–2022. Kuviossa (8) on puolestaan esitetty Saksan valtion velkakirjan 10-vuotinen riskitön korko. Kuvion perusteella Saksan valtionlainojen korot ovat olleet laskussa finanssikriisin jälkeen, mutta kääntyivät nousuun Ukrainan sodan myötä vuonna 2022.



Kuvio 8. Saksan 10v. valtionvelkakirjan korko aikavälillä 2006Q1-2024Q3 (Stata)

3.2 Menetelmät indeksien Betojen estimoinnissa

Betojen estimointi on suoritettu käyttämällä pienimmän neliösumman (OLS) menetelmää aikasarjaregressiomallin estimoimiseksi. Wooldridgen (2020) mukaan aikasarjaregression perusehtoihin kuuluu se, että stokastisen prosessin muuttujat ovat lineaarisessa suhteessa toisiinsa eikä selittävien muuttujien välillä saa olla täydellistä korrelaatiota, joka viittaisi multikollineaarisuuteen. Betojen estimoinnissa multikollineaarisuus ei ole ongelma, koska indeksien tuottoja selitetään vain markkinariskin kautta. Oleellista mallissa on se, että virhetermin u suuruus hetkellä t ei ole riippuvainen selittävästä muuttujasta millään ajan hetkellä. Matemaattisesti ilmaistuna $E(u_t | X) = 0$, $t=1, 2, \dots, n$. Tämä tarkoittaa sitä, että mallin virhetermin odotusarvo on nolla kullakin ajanhetkellä t

(Wooldridge, 2020). Virhetermin varianssin odotetaan myös pysyvän vakiona yli ajan, jolloin aikasarja pysyy stationäärisenä. Tämä tarkoittaa sitä, että virhetermin jakauma ei ole riippuvainen selittävästä muuttujasta, jolloin $Var(u_t|X) = \sigma^2$ jokaisella ajanhetkellä $t=1,2,\dots, n$. Virhetermien odotetaan myös olevan itsenäisesti ja riippumattomasti jakautuneita sekä noudattavan normaalijakaumaa parametrein $(0, \sigma^2)$. Viimeisimpänä ehtona aikasarjaregressiossa oletetaan, että virhetermit eivät ole autokorrelloituneita keskenään toistensa kanssa. Matemaattisesti tämä tarkoittaa sitä, että $Corr(u_t, u_s | X) = 0$, kaikilla $t \neq s$ (Wooldridge, 2020).

Indeksien osalta aikasarjoista on otettu luonnollinen logaritmi, jolloin aikasarjan muuttuja P_t muuttuu muotoon $\ln(P_t)$. Kvartaalituottojen laskennassa on puolestaan käytetty logaritmista differenssiä $\ln(P_{t+1}) - \ln(P_t)$. Logaritmisten differenssien käyttö on oleellista taloustieteellisissä aikasarjoissa, koska logaritmifunktio muuntaa tuottojen prosentuaaliset muutokset nousujen ja laskujen suhteen symmetrisiksi (Wooldridge, 2020). Tällöin kokonaistuotto on yksinkertaisesti tuottojen summa, eikä tuottojen laskenta vääristy nousujen ja laskujen suhteen. Vaikka tutkimuksen data on kerätty kvartaalikohtaisena aineistona, on indeksien tuotot eri jaksoilla skaalattu kuitenkin vuositasolle. Vuosittaisia tuottolukuja käytetään sijoitusmaailmassa yleisesti Sharpen suhteiden ja Treynorin mittarin laskennassa. Kaavan (19) mukaan vuosittainen indeksin tuotto saadaan kertomalla kunkin jakson logaritmisien differenssien keskiarvo neljällä. Logaritmisien differenssien keskiarvo kuvaa kvartaalituottoa ja se on kaavassa $E(R_{kvartaali})$. Vastaavasti kvartaalituottojen pohjalta voimme skaalata vuosittaisen tuottojen volatiliteetin kaavalla (20). Vuosittainen indeksien volatiliteetti on laskettu kertomalla ensin saatu kvartaalikohtainen tuottojen hajonta neliöjuuri neljällä.

$$R_{vuosi} \approx 4 \times E(R_{kvartaali}) \quad (19)$$

$$\sigma_{vuosi} = \sigma_{kvartaali} \times \sqrt{4} \quad (20)$$

Indeksien Betat on puolestaan estimoitu kullekin ajanjaksolle kaavan (21) mukaan. Kaavassa indeksin kvartaalituotot regressoidaan S&P500 indeksin tuottojen kanssa. Mallissa c_i kuvaa vakiotermiä, β_{index} indeksin markkinariskiä ja ε_i virhetermiä. Tutkimuksessa Betojen estimointi on suoritettu kvartaalikohtaista dataa hyödyntäen, mutta riskikorjatut tuotot on ilmaistu vuosittaisten lukujen pohjalta analyysin helpottamiseksi. CAP-mallin lineaarinen sovite Betan ja odotetun tuoton suhteen on myös kuvattu eri jaksoilla skaalattua vuosittaista tuottoa hyödyntäen, sillä kvartaalipohjaisten lukujen skaalaus vuositasolle ei muuta regression kulmakerrointa.

$$R_{index} = c_i + \beta_{index}R_{s\&p500} + \varepsilon_i \quad (21)$$

Lineaariseen aikasarjaregression perusoletukset indeksien kvartaalituottojen stationäärisyydestä on huomioitu käyttämällä logaritmisiä differenssejä, jolloin tuotot pysyvät stationäärisenä. Virhetermien mahdollinen heteroskedastisuus ja autokorreloituneisuus on puolestaan huomioitu käyttämällä kaikissa regressioissa Newey-West korjausta, joka poistaa kyseisten tekijöiden vaikutuksen.

4 CAP-mallin testaukseen liittyvät tutkimustulokset

Tutkimukseen valittu data kerättiin LSEG Datastream- tietokannasta kvartaalikohtaisena aineistona aikaväliltä 2006Q1–2024Q3. Valittu aikaväli (2006–2024) on merkittävä, koska se kattaa useita markkinoita heiluttaneita kriisejä, kuten finanssikriisin 2007–2009, Euroopan velkakriisin, koronakriisin sekä nykyisen taloustilanteen. Tämä mahdollistaa CAP-mallin testauksen niin pitkällä aikavälillä kuin taloudellisissa kriiseissäkin. Kvartaalikohtaisten lukujen kautta tutkimuksesta poistuu markkinoiden lyhytaikaiset kurssimuutokset, mutta toisaalta pystymme arvioimaan luotettavammin indeksien pitkän aikavälin markkinariskin kehitystä, joka on oleellista taloustieteellisessä kontekstissa. Estimoitujen Betojen ja CAP-mallin ohella maiden suoriutumista tarkasteltiin myös riskikorjattujen tuottomittareiden – Sharpen suhteen sekä Treynorin mittarin kautta.

4.1 Indeksien estimoidut Betat ja näiden pohjalta aikavälille 2006Q1-2024Q3 estimoitu CAP-malli

Tarkasteltaessa estimoituja indeksien Betoja (Taulukosta 2) vuosina 2006Q1-2024Q3 ovat maiden markkinariskit eronneet toisistaan osittain merkittävästikin, minkä näkee siitä, että Betojen vaihteluväli on $[0,6879, 1.2935]$. Taulukossa (2) on ensin esitetty indeksien estimoidut Beta-kertoimet ja tämän jälkeen saatujen Betojen pohjalta indekseille on estimoitu CAP-malli. Alhaisimmat markkinariskit suhteessa Yhdysvaltojen osakemarkkinoihin ovat olleet Sveitsin SMI:llä (0.6879), Lontoon FTSE100:lla (0.6918) ja Ruotsin OMXS30:llä (0.8264). Pitkällä aikavälillä kyseiset pörssit ovatkin olleet vertailussa defensiivisempiä suhteessa Yhdysvaltojen pörssin liikkeisiin verrattuna muihin eurooppalaisiin pörssiin. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että S&P500 indeksin noustessa, kyseiset indeksit ovat nousseet prosentuaalisesti Yhdysvaltoja vähemmän.

Mielenkiintoista on myös havaita, että tulosten perusteella Helsingin OMXH25:n Beta on käytännössä yksi – se on liikkunut siis keskimäärin Yhdysvaltojen pörssin mukaisesti. Monilla indekseillä Beta on ollut lähellä yhtä, keskiarvon ollessa (0.9437).

Taulukko 2. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot 2006Q1-2024Q3

Estimoidut Betat: Koko Aikaväli 2006Q1 - 2024Q3

	c	β	R^2	Adj. R^2	Mean	Std Dev	Sharpen	Treynor	Obs
OMXH25	-0.0074 (0.319)	0.9994*** (0.000)	62.10%	61.50%	7.08%	20.37%	0.2669	0.0544	74
OMXS30	0.0000 (0.998)	0.8264*** (0.000)	69.80%	69.40%	8.28%	16.73%	0.3968	0.0803	74
DAX	-0.0099 (0.100)	1.0286*** (0.000)	69.50%	69.10%	6.36%	20.26%	0.2328	0.0459	74
FTSE100	-0.0036 (0.538)	0.6918*** (0.000)	51.80%	51.10%	5.52%	14.01%	0.2768	0.0560	74
CAC40	-0.0104 (0.101)	0.9592*** (0.000)	75.70%	75.30%	5.48%	18.65%	0.2058	0.0400	74
IBEX35	-0.0098 (0.243)	0.8338*** (0.000)	50.90%	50.20%	4.48%	19.30%	0.1470	0.0340	74
AEX	-0.0095* (0.092)	0.975*** (0.000)	67.40%	66.90%	6.00%	18.49%	0.2357	0.0447	74
FTSEMIB	-0.0179** (0.034)	1.0488*** (0.000)	71.00%	70.60%	3.36%	22.23%	0.0773	0.0164	74
ATX	-0.0263** (0.011)	1.2935*** (0.000)	59.90%	59.30%	2.48%	27.21%	0.0308	0.0065	74
SMI	-0.0039 (0.343)	0.6879*** (0.000)	72.70%	72.30%	5.36%	13.25%	0.2805	0.0540	74
WIG	-0.0162* (0.057)	1.0358*** (0.000)	57.70%	57.10%	3.92%	22.26%	0.1023	0.0220	74
	Avg -0.0104	Avg 0.9437	Avg 64.41%	Avg 63.89%	Avg 5.30%	Avg 19.34%	Avg 0.2048	Avg 0.0413	74

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

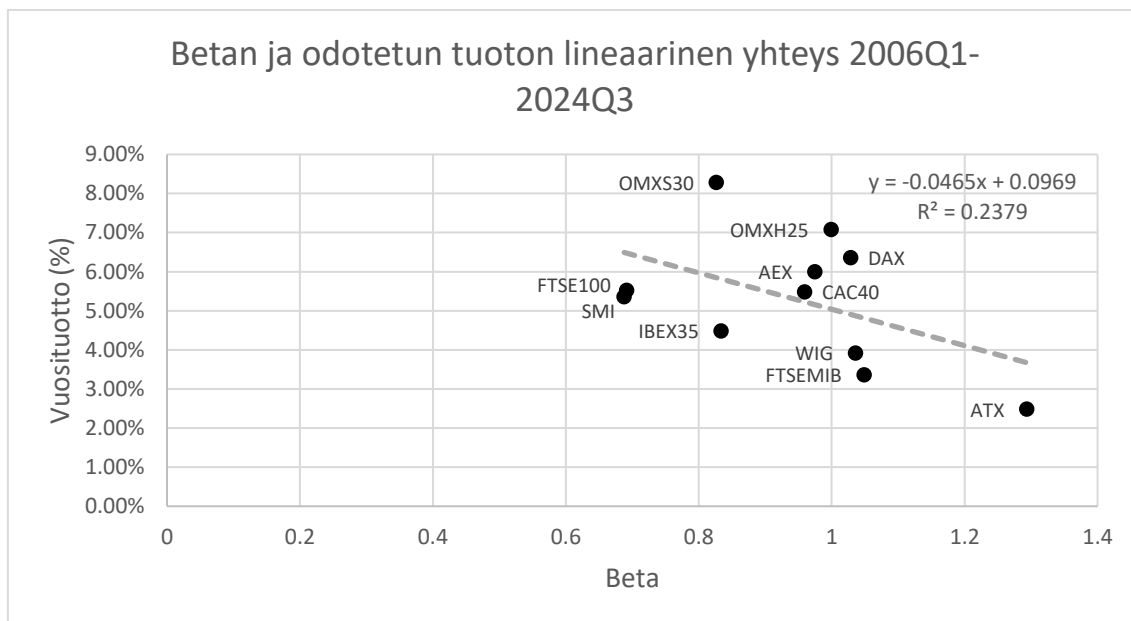
Taulukko kuvaa indeksien estimoidut Betat ja niiden p-arvot, mallin vakiotermin sekä selityksasteet. Mean-sarake kuvaa indeksien skaalattuja keskimääräisiä vuosituottoja ja Std Dev vuosittaista volatiliiteettia. Lisäksi taulukossa on esitetty indeksien riskikorjatut vuosituotot Sharpen ja Treynorin suhteilla. Regressiomallin tilastolliset merkitsevyydet on ilmaistu 1 % (***), 5 % (**) ja 10 %:in (*) tasoilla. Aikavälillä 2006Q1–2024Q3 Saksan valtionlainan keskimääräiseksi koroksi saatiin (1.64 %). Sharpen suhde on laskettu kaavalla $S = \frac{\mu_{index} - risk\ free\ rate}{\sigma_{index}}$ ja Treynor kaavalla $T = \frac{\mu_{index} - risk\ free\ rate}{\beta_{index}}$. Indeksit ja niitä kuvaavat maat ovat: OMXH25 (Suomi), OMXS30 (Ruotsi), DAX (Saksa), FTSE100 (Iso-Britannia), CAC40 (Ranska), IBEX35 (Espanja), AEX (Alankomaat), FTSEMIB (Italia), ATX (Itävalta), SMI (Sveitsi) ja WIG (Puola).

