



Open your mind. LUT.  
Lappeenranta University of Technology

**Kauppätieteellinen tiedekunta**  
**Kandidaatintutkielma, Talousjohtaminen**

## **Hajautushyödyt Suomen osakemarkkinoilla**

### **Diversification Benefits in the Finnish Stock Market**

6.5.2012

Ville Karell

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>TEORIAOSA JA AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET</b> .....	<b>4</b>
	<b>2.1 Moderni portfolioteoria</b> .....	<b>4</b>
	<b>2.2 Capital Asset Pricing Model</b> .....	<b>5</b>
	<b>2.3 Portfolion riskin hajauttaminen</b> .....	<b>7</b>
	<b>2.4 Hajautuksen hyödyt ja haitat</b> .....	<b>11</b>
	<b>2.5 Aikaisemmat tutkimukset</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>KÄYTETTÄVÄ TUTKIMUSAINESTO JA -MENETELMÄ</b> .....	<b>16</b>
	<b>3.1 Tutkimusaineisto</b> .....	<b>16</b>
	<b>3.2 Tutkimusmenetelmä</b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>TULOKSET</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>YHTEENVETO</b> .....	<b>28</b>
	<b>LÄHTEET</b> .....	<b>29</b>

**LIITE 1: KUVAILEVAT TUNNUSLUVUT**

**LIITE 2: REGRESSIOANALYYSI**

**LIITE 3: T-TESTIT**

**LIITE 4: OMXH25 ETF:N KARAKTERISTINEN SUORA**

# 1 JOHDANTO

Sanotaan, että ilmaista lounasta ei ole olemassakaan. Yleensä näin onkin, mutta sijoittamisessa sanonta ei päde. Modernin portfolioteorian mukaan sijoituksia hajautamalla portfolion riskiä voidaan alentaa tuottotasosta tinkimättä tai saavuttaa suurempia tuottoja samalla riskitasolla. Vaikka hajauttamisen edut ovat laajasti tiedossa, tehokkaaseen hajauttamiseen vaadittavien osakkeiden määrä on vähemmän tunnettu etenkin Suomen osakemarkkinoilla. Kuinka suuria hajautushyötyjä Suomen osakemarkkinoilla on mahdollista saavuttaa? Montako osaketta portfolioon tarvitaan, jotta riski alenee 80, 90 tai 95 prosenttia?

Portfolion koon ja riskin välisestä yhteydestä on tehty lukuisia tutkimuksia. Useiden tutkimusten mukaan (mm. Evans & Archer 1968; Jennings 1971; Wagner & Lau 1971; Solnik 1974) suurin osa hajautushyödyistä saavutetaan muutaman ensimmäisen osakkeen kohdalla ja hyvin hajautettuun portfolioon riittää 10–20 osaketta. Lantáné ja Young (1969) osoittivat tutkimuksessaan, että kahdeksalla osakkeella saavutetaan 84 prosenttia ja kuudellatoista osakkeella 96 prosenttia hajautushyödyistä. Fisher ja Lorie (1970) saivat vastaavilla osakemäärillä tulokseksi 80 ja 90 prosentin hajautushyödyt.

Solnikin (1974) tutkimusta lukuun ottamatta aikaisemmat hajautushyödyistä tehdyt tutkimukset tarkastelevat usein pelkästään Yhdysvaltojen osakemarkkinoita. Tämä tutkielma onkin ensimmäinen Suomen osakemarkkinoiden hajautushyötyihin keskittyvä tutkimus. Lisäksi aikaisemmat tutkimukset ovat pääsääntöisesti 1970-luvulta, joten on mielenkiintoista nähdä, onko portfolion koon ja riskin välinen yhteys muuttunut 2010-luvulle tultaessa.

Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää, kuinka suuria hajautushyötyjä sijoittajan on mahdollista saavuttaa Suomen osakemarkkinoilla lisäämällä sijoitusportfolioonsa eri yhtiöiden osakkeita. Lisäksi tutkitaan, minkälaisia hajautushyötyjä OMXH25 -indeksiosuusrahasto tarjoaa sijoittajalle markkinaportfolioon verrattuna. Tutkimuksessa oletetaan, että osakkeet ovat tasapainotetussa portfolioissa. Tutkimusaineistona käytetään Helsingin pörssin osakkeiden, OMX Helsinki -yleisindeksin sekä

OMXH25 -indeksiosuusrahaston tuottoindeksejä vuosilta 2007–2011. Tutkimusmenetelmänä käytetään portfolion koon ja riskin välistä yhteyttä kuvaavia laskelmia, regressioanalyysiä sekä t-testiä. Lisäksi muodostetaan Suomen osakemarkkinoille tehokas rintama, johon markkinaportfoliota ja OMXH25 -indeksiosuusrahastoa verrataan.

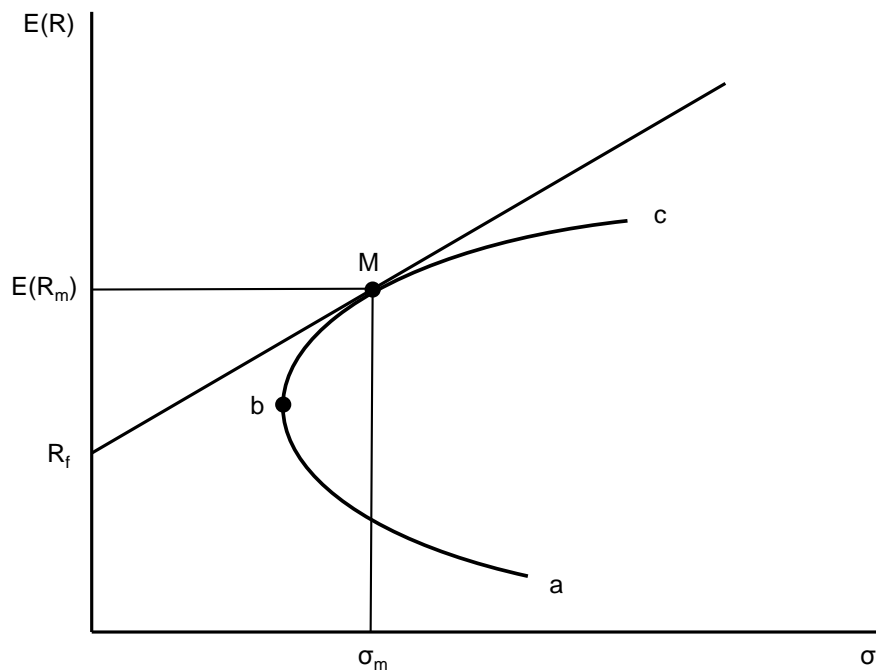
Tutkimuksen mukaan markkinariski Suomen osakemarkkinoilla on 29,59 prosenttia, joten hajautettavissa olevan yritysrisikin määrä on 70,41 prosenttia. Portfolion riskin aleneminen on ensimmäisiä osakkeita lisättäessä nopeaa, mutta hajautuksen vähe-  
nevän rajahyödyn takia riskin aleneminen hidastuu. Viidellä osakkeella saavutetaan yli 80 prosenttia, kymmenellä osakkeella yli 90 prosenttia ja 18 osakkeella yli 95 prosenttia hajautushyödyistä. OMXH25 -indeksiosuusrahaston hajautushyödyt ovat merkittävät.

Tutkimus on jäsennetty seuraavasti. Toinen luku käsittelee sijoittamisen teoriaa ja aikaisempia tutkimuksia. Teoriaosassa käydään läpi moderni portfolioteoria, Capital Asset Pricing Model, portfolion riskin hajauttaminen sekä hajautuksen hyödyt ja haitat. Kolmannessa luvussa esitellään käytettävä tutkimusaineisto ja -menetelmä. Neljäs luku esittelee tutkimuksen empiiriset tulokset. Viidennessä luvussa kerrataan tutkimustulokset lyhyesti, tehdään johtopäätökset ja ehdotetaan jatkotutkimusaiheita.

## 2 TEORIAOSA JA AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

### 2.1 Moderni portfolioteoria

Modernin portfolioteorian mukaan sijoittaja maksimoi odotetun tuottonsa annetulla riskitasolla tai minimoi riskinsä odotetulla tuottotasolla hyötyfunktion muodosta riippumatta (Markowitz 1952, 1959). Tehokkaiden riski-tuottoyhdistelmien selvittämiseksi on muodostettava tehokkaiden portfolioiden rintama, jossa portfolion riski minimoituu eri tuottotasolla. Portfolio on tehokas, jos millään muulla portfolioilla ei ole suurempaa tuotto-odotusta samalla riskitasolla tai samaa tuotto-odotusta pienemmällä riskitasolla. (Sharpe 1963).



**Kuva 1:** Tehokas rintama ja pääomamarkkinasuora.

Portfolioteorian mukaan riskiä mitataan tuottojen keskihajonnalla. Käyrä  $abc$  kuvaa kaikkien markkinoilla olevien riskillisten sijoituskohteiden riskin minivoivat riski-tuottoyhdistelmät kullakin tuottotasolla, kun riskitön korkoinstrumentti ei ole käytössä. Pisteessä  $b$  sijaitsee minimivarianssiportfolio, jossa saavutetaan pienin mahdollinen riski. Koska minimivarianssiportfolion alapuolelle jäävät riski-tuottoyhdistelmät voi-

daan korvata suuremmalla tuotto-odotuksella, tehokas rintama muodostuu pisteen  $b$  ja  $c$  välille. (Fama & French 2004)

Kun tarkasteluun otetaan mukaan riskitön korkoinstrumentti  $R_f$ , tehokkaiden portfolioiden rintamasta tulee pääomamarkkinasuora. Se leikkaa tuottoakselin pisteessä  $R_f$  ja muodostaa tangentin markkinaportfolion  $M$  kanssa. Riskipreferenssiensä perusteella sijoittaja tekee päätöksen, missä kohtaa pääomamarkkinasuoraa hänelle optimaalinen portfolio sijaitsee. Markkinoiden keskimääräistä riskiä  $\sigma_m$  sietävä sijoittaja valitsee markkinaportfolion  $M$ , jolloin hänen odotettu tuottonsa on markkinoiden keskimääräisen tuoton  $E(R_m)$  suuruinen. Riskiä karttavampi sijoittaja päätyy välille  $R_f$  ja  $M$ , jolloin hän sijoittaa osan varoistaan markkinaportfolioon ja loput riskittömään korkoinstrumenttiin. Markkinariskiä enemmän haluava sijoittaja lainaa riskittömällä korolla ja käyttää velkavipua hyödykseen sijoittamalla yli 100 prosenttia varoistaan markkinaportfolioon, jolloin hän päätyy markkinaportfoliosta oikealle. (Niskanen & Niskanen 2010, 180–182)

## 2.2 Capital Asset Pricing Model

Capital Asset Pricing Model (CAPM-malli) on yleisesti käytössä oleva menetelmä arvopapereiden tuottovaatimuksen laskemiseen. Sharpe (1964) Lintner (1965) Mossin (1966) kehittivät CAPM-mallin itsenäisesti portfolioteorian pohjalta. He lisäsivät portfolioteoriaan kaksi avainoletusta, jotta portfoliot olisivat tehokkaita. Ensimmäinen lisäoletus on, että sijoittajat ovat täysin samaa mieltä tulevista tuotoista. Toinen lisäoletus on, että sijoittajat voivat sijoittaa tai lainata rajattomasti riskittömällä korolla. CAPM-mallin ajatuksena on, että hyvin hajautetun portfolion tuotto riippuu ainoastaan sen sisältämästä markkinariskistä, jota voidaan mitata betalla (Sharpe 1964). (Fama & French 2004)

CAPM-mallin yhtälö on seuraava:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f) \quad (1)$$

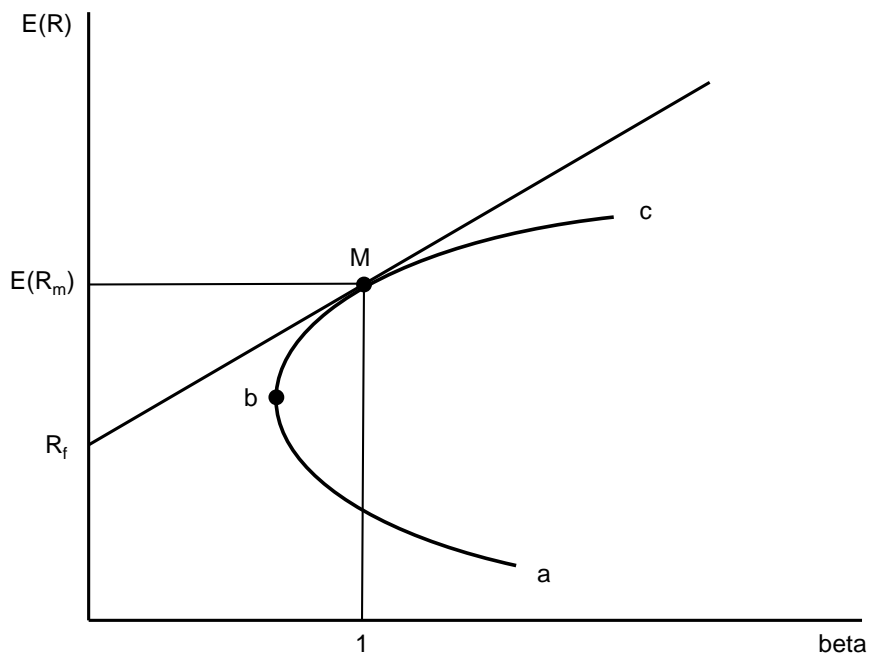
Kaavassa  $E(R_i)$  on osakkeen  $i$  odotettu tuotto,  $R_f$  on riskitön korko,  $\beta_i$  on osakkeen  $i$  beta ja  $E(R_m)$  markkinaportfolion odotettu tuotto. Markkinapreemio on markkinaportfolion odotettu tuotto, josta on vähennetty riskitön korko. Kaavasta nähdään, että osakkeen odotettu tuotto muodostuu riskittömästä korosta ja osakekohtaisesta riskipreemiosta. Beta lasketaan seuraavasti:

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

Kaavassa  $\beta_i$  on osakkeen  $i$  beta,  $\text{Cov}(R_i, R_m)$  on osakkeen  $i$  tuoton ja markkinatuoton kovarianssi ja  $\text{Var}(R_m)$  markkinatuoton varianssi. Markkinaportfolion beta lasketaan seuraavasti:

$$\beta_m = \frac{\text{Cov}(R_m, R_m)}{\text{Var}(R_m)} = \frac{\text{Var}(R_m)}{\text{Var}(R_m)} = 1 \quad (3)$$

Koska markkinoiden kovarianssi itsensä kanssa on markkinoiden varianssi, kaava supistuu ja tuloksesi saadaan yksi. CAPM-mallin yhtälön perusteella muodostuu arvopaperimarkkinasuora.



**Kuva 2:** Tehokas rintama ja arvopaperimarkkinasuora.

Arvopaperimarkkinasuora kulkee riskittömän korkoinstrumentin ja markkinaportfolion kautta, jonka beta on yksi. CAPM-mallin tasapainotilanteessa kaikki markkinoilla olevat sijoituskohteet sijaitsevat arvopaperimarkkinasuoralla. (Fama & French 2004)

### 2.3 Portfolion riskin hajauttaminen

Portfolion kokonaisriskiä mitataan yleisesti varianssilla ja keskihajonnalla, koska ne kertovat portfolion tuoton vaihtelusta keskiarvostaan. Mitä enemmän tuotot vaihtelevat keskiarvostaan, sitä suurempi riski tuottoihin liittyy. Sijoittamalla osakkeisiin, joiden tuotot vaihtelevat paljon keskenään, voidaan portfolion riskiä alentaa enemmän kuin jos niiden tuotot vaihtelisivat samalla tavalla. (Elton, Gruber, Brown & Goetzmann 2003, 46–51, 68–77)

Portfolion keskihajonta kahden osakkeen tapauksessa lasketaan seuraavasti:

$$\sigma_p = \sqrt{x_a^2 \sigma_a^2 + x_b^2 \sigma_b^2 + 2x_a x_b \sigma_{ab}} \quad (4)$$

Kaavassa  $x_a$  on osakkeen  $a$  paino,  $\sigma_a^2$  on osakkeen  $a$  varianssi,  $x_b$  on osakkeen  $b$  paino,  $\sigma_b^2$  on osakkeen  $b$  varianssi ja  $\sigma_{ab}$  on osakkeiden  $a$  ja  $b$  kovarianssi. Kovarianssi voidaan ilmaista myös toisessa muodossa:

$$\sigma_{ab} = \rho_{ab} \sigma_a \sigma_b \quad (5)$$

Kaavassa  $\rho_{ab}$  on osakkeiden  $a$  ja  $b$  korrelaatiokerroin,  $\sigma_a$  on osakkeen  $a$  keskihajonta ja  $\sigma_b$  on osakkeen  $b$  keskihajonta. Korrelaatio voi saada arvoja välillä  $-1 \leq \rho_{ab} \leq 1$ . Korrelaatiokertoimen arvo yksi tarkoittaa, että osakkeilla on täydellinen positiivinen korrelaatio ja miinus yksi tarkoittaa, että osakkeilla on täydellinen negatiivinen korrelaatio. Portfolion keskihajonnan kaava voidaan siis ilmaista myös seuraavasti:

$$\sigma_p = \sqrt{x_a^2 \sigma_a^2 + x_b^2 \sigma_b^2 + 2x_a x_b \rho_{ab} \sigma_a \sigma_b} \quad (6)$$



Jos osakkeiden tuotot vaihtelevat aina täsmälleen samalla tavalla, niiden välillä on täydellinen positiivinen korrelaatio. Jos taas osakkeiden tuotot ovat täydellisen vastakkaisia, niillä on täydellinen negatiivinen korrelaatio. Korrelaatio saa arvon nolla, jos osakkeiden tuotoilla ei ole minkäänlaista yhteyttä. Aina, kun osakkeiden korrelaatio poikkeaa täydellisestä positiivisesta korrelaatiosta, niistä muodostetun portfolion keskihajonta on pienempi kuin yksittäisten osakkeiden keskihajonnoilla painotettu keskiarvo. Mitä pienempi korrelaatiokerroin osakkeilla on, sitä suurempia hajautushyötyjä voidaan saavuttaa. (Elton et al. 2003, 69, 76–77)

**Taulukko 1:** Varianssi-kovarianssimatriisi.

Varianssi-kovarianssimatriisi havainnollistaa portfolion varianssin muodostumista solujen summana.

	Osake a	Osake b	Osake c
Osake a	$x_a^2 \sigma_a^2$	$x_a x_b \sigma_{ab}$	$x_a x_c \sigma_{ac}$
Osake b	$x_b x_a \sigma_{ba}$	$x_b^2 \sigma_b^2$	$x_b x_c \sigma_{bc}$
Osake c	$x_c x_a \sigma_{ca}$	$x_c x_b \sigma_{cb}$	$x_c^2 \sigma_c^2$

Portfolion varianssi saadaan varianssi-kovarianssimatriisiin termien summana. Matriisissa osakkeiden  $a$ ,  $b$  ja  $c$  varianssitermit sijaitsevat diagonaalilla ja niitä on aina yhtä monta kuin osakkeitakin. Matriisi on symmetrinen diagonaalinsa suhteen, koska kovariansstermi  $\sigma_{ab}$  on sama kuin  $\sigma_{ba}$ . Näin jokaiselle osakeparille muodostuu kaksi identtistä kovarianssitermiä, toinen diagonaalin yläpuolelle ja toinen alapuolelle. Osakkeita lisättäessä kovarianssitermien määrä kasvaa nopeammin kuin varianssitermien määrä. Yleisesti, jos portfoliossa on  $N$  osaketta, sen varianssi muodostuu  $N$  kappaleesta varianssitermejä ja  $N(N-1)$  kappaleesta kovarianssitermejä. Mitä enemmän portfoliossa on osakkeita, sitä pienempi merkitys yksittäisten osakkeiden variansseilla on portfolion riskiin. (Niskanen & Niskanen 2010, 170–171; Elton et al. 2003, 58)

Portfolion kokonaisriskin jakamisen markkinariskiin (systemaattinen riski) ja yritysrisikkiin (epäsystemaattinen tai idiosynkraattinen riski) toi ensimmäisenä esille Sharpe (1963). Markkinariski muodostuu yksittäisten osakkeiden tuottojen kovariansseista. Kun osakkeiden määrä portfoliossa kasvaa, osakkeiden kovarianssi lähestyy osakemarkkinoiden keskimääräistä kovarianssia. Yritysrisiki puolestaan muodostuu yksittäisten osakkeiden tuottojen variansseista ja lähestyy nollaa, kun osakkeiden määrä

portfoliossa kasvaa. Näin ollen portfolion kokonaisriski saa asymptoottisen muodon, jossa se lähestyy markkinariskiä, kun osakkeiden määrä portfoliossa lähestyy kaikkien markkinoilla olevien osakkeiden määrää (Evans & Archer 1968). Portfolion kokonaisriskin vähentyminen johtuu siis kokonaan yritysrisikin osuuden pienenemisestä osakkeiden määrän kasvaessa (Wagner & Lau 1971). (Elton et al. 2003, 58)

Tasapainotetun portfolion varianssi lasketaan seuraavasti:

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{N} \bar{\sigma}_j^2 + \frac{N-1}{N} \bar{\sigma}_{jk} \quad (7)$$

Kaavassa  $\sigma_p^2$  on portfolion varianssi,  $\bar{\sigma}_j^2$  on osakkeiden keskimääräinen varianssi,  $\bar{\sigma}_{jk}$  on osakkeiden keskimääräinen kovarianssi ja  $N$  osakkeiden lukumäärä. Tasapainotetussa portfoliossa jokaisella osakkeella on yhtä suuri paino. Kaavasta nähdään, että osakkeiden määrän kasvaessa ensimmäinen termi lähestyy nollaa ja toinen termi lähestyy keskimääräistä kovarianssia. Järjestelemällä kaava uuteen muotoon portfolion varianssin muodostuminen tulee esille vielä selvemmin:

$$\sigma_p^2 = (1/N)(\bar{\sigma}_j^2 - \bar{\sigma}_{jk}) + \bar{\sigma}_{jk} \quad (8)$$

Kaavan ensimmäisen termin (tulotermin) arvo laskee osakkeiden määrän kasvaessa ja portfolion varianssi pienenee lähestyen jäljelle jäävää keskimääräistä kovarianssia. Kaavasta tulee selvästi ilmi portfolion kokonaisriskin muodostuminen yritysriskistä ja markkinariskistä. Ensimmäinen termi kuvaa yritysriskiä ja sitä on mahdollista alentaa ainoastaan osakkeiden määrää kasvattamalla. Kovarianssitermi kuvaa markkinariskiä, johon ei voida vaikuttaa. Mitä pienempi kovarianssi osakkeilla on, sitä pienempi osakemarkkinoiden markkinariski. Koska yritysrisiki voidaan hajauttaa kokonaan pois, sijoittajat eivät saa hyvitystä altistumisesta sille. Ainoastaan portfolion markkinariski vaikuttaa portfolion tuotto-odotukseen, vaikka sijoittajat eivät olisikaan riittävästi portfolioitaan hajauttaneet. (Wagner & Lau 1971; Elton et al. 2003, 58–60).

Hajautushyöty lasketaan seuraavasti:

$$V_n = \sigma_n^2 / \sigma_1^2 \quad (9)$$

Kaavassa  $\sigma_n^2$  on  $n$ :stä osakkeesta muodostetun portfolion varianssi ja  $\sigma_1^2$  on osakkeiden keskimääräinen varianssi eli sama kuin yhdestä osakkeesta muodostetun portfolion varianssi. Kaava kertoo, kuinka monta prosenttia kokonaisriskistä on jäljellä tietyn kokoisella portfoliolla. Kun osakkeiden määräksi valitaan kaikkien markkinoilla olevien osakkeiden määrä, saadaan tulokseksi riski, jota ei voida hajauttaa eli markkinariski. (Solnik 1974)

Hajautushyötyjä voidaan mitata myös seuraavan regression avulla:

$$Y = B(1/X) + A \quad (10)$$

Kaavassa  $Y$  on portfolion keskihajonta,  $B$  on regressiokerroin,  $X$  on osakkeiden määrä ja  $A$  on vakiotermi. Regressioanalyysin estimaatti  $A$  on asymptootti, joka on arvio markkinariskistä. (Evans & Archer 1968)

Hajautushyötyjä voidaan mitata myös sillä, kuinka paljon portfolio korreloi markkinaportfolion kanssa. Vahva yhteys täydellisesti hajautetun markkinaportfolion kanssa kertoo siitä, että riski on hyvin hajautunut. (Wagner & Lau 1971)

Kansainvälisellä hajauttamisella on mahdollista saavuttaa enemmän hajautushyötyjä kuin sijoittamalla johonkin tiettyyn osakemarkkinaan, koska eri osakemarkkinat korreloivat keskenään eri tavalla. Tämä mahdollistaa portfolion kokonaisriskin alenemisen pienemmäksi kuin mitä markkinariski yksittäisillä markkinoilla on. Kansainvälisesti hajauttaessaan sijoittaja altistuu monen muun riskin lisäksi valuuttakurssiriskille, jolta hän voi halutessaan suojautua termiineillä ja optioilla. Ilman valuuttakurssiriskiltä suojautumista sijoittaja itse asiassa spekuloi valuuttakurssien muutoksilla ja saavuttaa lisätuottoja, jos kotimaan valuutta heikkenee suhteessa ulkomaisiin valuuttoihin. Vaikka valuuttakurssiriskiltä suojaamattoman portfolion riski on suurempi kuin suojatun, hajautushyödyt ovat kummassakin tapauksessa selvästi suuremmat kuin vain yhteen osakemarkkinaan sijoitettaessa. (Solnik 1974; Eiteman, Stonehill & Moffett 2007, 501–505).