Monilla indekseillä Beta on ollut lähellä yhtä, keskiarvon ollessa (0.9437). Selkeästi korkein markkinariski on ollut Itävallan ATX:llä (1.2935), mikä viittaa siihen, että se on reagoinut merkittävästi muita enemmän S&P500-indeksin liikkeisiin. Myös esimerkiksi Italian FTSEMIB:llä (1.0488), Puolan WIG:llä (1.0358) ja Saksan DAX:lla (1.0286) Betat ovat olleet ykköstä korkeampia. Verrattuna Harvey'n (1991) tuloksiin maiden markkinariskistä suhteessa MSCI World indeksiin, ovat tämän tutkimuksen tulokset melko samankaltaisia. Harvey'n tulosten vaihteluväli oli [0.63, 1.81], kun taas tässä tutkimuksessa ne olivat

[0,6879, 1.2935]. Harveyn tutkimuksen korkeampi Betan yläraja voi selittyä sillä, että tutkimuksessa oli enemmän maita ja osa maista oli eri maanosista.

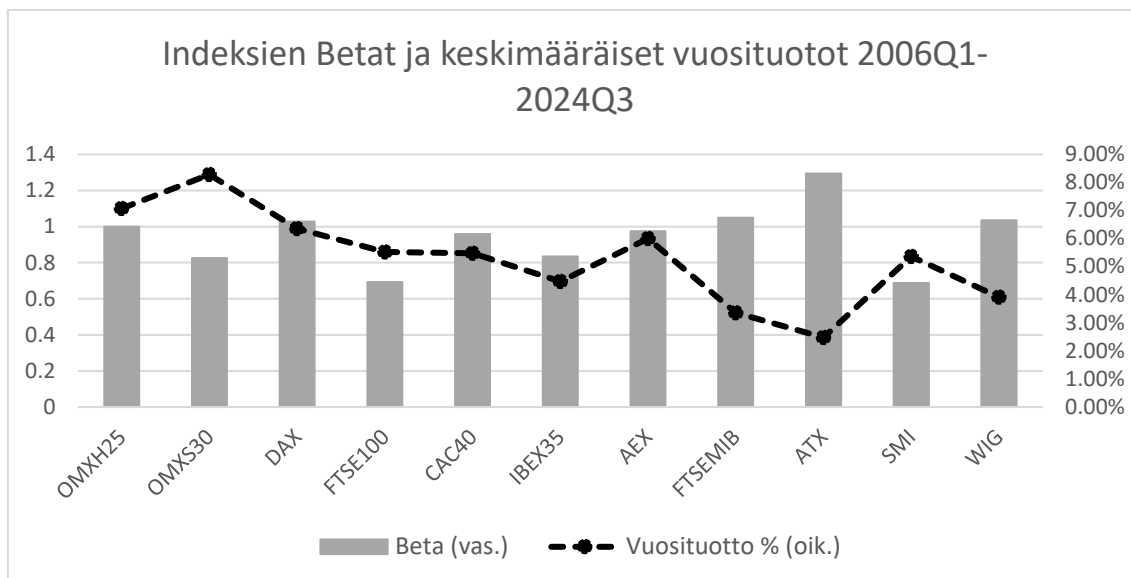
Betojen selitysasteiden osalta voimme myös huomata eroja tuloksissa maiden välillä. Esimerkiksi Ranskan CAC40:llä (75.30 %), Sveitsin SMI:llä (72.70 %) ja Italian FTSEMIB:llä (71.00 %) selitysasteet ovat olleet muita maita korkeampia. Toisaalta useilla indekseillä, kuten Lontoon FTSE100:lla, Espanjan IBEX35:llä sekä Puolan WIG:llä selitysasteet ovat olleet erittäin matalia – vain vähän yli 50 prosentin. Tämä osoittaa sen, että vaikka markkinariski tilastollisesti vaikuttaakin indeksien tuottoihin, jää suuri osa vuosituottojen vaihtelusta vielä selittämättä markkinariskin osalta. Estimoitujen Betojen kautta voimme mallintaa indeksien vuosituottojen ja Betojen lineaarista suhdetta CAP-mallilla kuvion (9) mukaisesti. Kuvan perusteella voimme huomata, että pitkällä aikavälillä Betan ja odotetun tuoton lineaarinen suhde on ollut negatiivinen, mikä on vastoin perinteisen Sharpen (1964) ja Lintnerin (1965) teorian oletusta. Perinteisen CAP-mallin teorian mukaan korkeamman Betan tulisi keskimäärin johtaa korkeampaan tuotto-odotukseen, mutta tämän tutkimuksen data osoittaa, että kyseinen teoria ei ole pitänyt paikkansa.

Kuvion (9) perusteella voimme myös huomata, että malli antaa riskittömän koron estimaatiksi (9.69 %), mikä poikkeaa merkittävästi toteutuneesta keskimääräisestä riskittömästä korosta (1.64 %) kyseisellä aikavälillä. Tämän perusteella perinteinen CAP-malli ei toimi mallinnettaessa indeksien osaketuottoja pitkällä aikavälillä. Lisäksi, jos vertaamme estimoidun CAP-mallin selitysastetta (23.79 %) aiempiin tutkimuksiin, on se huomattavasti matalampi kuin esimerkiksi Faman ja McBethin (1973) saadut tulokset, jossa mallin selitysasteet olivat vaihteluvälillä [0.63, 0.95] portfolioiden osalta. Kuviossa (9) CAP-mallia kuvaava regressiosuoran yhtälö näyttää mallin negatiivisen kulmakertoimen ja vakio-termin, joka kuvaa riskittömän koron estimaattia.



Kuvio 9. CAP-malli ja toteutuneet tuotot 2006Q1-2024Q3

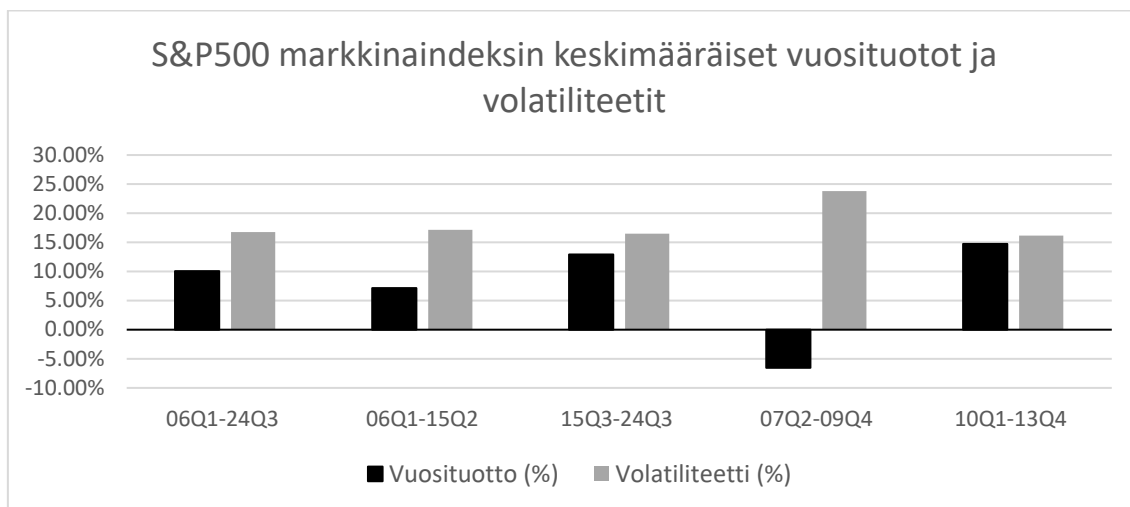
Yllä olevan kuvion perusteella voimme myös huomata, että korkeamman Betan indeksit ovat usein tuottaneet vähemmän verrattuna matalamman Betan indekseihin. Tämä havainto on linjassa Millerin ja Scholesin (1972) sekä Faman ja McBethin (1973) tutkimusten kanssa. Voimme huomata kuvasta, että esimerkiksi OMXS30 ja FTSE100 ovat tuottaneet pienemmällä markkinariskillä monia indeksejä enemmän. Lisäksi Ruotsin OMXS30:n ja Espanjan IBEX35:n Beta on lähes sama, mutta Ruotsin markkinoiden keskimääräinen vuosituotto on silti 3.8 prosenttiyksikköä Espanjaa korkeampi. CAP-malliin pohjautuva markkinariski ei siis kykene yksin selittämään kyseisten maiden välistä tuottoeroa. On siis todennäköistä, että tuottoerojen taustalla on yritysten arvostus- ja koeroja sekä mahdollista momentum-ilmiötä (Carhart, 1997).



Kuvio 10. Indeksien Betat ja keskimääräiset vuosituotot koko tarkastelujaksolla

Kuvion (10) perusteella voimme myös huomata, että Pohjoismaiset pörssit – Ruotsin OMXS30 (8.28 %) ja Helsingin OMXH25 (7.08 %), ovat tuottaneet korkeimmat keskimääräiset vuosituotot maiden välisessä vertailussa ajanjaksolla 2006Q1–2024Q3. Pohjoismaiset yhtiöt ovat markkina-arvoltaan monia keskieuropallaisia yhtiöitä pienempiä, mikä voi puoltaa Faman ja Frenchin (1992) kokofaktorin vaikutusta indeksien vuosituottojen taustalla. Heidän tutkimuksissaan on osoitettu, että pienemmät yhtiöt ovat tuottaneet pitkällä aikavälillä suuria yrityksiä paremmin. Toki pitkällä aikavälillä parempia osaketuottoja voi selittää myös esimerkiksi yritysten korkea innovatiivisuus, teknologian taso sekä toimialarakenteen vaikutus korkeampiin liike-toimintaan. Perinteinen CAP-malli jättää kuitenkin huomioimatta nämä mahdolliset tekijät ja mallintaa vuosituottoa vain markkinariskin kautta.

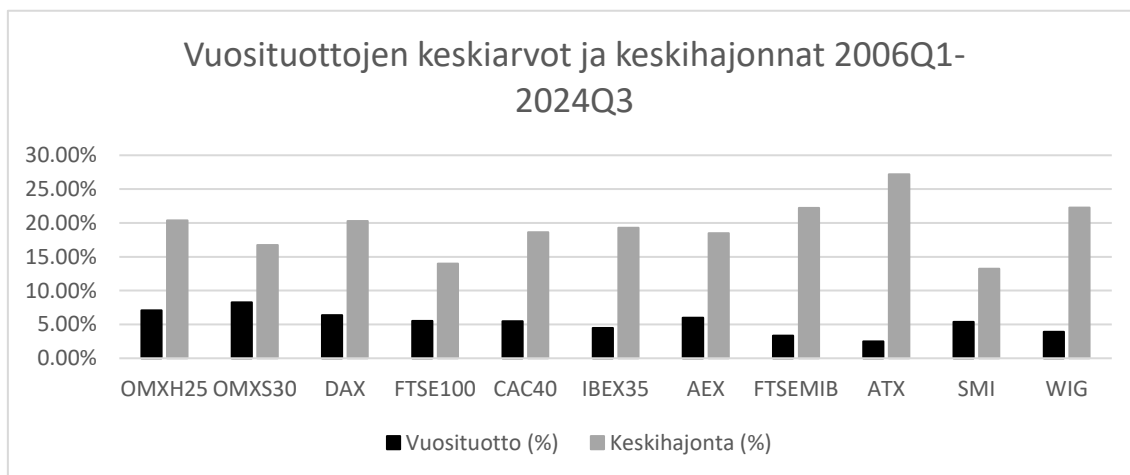
Kun otamme huomioon S&P500-indeksin keskimääräisen vuosituoton (10.04 %) aikavälillä 2006Q1-2024Q3, ovat eurooppalaiset pörssit jääneet jälkeen tuotoissa Yhdysvaltojen osakemarkkinoille. Yhdysvalloissa tuottojen volatilitetti on ollut myös euroopan maiden keskiarvoa matalammalla tasolla (16.77 % vs. 19.34 %). Euroopan maista heikoimmat keskimääräiset vuosituotot ovat olleet Itävallan ATX:llä (2.48 %) ja Italian FTSEMIB:llä (3.36 %).



Kuvio 11. S&P500-markkinaindeksin vuosituotot ja volatiliteetit kaikilla jaksoilla

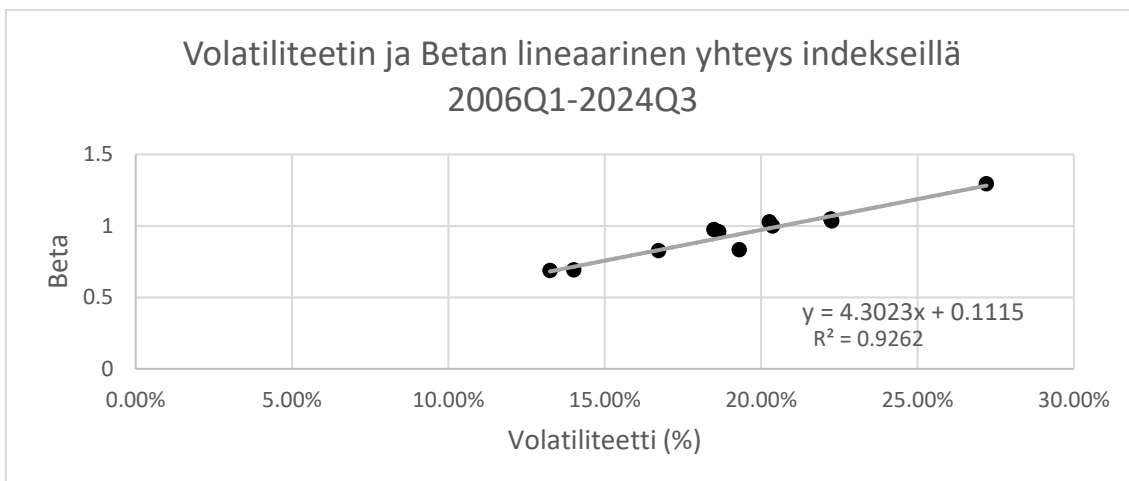
Kuviossa (11) on puolestaan kuvattu indeksien vuosituotot ja volatiliteetit. Voimme todeta, että useilla indekseillä keskimääräistä korkeampi volatiliteetti on myös johtanut keskimääräistä korkeampaan Betaan (Kuvio 13). Volatiliteetin ja Betan positiivinen lineaarinen yhteys on ollut erittäin vahva ja regression selitysaste on (92.62 %). Esimerkiksi Itävallan ATX:llä (27.21 %), Puolan WIG:lla (22.26 %) ja Italian FTSEMIB:llä (22.23 %) on ollut kaikilla keskimääräistä korkeampi tuottojen volatiliteetti ja samoin niiden Betat ovat olleet keskimääräistä korkeampia (1.29, 1.035 ja 1.048). On myös mielenkiintoista todeta, että näissä pörsseissä vuosituotot ovat olleet kaikkein matalimmilla tasoilla. Kyseisten pörssien vuosituotot ovat olleet vain 2.5–4 %:in välillä, mikä on alle indeksien keskiarvon ja vain hieman yli riskittömän koron. Tämä viittaa ns. matalan volatiliteetin anomaliaan, joka tarkoittaa sitä, että korkean volatiliteetin indeksit tuottavat systemaattisesti matalan volatiliteetin indeksejä vähemmän (Ang ja muut, 2006). Angin ja muiden (2009) tutkimuksessa kyseinen anomalia oli tilastollisesti merkitsevä useilla kansainvälisillä osakemarkkinoilla ja tämän tutkimuksen tulokset vahvistavat heidän tuloksiaan. Kun tarkastelemme indeksien volatiliteetteja ja vuosituottoja, voimme huomata, että matalan volatiliteetin indeksit ovat tuottaneet paremmin sekä normaalilla vuosituotolla että riskikorjatuilla mittareilla mitattuna. Tämä tarkoittaa sitä, että sijoittajia ei ole palkittu tarpeeksi

kokonaisriskin ottamisesta, jolloin riskikorjatut Sharpen suhteet jäävät systemaattisesti pienemmiksi (Ang ja muut, 2006).

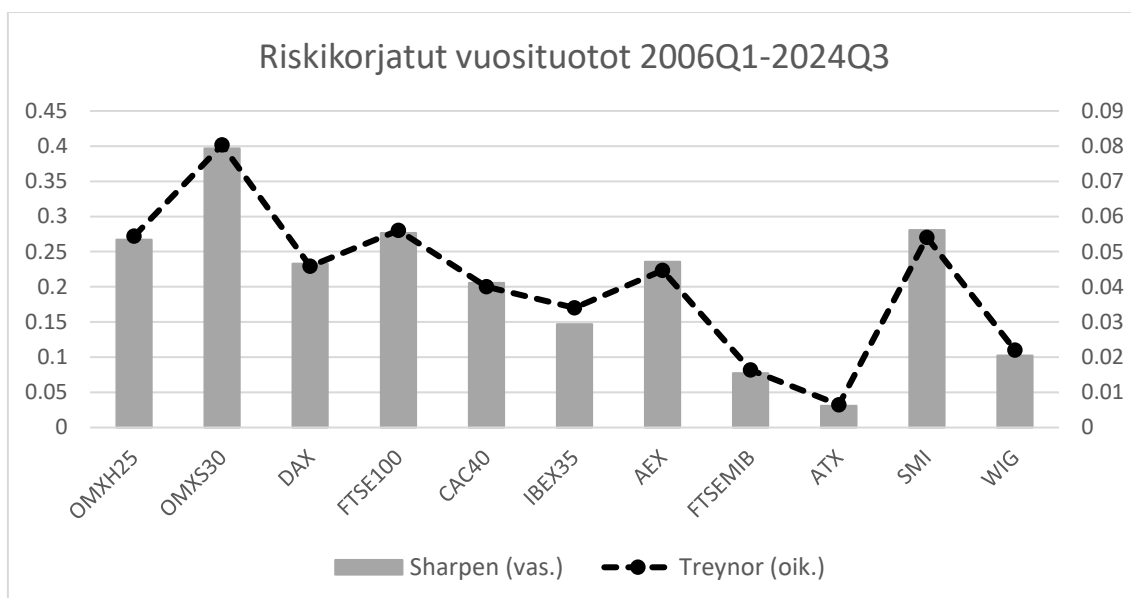


Kuvio 12. Vuosituottojen keskiarvot ja keskihajonnat 2006Q1-2024Q3

Tämä osoittaa, että CAP-malli ei pysty selittämään kyseistä anomaliaa vuosituottojen taustalla. Ang ja muut (2009) korostavatkin sitä, että yrityskohtaiset riskitekijät voivat vaikuttaa osaketuottoihin tavalla, jota CAP-malli ei pysty ennustamaan. Heidän mukaansa korkean volatiliteetin osakkeiden heikompi suoriutuminen voi johtua siitä, että suuret instituutionaaliset sijoittajat saattavat hakea tuottopotentiaalia riskisemmistä osakkeista, koska ne eivät käytä vipuvaikutusta samalla tavoin kuin yksityissijoittajat. Tämä nostaa osakkeiden kysyntää ja laskee niiden tuotto-odotusta, jolloin tuotot voivat jäädä alhaisemmiksi. Ang ja muut (2006) havaitsivat myös, että matalan volatiliteetin anomalia on voimakkaampi suurten yritysten keskuudessa, joka huomataan myös tämän tutkimuksen tuloksissa – suurten keski- ja eteläeurooppalaisten pörssien tuotot ovat olleet systemaattisesti matalampia.



Kuvio 13. Volatiliteetin ja Betan suhde 2006Q1-2024Q3



Kuvio 14. Indeksien riskikorjatut vuosituotot 2006Q1-2024Q3

Indeksien riskikorjatut tuotot Sharpen ja Treynorin suhteilla on esitetty kuviossa (14) ja kaavan komponenttien osalta taulukossa (3). Sharpen suhteen tulkinnan mukaan suhteen ollessa välillä (0–0.5), voidaan tulosta pitää tyydyttävänä ja välillä (0.5–1) kohtalaisen hyvänä. Vastaavasti yli ykköstä suuremmat suhteet mielletään hyviksi tasoiksi. Indeksien Sharpen suhteiden osalta voimme huomata, että riskikorjattu tuotto kokonaisriski huomioiden on ollut kaikilla indekseillä melko matala. Ruotsin Sharpen-luku (0.4) erottuu joukosta korkeimpana, mutta sekään ei ole kovin hyvä pitkällä aikavälillä. Taulukosta

(3) voimme huomata, että monilla mailla matalat Sharpenit ovat selittyneet korkealla volatiliteetilla, kuten esimerkiksi Itävallan ATX:llä ja Italian FTSEMIB:llä. Toisaalta indeksit eivät ole myöskään tarjonneet kovin paljoa riskipreemiota riskittömän koron päälle, joka painaa alas riskikorjattuja tuottoja. Treynorin suhteen osalta indeksien keskiarvo (0.0413) tarkoittaa käytännössä sitä, että sijoittajat eivät ole saaneet merkittävää tuottoa riskittömän koron päälle systemaattista riskiyksikköä kohden.

Taulukko 3. Riskikorjattujen tuottojen komponentit koko tarkastelujaksolla

Indeksien Sharpen- ja Treynorin suhteen komponentit (Mukana S&P500-indeksi)

Koko tarkastelujaksolla 2006Q1-2024Q3

<i>Indeksi</i>	<i>Vuosituotto</i>	<i>rf</i>	<i>Volatiliteetti</i>	<i>Beta</i>	<i>Sharpen</i>	<i>Treynor</i>
<i>S&P500</i>	0.1004	0.0164	0.1677		0.5007	
<i>OMXH25</i>	0.0708	0.0164	0.2037	0.9994	0.2669	0.0544
<i>OMXS30</i>	0.0828	0.0164	0.1673	0.8264	0.3968	0.0803
<i>DAX</i>	0.0636	0.0164	0.2026	1.0286	0.2328	0.0459
<i>FTSE100</i>	0.0552	0.0164	0.1401	0.6918	0.2768	0.0560
<i>CAC40</i>	0.0548	0.0164	0.1865	0.9592	0.2058	0.0400
<i>IBEX35</i>	0.0448	0.0164	0.1930	0.8338	0.1470	0.0340
<i>AEX</i>	0.0600	0.0164	0.1849	0.975	0.2357	0.0447
<i>FTSEMIB</i>	0.0336	0.0164	0.2223	1.0488	0.0773	0.0164
<i>ATX</i>	0.0248	0.0164	0.2721	1.2935	0.0308	0.0065
<i>SMI</i>	0.0536	0.0164	0.1325	0.6879	0.2805	0.0540
<i>WIG</i>	0.0392	0.0164	0.2226	1.0358	0.1023	0.0220
<i>avg</i>	0.0570	0.0164	0.1913	0.9437	0.2294	0.0413

4.2 CAP-mallin toimivuus aineiston puolijaksolla

4.2.1 Betojen estimaatit ja estimoitu CAP-malli puolijaksolla 2006Q1-2015Q2

Ensimmäisellä puolijaksolla 2006Q1-2015Q2 indeksien Beta-kertoimet olivat kaikki tilastollisesti merkitseviä 1 %-merkitsevyydellä. Indeksien Betat olivat keskimäärin noin 7 yksikköä korkeammalla tasolla verrattuna koko aikaväliin 2006Q1-2024Q3, mitä voi osittain selittää se, että ensimmäiselle puolijaksolle osui sekä finanssikriisi että Euroopan velkakriisi. Finanssikriisissä eurooppalaisten osakkeiden riskipreemiot ja Betat kasvoivat Brunnermeierin ja Pedersenin (2009) mukaan asuntomarkkinoilta pankkisektorille levinneen likviditeettikriisin kautta. Kun Eurooppaan syntyi ns. luottolama, osakkeiden hinnat

laskivat rajusti ja sijoittajat joutuivat pakkomyymään osakkeitaan tappioiden pelossa. Tämän seurauksena markkinoiden yhteisvaihtelu nousi ja osakkeiden Betat kasvoivat.

Taulukko 4. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot puolijaksolla 2006Q1-2015Q2

Estimoidut Betat: Ensimmäinen puolijakso 2006Q1 - 2015Q2

	c	β	R^2	Adj. R^2	Mean	Std Dev	Sharpen	Treynor	Obs
OMXH25	-0.0060 (0.579)	1.211*** (0.000)	72.60%	71.81%	6.27%	24.42%	0.1490	0.0301	37
OMXS30	0.0044 (0.695)	0.833*** (0.000)	64.69%	63.68%	7.72%	17.80%	0.2857	0.0610	37
DAX	-0.0024 (0.771)	1.0488*** (0.000)	67.84%	66.92%	6.55%	21.86%	0.1792	0.0374	37
FTSE100	-0.0020 (0.661)	0.758*** (0.000)	77.97%	77.34%	4.62%	14.74%	0.1348	0.0262	37
CAC40	-0.0104 (0.173)	0.988*** (0.000)	73.11%	72.34%	2.91%	19.85%	0.0141	0.0028	37
IBEX35	-0.0053 (0.594)	0.865*** (0.000)	51.47%	50.08%	4.07%	20.70%	0.0691	0.0165	37
AEX	-0.0097 (0.204)	1.081*** (0.000)	79.37%	78.78%	3.85%	20.84%	0.0581	0.0112	37
FTSEMIB	-0.0237** (0.031)	1.106*** (0.000)	62.97%	61.91%	-1.54%	23.94%	0.1743	0.0377	37
ATX	-0.0323** (0.011)	1.384*** (0.000)	63.66%	62.62%	-2.99%	29.80%	0.1888	0.0406	37
SMI	-0.0036 (0.550)	0.766*** (0.000)	79.64%	79.06%	4.04%	14.74%	0.0954	0.0184	37
WIG	-0.0119 (0.318)	1.092*** (0.000)	65.54%	64.55%	3.05%	23.17%	0.0179	0.0038	37
	Avg -0.0052	Avg 1.0144	Avg 68.99%	Avg 68.10%	Avg 3.50%	Avg 21.08%	Avg 0.0582	Avg 0.0117	37