Globalisoituneessa maailmassa kehittyneet osakemarkkinat ovat yhä integroituneempia toisiinsa, mikä tarkoittaa, että niiden välillä on yhä vahvempaa korrelaatiota (Eiteman et al. 2007, 515–516). Useissa tutkimuksissa (mm. Cheng, Jahan-Parvar & Rothman 2010; Speidell & Krohne 2007; Jayasuriya & Shambora 2009; Berger, Pukthuanthong & Jimmy Yang 2011) on havaittu, että kehittyvät markkinat korreloivat vain vähän kehittyneiden markkinoiden kanssa, joten suurimpia hajautushyötyjä on tarjolla kehittyvillä markkinoilla. Tässä tutkielmassa kansainväliset hajautusmahdollisuudet jätetään kuitenkin tarkastelun ulkopuolelle ja keskitytään ainoastaan Suomen osakemarkkinoiden tarjoamiin hajautushyötyihin.

#### **2.4 Hajautuksen hyödyt ja haitat**

Sijoittajalle hajautuksen hyötynä on portfolion riskin aleneminen. Hajautuksen haittana ovat välityspalkkioista aiheutuvat transaktiokustannukset sekä säilytysmaksut. Lisäksi hajauttamiseen liittyy vaikeasti mitattavia vaihtoehtoiskustannuksia, kuten tiedon etsimis- ja analysointikustannukset sekä psykologiset kustannukset (Evans & Archer 1968; Jennings 1971). Osakkeiden lisääminen ei siis itsessään vaikuta portfolion tuottoon (Wagner & Lau 1971). Hajauttamisella sijoittaja voi alentaa portfolionsa riskiä, mutta siitä aiheutuvat transaktiokustannukset vähentävät tuottoa.

Mitä suurempi osakkeen osto- ja myyntinoteerauksen ero eli spread on, sitä enemmän osakkeen vaihtamiseen liittyy kustannuksia. Kaupankäynti vähän vaihdetuilla, epälikvideillä osakkeilla on kalliimpaa kuin kaupankäynti likvideillä osakkeilla, mikä vähentää sijoittajan tuottoa. Muutamia suuria yrityksiä Nokian johdolla muodostavat valtaosan Helsingin pörssin kokonaisvaihdosta, kun taas joidenkin yritysten osakkeilla ei käydä joka päivä kauppaa laisinkaan (NASDAQ OMX Nordic 2012). Robottikauppa eli tietokoneiden välinen osakekauppa on lisännyt Helsingin pörssin tehokkuutta ja likviditeettiä huomattavasti viimeisten kolmen vuoden aikana (Pörssisäätiö 2012a). (Ross, Westerfield & Jaffe 2008, 359–361)

Vähenevän rajahyödyn lain mukaan myös hajauttamisen rajahyödyllä on vähenevä luonne: mitä enemmän osakkeita portfolioon lisätään, sitä vähemmän hajautushyöty kasvaa. Kaupankäynnin volyymin kasvaessa hajauttamisen rajakustannukset vä-

henevät. Transaktiokustannusten takia varsinkaan piensijoittajan ei ole optimaalista muodostaa täysin hajautettua portfoliota, koska hajautuksen rajakustannus kasvaa pienellä kaupankäyntivolyyymilla nopeasti isommaksi kuin rajahyöty (Statman 1987). Transaktiokustannusten takia sijoittajan tulee rajoittaa hajauttamista ja jatkaa sitä vain siihen asti, kunnes osakkeen lisäämisestä koitua riskin aleneminen on yhtä suuri sen aiheuttamien kustannusten kanssa (Mayshar 1979; Jennings 1971). (Brennan 1975)

Rahastosijoittamisen suurin etu on riskien hajauttaminen, mutta se tarjoaa monia muitakin etuja<sup>1</sup>. ETF:t eli pörssinoteeratut sijoitusrahastot ovat yleensä passiivisesti hallinnoituja indeksiosuusrahastoja, joiden suosiota on kasvattanut niiden tavallisia sijoitusrahastoja pienemmät hallinnointipalkkiot (Seligson 2012a). Helsingin pörssissä kaupankäynnin kohteena oleva ETF on OMX Helsinki 25 -indeksiosuusrahasto (OMXH25 ETF), joka pyrkii seuraamaan OMX Helsinki 25 -indeksiä (OMXH25) (Seligson 2012b). OMXH25 on Helsingin pörssin 25 vaihdetuimmasta osakkeesta koostuva indeksi, jossa osakelajin paino on rajoitettu kymmeneen prosenttiin (NASDAQ OMX Nordic 2010). OMXH25 ETF:n vuosittainen hallinnointipalkkio vaihtelee 0,11–0,18 prosentin välillä rahaston koon mukaan (Seligson 2012b).

Sijoittajien preferenssit ja transaktiokustannukset jätetään tämän tutkimuksen ulkopuolelle eikä rajahyötyjä ja -kustannuksia näin ollen tarkastella. Tutkimuksessa keskitytään yleisesti portfolion riskin ja osakkeiden määrän väliseen yhteyteen ja jokainen sijoittaja voi hyödyntää tuloksia tiedostaen omat riskipreferenssinsä.

## **2.5 Aikaisemmat tutkimukset**

Useimpien tutkimusten mukaan (mm. Evans & Archer 1968; Jennings 1971; Wagner & Lau 1971; Solnik 1974) hyvin hajautettuun portfolioon riittää 10–20 osaketta. Statman (1987) sekä Elton ja Gruber (1977) saivat kuitenkin tutkimuksen valtavirrasta poikkeavia tuloksia. Latané ja Young (1969) osoittivat tutkimuksessaan, että kahdeksalla osakkeella saavutetaan 84 prosenttia ja kuudellatoista osakkeella 96 prosenttia

---

<sup>1</sup> Muita rahastosijoittamisen etuja ovat sijoitusten helppohoitoisuus, salkunhoidon asiantuntemus, pienet kaupankäyntikustannukset, verotuksen lykkäätymisetu, nopea rahaksi muutettavuus, sijoitusvaihtoehtojen laaja tarjonta sekä rahastojen valvonta (Pörssisäätiö 2012b).

hajautushyödyistä. Fisher ja Lorie (1970) saivat vastaavilla osakemäärillä tulokseksi 80 ja 90 prosentin hajautushyödyt.

Yhden ensimmäisistä ja urauurtavimmista tutkimuksista tekivät Evans ja Archer (1968). He huomasivat, että portfolion kokonaisriskin aleneminen hajautusta lisäämällä johtuu yritysrisin osuuden pienenemisestä. He päättelivät portfolion riskin lähestyvän systemaattista riskiä, kun portfoliossa olevien osakkeiden määrä lähestyy kaikkien markkinoilla olevien osakkeiden määrää. He mittasivat riskiä logaritmisten tuottojen keskihajonnalla ja testasivat regressioanalyysillä hypoteesia, jonka mukaan portfolion riski vähenee osakkeita lisäämällä. Tutkimustulokset osoittivat, että riski alenee nopeasti ensimmäisten osakkeiden kohdalla ja suuri osa portfolion yritysrisistä on hajautunut kahdeksalla osakkeella. Yli kymmenen osakkeen portfolioihin he suosittelivat rajahyötyjen tarkastelua.

Brennan (1975) tutki ensimmäisten tutkijoiden joukossa erityisesti kiinteiden transaktiokustannusten huomioimista optimaalista portfoliota muodostettaessa. Tutkimus ei kuitenkaan selvittänyt rajakustannusten vähenevää luonnetta ostettaessa suurempia määriä osakkeita. Tulostensa mukaan transaktiokustannukset pienentävät huomattavasti osakkeiden optimaalista määrää portfoliossa ainakin pienillä portfolion tasoilla, joten piensijoittajien tulisi rajoittaa hajauttamista. Transaktiokustannusten takia täysin hajautetun portfolion rakentaminen tulisi liian kalliiksi.

Elton ja Gruber (1977) kritisoivat aikaisempien tutkimusten yleistä tapaa mitata riskiä ainoastaan portfolion volatilitetilla ja ottivat tuoton suuruuden epävarmuuteen liittyvän riskin mukaan tarkasteluun. Portfolion koosta riippumatta tämä johtaa suurempaan riskitasoon, kuin aikaisempi tapa mitata riskiä. He johtivat analyttisen ilmaisun portfolion koon ja riskin väliselle yhteydelle. Tutkimuksen tapa mitata hajautushyötyjä oli hieman erilainen kuin muilla tutkimuksilla. Tämän seurauksena johtopäätöksenä oli, että yli viidentoista osakkeen portfoliossakin voi tapahtua merkittäviä hajautushyötyjä, vaikka tulokset olivat samansuuntaisia tutkimuksen valtavirran kanssa.

Myös Statman (1987) päätteli tutkimuksessaan, että hyvin hajautettuun portfolioon tarvitaan huomattavasti enemmän osakkeita, kuin tutkimuksen valtavirta väittää. Tulostensa perusteella velan vipuvaikutusta käyttävä sijoittaja tarvitsee vähintään kol-

mekymmentä ja velattomasti sijoittava vähintään neljäkymmentä osaketta hyvin hajautetun portfolion muodostamiseen.

Muista tutkijoista poiketen Jennings (1971) ei mitannut riskiä hajontaluvulla, vaan hän otti riskin mittariksi todennäköisyyden, että portfolion tuotto jää alle halutun, esimerkiksi 7,5 prosentin, tuottotason. Tästä on hyötyä, mikäli tuotot eivät ole normaalijakautuneita. Vuosien 2007–2011 OMX Helsinki -yleisindeksin tuotot olivat normaalijakautuneet ja OMX25 ETF:n tuotot likimain normaalijakautuneet, joten tutkielmassani tätä ongelmaa ei ole. Jennings oletti virheellisesti, että osakkeiden määrää kasvattamalla portfolion tuotto-odotus alenee ja käytti tätä oletusta apunaan mitatessaan hajautuksen kustannuksia vähentyneillä tuottomahdollisuuksilla. Tutkimuksessaan hän oletti, että osakkeiden määrää tulisi lisätä portfolioon, kunnes riskin alenemisesta koituva rajahyöty on yhtä suuri kuin vähentyneistä tuottomahdollisuuksista koituva rajakustannus. Toisin sanoen osakkeita tulisi lisätä, jos riski vähenee enemmän kuin tuottomahdollisuudet. Tutkimustulosten mukaan optimaalinen osakkeiden määrä portfoliossa on noin 15.

Solnik (1974) vertaili kotimaan ja kansainvälisen hajauttamisen hyötyjä aineistonaan Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden lisäksi suurimpia eurooppalaisia osakemarkkinoita. Tutkimuksen mukaan kahdenkymmenen osakkeen portfoliolla saavutetaan lähes kaikki hajautushyödyt kotimaisilla osakemarkkinoilla, mutta kansainvälisesti sijoitettaessa voidaan saavuttaa vielä huomattavia hajautushyötyjä.

Wagner ja Lau (1971) tutkivat, miten yritysten luottoluokitus vaikuttaa hajautushyötyihin. He muodostivat samaan luottoluokitusluokkaan kuuluvista osakkeista portfoliot ja vertasivat niitä toisiinsa käyttämällä riskin mittarina volatiliteettia ja hajautushyödyn mittarina korrelaatiota markkinaindeksin kanssa. Tutkijat havaitsivat, että 15–20 osakkeen portfoliot korreloivat vahvasti markkinaportfolion kanssa, joten vain pieni osa hajautushyödyistä jäi saavuttamatta. He todistivat, että järkevä hajauttaminen ei ainoastaan pienennä portfolion riskiä, vaan tehokkaasti hajautetulla portfoliolla voidaan saavuttaa myös huomattavasti suurempia tuottoja kuin huonosti hajautetulla portfoliolla.

Useimmissa tutkimuksissa oletuksena on, että osakkeet ovat tasapainotetussa portfoliossa, mikä ei kuitenkaan ole portfolioteorian mukaan tehokkain tapa muodostaa portfolioita. Johnson ja Shannon (1974) sekä Lloyd, Hand ja Modani (1981) saivat optimaalisesti painotettuja ja tasapainotettuja portfolioita vertailevissa tutkimuksissaan todisteita sille, että optimaalisesti painotetuilla portfolioilla saavutetaan selviä tehokkuusetuja tuoton ja riskin suhteen. Päinvastaisia tuloksia saivat Bloomfield, Leftwich ja Long (1977), joiden mukaan optimaalisten painojen käyttö ei lisää merkittävästi portfolion tehokkuutta.



### **3 KÄYTETTÄVÄ TUTKIMUSAINESTO JA -MENETELMÄ**

#### **3.1 Tutkimusaineisto**

Tutkimusaineistona käytetään suomalaisten pörssiyritysten vuosien 2007–2011 kuukausittaisia tuottoindeksejä. Aineiston lähteenä käytettiin Datastream-tietokantaa. Tuottoindekseissä on otettu huomioon osakesplittien ja osakeantien lisäksi yrityksen maksamat osingot, joten se kuvaa yrityksen arvon kehitystä hintaindeksiä paremmin. Havaintoperiodiksi valittiin viisi vuotta ja havaintoväliksi kuukausi, jotta betan määrittäminen ei vääristyisi liian lyhyen periodin tai liian tiheän havaintovälin takia. (Vaihekoski 2004, 191–192, 209)

Rahoituksen tutkimuksessa hyödynnetään paljon logaritmisia eli jatkuva-aikaisia tuottoja, koska näin laskettuna tuotot ovat normaalimmin jakautuneita verrattuna prosentuaalisesti laskettuihin tuottoihin. Lisäksi jatkuva-aikaiset tuotot ovat helpommin vertailtavissa eri ajanhetkinä. Jatkuva-aikaisten tuottojen haittapuolena on se, että niistä laskettu portfolion painotettu tuotto on ainoastaan approksimaatio portfolion tuotosta. Jokaiselle osakkeelle saatiin 60 jatkuva-aikaista kuukausituottoa. (Brooks 2008, 8)

Markkinaindeksinä käytetään Helsingin pörssin yleistä kehitystä kuvaavaa OMX Helsinki -tuottoindeksiä (OMXH), johon OMX25 ETF:n hajautushyötyjä verrataan. Tutkimusaineistosta jäivät pois Aktia, SRV Yhtiöt, Talvivaara sekä Tikkurila, koska ne olivat listautuneet Helsingin pörssiin kesken tarkasteluajanjakson eikä niiltä ollut saatavilla täydellisiä tuottoindeksejä. Koko tarkasteluajanjaksolla täydelliset tuottoindeksit olivat saatavilla 123 yritykselle.

Kuvailevat tunnusluvut laskettiin jokaiselle havainnolle kuukausittaisista jatkuva-aikaisista tuottosarjoista käyttämällä EViews-ohjelmistoa<sup>2</sup>. OMXH:n kuukausittaisten tuottojen keskiarvo oli -0,61 prosenttia mediaanin ollessa -0,46 prosenttia. OMXH25 ETF:n tuottojen keskiarvo oli -0,69 prosenttia mediaanin ollessa -0,34 prosenttia. OMXH:n tuotot vaihtelivat 23,22 prosentin ja -20,35 prosentin välillä, kun taas

---

<sup>2</sup> Kuvailevat tunnusluvut ovat keskiarvo, mediaani, maksimi, minimi, keskihajonta, vinous ja huipukkuus. Aineiston koon takia tässä esitetään vain OMXH:n ja OMXH25 ETF:n kuvailevat tunnusluvut. Tunnusluvut koko aineistolle esitetään liitteessä 1.

OMXH25 ETF:n vastaavat arvot olivat 25,12 prosenttia ja -17,52 prosenttia. Keskihajonta oli OMXH:lla 7,04 prosenttia ja OMXH25 ETF:llä 7,28 prosenttia. Tarkasteluajanjaksolla markkinatuotto oli hieman suurempi ja riski hieman pienempi kuin OMXH25 ETF:n kohdalla. (LIITE 1)

Vinous ja huipukkuus ovat jakaumaa kuvaavia tunnuslukuja. Vinous mittaa, kuinka epäsymmetrisesti aineisto on jakautunut painopisteensä suhteen. Huipukkuus puolestaan mittaa, kuinka keskittynyt tai tasainen jakauma on. Normaalijakaumalla vinous on nolla ja huipukkuus kolme. Osakkeiden aikasarjoille on tunnusomaista jakaumien huipukkuus. (Hill, Griffiths & Judge 2001, 139; Brooks 2008, 161–162).

OMXH:n vinous saa arvon 0,1, mikä poikkeaa vain vähän normaalijakauman vinoudesta. Huipukkuus saa arvon 4,51, joten tuotot ovat hieman normaalijakaumaa huipukkaampia. OMX25 ETF:n vastaavat arvot (0,31 ja 4,56) ovat hieman suurempia, joten se ei ole yhtä normaalijakautunut kuin markkinaindeksi. (LIITE 1)

Jarque-Bera -testillä voidaan testata tilastollisesti, onko jakauma normaalisti jakautunut vai ei. Jarque-Bera lasketaan seuraavasti:

$$JB = \frac{T}{6} \left( S^2 + \frac{(k-3)^2}{4} \right) \quad (11)$$

Kaavassa  $T$  on otoskoko,  $S$  on jakaman vinous ja  $k$  on jakauman huipukkuus. Testin nollahypoteesi on, että tuotot ovat normaalisti jakautuneet. Testi mittaa, poikkeako jakauman vinous, huipukkuus tai molemmat yhdessä normaalijakauman arvoista niin paljon, että nollahypoteesi hylätään. (Hill et al. 2001, 139; Brooks 2008, 163)

OMXH:n testisuure sai arvon 5,76. Se ei ole tilastollisesti merkitsevä viiden prosentin riskitasolla, mikä tarkoittaa nollahypoteesin jäämistä voimaan. OMXH:n tuotot siis ovat normaalisti jakautuneita. Sen sijaan OMX25 ETF:n testisuure 7,04 on tilastollisesti merkitsevä viiden prosentin riskitasolla, joten indeksin tuotot eivät ole normaalisti jakautuneet. (LIITE 1)

### 3.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksessa oletettiin, että osakkeet ovat tasapainotetussa portfolioissa eli jokaisella osakkeella on yhtä suuri paino. Kullekin portfoliolle laskettiin varianssi seuraavalla kaavalla:

$$\sigma_p^2 = (1/N)(\bar{\sigma}_j^2 - \bar{\sigma}_{jk}) + \bar{\sigma}_{jk} \quad (12)$$

Tunnusluvut laskettiin osakkeiden kuukausittaisista tuottosarjoista. Keskimääräinen varianssi oli 0,01235. Keskimääräinen kovarianssi laskettiin varianssi-kovarianssimatriisia hyväksikäyttäen ja se sai arvon 0,00358. Osakkeiden lukumäärä sai arvoja välillä 1–123.

Hajautushyötyjä laskettiin seuraavalla kaavalla:

$$V_n = \sigma_n^2 / \sigma_1^2 \quad (13)$$

Kaavassa  $\sigma_n^2$  on  $n$ :stä osakkeesta muodostetun portfolion varianssi ja  $\sigma_1^2$  on osakkeiden keskimääräinen varianssi eli sama kuin yhdestä osakkeesta muodostetun portfolion varianssi.

Tutkimuksen tilastolliset testit suoritettiin Excel 2007 -taulukkolaskentaohjelman analyysityökalut-apuohjelmalla. Tutkimuksessa suoritettiin regressioanalyysi portfolion koon ja riskin välisen yhteyden selvittämiseksi. Regressioanalyysissä selitettiin portfolion riskiä portfolioon otettujen osakkeiden lukumäärän käänteisluvulla<sup>3</sup>. Riskiä mitattiin volatilitetillä. Estimointimenetelmänä käytettiin pienimmän neliösummaan menetelmää. Regressio näyttää seuraavalta:

$$\sigma_p = a + \frac{1}{x}b \quad (14)$$

Kaavassa  $\sigma_p$  on portfolion keskihajonta,  $a$  on vakiotermi,  $x$  on osakkeiden määrä ja  $b$  on regressiokerroin. Mallissa vakiotermi on asymptootti, joka on markkinariskin esti-

---

<sup>3</sup> Tässä on huomattava, että selittävä muuttuja ei ole normaalisti jakautunut.

maatti. Regression tarkoituksena on siis selvittää, miten portfolioon otettujen osakkeiden lukumäärä vaikuttaa portfolioon riskiin.

Portfolioon riskin alenemista testattiin tilastollisesti kaksisuuntaisella t-testillä, jonka nollahypoteesina on, että portfolioiden keskihajonnat eivät eroa toisistaan. Testisuureen voitiin olettaa noudattavan normaalijakaumaa, koska portfolioiden keskihajonnat tunnetaan. Testillä haluttiin selvittää, kuinka monta osaketta tietyn kokoisin portfolioihin pitäisi lisätä, jotta riskin aleneminen olisi tilastollisesti merkitsevää. Lisäksi testattiin, mikä on suurin mahdollinen portfolio, jonka riskin aleneminen on tilastollisesti merkitsevää Suomen 123 osakkeen osakemarkkinoilla.

Suomen osakemarkkinoille muodostettiin ex ante -tehokas rintama CAPM-mallilla ennustettujen vuosittaisten tuottojen avulla. Riskittömänä korkokantana käytettiin vuosien 2007–2011 yhden kuukauden Euribor-koron keskiarvoa 2,23 prosenttia. Markkinapreemiota estimoidaan yleisesti historiallisen markkinapreemion perusteella (Vaihekoski 2005). Koska vuosien 2007–2011 markkinatuotto oli negatiivinen, myös markkinapreemio oli negatiivinen. Koska sijoittajien tuottovaatimus ei voi olla negatiivinen, markkinapreemiota ei voida laskea käyttäen tätä aineistoa. Markkinapreemioksi oletettiin 5,34 prosenttia, mikä oli Vaihekosken (2005) tutkimuksen mukaan vuosina 1987–2002 markkinapreemio Suomen osakemarkkinoilla. Osakkeiden betat saatiin estimoimalla regressioyhtälöiden kulmakertoimet.

Tehokas rintama muodostettiin ratkaisemalla osakkeille optimaaliset painot. Tehokasta rintamaa muodostettaessa oletettiin, että sijoittaminen ja lainaaminen riskittömällä korkokannalla on mahdollista, mutta lyhyksimyynti ei ole sallittu. Lyhyksimyyntirajoite on realistinen, koska käytännössä osakkeiden lyhyksimyyminen ei yleensä ole mahdollista. Lyhyksimyyntirajoituksen takia optimointiongelmaan ei kuitenkaan löydy analyttistä ratkaisua, joten se on ratkaistava hyödyntämällä numeerista optimointia. (Vaihekoski 2004, 240, 251–252, Elton et al. 2003, 104–105)

Optimointiongelman kaavaa näyttää seuraavalta:

$$\text{Max } \theta = \frac{\bar{R}_p - R_f}{\sigma_p} \quad (15)$$

Kaavassa  $\bar{R}_p$  on portfolion odotettu tuotto,  $R_f$  on riskitön korko ja  $\sigma_p$  on portfolion keskihajonta. Tarkoituksena on maksimoida objektifunktion arvo kuitenkin niin, että seuraavat rajoitteet täyttyvät:

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1 \quad (16)$$

$$x_i \geq 0 \quad (17)$$

Ensimmäinen rajoite tarkoittaa, että painojen on summauduttava yhteen eli kaikki varat sijoitetaan. Toinen rajoite on lyhyeksimyntirajoite eli ratkaisun painot eivät voi saada negatiivisia arvoja. Koska rajoitefunktiot ovat lineaarisia ja objektifunktio on kvadraattinen, kyseessä on kvadraattinen optimointiongelma. Intuitiivisesti optimointiongelman ratkaisu saadaan, kun riskittömästä korkokannasta piirretään riskillisiä sijoituskohteita sivuava suora, jonka kulmakerroin on mahdollisimman suuri. Riskitöntä korkokantaa muuttelemalla saadaan tangenttiportfoliot, joiden kautta tehokas rintama kulkee. Maksimointiongelma ratkaistiin käyttämällä Excelin ratkaisin-apuohjelmaa, jossa riskitön korkokanta sai arvoja välillä -11 ja 11 prosenttia. (Elton et al. 2003, 104–105)