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

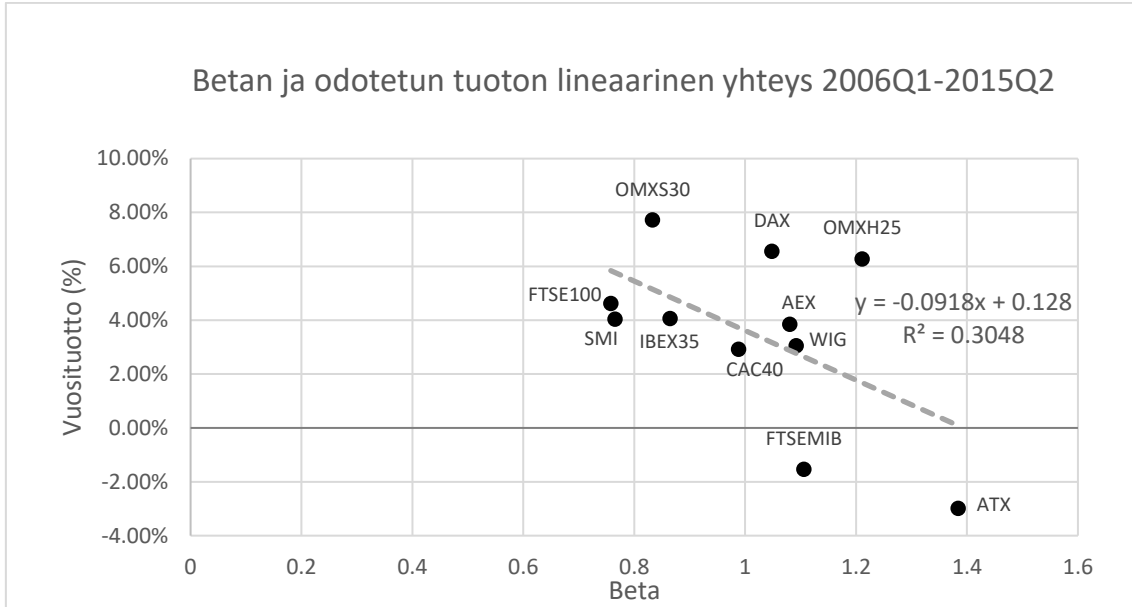
Taulukko kuvaa indeksien estimoidut Betat ja niiden p-arvot, mallin vakiotermin sekä selitysaasteet. Mean-sarake kuvaa indeksien skaalattuja keskimääräisiä vuosituottoja ja Std Dev vuosittaista volatiliiteettia. Lisäksi taulukossa on esitetty indeksien riskikorjatut vuosituotot Sharpen ja Treynorin suhteilla. Regressiomallin tilastolliset merkitsevyydet on ilmaistu 1 % (***), 5 % (***) ja 10 %:in (*) tasoilla. Aikavälillä 2006Q1–2015Q2 Saksan valtionlainan keskimääräiseksi koroksi saatiin (2.63 %). Sharpen suhde on laskettu kaavalla $S = \frac{\mu_{\text{index}} - \text{risk free rate}}{\sigma_{\text{index}}}$ ja Treynor kaavalla $T = \frac{\mu_{\text{index}} - \text{risk free rate}}{\sigma_{\text{index}}}$. Indeksit ja niitä kuvaavat maat ovat: OMXH25 (Suomi), OMXS30 (Ruotsi), DAX (Saksa), FTSE100 (Iso-Britannia), CAC40 (Ranska), IBEX35 (Espanja), AEX (Alankomaat), FTSEMIB (Italia), ATX (Itävalta), SMI (Sveitsi) ja WIG (Puola).

Yllä olevan taulukon (4) perusteella indeksien Betat ovat vaihdelleet huomattavasti enemmän ja absoluuttisesti suuremmin ykkösen molemmin puolin verrattuna pidemmän aikavälin lukuihin 2006Q1-2024Q3. Monien indeksien, kuten Itävallan ATX:n (1.384), Helsingin OMXH25:n (1.211) ja Italian FTSEMIB:n (1.106) Betat osoittavat, että pörssit

ovat reagoineet voimakkaammin Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden liikkeisiin verrattuna jaksoon 2006Q1-2024Q3. Voimme todeta, että markkinariskien erot koko tarkastelujaksoon 2006Q1-2024Q3 kertovat siitä, että Betat eivät pysy vakaina yli ajan. Tämä tukee aiempien tutkimusten tuloksia, kuten Blumella ja Friendillä (1973) ja Harveylla (1991).

Betojen vertailussa erityisesti Itävallan ATX (1.384), Suomen OMXH25 (1.211) ja Italian FTSEMIB (1.106) korostuvat keskimääräistä korkeammilla markkinariskeillä. Näillä indekseillä on ollut myös keskimääräistä korkeampi volatiliteetti sekä ATX:llä ja FTSEMIB:llä myös negatiivinen vuosituotto (Kuvio 15). Helsingin pörssi sekä esimerkiksi Puolan WIG ovat kuitenkin tuottaneet korkeilla volatiliteeteilla positiivisia vuosituottoja (6.27 % ja 3.05 %), mikä kertoo siitä, että matalan volatiliteetin anomalia ei ole tällä osaperiodilla niin vahva kuin koko tarkastelujaksolla 2006Q1-2024Q3. Helsingin pörssin korkeaa Betaa suhteessa muihin maihin voi osittain selittää pörssin toimialarakenteen painottuminen investoinneista riippuvaiseen teollisuuteen ja konepajoihin. Globaalin finanssikriisin myötä korkotasot nousivat aluksi, mikä vaikutti merkittävästi suomalaisosakkeisiin diskonttokorkojen nousun kautta. Epävarmuuden lisääntyminen ja kansainvälisen kaupan merkittävä osuus BKT:sta vaikutti suomalaisosakkeisiin enemmän suhteessa moniin muihin maihin, koska monet yritykset olivat riippuvaisia ulkomaisista tilauksista (Bekaert ja muut, 2013).

Lisäksi voimme havaita, että suhteellisesti suuret pörssit, kuten Lontoon FTSE100 ja Ranskan CAC-40 ovat saaneet matalamman Betan ja matalammat tuotot verrattuna Helsingin pörssiin. Faman ja Frenchin (1992) mukaan kyseinen ero voi johtua yritysten koko faktorista. Heidän mukaansa yrityksen koolla ja Betalla on negatiivinen suhde, joka johtaa usein siihen, että pienemmillä yhtiöillä on suurempi Beta ja suuremmat tuotot. Helsingin pörssissä yritykset ovat kooltaan pienempiä kuin Ranskassa ja Lontoossa, joten kyseinen kokofaktori voi olla selittämässä kyseistä eroa. Perinteinen CAP-malli ei kuitenkaan huomio kokofaktorin vaikutusta tuottojen taustalla.



Kuvio 15. CAP-malli ja toteutuneet vuosituotot 2006Q1-2015Q2

Yllä olevan kuvan perusteella CAP-malli ei ole toiminut luotettavasti tällä osaperiodilla. Betan ja odotetun tuoton suhde osoittautui lineaarisesti laskevaksi, mikä haastaa perinteisen Sharpen (1964) teorian kyseisellä jaksolla. Tarkasteltavalla aikavälillä riskitön korko on ollut verrattain korkea (2.63 %), mikä selittyy epävarmuuden kasvulla sekä euroalueen pankkisektorin ongelmilla. Estimoidun CAP-mallin riskittömän koron estimaatti (12.8 %) on kuitenkin kaukana tästä, mikä kertoo siitä, että malli ei sovi kuvaamaan osaketuottoja tällä aikavälillä. CAP-mallin selitysaste (30.48 %) on myös varsin pieni, mikä kertoo siitä, että monet tekijät, kuten yritysten arvostus, koko ja mahdollinen momentum ovat todennäköisesti vaikuttaneet vuosituottoihin (Fama & French, 1993).

Toisaalta, jos katsomme estimoitujen Betojen regressioiden tuloksia, voimme huomata, että maiden markkinariskien selitysasteet ovat nousset keskimäärin noin neljä prosenttiyksikköä verrattuna koko tarkastelujaksoon 2006Q1-2024Q3. Korkeimmat selitysasteet ovat Sveitsin SMI:llä (79.64 %), Alankomaiden AEX:lla (79.37 %) ja Lontoon FTSE100:lla (77.97 %). Tämä havainto vahvistaa Harvey'n (1991) teoriaa siitä, että kriisiolosuhteissa systemaattinen riski korostuu enemmän ja osakkeiden yhteisvaihtelu lisääntyy markkinoiden kanssa.

Taulukko 5. Riskikorjattujen tuottojen komponentit 2006Q1-2015Q2

*Indeksien Sharpen- ja Treynorin suhteen komponentit (Mukana S&P500-indeksi)
Puolijaksolla 2006Q1-2015Q2*

<i>Indeksi</i>	<i>Vuosituotto</i>	<i>rf</i>	<i>Volatiliteetti</i>	<i>Beta</i>	<i>Sharpen</i>	<i>Treynor</i>
<i>S&P500</i>	0.0716	0.0263	0.1718		0.2635	
<i>OMXH25</i>	0.0627	0.0263	0.2442	1.2113	0.1490	0.0300
<i>OMXS30</i>	0.0772	0.0263	0.1780	0.8332	0.2857	0.0610
<i>DAX</i>	0.0655	0.0263	0.2186	1.0481	0.1792	0.0374
<i>FTSE100</i>	0.0462	0.0263	0.1474	0.7578	0.1348	0.0262
<i>CAC40</i>	0.0291	0.0263	0.1985	0.9881	0.0141	0.0028
<i>IBEX35</i>	0.0407	0.0263	0.2070	0.8647	0.0691	0.0165
<i>AEX</i>	0.0385	0.0263	0.2084	1.0808	0.0581	0.0112
<i>FTSEMIB</i>	-0.0154	0.0263	0.2394	1.1060	-0.1743	-0.0377
<i>ATX</i>	-0.0299	0.0263	0.2980	1.3842	-0.1888	-0.0406
<i>SMI</i>	0.0404	0.0263	0.1474	0.7657	0.0954	0.0184
<i>WIG</i>	0.0305	0.0263	0.2317	1.0919	0.0179	0.0038
avg	0.0381	0.0263	0.2075	1.0120	0.0753	0.0117

Korkeimmat keskimääräiset vuosituotot ovat olleet järjestyksessä Ruotsin OMXS30:lla (7.72 %), Saksan DAX:lla ja Helsingin OMXH25:llä (6.27 %). Yleisesti eurooppalaisten pörssien kehitys on ollut matalaa – osalla jopa negatiivista, ja kaikkien paitsi Ruotsin vuosituotot ovat jääneet jälkeen Yhdysvaltojen S&P500-indeksin (7.16 %) kehityksestä. Kun tarkastelemme aikavälin riskikorjattuja tuottoja, voimme havaita, että Sharpen- ja Treynorin suhteet ovat olleet erittäin matalia. Osittain alhaisia riskikorjattuja lukuja selittää aikajaksolla korkeampi riskitön korko (2.63 %) sekä pörssien alhaiset vuosituotot. Merkittävin komponentti alhaisten lukujen taustalla on kuitenkin reilusti kasvanut tuottojen volatiliteetti lisääntyneen sijoittajien epävarmuuden aikana. Indeksisijoittajat eivät siis ole saaneet juuriikaan kompensatiota kantamastaan idiosynkraattisesta ja systemaattisesta riskistä.

4.2.2 Betojen estimaatit ja estimoitu CAP-malli puolijaksolla 2015Q3-2024Q3

Aineiston toisella puolijaksolla indeksien Betat ovat liikkuneet pitkän aikavälin (2006Q1-2024Q3) keskiarvoja kohti, mikä viittaa ”mean reversion” ilmiöön (Blume, 1971). Tämä näkyy siten, että niillä indekseillä, joilla Beta on ollut puolijaksolla 2006Q1-2015Q2 korkeampi kuin koko aineistossa 2006Q1-2024Q3, Beta on laskenut ja muilla päinvastoin.

Taulukko 6. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot puolijaksolla 2015Q3-2024Q3

Estimoidut Betat: Toinen puolijakso 2015Q3-2024Q3

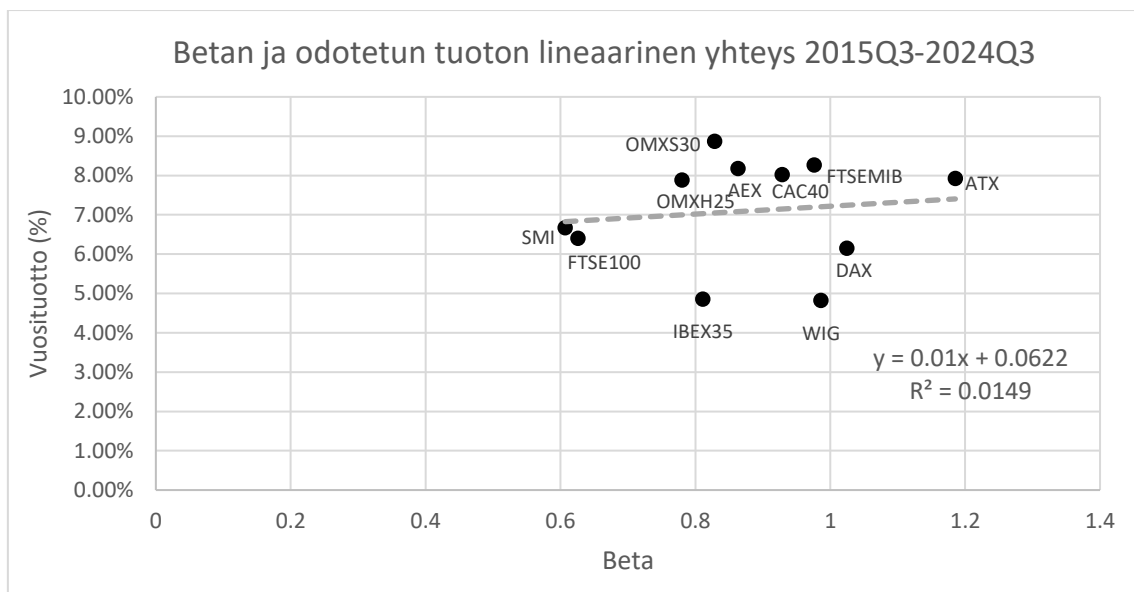
	c	β	R^2	Adj. R^2	Mean	Std Dev	Sharpen	Treynor	Obs
OMXH25	-0.0055 (0.422)	0.780*** (0.000)	67.41%	66.48%	7.89%	15.65%	0.4641	0.0931	37
OMXS30	-0.0046 (0.464)	0.829*** (0.000)	74.39%	73.66%	8.86%	15.83%	0.5207	0.0994	37
DAX	-0.0177** (0.033)	1.025*** (0.000)	80.24%	79.68%	6.15%	18.84%	0.2932	0.0539	37
FTSE100	-0.0042 (0.732)	0.626*** (0.000)	58.97%	57.80%	6.40%	13.43%	0.4301	0.0922	37
CAC40	-0.0099 (0.346)	0.929*** (0.000)	76.07%	75.39%	8.02%	17.54%	0.4219	0.0797	37
IBEX35	-0.0141 (0.355)	0.811*** (0.000)	54.60%	53.31%	4.86%	18.08%	0.2341	0.0522	37
AEX	-0.0075 (0.245)	0.863*** (0.000)	78.79%	78.18%	8.17%	16.02%	0.4713	0.0875	37
FTSEMIB	-0.0109 (0.390)	0.976*** (0.000)	62.08%	61.00%	8.27%	20.41%	0.3746	0.0783	37
ATX	-0.0185 (0.276)	1.185*** (0.000)	63.77%	62.73%	7.92%	24.45%	0.2986	0.0616	37
SMI	-0.0029 (0.537)	0.607*** (0.000)	72.39%	71.60%	6.67%	11.75%	0.5143	0.0996	37
WIG	-0.0198 (0.124)	0.986*** (0.000)	56.40%	55.16%	4.82%	21.62%	0.1940	0.0425	37
	Avg -0.0142	Avg 0.8744	Avg 67.74%	Avg 66.82%	Avg 7.09%	Avg 17.60%	Avg 0.3834	Avg 0.0764	37