Jotta markkinaportfolion ja OMXH25 ETF:n vertaaminen tehokkaaseen rintamaan olisi mahdollista, niiden kuukausittaiset volatiliteetit oli muutettava vuositasolle. Tämä tehtiin seuraavalla kaavalla:

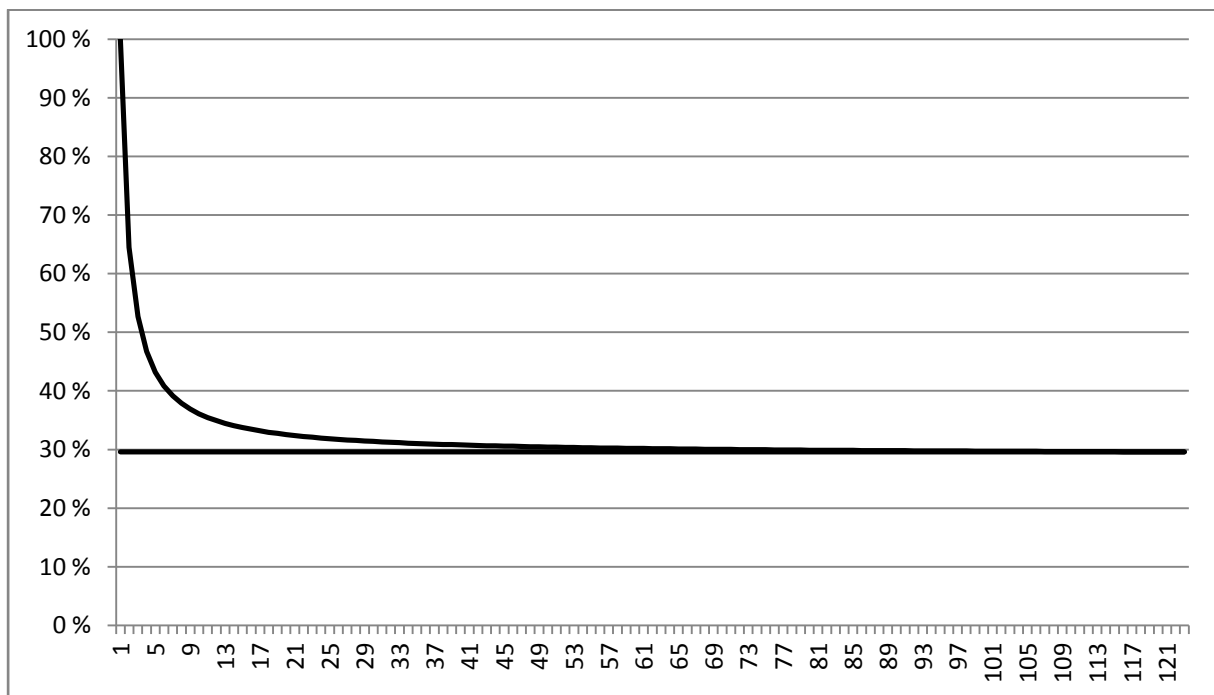
$$\sigma_{p.a.} = \sigma_{kk} * \sqrt{N} \quad (18)$$

Kaavassa  $\sigma_{p.a.}$  on volatiliteetti vuodessa,  $\sigma_{kk}$  on volatiliteetti kuukaudessa ja  $N$  on kuukausien lukumäärä vuodessa eli 12. Markkinaportfolion odotettu tuotto saatiin,

kun markkinapremioon lisättiin riskitön korko. OMXH25 ETF:n odotettu tuotto laskettiin CAPM-mallilla.

## 4 TULOKSET

Tässä osiossa esitetään ensin Suomen osakemarkkinoiden hajautushyödyt, sitten regressioanalyysin tulokset ja OMXH25 ETF:n karakteristinen suora ja lopuksi Suomen osakemarkkinoiden tehokas rintama.



**Kuva 3.** Osakkeiden määrän ja portfolion riskin välinen yhteys.

Kuvan vaaka-akselilla on osakkeiden lukumäärä Suomen osakemarkkinoilla ja pystyakselilla riski. Käyrä kuvaa portfolion kokonaisriskiä ja suora markkinariskiä, joka on Suomen osakemarkkinoilla 29,59 prosenttia. Niiden väliin jäävä alue kuvaa yritysriskin määrää. Yhden osakkeen kohdalla riski 100 prosenttia tarkoittaa, että riskiä ei ole hajautettu yhtään. Kuvasta nähdään, kuinka ensimmäisten osakkeiden kohdalla riskin aleneminen on nopeaa ja kokonaisriski vähenee lähestyen markkinariskiä. Riskin aleneminen johtuu kokonaan yritysriskin määrän pienentymisestä. Suomen osakemarkkinoille täydellisesti hajauttamalla sijoittaja voi pienentää riskiään 70,41 prosentilla verrattuna siihen, että hän sijoittaisi vain yhteen osakkeeseen.

## Taulukko 2. Osakkeiden määrän ja hajautushyödyn välinen yhteys.

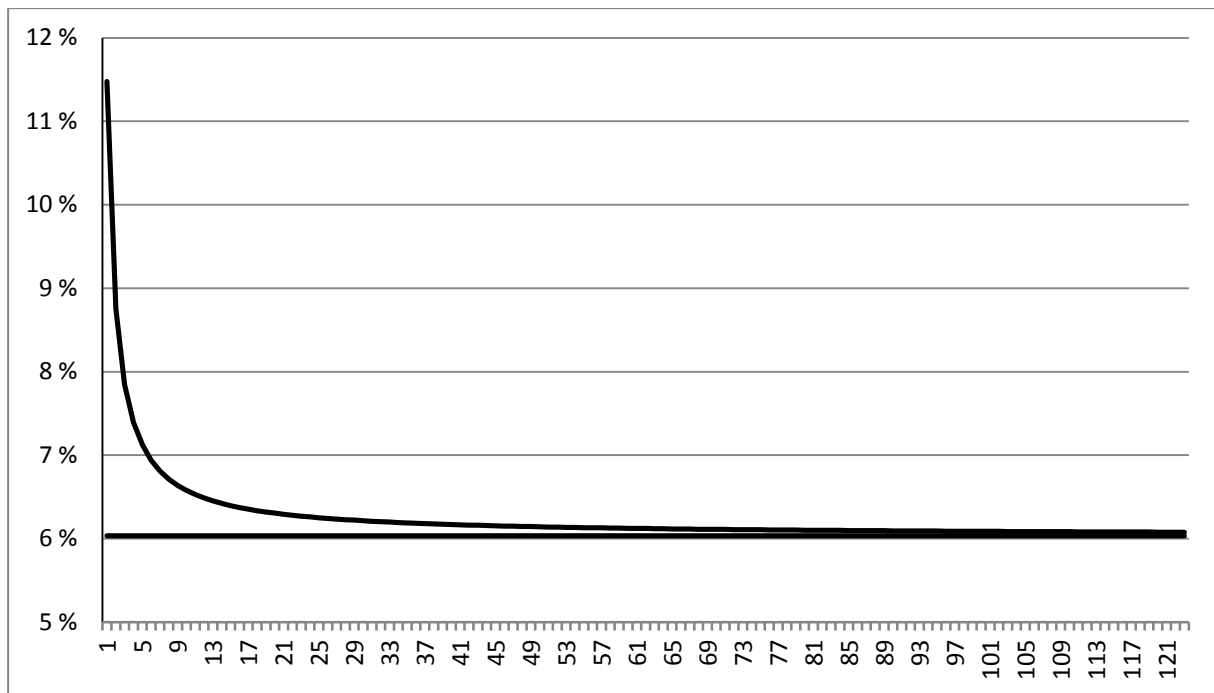
Taulukossa esitetään hajautuksen kumulatiivinen rajahyöty, kun osakkeiden määrää portfolioissa kasvatetaan.

Osakkeiden määrä portfolioissa	Hajautuksen hyöty
2	50,4 %
3	67,2 %
4	75,6 %
5	80,7 %
6	84,0 %
7	86,4 %
8	88,2 %
9	89,6 %
10	90,7 %
15	94,1 %
16	94,5 %
18	95,2 %
20	95,8 %
25	96,8 %
50	98,8 %
75	99,5 %
100	99,8 %
123	100,0 %

Taulukosta nähdään, miten osakkeiden määrän kasvaessa hajautuksen hyöty kasvaa. Ensimmäisten osakkeiden kohdalla hajautushyödyt ovat merkittävät. Jo viidellä osakkeella saavutetaan yli 80 prosenttia saavutettavissa olevista hajautushyödyistä. Kymmenellä osakkeella saavutetaan yli 90 prosenttia ja 18 osakkeella yli 95 prosenttia hajautushyödyistä. Kahdenkymmenen osakkeen jälkeen portfolion riskin aleneminen hidastuu merkittävästi ja riskiä on mahdollista alentaa ainoastaan 4,2 prosentilla. Tulokset ovat hyvin lähellä niitä, mitä Latané ja Young (1969) saivat omassa tutkimuksessaan.

Portfolion riskin ja osakkeiden määrän välisen yhteyden lisätutkimiseksi suoritettiin regressioanalyysi, jossa riskiä mitattiin keskihajonnalla.



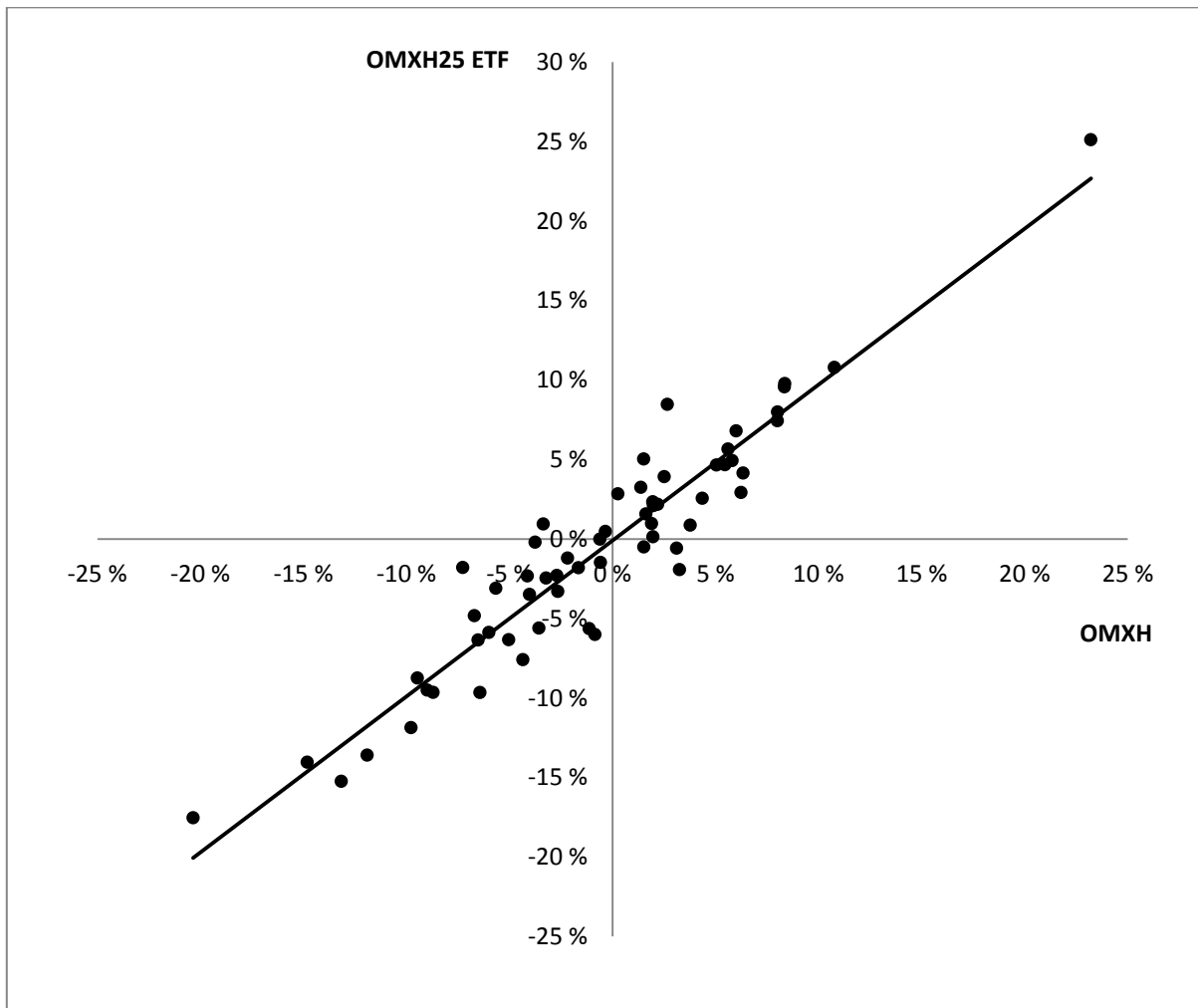


**Kuva 4.** Osakkeiden määrän ja portfolio riskin välinen yhteys.

Mallin selityssaste on 0,99 eli osakkeiden määrän lisäys selittää 99 prosenttia keskihajonnan alenemisesta. Mallin antama regressiokerroin 0,05 sekä vakiotermin 0,06 ovat tilastollisesti merkitseviä yhden prosentin riskitasolla. Vakiotermin on asymptootti, joka on markkinariskin estimaatti. Mallin ennustama markkinariski on siis 6 prosenttia keskihajonnalla mitattuna. (LIITE 2)