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

Taulukko kuvaa indeksien estimoidut Betat ja niiden p-arvot, mallin vakiotermiä sekä selityksasteet. Mean-sarake kuvaa indeksien skaalattuja keskimääräisiä vuosituottoja ja Std Dev vuosittaista volatiliiteettia. Lisäksi taulukossa on esitetty indeksien riskikorjatut vuosituotot Sharpen ja Treynorin suhteilla. Regressiomallin tilastolliset merkitsevyydet on ilmaistu 1 % (***), 5 % (**) ja 10 %:in (*) tasoilla. Aikavälillä 2015Q3–2024Q3 Saksan valtionlainan keskimääräiseksi koroksi saatiin (0.62 %). Sharpen suhde on laskettu kaavalla $S = \frac{\mu_{index} - risk\ free\ rate}{\sigma_{index}}$ ja Treynor kaavalla $T = \frac{\mu_{index} - risk\ free\ rate}{\beta_{index}}$. Indeksit ja niitä kuvaavat maat ovat: OMXH25 (Suomi), OMXS30 (Ruotsi), DAX (Saksa), FTSE100 (Iso-Britannia), CAC40 (Ranska), IBEX35 (Espanja), AEX (Alankomaat), FTSEMIB (Italia), ATX (Itävalta), SMI (Sveitsi) ja WIG (Puola).

Betat eivät siis ole pysyneet vakaina, vaan liikkuvat trendinomaisesti kohti pidemmän aikavälin keskiarvoaan (Blume, 1971). Voimme huomata, että tällä puolijaksolla Betat ovat olleet keskimäärin 14 yksikköä matalampia kuin ensimmäisellä puolijaksolla 2006Q1-2015Q2. Osittain ero voi selittyä sillä, että euroopan velkakriisin jälkeinen rahan ja finanssipoliittinen elvytys on näkynyt indeksien keskimääräisen volatiliiteetin laskuna, mikä on vakauttanut markkinoita Euroopassa (Fratzscher & Rieth, 2019).

Markkinoiden rauhoittuminen on myös laskenut tätä kautta osakkeiden riippuvuutta Yhdysvaltain osakemarkkinoista, mikä näkyy matalampina keskimääräisinä Betoina. Esimerkiksi Sveitsin SMI:n (0.607), Lontoon FTSE:n (0.626) ja Suomen OMXH25:n (0.780) Betat ovat olleet melko matalia. Korkein Beta on ollut Itävallan ATX-indeksillä (1.185). Kyseisellä jaksolla pörssien kehitys on ollut yleisesti defensiivisempää Yhdysvaltojen pörssin liikkeiden suhteen, sillä monien indeksien markkinariski on alle yhden. Betojen estimoinnissa kertoimien selitysasteet ovat olleet vaihteluvälillä [54.60 %, 80.24 %]. Voimme siis huomata, että markkinariski ei pysty selittämään aina kovin suurta osaa indeksien tuottojen vaihtelusta.



Kuvio 16. CAP-malli ja toteutuneet vuosituotot 2015Q3-2024Q3

Yllä olevan kuvion (16) perusteella toinen puolijakso osoittautui tutkimuksessa ainoaksi jaksoksi, jossa CAP-mallin mukainen arvopaperimarkkinasuora oli lineaarisesti nouseva. Tämä on linjassa Sharpen (1964) ja Lintnerin (1965) teorian kanssa, mutta toisaalta CAP-mallin selitysaste (1.49 %) on lähes mitätön, eikä riskittömän koron estimaatti (6.22 %) ole lähelläkään raportoitua keskimääräistä Saksan 10-vuotisen velkakirjan korkoa (0.62 %). Tämä osoittaa, että CAP-malli ei pysty selittämään indeksien tuottoeroja hyvin, vaan markkinariskin ulkopuoliset tekijät vaikuttavat merkittävästi vuosituottoihin.

Erityinen huomio kiinnittyy taulukossa (7) kuitenkin indeksien positiiviseen tuottokehitykseen ja kasvaneisiin riskikorjattuihin lukuihin. Voimme todeta, että yksikään indeksi ei ole Sharpen suhteella päihittänyt S&P500-indeksin riskikorjattua tuottoa (0.747), mutta esimerkiksi Ruotsin OMXS30:lla ($S=0,52$), Sveitsin SMI:llä ($S=0.51$) ja Helsingin OMXH25:lläkin ($S=0.46$), suhde luku on korkeampi verrattuna pidempään aikaväliin 2006Q1-2024Q3.

Taulukko 7. Riskikorjattujen tuottojen komponentit puolijaksolla 2015Q3-2024Q3

Indeksien Sharpen- ja Treynorin suhteen komponentit (Mukana S&P500-indeksi)

Puolijaksolla 2015Q3-2024Q3

<i>Indeksi</i>	<i>Vuosituotto</i>	<i>rf</i>	<i>Volatiliteetti</i>	<i>Beta</i>	<i>Sharpen</i>	<i>Treynor</i>
<i>S&P500</i>	0.1292	0.0062	0.1647		0.7470	
<i>OMXH25</i>	0.0789	0.0062	0.1565	0.7801	0.4644	0.0931
<i>OMXS30</i>	0.0886	0.0062	0.1583	0.8289	0.5209	0.0995
<i>DAX</i>	0.0615	0.0062	0.1884	1.0246	0.2934	0.0539
<i>FTSE100</i>	0.0640	0.0062	0.1343	0.6261	0.4303	0.0923
<i>CAC40</i>	0.0802	0.0062	0.1754	0.9290	0.4221	0.0797
<i>IBEX35</i>	0.0486	0.0062	0.1808	0.8111	0.2343	0.0522
<i>AEX</i>	0.0817	0.0062	0.1602	0.8634	0.4715	0.0875
<i>FTSEMIB</i>	0.0827	0.0062	0.2041	0.9763	0.3748	0.0783
<i>ATX</i>	0.0792	0.0062	0.2445	1.1855	0.2988	0.0616
<i>SMI</i>	0.0667	0.0062	0.1175	0.6070	0.5147	0.0996
<i>WIG</i>	0.0482	0.0062	0.2162	0.9861	0.1941	0.0426
<i>avg</i>	0.0758	0.0062	0.1751	0.8744	0.4139	0.0764

Riskikorjattujen tuottojen nousu johtuu pääosin hyvin matalasta riskittömästä korosta (0.62 %), mutta myös laskeneesta volatiliteetista kaikilla markkinoilla verrattuna ensimmäiseen puolijaksoon 2006Q1-2015Q2. Matalaa riskittömän koron tasoa selittää Fratzscherin ja Riethin (2019) mukaan rahan tarjonnan kasvu EKP:n toteuttaessa arvopaperiostojaan sekä ohjaukorkojen laskeminen nollan tuntumaan. Saman vaikutuksen voimme nähdä myös nousseissa Treynorin suhteissa.

4.3 Tulokset finanssikriisin aikana 2007Q2-2009Q4

Finanssikriisin aikana voimme huomata taulukosta (8), että Betat ovat vaihdelleet merkittävästi indeksien välillä sekä ovat keskimäärin huomattavasti korkeampia verrattuna pidemmän aikavälin keskiarvoihin aikavälillä 2006Q1-2024Q3.

Taulukko 8. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot Finanssikriisissä

*Estimoidut Betat: Finanssikriisi
2007Q2-2009Q4*

	c	β	R^2	Adj. R^2	Mean	Std Dev	Sharpen	Treynor	Obs
OMXH25	-0.0040 (0.772)	1.289*** (0.000)	88.88%	87.64%	10.03%	32.58%	-0.4242	-0.1072	11
OMXS30	0.0011 (0.968)	0.859*** (0.001)	73.33%	70.36%	-5.18%	23.91%	-0.3751	-0.1044	11
DAX	0.0041 (0.733)	1.077*** (0.000)	84.56%	82.84%	-5.43%	27.89%	-0.3304	-0.0856	11
FTSE100	0.0080 (0.474)	0.743*** (0.000)	76.17%	73.52%	-1.65%	20.29%	-0.2679	-0.0732	11
CAC40	-0.0054 (0.579)	1.051*** (0.000)	90.50%	89.45%	-9.05%	26.30%	-0.4878	-0.1221	11
IBEX35	0.0104 (0.497)	1.023*** (0.000)	81.39%	79.32%	-2.53%	27.02%	-0.2336	-0.0617	11
AEX	-0.0061 (0.514)	1.292*** (0.000)	91.89%	90.99%	10.90%	32.11%	-0.4573	-0.1136	11
FTSEMIB	-0.0200 (0.126)	1.262*** (0.000)	90.82%	89.80%	16.28%	31.55%	-0.6361	-0.1590	11
ATX	-0.0228 (0.368)	1.581*** (0.001)	75.57%	72.85%	-19.48%	43.33%	-0.5371	-0.1472	11
SMI	-0.0082 (0.477)	0.826*** (0.000)	90.31%	89.23%	-8.68%	20.71%	-0.6021	-0.1509	11
WIG	-0.0108 (0.568)	1.359*** (0.000)	88.37%	87.08%	13.22%	34.45%	-0.4938	-0.1252	11
	Avg	Avg	Avg	Avg	Avg	Avg	Avg	Avg	11
	-0.0049	1.124	84.71%	83.01%	-9.31%	29.10%	-0.4405	-0.1136	

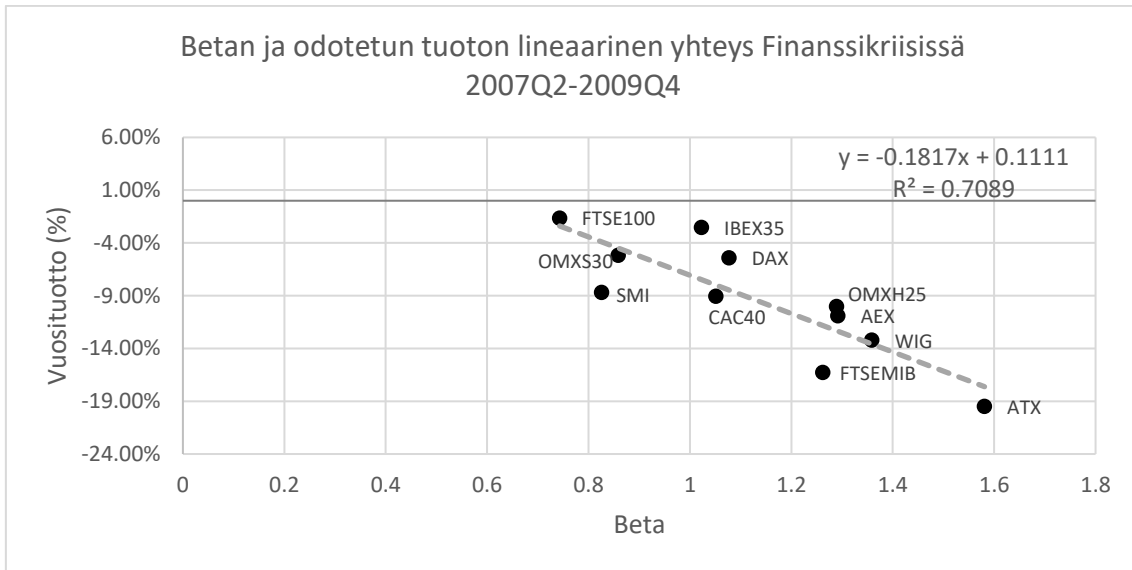
*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

Taulukko kuvaa indeksien estimoidut Betat ja niiden p-arvot, mallin vakiotermin sekä selitysasteet. Mean-sarake kuvaa indeksien skaalattuja keskimääräisiä vuosituottoja ja Std Dev vuosittaista volatilitteettia. Lisäksi taulukossa on esitetty indeksien riskikorjatut vuosituotot Sharpen ja Treynorin suhteilla. Regressiomallin tilastolliset merkitsevyydet on ilmaistu 1 % (***) , 5 % (**) ja 10 %:in (*) tasoilla. Aikavälillä 2007Q2–2009Q4 Saksan valtionlainan keskimääräiseksi koroksi saatiin (3.79 %). Sharpen suhde on laskettu kaavalla $S = \frac{\mu_{index} - risk\ free\ rate}{\sigma_{index}}$ ja Treynor kaavalla $T = \frac{\mu_{index} - risk\ free\ rate}{\beta_{index}}$. Indeksit ja niitä kuvaavat maat ovat: OMXH25 (Suomi), OMXS30 (Ruotsi), DAX (Saksa), FTSE100 (Iso-Britannia), CAC40 (Ranska), IBEX35 (Espanja), AEX (Alankomaat), FTSEMIB (Italia), ATX (Itävalta), SMI (Sveitsi) ja WIG (Puola).