T-testin perusteella neljän osakkeen portfolioon tarvitaan kuusi osaketta lisää, jotta portfolioon riskin aleneminen keskihajonnalla mitattuna on tilastollisesti merkitsevää viiden prosentin riskitasolla. Vastaavasti kahdeksan osakkeen portfolioon tarvitaan yhdeksän osaketta, 16 osakkeen portfolioon 13 osaketta, 25 osakkeen portfolioon 18 osaketta ja 32 osakkeen portfolioon 21 osaketta. Yli 79 osakkeen portfolioilla ei saavutettu 123 osakkeen aineistolla tilastollisesti merkitsevää riskin alenemista. (LIITE 3)

OMXH25 ETF:n hajautushyötyjä testattiin sillä, kuinka paljon se korreloi markkinaportfolioon kanssa. Korrelaatiokerroin 0,948 kertoo vahvasta yhteydestä markkinaportfolioon, joten vain vähän hajautushyötyjä jää saavuttamatta. Regressioanalyysillä testattiin tilastollisesti, kuinka paljon OMXH selittää OMXH25 ETF:n tuottojen vaihtelusta. Selityskerroin on 0,899 eli 89,9 prosenttia OMXH25 ETF:n tuottojen vaihtelusta selittyy OMXH:n tuottojen vaihtelulla.



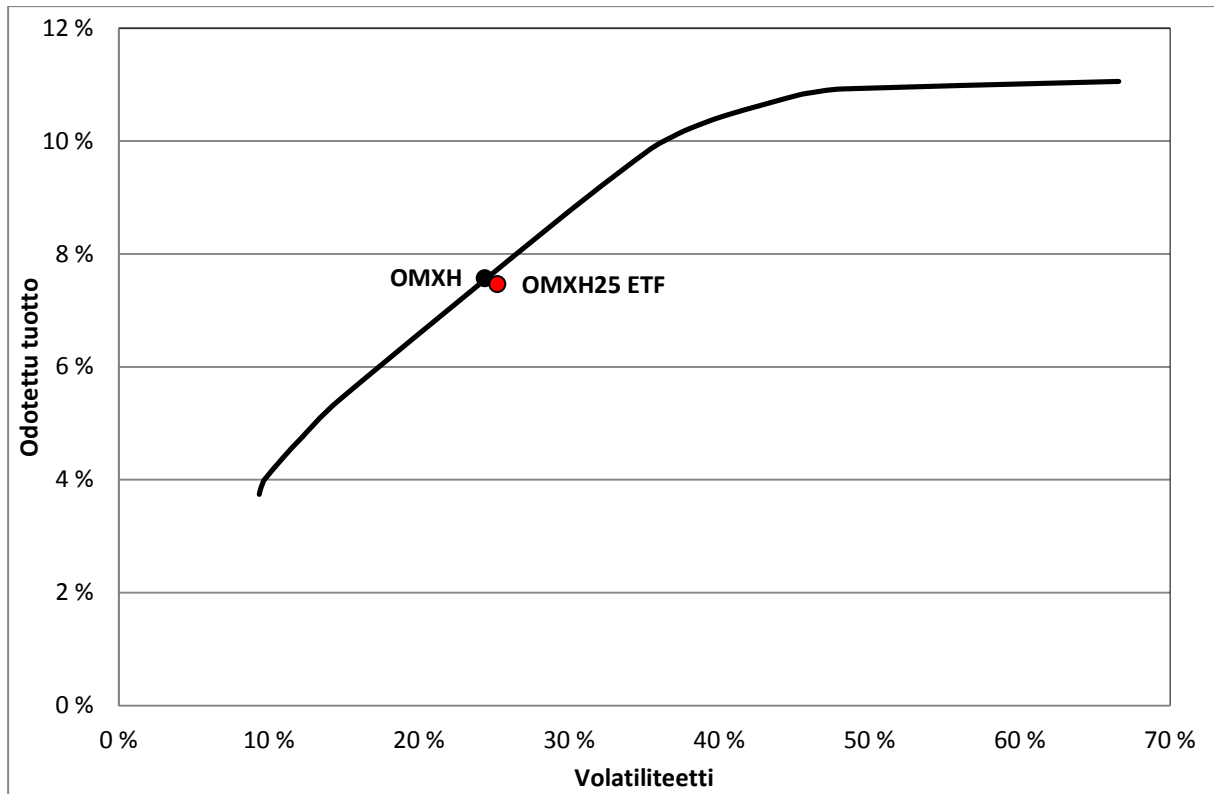
**Kuva 5.** OMXH25 ETF:n karakteristinen suora.

Kuvasta nähdään OMXH25 ETF:n riippuvuus markkinaportfolion tuotoista. Vaaka-akselilla on markkinatuotto OMXH ja pystyakselilla OMXH25 ETF. Pisteet kuvaavat OMXH25 ETF:n toteutuneiden kuukausituottojen hajontaa. Niiden avulla on piirretty OMXH25 ETF:n karakteristinen suora pienimmän neliösumman menetelmällä.

Regressioanalyysin antama regressiokerroin 0,98 on tilastollisesti merkitsevä yhden prosentin riskitasolla. Regressiokerroin on karakteristisen suoran kulmakerroin, joka voidaan tulkita OMXH25 ETF:n beta-kertoimeksi. Se on hyvin lähellä markkinaportfolion betaa yksi. Mallin vakiotermin on  $-0,0009$  eli karakteristinen suora leikkaa pystyakselin kohdassa  $-0,0009$ . Tilastollisesti tarkastellen estimoitu vakiotermin on nolla, joten OMXH25 ETF:n tuotto oli CAPM-mallin ennusteen mukainen. Tätä markkinariskikorjattua tuottoa kutsutaan Jensenin alfaksi. OMXH25 ETF:n markkinariski oli siis

hieman pienempi kuin markkinaportfolioilla, kun taas markkinariskiin suhteutettu tuotto oli CAPM-mallin ennusteen mukainen. Kaiken kaikkiaan OMXH25 ETF on hyvin lähellä markkinaindeksiä, joten sen riski on hyvin hajautunut. (Vaihekoski 2004, 206–207) (LIITE 4)

Regressioanalyysin tulokset eivät kuitenkaan kerro koko totuutta sijoittajan kannalta. Ensinnäkin, OMXH25 ETF on likvidi sijoituskohte. Sijoittajalle tämä tarkoittaa korkeampaa tuottoa. Toiseksi, sijoittaja voi hajauttaa riskiään OMXH25 ETF:n kautta vain yhdellä sijoituksella suhteellisen alhaisin kustannuksin. Kolmanneksi, epälikvidien osakkeiden beta-kertoimet ovat vääristyneet vähäisen kaupankäynnin johdosta, mikä vääristää OMXH:n betaa. Koska epälikvideimmillä osakkeilla ei käydä Helsingin pörssissä kauppaa joka päivä lainkaan, niiden hinnat seuraavat markkinoita viiveellä. Tämän takia osakkeiden kovarianssit markkinaportfolioon kanssa pienenevät, mikä taas pienentää osakkeiden betoja. OMXH:n beta on näin ollen liian pieni, kun taas OMXH25 ETF:n osakkeiden betat ovat tästä näkökulmasta oikeammat. Markkinaindeksin liian pieni beta saa OMXH25 ETF:n markkinariskikorjatun tuoton näyttämään huonommalta kuin mitä se todellisuudessa on. (Vaihekoski 2004, 209–210)



**Kuva 6.** Tehokas rintama.

Ex ante -tehokas rintama kuvaa Suomen osakemarkkinoiden odotettuja tehokkaita riski-tuottoyhdistelmiä vuositasolla. Markkinaportfolio on tehokas, joten se sijaitsee tehokkaalla rintamalla. Markkinaportfolion odotettu tuotto on 7,57 prosenttia ja volatiliiteetti 24,38 prosenttia. OMX25 ETF:n odotettu tuotto on 7,47 prosenttia ja volatiliiteetti 25,22 prosenttia. OMX25 ETF:n odotettu tuotto on vain 0,1 prosenttia pienempi ja volatiliiteetti 0,84 prosenttia suurempi kuin markkinaportfoliolla, joten se sijaitsee hyvin lähellä markkinaportfoliota ja tehokasta rintamaa. OMXH25 ETF ei ainoastaan tarjoa erinomaisia hajautushyötyjä, vaan se on myös tuottotasoltaan houkutteleva sijoituskohde.

## 5 YHTEENVETO

Tässä tutkielmassa tutkittiin, minkälaisia hajautushyötyjä on mahdollista saavuttaa Suomen osakemarkkinoilla lisäämällä eri osakkeita sijoitusportfolioon. Lisäksi tutkittiin OMXH25 ETF:n hajautushyötyjä. Regressioanalyysin ja t-testin avulla testattiin tilastollisesti portfolion riskin alenemista. Lisäksi muodostettiin ex ante -tehokas rinta, johon markkinaportfoliota ja OMXH25 ETF:ää verrattiin.

Markkinariski Suomen osakemarkkinoilla on 29,59 prosenttia, joten hajautettavissa olevan yritysrisikin määrä on 70,41 prosenttia. Portfolion riskin aleneminen on nopeaa ensimmäisiä osakkeiden lisättäessä, mutta hajautuksen vähenevän rajahyödyn takia yli kahdenkymmenen osakkeen portfolioilla riskin aleneminen on marginaalista. Viisi osaketta riittää 80 prosentin, kymmenen osaketta 90 prosentin ja 18 osaketta 95 prosentin hajautushyötyjen saavuttamiseen. Markkinaportfolio selittää 89,9 prosenttia OMXH25 ETF:n tuottojen vaihteluista, joten indeksiosuusrahaston hajautushyödyt ovat merkittävät.

Tutkimustuloksista on hyötyä kaikille Suomen osakemarkkinoille sijoittaville, mutta etenkin piensijoittajille, jotka haluavat tehokkaan hajautuksen pienellä pääomalla. OMXH25 ETF on kustannustehokas sijoitusvaihtoehto riskin tehokkaaseen hajauttamiseen ja sopii siksi piensijoittajille erinomaisesti. Se on Suomen osakemarkkinoiden ilmainen lounas.

Mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita olisi hajauttamisen laajentaminen kansainvälisesti eri osakemarkkinoihin, jolloin saavutettaisiin vielä suuremmat hajautushyödyt. Kuinka paljon suurempia hajautushyötyjä voidaan saavuttaa kansainvälisesti sijoittamalla? Mitkä osakemarkkinat tarjoavat parhaat hajautushyödyt suomalaisen sijoittajan kannalta? Nämä ovat mielenkiintoisia tutkimuskysymyksiä, joita tutkia jatkossa.

## **LÄHTEET**

Berger, D., Pukthuanthong, K. & Jimmy Yang, J. (2011) International Diversification with Frontier Markets. *Journal of Financial Economics* 101, 1, 227–242.

Bloomfield, T., Leftwich R. & Long J. (1977) Portfolio Strategies and Performance. *Journal of Financial Economics* 201–218.

Brennan, M. J. (1975) The Optimal Number of Securities in a Risky Asset Portfolio When There Are Fixed Costs of Transacting: Theory and Some Empirical Results. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 10, 3, 483–496.

Brooks, C. (2008) *Introductory Econometrics for Finance*. 2. p. New York, Cambridge University Press.

Cheng, A-R., Jahan-Parvar, M. R., & Rothman, P. (2010) An empirical investigation of stock market behavior in the Middle East and North Africa. *Journal of Empirical Finance* 17, 3, 413–427.

Eiteman, D. K., Stonehill, A. I., & Moffett, M. H. (2007) *Multinational Business Finance*. 11. p. Boston, Pearson.

Elton, E. J. & Gruber, M. J. (1977) Risk Reduction and Portfolio Size: An Analytical Solution. *The Journal of Business* 50, 4, 415–437.

Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J. & Goetzmann, W. N. (2003) *Modern portfolio theory and investment analysis*. 6. p. Hoboken, John Wiley & Sons.

Evans, J. L. & Archer, S. H. (1968) Diversification and the Reduction of Dispersion: An Empirical Analysis. *The Journal of Finance* 23, 5, 761–767.

Fama, E. F. & French, K. R. (2004) The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *The Journal of Economic Perspectives* 18, 3, 25–46.

Fisher, L. & Lorie, J. (1970) Some Studies of Variability of Returns on Investments in Common Stocks. *Journal of Business*, 43, 2, 99–134.

Hill, R. C., Griffiths, W. E. & Judge, G. G. (2001) Undergraduate Econometrics. 2.p. Hoboken, John Wiley & Sons.

Jayasuriya, S. A. & Shambora, W. (2009) Oops, we should have diversified! *Applied Financial Economics* 19, 22, 1779–1785.

Jennings, E. H. (1971) An Empirical Analysis of Some Aspects of Common Stock Diversification. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 6, 2, 797–813.

Johnson, K. H. & Shannon, D. S. (1974) A note on Diversification and the Reduction of Dispersion. *Journal of Financial Economics* 1, 4, 365–372.

Latané, H. A. & Young, W. E. (1969) Test of Portfolio Building Rules. *Journal of Finance* 24, 4, 595–612.

Lintner, J. (1965) The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *The Review of Economics and Statistics* 47, 1, 13–37.

Lloyd, W. P., Hand, J. H. & Modani N. K. (1981) The Effect of Portfolio Construction Rules on the Relationship between Portfolio Size and Effective Diversification. *The Journal of Financial Research* 4, 3, 183–193.

Markowitz, H. (1959) Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. New York, John Wiley & Sons.

Markowitz, H. (1952) Portfolio Selection. *The Journal of Finance* 7, 1, 77–91.

Mayshar, J. (1979) Transaction Costs in a Model of Capital Market Equilibrium. *Journal of Political Economy* 87, 4, 673–700.

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

NASDAQ OMX Nordic (2012) OMX Helsinki osakevaihto [verkkodokumentti]. [Viitattu 1.4.2012].

Saatavilla

[http://www.nasdaqomxnordic.com/indeksit/index\\_info/?Instrument=FI0008900006](http://www.nasdaqomxnordic.com/indeksit/index_info/?Instrument=FI0008900006)

NASDAQ OMX Nordic (2010) OMX Helsinki 25 Index [verkkodokumentti]. [Viitattu 10.4.2012].

Saatavilla <https://indexes.nasdaqomx.com/docs/methodology OMXH25.pdf>

Niskanen & Niskanen (2010) Yritysrahoitus. 5.-6. p. Helsinki, Edita Publishing Oy.

Pörssisäätiö (2012a) Rosendahl puolustaa robottikauppaa [verkkodokumentti]. [Viitattu 19.5.2012]. Saatavilla <http://www.porssisaatio.fi/blog/2012/04/16/rosendahl-puolustaa-robottikauppaa/>

Pörssisäätiö (2012b) Sijoitusrahasto-opas [verkkodokumentti]. [Viitattu 1.4.2012].

Saatavilla [http://www.porssisaatio.fi/wp-content/uploads/2012/01/28002-sijoitusrahasto\\_opas\\_FI\\_lores.pdf](http://www.porssisaatio.fi/wp-content/uploads/2012/01/28002-sijoitusrahasto_opas_FI_lores.pdf)

Ross, S. A., Westerfield, R. W. & Jaffe, J. (2008) Corporate Finance. 8. p. New York, McGraw-Hill.

Seligson (2012a) Mikä on ETF? [verkkodokumentti]. [Viitattu 1.4.2012]. Saatavilla <http://www.seligson.fi/omxh25/Suomi/etf/etf.htm>

Seligson (2012b) Seligson & Co OMX Helsinki 25 -indeksiosuusrahasto [verkkodokumentti]. [Viitattu 1.4.2012]. Saatavilla <http://www.seligson.fi/omxh25/Suomi/esittely/>

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



Sharpe, W. F. (1963) A Simplified Model for Portfolio Analysis. *Management Science* 9, 2, 277–293.

Solnik, B. H. (1974) Why Not Diversify Internationally Rather Than Domestically? *Financial Analysts Journal* 30, 1, 48–54.

Speidell, L. & Krohne, A. (2007) The Case for Frontier Equity Markets. *Journal of Investing* 16, 3, 12–22.

Statman, M. (1987) How Many Stocks Make a Diversified Portfolio? *Journal of Financial & Quantitative Analysis* 22, 3, 353–363.

Vaihekoski, M. (2005) Estimating Equity Risk Premium: Case Finland.

Vaihekoski, M. (2004) Rahoitusalan sovellukset ja Excel. 1.p. Helsinki, WSOY.

Wagner, W. H. & Lau, S. C. (1971) The Effect Of Diversification On Risk. *Financial Analysts Journal* 27, 6, 48–53.

## LIITE 1: KUVAILEVAT TUNNUSLUVUT

	Keskiarvo	Mediaa- ni	Maksi- mi	Minimi	Keskihajonta	Vinous	Huipukkuus	Jarque- Bera
OMXH	-0,61 %	-0,46 %	23,22 %	-20,35 %	7,04 %	0,10	4,51	5,76*
OMXH25 ETF	-0,69 %	-0,34 %	25,12 %	-17,52 %	7,28 %	0,31	4,56	7,04
1 KK EURIBOR	2,23 %	1,35 %	5,05 %	0,40 %	1,69 %	0,34	1,32	8,19
AFFECTO	-0,33 %	0,37 %	22,04 %	-24,70 %	9,03 %	-0,20	3,47	0,95*
AHLSTRÖM	-0,56 %	-0,48 %	27,67 %	-48,02 %	10,64 %	-1,03	8,72	92,59
ÅLANDSBANKEN A	-0,75 %	-0,42 %	19,99 %	-15,99 %	6,94 %	0,22	3,88	2,40*
ÅLANDSBANKEN B	-1,39 %	-1,07 %	17,10 %	-25,16 %	6,48 %	-0,35	5,86	21,67
ALMA MEDIA	-0,09 %	0,51 %	23,22 %	-32,70 %	7,73 %	-0,88	7,72	63,32
AMANDA CAPITAL	-1,01 %	-0,83 %	22,60 %	-22,41 %	8,20 %	0,17	3,52	0,96*
AMER SPORTS A	-0,37 %	-0,22 %	38,99 %	-47,23 %	12,44 %	-0,70	7,05	45,91
ASPO	0,61 %	0,00 %	16,24 %	-15,93 %	6,45 %	0,32	3,33	1,27*
ASPOCOMP GROUP	-2,75 %	0,00 %	57,54 %	-55,00 %	20,14 %	0,33	4,40	5,97*
ATRIA A	-1,63 %	-1,41 %	33,98 %	-30,74 %	10,04 %	0,60	5,88	24,27
BASWARE	0,55 %	-0,08 %	28,18 %	-26,89 %	9,42 %	0,12	4,13	3,36*
BIOHIT B	0,61 %	-1,81 %	68,64 %	-48,65 %	16,65 %	1,34	8,34	89,35
BIOTIE THERAPIES	-1,43 %	-1,50 %	32,86 %	-31,62 %	12,52 %	0,48	3,50	2,88*
CAPMAN B	-1,51 %	-2,10 %	20,21 %	-33,76 %	10,88 %	-0,48	3,90	4,29*
CARGOTEC B	-0,71 %	-0,65 %	34,56 %	-38,86 %	14,40 %	-0,03	3,14	0,06*
CENCORP	-2,55 %	-5,81 %	33,63 %	-33,63 %	15,03 %	0,80	3,51	7,01
CITYCON	-0,83 %	0,67 %	30,25 %	-26,61 %	9,51 %	0,11	4,40	5,03*
COMPONENTA	-1,33 %	-1,63 %	25,08 %	-48,83 %	12,77 %	-0,74	5,45	20,58
COMPTEL	-1,54 %	0,00 %	15,14 %	-34,98 %	9,50 %	-0,87	4,64	14,28
CRAMO	-1,09 %	-0,25 %	39,07 %	-42,60 %	15,11 %	-0,14	3,43	0,68*
DIGIA	-0,32 %	-1,85 %	27,75 %	-16,88 %	10,20 %	0,83	3,63	7,90
DOVRE GROUP	-0,27 %	0,00 %	18,24 %	-16,71 %	7,99 %	-0,09	2,41	0,94*
EFORE	-0,59 %	-2,12 %	34,03 %	-24,99 %	10,33 %	0,70	4,26	8,86
ELECSTER A	-0,10 %	1,02 %	20,99 %	-25,63 %	7,59 %	-0,63	5,55	20,32
ELEKTROBIT	-2,36 %	-3,48 %	37,83 %	-46,44 %	13,84 %	0,07	4,66	6,96
ELISA	0,37 %	0,37 %	13,61 %	-19,94 %	6,71 %	-0,62	3,47	4,37*
ETTEPLAN	-0,47 %	-0,51 %	32,71 %	-27,93 %	9,43 %	0,61	5,73	22,32
EXEL COMPOSITES	-0,73 %	-0,57 %	35,55 %	-41,28 %	12,01 %	-0,35	5,22	13,60
F SECURE	0,01 %	0,20 %	11,37 %	-17,66 %	8,04 %	-0,44	2,20	3,56*
FINNAIR	-2,58 %	-2,18 %	18,55 %	-28,64 %	9,67 %	-0,25	3,09	0,66*
FINNLINES	-1,26 %	-0,66 %	29,87 %	-48,69 %	10,78 %	-0,88	8,88	94,11
FISKARS A	0,74 %	0,78 %	18,61 %	-16,92 %	7,74 %	0,08	2,76	0,21*
FORTUM	0,01 %	0,07 %	15,08 %	-20,50 %	8,14 %	-0,48	3,11	2,37*
GEOCENTRIC	-5,06 %	0,00 %	47,38 %	-67,45 %	20,75 %	-0,55	4,46	8,38
GLASTON	-3,53 %	-3,69 %	30,58 %	-38,89 %	12,16 %	0,04	4,10	3,05*
HKSCAN A	-1,10 %	-2,40 %	47,56 %	-36,88 %	13,88 %	0,53	5,16	14,46
HONKARAKENNE B	-0,79 %	-0,82 %	19,45 %	-27,76 %	9,20 %	0,06	3,82	1,73*
HUHTAMÄKI	-0,41 %	-0,18 %	41,52 %	-23,34 %	11,16 %	0,98	5,74	28,37
ILKKA YHTYMÄ	0,11 %	0,48 %	32,51 %	-19,65 %	6,99 %	1,11	10,08	137,41