Tämä osoittaa sen, että CAP-mallin oletus vakaasta Betasta ei päde taloudellisissa kriiseissä (Harvey, 1991). Kaikkien indeksien Betat ovat olleet tilastollisesti merkitseviä 1 %-merkitsevyystasolla. Markkinariskien vertailussa Itävallan ATX (1.581), Helsingin OMXH25 (1.289), Puolan WIG (1.359) sekä Italian FTSEMIB (1.1262) ovat olleet luonteeltaan syklisiä ja altistuneet kaikkein eniten systemaattiselle riskille. Näiden maiden osakemarkkinat ovatkin reagoineet Yhdysvalloista levinneeseen pankkikriisiin voimakkaammin, mikä näkyy myös niiden heikoimpana tuottokehityksenä Euroopan maista. Muutamilla pörseistä kuten Ruotsin OMXS30:lla ja Lontoon FTSE100:lla Betat ovat olleet alle yhden. Ykköstä selkeästi alhaisempaa Betaa voi selittää kyseisten pörssien painottuminen defensiivisempiin toimialoihin, kuten kulutushyödykkeisiin.

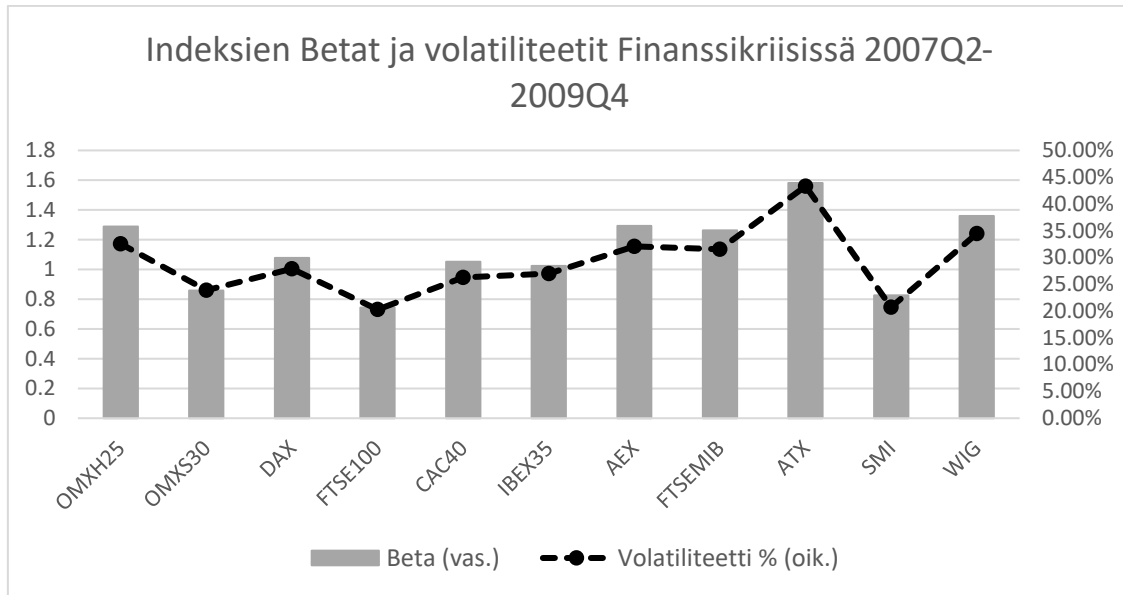
Vastaavasti korkeamman markkinariskin omaavat pörssit – ATX, WIG, OMXH25 ja FTSEMIB ovat sisältäneet enemmän syklisen rahoitus- ja teollisuussektorin osakkeita, jotka ovat olivat huomattavasti haavoittuvaisempia subprime-kriisistä alkaneelle likviditeettikriisille (Baele & Inghelbrecht, 2009). Esimerkiksi Helsingin OMXH25 on hyvin teollisuuspainotteinen indeksi ja monien yritysten liikevaihto koostuu ulkomaisista tilauksista sekä viennistä. Rahoituskustannusten nousu laski merkittävästi investointeja ja samalla ulkomaankaupan volyymit supistuivat. Monien yhtiöiden tilauskannat laskivatkin merkittävästi ja tämä näkyi indeksissä negatiivisena keskimääräisenä vuosituottona (-10.03 %).

Italiassa, Puolassa ja Itävallassa pankkisektorin paino on ollut myös merkittävä ja kyseisten maiden rahoitussektori oli kytköksissä globaalien pankkien rahoituskriisiin. Tämä lisäsi kyseisten maiden osakkeiden systemaattista riskiä ja johti matalampiin tuottoihin (Campbell ja muut, 2013). Merkittävää taulukossa (8) on myös se, että keskimääräiset estimoitujen Betojen selitysasteet ovat huomattavasti korkeampia kuin muilla tässä tutkimuksessa raportoiduilla ajanjaksoilla. Tämä vahvistaa Harvey'n (1991) tuloksia siitä, että kriisiolosuhteissa systemaattinen riski korostuu ja vaikuttaa merkittävästi tuottoihin.



Kuvio 17. CAP-malli ja toteutuneet vuosituotot Finanssikriisissä 2007Q2-2009Q4

Voimme huomata, että monilla mailla selitysasteet ovat Betalle jopa yli 90 prosenttia, mikä tarkoittaa sitä, että kriisiolosuhteissa eurooppalaisten osakkeiden yhteisvaihtelu S&P500-indeksin kanssa on selittänyt merkittävästi indeksien vuosituottoa. Kuviossa (17) on puolestaan kuvattu estimoitu CAP-mallin mukainen arvopaperimarkkinasuora indeksien havaintojen joukkoon. CAP-mallin oletus positiivisesta Betan ja odotetun tuoton lineaarisesta suhteesta ei ole tälläkään aikavälillä toteutunut, sillä suora on laskeva. Lisäksi riskittömän koron estimaatti heittää paljon raportoidusta keskimääräisestä riskittömästä korosta (3.79 %). Huolimatta siitä, että perinteinen Sharpen (1964) ja Lintnerin (1965) CAP-malli ei toimi oikein, on mallilla kuitenkin yli 70 %:in selitysaste. Tämä osoittaa, että Yhdysvaltojen osakemarkkinat ovat vaikuttaneet merkittävästi eurooppalaisten osakkeiden tuottokehitykseen kyseisellä jaksolla.



Kuvio 18. Beta-kertoimet ja volatiliteetit Finanssikriisissä 2007Q2-2009Q4

Voimme huomata myös, että aiemmin läpikäytyillä korkeimman Betan mailla on ollut myös korkeimmat tuottojen volatiliteetit. Tämä vahvistaa finanssikriisissä ns. volatiliteettianomaliaa, jossa korkean volatiliteetin indeksit ovat tässä tapauksessa tuottaneet suuremmat kurssilaskut (Ang ja muut, 2009).

Taulukko 9. Riskikorjattujen tuottojen komponentit Finanssikriisissä

*Indeksien Sharpen- ja Treynorin suhteen komponentit (Mukana S&P500-indeksi)
Finanssikriisissä 2007Q2-2009Q4*

Indeksi	Vuosituotto	r_f	Volatiliteetti	Beta	Sharpen	Treynor
S&P500	-0.0655	0.0379	0.2382		-0.4340	
OMXH25	-0.1003	0.0379	0.3258	1.2890	-0.4243	-0.1072
OMXS30	-0.0518	0.0379	0.2391	0.8590	-0.3753	-0.1045
DAX	-0.0543	0.0379	0.2789	1.0770	-0.3306	-0.0856
FTSE100	-0.0165	0.0379	0.2029	0.7430	-0.2682	-0.0732
CAC40	-0.0905	0.0379	0.2630	1.0510	-0.4880	-0.1221
IBEX35	-0.0253	0.0379	0.2702	1.0230	-0.2338	-0.0618
AEX	-0.1090	0.0379	0.3211	1.2920	-0.4575	-0.1137
FTSEMIB	-0.1628	0.0379	0.3155	1.2620	-0.6362	-0.1590
ATX	-0.1948	0.0379	0.4333	1.5810	-0.5372	-0.1472
SMI	-0.0868	0.0379	0.2071	0.8260	-0.6024	-0.1510
WIG	-0.1322	0.0379	0.3445	1.3590	-0.4940	-0.1252
avg	-0.0908	0.0379	0.2866	1.1238	-0.4401	-0.1137

Indeksien vuosituottoja tarkasteltaessa näemme, että kaikki indeksit ovat tuottaneet keskimäärin tappiota kyseisellä aikavälillä. Tämä onkin johtanut erittäin alhaisiin riskikorjattuihin tuottoihin, jotka voimme nähdä taulukosta (9). Tässä tapauksessa suurimmat indeksin tappiot suhteessa kokonaisriskiin ovat syntyneet niissä maissa, joissa volatiliiteetti on ollut kaikkein suurinta. Toisaalta riskitön korkokin on huomattavan korkea (3.79 %), joka vaikuttaa tappion suuruuteen vuosituottojen ollessa negatiivisia. Korkeat riskikorjatut tappiot korkean volatiliiteetin maissa vahvistavat kuitenkin aiempia tutkimuksia siitä, että volatiliiteetilla ja tuotoilla on negatiivinen yhteys (Ang ja muut, 2009).

4.4 Mallin selityskyky Euroopan velkakriisissä 2010Q1-2013Q4

Euroopan velkakriisiä kuvaavalla jaksolla pörssien kehitys on ollut varsin positiivista ja useat pörssit, kuten OMXH25, OMXS30 ja DAX ovat yltäneet yli kymmenen prosentin keskimääräisiin vuosituottoihin (Taulukko 10). Euroopassa finanssikriisin jälkeinen aika vaikutti negatiivisesti erityisesti Etelä-Euroopan pörssien tuottoihin, kuten Italian FTSE-MIB:iin (-1.27 %) ja Espanjan IBEX35:een (1.33 %), koska näissä maissa pankkisektorin suhteellinen paino oli merkittävä ja pankit kärsivät rahoitussektorin vakauden heikkeneemisestä. Velkakriisin aikaansaama korkojen nousu näkyi pankkisektorin osakkeiden heikkona suoriutumisenä niiden taseongelmien kautta. Maiden pankit omistivat paljon valtion velkakirjoja ja näiden arvon lasku johtikin heikkoihin tuottoihin kyseisenä aikana (Fratzscher & Rieth, 2019).

Kun etelä-Euroopan valtioiden velanhoitokyky oli koetuksella, syntyi luottamuspulaa valtioiden velkaantuessa entisestään ja pankkien kärsiessä merkittäviä tappioita valtionvelkakirjojen arvojen laskiessa. Huolimatta Etelä-Euroopan maiden heikoista tuotoista, vaikutti EKP:n rahapoliittinen korkojen lasku positiivisesti lähes kaikkien maiden tuottokehitykseen. Korkojen lasku lisäsi liikkeellä olevan rahan määrää euroalueella, joka ohjautui eri maiden pörssiin (Fratzscher & Rieth, 2019).

Vertailtaessa maiden Betoja voimme todeta, että Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden kehitys on vaikuttanut tällä osaperiodilla huomattavasti vähemmän eurooppalaisiin indekseihin verrattuna muihin tarkastelujaksoihin.

Taulukko 10. Estimoidut Betat ja riskikorjatut tuotot Euroopan velkakriisissä

Estimoidut Betat: Euroopan velkakriisi 2010Q1-2013Q4

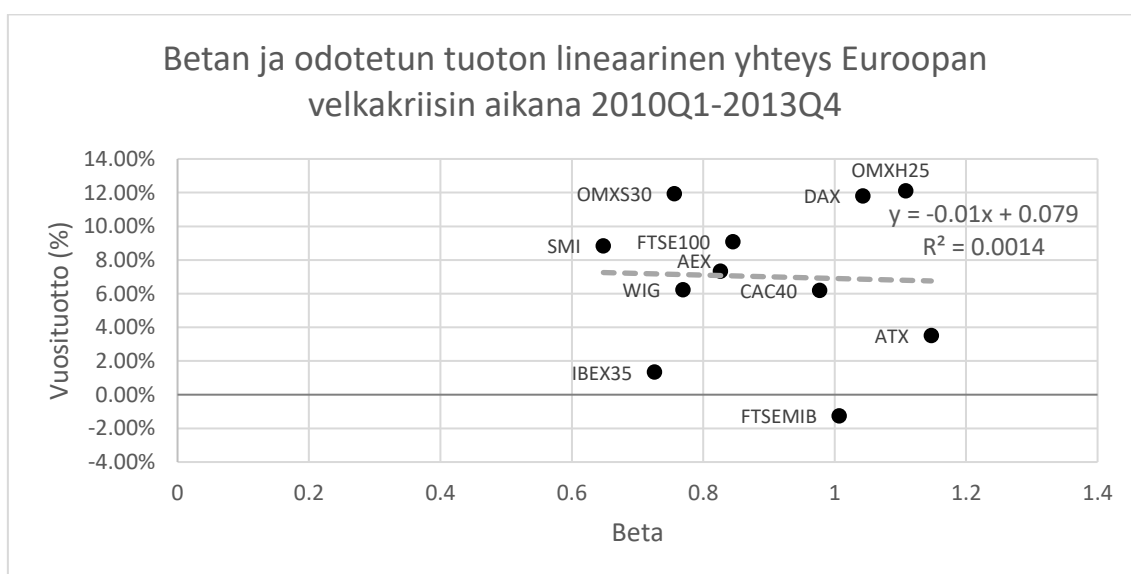
	c	β	R^2	Adj. R^2	Mean	Std Dev	Sharpen	Treynor	Obs
OMXH25	-0.0106 (0.684)	1.108*** (0.000)	63.10%	60.46%	12.10%	22.53%	0.4432	0.0901	16
OMXS30	0.0020 (0.923)	0.756*** (0.009)	66.50%	64.10%	11.93%	14.97%	0.6564	0.1300	16
DAX	-0.0090 (0.677)	1.043*** (0.007)	65.76%	63.31%	11.80%	20.78%	0.4666	0.0930	16
FTSE100	-0.0085* (0.094)	0.845*** (0.000)	85.80%	84.79%	9.08%	14.73%	0.4730	0.0825	16
CAC40	-0.0205 (0.274)	0.977*** (0.001)	68.52%	66.27%	6.19%	19.07%	0.2144	0.0418	16
IBEX35	-0.0235 (0.223)	0.726*** (0.000)	33.56%	28.81%	1.33%	20.25%	-0.0384	-0.0107	16
AEX	-0.0121 (0.333)	0.826*** (0.000)	78.30%	76.75%	7.32%	15.07%	0.3460	0.0631	16
FTSEMIB	-0.0403* (0.074)	1.007*** (0.000)	57.14%	54.08%	-1.27%	21.52%	-0.1568	-0.0335	16
ATX	-0.0335 (0.247)	1.147*** (0.001)	54.92%	51.70%	3.52%	25.01%	0.0563	0.0123	16
SMI	-0.0018 (0.864)	0.648*** (0.000)	68.14%	65.87%	8.83%	12.69%	0.5300	0.1038	16
WIG	-0.0128 (0.542)	0.769*** (0.003)	48.30%	44.60%	6.22%	17.89%	0.2299	0.0535	16
	Avg -0.0014	Avg 0.896	Avg 62.73%	Avg 60.07%	Avg 7.01%	Avg 18.59%	Avg 0.2928	Avg 0.0569	16

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$

Taulukko kuvaa indeksien estimoidut Betat ja niiden p-arvot, mallin vakiotermin sekä selitysasteet. Mean-sarake kuvaa indeksien skaalattuja keskimääräisiä vuosituottoja ja Std Dev vuosittaista volatiliiteettia. Lisäksi taulukossa on esitetty indeksien riskikorjatut vuosituotot Sharpen ja Treynorin suhteilla. Regressiomallin tilastolliset merkitsevyydet on ilmaistu 1 % (***), 5 % (**) ja 10 %:in (*) tasoilla. Aikavälillä 2010Q1–2013Q4 Saksan valtionlainan keskimääräiseksi koroksi saatiin (2.11 %). Sharpen suhde on laskettu kaavalla $S = \frac{\mu_{index} - risk\ free\ rate}{\beta_{index}}$ ja Treynor kaavalla $T = \frac{\mu_{index} - risk\ free\ rate}{\sigma_{index}}$. Indeksit ja niitä kuvaavat maat ovat: OMXH25 (Suomi), OMXS30 (Ruotsi), DAX (Saksa), FTSE100 (Iso-Britannia), CAC40 (Ranska), IBEX35 (Espanja), AEX (Alankomaat), FTSEMIB (Italia), ATX (Itävalta), SMI (Sveitsi) ja WIG (Puola).

Suurimmalla osalla indekseistä markkinariski on alle yhden, mikä kertoo siitä, että S&P500-indeksin liikkeet eivät ole vaikuttaneet pörssiin kovinkaan merkittävästi. Alhaisimmat Betat ovat olleet Sveitsin SMI:llä (0.648), Espanjan IBEX35:llä (0.726) sekä

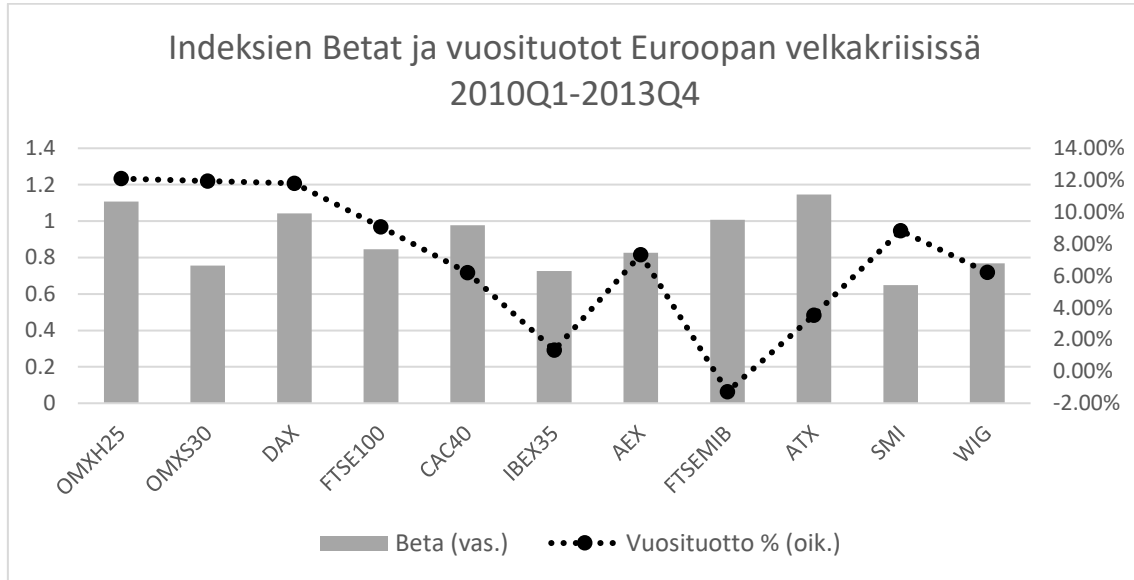
Ruotsin OMXS30:lla (0.756). Helsingin pörssin Beta on ollut suhteessa muihin hieman korkeampi (1.108). Estimoitujen Betojen selitysasteet ovat olleet keskimäärin kaikkein matalimmilla tasoilla tässä tutkimuksessa – keskiarvon ollessa (62.73 %). Esimerkiksi Espanjan IBEX35:llä (33.56 %) sekä Puolan WIG:lla (48.30 %) selitysasteet ovat huomattavan alhaisia, mikä kertoo siitä, että markkinariski ei ole selittänyt juurikaan kyseisten maiden tuottokehitystä kyseisellä ajanjaksolla. Voimme siis todeta, että monifaktoripohjaisen mallien käyttö on suositeltua selitysasteiden nostamiseksi korkeammille tasoille (Carhart, 1997).



Kuvio 19. CAP-malli ja toteutuneet tuotot Euroopan velkakriisissä 2010Q1-2013Q4

Yllä olevan kuvion perusteella CAP-mallia estimoiva regressiosuora on ollut käytännössä vaakasuora. Tämä tarkoittaisi sitä, että tuotto pysyisi samana Betan kasvaessa, mikä on vastoin perinteistä Sharpen (1964) ja Lintnerin (1965) teoriaa. CAP-malli ei ole toiminut velkakriisissä, jonka näemme siitä, että mallin selitysaste on käytännössä nolla. Indeksien tuotot ovat hyvin hajallaan toisistaan sekä riskittömän koron estimaatti (7.79 %) on kaukana toteutuneesta (2.11 %). Pörssien korkeampi tuotto ei siis juurikaan ole ollut yhteydessä korkeampiin Betoihin, vaan taustalla on todennäköisesti vaikuttanut yritysten arvostukseen, kokoon sekä pörssin toimialarakenteeseen vaikuttavia tekijöitä. Euroopan velkakriisissä ei ole havaittu merkittävää matalan volatiliteetin anomaliaa. Päinvastoin

esimerkiksi OMXH25:llä (std 22.53 %) sekä DAX:lla (std 20.78 %) keskimääräiset tuotot ovat olleet suurimpia.



Kuvio 20. Indeksien markkinariskit ja vuosituotot Euroopan velkakriisissä

Riskikorjattujen tuottojen vertailussa monet indeksit ovat yltäneet kohtuullisen hyviin riskikorjattuihin tuottoihin. Ruotsin OMXS30:n Sharpen suhde on kaikkein korkein arvolla (0.65). Tämän ohella esimerkiksi Sveitsin SMI (0.53), Lontoon FTSE100 (0.47), Saksan DAX (0.46) sekä Helsingin OMXH25 (0.44) ovat kaikki saavuttaneet kohtuu hyvät lukemat. Heikoimmat lukemat ovat puolestaan pankkisektorin haasteista kärsineillä Italian FTSEMIB:llä ($S = -0.15$) sekä Espanjan IBEX35:llä ($S = -0.038$). Treynorin suhteiden osalta parhaiten tuottaneiden pörssien suhteet ovat arvon 0.10 molemmin puolin, mikä kertoo siitä, että sijoittajia on palkittu systemaattisen riskin kantamisesta kyseisellä jaksolla.

Kun arvioimme riskikorjattujen tuottojen komponentteja taulukossa (11), voimme todeta, että lukujen nousun taustalla on ollut selkeästi keskimääräisten volatiliteettien lasku Euroopan pörseissä. Markkinat ovatkin rauhoittuneet EKP:n laskiessa korkoja ja maiden elvyttäessä talouksiaan finanssikriisin jälkeen (Fratzscher & Rieth, 2019). Korkeita riskikorjattuja lukuja selittää myös hyvät indeksien vuosituotot. Yksikään pörssi ei ole kuitenkaan yltänyt SP&500-indeksin keskimääräisen vuosituoton (14.76 %) tasolle.

Taulukko 11. Riskikorjattujen tuottojen komponentit Euroopan velkakriisissä

Indeksien Sharpen- ja Treynorin suhteen komponentit (Mukana S&P500-indeksi)

Euroopan velkakriisissä 2010Q1-2013Q4

<i>Indeksi</i>	<i>Vuosituotto</i>	<i>rf</i>	<i>Volatiliteetti</i>	<i>Beta</i>	<i>Sharpen</i>	<i>Treynor</i>
<i>S&P500</i>	0.1476	0.0211	0.1616		0.7827	
<i>OMXH25</i>	0.1210	0.0211	0.2253	1.1080	0.4431	0.0901
<i>OMXS30</i>	0.1193	0.0211	0.1497	0.7560	0.6563	0.1300
<i>DAX</i>	0.1180	0.0211	0.2078	1.0430	0.4665	0.0929
<i>FTSE100</i>	0.0908	0.0211	0.1473	0.8450	0.4728	0.0824
<i>CAC40</i>	0.0619	0.0211	0.1907	0.9770	0.2143	0.0418
<i>IBEX35</i>	0.0133	0.0211	0.2025	0.7260	-0.0384	-0.0107
<i>AEX</i>	0.0732	0.0211	0.1507	0.8260	0.3459	0.0631
<i>FTSEMIB</i>	-0.0127	0.0211	0.2152	1.0070	-0.1569	-0.0335
<i>ATX</i>	0.0352	0.0211	0.2501	1.1470	0.0562	0.0123
<i>SMI</i>	0.0883	0.0211	0.1269	0.6480	0.5299	0.1038
<i>WIG</i>	0.0622	0.0211	0.1789	0.7690	0.2298	0.0535
<i>avg</i>	0.0765	0.0211	0.1839	0.8956	0.3335	0.0569

4.5 Tulosten analyysi ja yhteenveto

Tutkimustulosten perusteella CAP-malli ei ole toiminut indeksien tarkastelussa perinteisen Sharpen (1964) ja Lintnerin (1965) teorian mukaan. Kaikilla jaksoilla, lukuun ottamatta puolijaksoa 2015Q3-2024Q3, havaittiin negatiivinen Betan ja odotetun tuoton lineaarinen suhde. Tämä haastaa perinteisen CAP-malli teorian siitä, että sijoittajia tulisi palkita systemaattisen riskin ottamisesta. Verrattuna Faman ja McBethin (1973) tutkimukseen tämän tutkimuksen CAP-mallin selitysasteet olivat huomattavasti matalampia, mikä kertoo siitä, että monet muut tekijät kuten yritysten koko, arvostus sekä mahdollinen momentum ovat vaikuttaneet osakkeiden tuottojen taustalla. Perinteinen CAP-malli ei ole siis pystynyt selittämään indeksien vuosituottoja tarkasti, mikä puoltaa monifaktorimallien käyttöä tuottojen selittämisessä.

Markkinariskien vertailussa havaittiin eroja eri tarkastelujaksoilla ja voidaan todeta, että Betat eivät ole pysyneet vakaina yli ajan. Pitkällä aikavälillä 2006Q1-2024Q3 estimoitujen Betojen vaihteluväli on linjassa Harvey'n (1991) tulosten kanssa kansainvälisen markkinariskin osalta. Merkityksellistä on myös todeta, että Helsingin pörssin markkinariski

suhteessa Yhdysvaltojen osakemarkkinoihin oli käytännössä yksi. Vertailtaessa Betoja kahdella eri aineiston puolijaksolla havaittiin ns. ”mean reversion” ilmiötä. Tämä tarkoittaa sitä, että niiden indeksien Betat, jotka olivat ensimmäisellä puolijaksolla matalampia, kuin pitkän aikavälin keskiarvo, nousivat ja muilla päinvastoin. Tämä vahvistaa Blumen (1971) teoriaa siitä, että Betat liikkuvat kohti pitkän aikavälin keskiarvoaan.