INCAP	-2,98 %	-3,11 %	57,01 %	-33,51 %	12,77 %	1,20	9,90	133,31
INNOFACTOR	-0,88 %	0,00 %	69,65 %	-69,65 %	24,11 %	0,68	4,66	11,55
INTERAVANTI	-0,25 %	-1,11 %	43,64 %	-33,54 %	13,89 %	0,70	4,96	14,57
IXONOS	-2,39 %	-1,12 %	22,65 %	-41,52 %	12,33 %	-0,50	3,85	4,27*
KEMIRA	0,16 %	-0,35 %	32,10 %	-43,72 %	12,07 %	-0,29	5,13	12,20
KESKISUOMALAINEN	0,17 %	0,00 %	35,95 %	-20,93 %	7,33 %	1,50	11,78	215,44
KESKO A	-0,39 %	-0,97 %	26,10 %	-19,51 %	8,31 %	0,22	3,70	1,68*
KESKO B	-0,36 %	0,17 %	24,88 %	-24,76 %	10,66 %	-0,18	3,05	0,33*
KESLA A	-0,25 %	-0,76 %	26,01 %	-49,90 %	11,82 %	-0,84	6,79	42,96
KONE B	1,30 %	2,90 %	29,20 %	-15,25 %	7,50 %	0,27	5,11	11,80
KONECRANES	-0,39 %	0,08 %	21,04 %	-30,84 %	11,08 %	-0,51	2,92	2,62*
LÄNNEN TEHTAAT	-0,45 %	-0,39 %	9,84 %	-17,43 %	4,97 %	-0,47	4,25	6,14
LASSILA TIKANOJA	-0,76 %	0,32 %	21,85 %	-16,17 %	7,31 %	0,39	3,35	1,84*
LEMMINKÄINEN	-0,83 %	-0,76 %	22,37 %	-35,83 %	10,97 %	-0,57	4,68	10,33
M REAL A	-1,88 %	-1,37 %	43,84 %	-41,29 %	16,48 %	0,32	4,65	7,83
M REAL B	-2,06 %	-2,27 %	67,50 %	-62,44 %	19,38 %	0,03	5,76	19,11
MARIMEKKO	-0,30 %	0,18 %	16,98 %	-24,82 %	8,02 %	-0,28	3,68	1,95*
MARTELA A	0,29 %	-0,82 %	24,23 %	-12,71 %	7,49 %	0,58	3,74	4,74*
METSO	-0,01 %	1,38 %	35,85 %	-49,94 %	14,75 %	-0,88	5,07	18,45
NEO INDUSTRIAL B	-1,56 %	-0,76 %	34,41 %	-36,52 %	11,87 %	-0,35	4,94	10,62
NESTE OIL	-1,46 %	-2,86 %	29,59 %	-18,24 %	10,29 %	0,44	3,01	1,94*
NOKIA	-2,02 %	-1,34 %	24,42 %	-28,07 %	11,42 %	-0,25	2,65	0,91*
NOKIAN RENKAAT	0,98 %	1,61 %	34,96 %	-49,70 %	13,33 %	-0,97	6,23	35,50
NORDEA BANK	-0,37 %	-0,36 %	46,27 %	-26,08 %	10,90 %	0,96	7,47	59,10
NORDIC ALUMINIUM	0,77 %	-0,96 %	36,80 %	-16,43 %	10,35 %	0,90	4,17	11,52
NURMINEN LOGISTICS	-1,23 %	-2,08 %	38,39 %	-18,92 %	8,71 %	1,37	8,52	94,99
OKMETIC	0,75 %	0,21 %	25,14 %	-21,13 %	8,93 %	0,07	3,05	0,06*
OLVI A	0,87 %	1,27 %	24,25 %	-17,86 %	8,41 %	0,12	3,22	0,26*
ORAL HAMMASLÄÄKÄRIT	0,18 %	-0,96 %	21,61 %	-16,29 %	7,44 %	0,52	3,74	4,07*
ORIOLA KD A	-0,57 %	-0,17 %	28,87 %	-28,77 %	11,53 %	-0,16	2,95	0,27*
ORIOLA KD B	-0,71 %	-1,63 %	30,09 %	-27,45 %	12,03 %	0,03	2,94	0,02*
ORION A	0,45 %	0,79 %	12,52 %	-13,83 %	5,54 %	-0,30	2,74	1,08*
ORION B	0,44 %	0,83 %	11,05 %	-13,72 %	5,42 %	-0,37	2,65	1,66*
OUTOKUMPU A	-2,64 %	-3,06 %	33,35 %	-39,52 %	14,65 %	-0,30	3,53	1,58*
OUTOTEC	1,06 %	3,44 %	25,22 %	-59,01 %	15,24 %	-1,56	7,11	66,60
PANOSTAJA	-0,24 %	-0,58 %	18,57 %	-21,43 %	7,02 %	0,03	3,94	2,23*
PKC GROUP	0,28 %	1,36 %	29,05 %	-48,84 %	12,65 %	-0,92	5,54	24,67
POHJOIS-KARJALAN KIRJAPAINO	0,65 %	-0,58 %	33,47 %	-11,59 %	7,72 %	1,74	7,72	85,95
POHJOLA PANKKI A	-0,15 %	0,47 %	24,74 %	-49,03 %	10,09 %	-1,49	11,15	188,26
PONSSE	-0,81 %	-0,16 %	21,00 %	-47,24 %	11,92 %	-0,87	5,52	23,33
PÖYRY	-1,02 %	2,05 %	17,06 %	-31,16 %	11,57 %	-0,90	3,06	8,19
QPR SOFTWARE	0,19 %	0,47 %	12,51 %	-12,51 %	5,15 %	-0,01	3,53	0,71*
RAISIO	0,74 %	0,25 %	20,76 %	-16,56 %	7,00 %	0,26	3,10	0,72*
RAMIRENT	-1,02 %	0,44 %	43,29 %	-33,19 %	16,13 %	0,08	2,78	0,18*
RAPALA VMC	0,13 %	0,79 %	15,67 %	-21,43 %	6,49 %	-0,94	5,52	24,70

RAUTARUUKKI K	-1,93 %	-0,05 %	22,51 %	-51,38 %	13,33 %	-1,00	5,10	20,92
RAUTE A	-0,81 %	0,42 %	16,95 %	-27,24 %	9,31 %	-0,72	3,81	6,79
REVENIO GROUP	1,27 %	0,00 %	70,71 %	-21,61 %	13,87 %	1,91	11,64	223,11
RUUKKI GROUP	-0,32 %	-1,07 %	32,57 %	-24,82 %	12,90 %	0,55	3,41	3,46*
SAGA FURS C	0,89 %	0,20 %	15,19 %	-19,33 %	6,53 %	-0,09	3,59	0,97*
SAMPO A	0,39 %	1,04 %	31,68 %	-18,57 %	7,63 %	0,80	6,50	36,97
SANOMA	-0,94 %	-0,95 %	13,68 %	-18,19 %	7,97 %	-0,19	2,59	0,79*
SIEVI CAPITAL	0,06 %	-0,45 %	27,13 %	-16,05 %	6,60 %	0,90	6,63	40,95
SOLTEQ	-0,21 %	-0,88 %	15,17 %	-17,06 %	6,41 %	0,07	3,09	0,07*
SPONDA	-0,98 %	-1,01 %	40,06 %	-33,65 %	13,04 %	0,30	4,26	4,82*
SSK SUOMEN SÄÄSTÄJIEN KIINTEISTÖT	-0,13 %	0,00 %	17,90 %	-33,93 %	7,17 %	-1,38	10,61	163,82
STOCKMANN A	-1,29 %	-1,43 %	23,72 %	-33,78 %	10,45 %	-0,04	4,24	3,84*
STOCKMANN B	-1,48 %	-1,32 %	31,76 %	-45,63 %	11,69 %	-0,49	5,84	22,58
STONESOFT	1,01 %	0,00 %	46,56 %	-39,23 %	14,07 %	0,68	4,96	14,24
STORA ENSO A	-1,17 %	-1,56 %	48,02 %	-36,29 %	12,02 %	0,70	7,12	47,44
STORA ENSO R	-1,25 %	-1,64 %	49,04 %	-36,75 %	12,89 %	0,65	6,11	28,43
SUOMINEN	-2,62 %	-1,07 %	59,53 %	-82,75 %	15,91 %	-1,22	15,40	399,42
TAKOMA	-0,80 %	-1,25 %	22,45 %	-23,39 %	8,18 %	0,09	3,93	2,25*
TALENTUM	-1,03 %	-1,06 %	19,52 %	-28,77 %	7,49 %	-0,41	5,24	14,28
TECHNOPOLIS	-1,02 %	-0,13 %	29,40 %	-42,83 %	10,72 %	-0,62	6,33	31,58
TECNOTREE	-2,14 %	-1,56 %	38,68 %	-35,93 %	10,71 %	0,26	6,22	26,65
TECTIA	-1,52 %	-0,55 %	32,99 %	-33,72 %	12,51 %	-0,09	3,83	1,82*
TELESTE	-2,04 %	-2,18 %	49,93 %	-50,74 %	12,54 %	0,26	9,78	115,68
TELIASONERA	0,27 %	0,83 %	20,41 %	-21,30 %	6,97 %	-0,12	5,12	11,39
TIETO	-0,95 %	-0,04 %	26,04 %	-27,80 %	11,13 %	0,01	3,31	0,25*
TIIMARI	-4,56 %	-1,72 %	78,11 %	-78,85 %	18,90 %	0,34	11,17	168,00
TRAINERS HOUSE	-2,67 %	-1,98 %	22,62 %	-21,29 %	8,49 %	0,21	3,80	2,04*
TULIKIVI A	-2,64 %	-2,88 %	25,66 %	-33,81 %	10,53 %	0,15	4,44	5,45*
TURVATIIMI	-1,73 %	0,00 %	22,25 %	-37,77 %	8,80 %	-1,08	7,07	53,04
UPM KYMMENE	-0,90 %	-1,82 %	45,12 %	-27,69 %	11,60 %	0,95	6,33	36,81
UPONOR	-1,80 %	-0,07 %	20,14 %	-40,19 %	11,64 %	-0,74	4,06	8,23
VAAHTO GROUP A	-0,60 %	-0,67 %	39,51 %	-32,37 %	10,67 %	0,60	6,25	30,05
VACON	0,50 %	0,88 %	23,29 %	-17,50 %	8,64 %	0,04	2,82	0,09*
VAISALA A	-0,92 %	-0,07 %	12,31 %	-22,24 %	7,57 %	-0,71	3,18	5,09*
VIKING LINE	0,13 %	-0,02 %	32,34 %	-16,70 %	6,59 %	1,77	11,65	218,34
WÄRTSILÄ	0,65 %	1,90 %	46,27 %	-39,94 %	12,24 %	0,04	6,69	34,02
WULFF GROUP	-1,17 %	-1,34 %	29,89 %	-17,81 %	7,89 %	1,14	6,14	37,67
YIT	-0,50 %	-0,39 %	36,57 %	-40,48 %	13,79 %	-0,61	4,90	12,71
YLEISELEKTRONIIKKA	1,38 %	0,84 %	33,30 %	-16,25 %	9,84 %	0,58	3,84	5,13*

\*tuottosarjat normaalisti jakautuneet 5 %:n riskitasolla

## LIITE 2: REGRESSIOANALYYSI

---

### *Regressiotunnusluvut*

Korrelaatiokerroin	0,994
Selitysaste	0,989
Korjattu selitysaste	0,989
Keskivirhe	0,0006
Havainnot	123

---

---

### *Varianssianalyysi*

---

	<i>Vapausasteet</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F-tunnusluku</i>	<i>F-arvo</i>
Regressio	1	0,004	0,004	10869,840	2,444E-120
Residuaali	121	4,618E-05	3,817E-07		
Yhteensä	122	0,004			

---

---

	<i>Kertoimet</i>	<i>Keskivirhe</i>	<i>T-tunnusluvut</i>	<i>P-arvo</i>
Vakiotermi	0,060	6,023E-05	1001,888	5,833E-239
Regressiokerroin	0,054	0,0005	104,259	2,444E-120

---

### LIITE 3: T-TESTIT

T-testi 4 osakkeen portfoliolla:

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	0,076	0,069
Havainnot	1	6
Vapausasteet	5	
P-arvo	0,048	
Kriittinen kaksisuuntainen t-arvo	2,571	

T-testi 8 osakkeen portfoliolla:

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	0,068	0,065
Havainnot	1	9
Vapausasteet	8	
P-arvo	0,046	
Kriittinen kaksisuuntainen t-arvo	2,306	

T-testi 16 osakkeen portfoliolla:

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	0,064	0,063
Havainnot	1	13
Vapausasteet	12	
P-arvo	0,0497	
Kriittinen kaksisuuntainen t-arvo	2,179	

T-testi 25 osakkeen portfoliolla:

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	0,063	0,062
Havainnot	1	18
Vapausasteet	17	
P-arvo	0,049	
Kriittinen kaksisuuntainen t-arvo	2,110	

T-testi 32 osakkeen portfoliolla:

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	0,0621	0,0616
Havainnot	1	21
Vapausasteet	21	
P-arvo	0,0499	
Kriittinen kaksisuuntainen t-arvo	2,090	

T-testi 79 osakkeen portfoliolla:

	<i>Muuttuja 1</i>	<i>Muuttuja 2</i>
Keskiarvo	0,0608	0,0606
Havainnot	1	44
Vapausasteet	43	
P-arvo	0,049	
Kriittinen kaksisuuntainen t-arvo	2,017	

#### LIITE 4: OMXH25 ETF:N KARAKTERISTINEN SUORA

---

##### *Regressiotunnusluvut*

Korrelaatiokerroin	0,948
Selitysaste	0,899
Korjattu selitysaste	0,897
Keskivirhe	0,023
Havainnot	60

---

---

##### *Varianssianalyysi*

---

	<i>Vapausasteet</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F-tunnusluku</i>	<i>F-arvo</i>
Regressio	1	0,281	0,281	514,806	1,577E-30
Residuaali	58	0,032	0,0005		
Yhteensä	59	0,313			

---

---

	<i>Kertoimet</i>	<i>Keskivirhe</i>	<i>T-tunnusluvut</i>	<i>P-arvo</i>
Vakiotermi	-0,0009	0,003	-0,310	0,758
Regressiokerroin	0,981	0,043	22,689	1,577E-30

---