Vertailtaessa maiden volatiliteettien ja Betojen suhdetta pitkällä aikavälillä, havaittiin muuttujien välillä vahva positiivinen lineaarinen yhteys. Tämän ohella useilla tarkastelujaksolla indeksien vertailussa todettiin ns. matalan volatiliteetin anomaliaa. Tämä tarkoitti sitä, että monissa pörseissä korkeampi volatiliteetti johti systeemaattisesti matalampiin vuosituottoihin, mikä tukee Angin ja muiden (2009) tutkimustuloksia. Lisäksi voimme todeta, että Betojen selitysasteet kasvoivat merkittävästi taloudellisen kriisin aikana finanssikriisissä 2007Q2-2009Q4. Tämä korostaa sitä, että globaalissa taantumassa osakkeiden yhteisvaihtelu kasvaa merkittävästi markkinaindeksin kanssa, mikä vahvistaa Harveyn (1991) tuloksia muuttuvista selitysasteista kriisiolosuhteissa. Euroopan velkakriisissä eurooppalaisten pörssien markkinariskit olivat puolestaan huomattavasti defensiivisempiä verrattuna finanssikriisiin. Tämä näkyi myös matalampina selitysasteina.

Indeksien välisessä vertailussa voimme todeta, että pohjoismaiset pörssit – Ruotsin OMXS30 ja Suomen OMXH25 ovat pärjänneet hyvin ja tuottaneet keskimäärin parhaat vuosituotot Euroopan maista. Osittain kyseistä kehitystä voi tukea Faman ja Frenchin (1992) kokofaktorin vaikutus – pienemmät yritykset tuottavat keskimäärin paremmin pitkällä aikavälillä. Pitkällä aikavälillä indeksien riskikorjatut Sharpen suhteet osoittautuivat mataliksi keskiarvon ollessa (0.2294). Tämä osoittaa, että pitkällä aikavälillä indeksisijoittaminen ei ole tarjonnut kovin suurta tuottoa riskittömän koron päälle. Matalia Sharpe- ja Treynorin suhteita on pitkällä aikavälillä selittänyt ennen kaikkea indeksien korkeat volatiliteetit, mutta myös suhteellisen pienet riskipreemiot.

Toisella puolijaksolla 2015Q3-2024Q3 riskikorjattujen Sharpen lukujen kehitys oli positiivista monien indeksien yltäessä lähelle (0.5) arvoa. Kyseisellä jaksolla riskikorjattujen

lukujen kehitystä tuki matala volatilitteetti sekä riskitön korko. Finanssikriisissä riskikorjatut luvut painuivat negatiivisiksi pitkälti kaikkien komponenttien vaikutuksesta. Negatiiviset tuotot yhdistettynä korkeaan volatilitteettiin sekä riskittömään korkoon aikaansaivat merkittäviä tappioita kaikissa pörseissä. Euroopan velkakriisissä monien indeksien riskikorjatut luvut kehittyivät puolestaan parempaan suuntaan matalamman volatilitteetin ja osakkeiden hyvien tuottojen vaikutuksesta. Voimme kuitenkin todeta, että eurooppalaisien indeksien tuottokehitys on jäänyt pääosin jälkeen kaikilla jaksoilla Yhdysvaltojen S&P500-indeksin tuotoista.

5 Johtopäätökset

Tutkielman löydökset haastavat perinteisen rahoitusteorian siitä, että markkinariski pystyisi yksin selittämään luotettavasti indeksien tuottoja. CAP-mallin alhainen selityskyky osaketuottojen ennustamisessa on merkittävää erityisesti varainhoidossa ja portfolionhallinnassa, jossa sijoituspäätöksiä tehdään edelleen CAP-mallin oletusten pohjalta. Sijoittajien onkin syytä arvioida osakkeiden riskejä monipuolisemmin, sillä muuten riskin ja tuoton suhteesta voidaan tehdä virheellisiä tulkintoja esimerkiksi matalan volatilitteen anomalian tai sijoittajien riskipreferenssien muuttumisen kautta. Tulokset Betan ja odotetun tuoton negatiivisesta lineaarisesta suhteesta useilla tutkimusperiodeilla korostavat myös sitä, että sijoittajien on huomioitava esimerkiksi yrityksen koko- ja arvostustekijät osana tehokasta riskin ja tuoton mallinnusta.

CAP-mallin toimivuus voidaan myös haastaa erityisesti kriisiolosuhteisiin liittyvissä markkinaolosuhteissa, koska Betat kasvavat usein merkittävästi tällaisissa tilanteissa. Sijoittajat voivatkin hyötyä defensiivisempien osakkeiden painotuksesta taloudellisten kriisien aikana. CAP-mallia sijoitusanalyysissä hyödyntävät toimijat eivät voi luottaa mallin ennusteisiin riittävästi, koska Betoja tulisi mallintaa dynaamisesti niiden staattisen oletuksen sijaan. Tutkimustulosten perusteella voimme todeta, että markkinatoimijoiden käyttäytyminen ei ole ollut aina rationaalista eri taloudellisina ajanjaksoina, mikä korostaa riskipreferenssien dynaamisuutta yli ajan. Luotettavien sijoituspäätösten takaamiseksi sijoittajien onkin luotettavampaa hyödyntää malleja, jotka huomioivat paremmin erilaisen shokkien ja käyttäytymistaloustieteen vaikutukset osakkeiden tuottoihin ja riskeihin.

Yksityissijoittajien, varainhoitajien ja sijoitusrahastojen toiminnan näkökulmasta tutkielman löydökset osoittavat, että korkeamman Betan osakkeet eivät aina tuota parempaa riskipreemiota suhteessa matalan Betan osakkeisiin. Tämä asettaa haasteita toimijoiden aktiivisille- ja passiivisille strategioille, koska osakkeiden Betat eivät kuvaa aina niiden todellista riskitasoa. Toimijoiden onkin syytä tehdä riskien hajuttamista muillakin perusteilla, kuin pelkän markkinariskin mukaan. Tällaisia kriteereitä voivat olla esimerkiksi

yrityksen fundamenttien tarkastelu, erilaisten anomalioiden huomioiminen sekä riskikorjattujen tuottomittareiden laajempi käyttö.

Tutkimuksen perusteella CAP-mallin rajoitteet vaikuttavat merkittävästi estimoitujen CAP-malli regressioiden tulosten luotettavuuteen. Jatkossa aihetta voisi tutkia syvemmin vertailemalla monifaktorimallien selityskykyä suhteessa perinteiseen CAP-malliin indeksien osalta. Betojen muuttuvan luonteen vuoksi Asset Pricing- malleja voisi kehittää dynaamisemmiksi, jolloin riskimittarit mukautuvat realistisemmin eri taloussykleihin. Jatkossa monifaktorimallin toimivuutta voitaisiin testata myös kehittyvien ja kehittyneiden maiden välillä, jolloin voitaisiin nähdä erot, kummalla markkinalla malli toimii paremmin. Lisäksi monifaktorimallien avulla voitaisiin tutkia esimerkiksi eri toimialaindeksien suoriutumista pitkällä aikavälillä, jolloin sijoittajat pystyisivät vertailemaan riskikorjattuja tuottoja eri toimialojen välillä.

Lähteet

- Ang, A., Hodrick, R. J., Xing, Y., & Zhang, X. (2006). The Cross-Section of Volatility and Expected Returns. *The Journal of Finance*, 61(1), 259–299. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2006.00836.x>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2007.12.005>
- Baele, L., & Inghelbrecht, K. (2009). Time-varying Integration and International diversification strategies. *Journal of Empirical Finance*, 16(3), 368–387. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2008.11.001>
- Bekaert, G., Hoerova, M., & Lo Duca, M. (2013). Risk, uncertainty and monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, 60(7), 771–788. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2013.06.003>
- Black, F. (1972). Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing. *The Journal of Business*, 45(3), 444–455. <https://www.jstor.org/stable/2351499>
- Black, F., Jensen, M. C. & Scholes, M. S. (1972). *The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests* (SSRN Scholarly Paper No. 908569). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=908569>
- Blume, M. E. (1971). On the Assessment of Risk. *The Journal of Finance*, 26(1), 1–10. <https://doi.org/10.2307/2325736>
- Blume, M. E., & Friend, I. (1973). A New Look at the Capital Asset Pricing Model. *Journal of Finance*, 28(1), 19–33. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1540-6261.1973.tb01342.x>

- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2020). *Principles of corporate finance* (Thirteenth edition). McGraw-Hill Education.
- Brunnermeier, M. K., & Pedersen, L. H. (2009). Market Liquidity and Funding Liquidity. *Review of Financial Studies*, 22(6), 2201–2238. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhn098>
- Campbell, J., & Viceira, L. (2002). *Strategic Asset Allocation: Portfolio Choice for Long-Term Investors* [OUP Catalogue]. Oxford University Press. <https://econpapers.repec.org/bookchap/oxpobooks/9780198296942.htm>
- Campbell, J. Y., Giglio, S., & Polk, C. (2013). Hard Times. *Review of Asset Pricing Studies*, 3(1), 95–132. <https://doi.org/10.1093/rapstu/ras026>
- Campbell, J. Y., & Vuolteenaho, T. (2003). Bad Beta, Good Beta. *NBER Working Papers*, Article 9509. <https://ideas.repec.org//p/nbr/nberwo/9509.html>
- Carhart, M. M. (1997). On Persistence in Mutual Fund Performance. *The Journal of Finance*, 52(1), 57–82. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1997.tb03808.x>
- CBOE Volatility Index: VIX. Noudettu 6.2.2025 osoitteesta <https://fred.stlouisfed.org/series/VIXCLS>
- Doukas, J., & Switzer, L. N. (2000). Common stock returns and international listing announcements: Conditional tests of the mild segmentation hypothesis. *Journal of Banking & Finance*, 24(3), 471–501. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(99\)00046-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(99)00046-1)
- Dunne, P. G., Moore, M. J., & Portes, R. (2007). Benchmark Status in Fixed-Income Asset Markets. *Journal of Business Finance & Accounting*, 34(9–10), 1615–1634. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5957.2007.02039.x>

- Elton, E. J. (2014). *Modern portfolio theory and investment analysis* (Ninth edition). Wiley.
- Fama, E. F. (1965). THE BEHAVIOR OF STOCK-MARKET PRICES. *Journal of Business*, 38(1), 34–105. <https://doi.org/10.1086/294743>
- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427–465. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3–56. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5)
- Fama, E. F., & MacBeth, J. D. (1973). Risk, Return, and Equilibrium: Empirical Tests. *Journal of Political Economy*, 81(3), 607–636. <https://www.jstor.org/stable/1831028>
- Fratzscher, M., & Rieth, M. (2019). Monetary Policy, Bank Bailouts and the Sovereign-Bank Risk Nexus in the Euro Area*. *Review of Finance*, 23(4), 745–775. <https://doi.org/10.1093/rof/rfy024>
- Griffin, J. M. (2002). Are the Fama and French Factors Global or Country Specific? *The Review of Financial Studies*, 15(3), 783–803. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=262647
- Harvey, C. R. (1991). The World Price of Covariance Risk. *The Journal of Finance*, 46(1), 111–157. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb03747.x>
- Jagannathan, R., & Wang, Z. (1996). The Conditional CAPM and the Cross-Section of Expected Returns. *The Journal of Finance*, 51(1), 3–53. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1996.tb05201.x>

- Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. *The Journal of Finance*, 48(1), 65–91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04702.x>
- Jensen, M. C. (1968). The Performance of Mutual Funds in the Period 1945–1964. *The Journal of Finance*, 23(2), 389–416. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00815.x>
- Knüpfer, S., & Puttonen, V. (2018). *Moderni rahoitus* (10., uudistettu painos). Alma.
- Lintner, J. (1965). Security Prices, Risk, and Maximal Gains from Diversification. *The Journal of Finance*, 20(4), 587–615. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1965.tb02930.x>
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. <https://doi.org/10.2307/2975974>
- McCord, S. O., & Tole, T. M. (1977). PORTFOLIO RISK: A REVIEW OF THEORY AND EMPIRICAL EVIDENCE. *Nebraska Journal of Economics & Business*, 16(4), 75. https://academicjournals.org/ebook/journal1435332269_JEIF%20Ebook-%20June%20-%202015%20issue.pdf
- Miller, M. H., & Scholes, M. S. (1972). Rates of Return in Relation to Risk: A Re-Examination of Some Recent Findings. Conference on Modern Capital Theory <1969, Rochester>. (1972). *Studies in the theory of capital markets: [Papers of the Conference on Modern Capital Theory, held at the University of Rochester in August, 1969, augmented by several closely related papers]*. New York, NY [u.a.] : Praeger. <https://www.econbiz.de/Record/studies-theory-capital-markets-papers->

conference-modern-capital-theory-held-university-rochester-august-1969-augmented-closely-related-papers-jensen/10000590347

Mossin, J. (1966). Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica*, 34(4), 768–783.

<https://doi.org/10.2307/1910098>

Roll, R. (1977). A critique of the asset pricing theory's tests Part I: On past and potential testability of the theory. *Journal of Financial Economics*, 4(2), 129–176.

[https://doi.org/10.1016/0304-405X\(77\)90009-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(77)90009-5)

Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442.

<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>

Wooldridge, J. M. (2020). *Introductory econometrics: A modern approach* (Seventh edition). Cengage.