

VAASAN YLIOPISTO
KAUPPATIETEELLINEN TIEDEKUNTA
KANSANTALOUSTIETEEN LAITOS

Jonas Martens

**OSAKKEEN BETA-KERTOIMEN ESTIMOINTI JA STABIILISUUS SUOMEN
OSAKEMARKKINOILLA**

Kansantaloustieteen
pro gradu -tutkielma

VAASA 2010

SISÄLLYSLUETTELO	sivu
TIIVISTELMÄ	7
1. JOHDANTO	9
2. PORTFOLIOTEORIA JA BETA-KERROIN	11
2.1. Portfolion rakentaminen	11
2.1.1. Ominaisuudet	12
2.1.2. Tehokkaiden portfolioiden määrittäminen	13
2.1.3. Tehokas rintama kaikilla osakkeilla	18
2.1.4. Tehokkaan rintaman laskeminen	19
2.2. Yksi-indeksimalli	21
2.3. Betan estimointi	24
2.3.1. Betan estimointi historallisesta datasta	24
2.3.2. Historiallisten betojen tarkkuus	26
2.4. Aikaisemmat tutkimukset	26
3. BETAN ESTIMOINTI JA STABIILISUUS	30
3.1. Aineisto	30
3.1.1. Helsingin pörssi	30
3.1.2. Tutkielmassa käytetty aineisto	31
3.2. Tutkimusmenetelmät	32
3.2.1. Pienimmän neliösumman menetelmä	32
3.2.2. Kvanttiliregressio	34
3.2.3. Stabiilisuuden tutkiminen	34
3.3. Beta-kertoimet	35
3.4. Beta-kertoimien stabiilisuus	42
3.5. Tulosten analysointi	51
4. JOHTOPÄÄTÖKSET	57
LÄHTEET	59
LIITTEET	64
LIITE 1. Toimialat	64
LIITE 2. Eviews tuloste Nokia	65
LIITE 3. Osakkeiden A ja B tuotto ja painoarvot korrelaatiokertoimen ollessa +1	66

LIITE 4. Loput stabiilisuustestit	67
-----------------------------------	----

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Portfolion riskin σ suhde osakkeiden lukumäärään n	11
Kuvio 2. Tuoton ja riskin suhde kun $\rho = +1$	15
Kuvio 3. Tuoton ja riskin suhde kun $\rho = -1$	16
Kuvio 4. Tuoton ja riskin suhde kun $\rho = 0$	17
Kuvio 5. Tuoton ja riskin suhde eri korrelaatiokertoimilla	17
Kuvio 6. Tehokas rintama	18
Kuvio 7. Tuotot pisteparvena	25
Kuvio 8. Regressio graafisesti	33
Kuvio 9. Amer 1995–2007	43
Kuvio 10. Finnair 1995–2007	43
Kuvio 11. Kesko B 1995–2007	44
Kuvio 12. M-Real B 1995–2007	44
Kuvio 13. Nokia 1995–2007	44
Kuvio 14. Sampo 1995–2007	44
Kuvio 15. Tieto 1995–2007	45
Kuvio 16. YIT 1995–2007	45
Kuvio 17. Amer 1995–2000	46
Kuvio 18. Finnair 1995–2000	46
Kuvio 19. Kesko B 1995–2000	46
Kuvio 20. M-Real B 1995–2000	46
Kuvio 21. Nokia 1995–2000	47
Kuvio 22. Sampo 1995–2000	47
Kuvio 23. Tieto 1995–2000	47
Kuvio 24. YIT 1995–2000	47
Kuvio 25. Amer 2001–2007	48
Kuvio 26. Finnair 2001–2007	48
Kuvio 27. Kesko B 2001–2007	48
Kuvio 28. M-Real B 2001–2007	48
Kuvio 29. Nokia 2001–2007	49
Kuvio 30. Sampo 2001–2007	49

Kuvio 31. Tieto 2001–2007	49
Kuvio 32. YIT 2001–2007	49
Kuvio 33. OMXHCAP 1996–2010	50
Kuvio 34. Beta-kertoimien vaihtelu	55

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Beta-kertoimet aikavälillä 1995–2007	36
Taulukko 2. Beta-kertoimet aikavälillä 1995–2000	39
Taulukko 3. Beta-kertoimet aikavälillä 2001–2007	41
Taulukko 4. Beta-kertoimien keskiarvot	42
Taulukko 5. Stabiilit ja epästabiilit beta-kertoimet	56

VAASAN YLIOPISTO**Kauppätieteellinen tiedekunta**

Tekijä:	Jonas Martens
Tutkielman nimi:	Osakkeen beta-kertoimen estimointi ja stabiilisuus Suomen osakemarkkinoilla
Ohjaaja:	Petri Kuosmanen
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri
Laitos:	Kansantaloustieteen laitos
Oppiaine:	Kansantalous
Aloitusvuosi:	2005
Valmistumisvuosi:	2010
	Sivumäärä: 70

TIIVISTELMÄ

Beta-kerroin kuvaa osakkeen tuoton vaihtelua suhteessa markkinoiden tuoton vaihteluun. Se on keskeinen käsite rahoituksen perusopinnoissa ja rahoitusteorian tutkimuksessa. Tässä tutkielmassa on tarkoitus selvittää voidaanko suomalaisille osakkeille estimoida stabiileja beta-kertoimia auttamaan pitkän aikavälin sijoituspäätöksiä, ja sitä kautta selvittää beta-kertoimen hyödyllisyyttä sijoituspäätöksissä. Stabiilisuus on tärkeä mittari tulevaisuuden kannalta. Mikäli beta-kertoimet ovat olleet historiassa epästabiileja, on hankala ja ehkä jopa turhaa ennustaa tulevia beta-kertoimia.

Tutkielmassa estimoitiin beta-kertoimet 21 suomalaiselle pörssiyhtiölle, jonka jälkeen tutkittiin saatujen beta-lukujen stabiilisuutta ajan suhteen. Betat estimoitiin kuukausi-aineistolla sekä OMXH yleisindeksistä että OMXHCAP painorajoitettusta indeksistä kahdella eri menetelmällä, kolmelle eri periodille. Menetelminä on pienimmän neliösumman menetelmä sekä kvantiiliregressio. Stabiilisuutta tutkittiin neliöiden kumulatiivisen summan testillä. Tarkastellut aikavälit olivat 1995–2000, 2001–2007 ja koko aikajakso 1995–2007. Tutkielmassa saatujen tulosten perusteella voitiin todeta, että suomalaisista osakeindekseistä ei saatu estimoitua luotettavia ja ajan suhteen stabiileja beta-kertoimia. Betat vaihtelivat huomattavasti eri indeksien ja tutkimusperiodien välillä. Kvantiiliregressiolla estimoidut beta-kertoimet olivat pitkälti samanlaiset kuin PNS-menetelmällä, joten poikkeavat havainnot eivät olleet betojen estimoinnin ongelmana Nokian suuresta indeksipainosta huolimatta.

AVAINSANAT: beta-kerroin, stabiilisuus, portfolio

1. JOHDANTO

Sijoittaessaan osakkeisiin ja muihin sijoitushyödykkeisiin on tarkkaan harkittava kuinka suurta tuottoa tavoitellaan ja kuinka suuria riskejä on valmis ottamaan. Sijoituksen riskisyyttä voi mitata monin eri tavoin. Yksi käytetyimmistä riskin mittareista on osakkeen beta-kerroin. Beta-kerroin kuvaa osakkeen kurssin nousun ja laskun suhdetta markkinoiden nousuun ja laskuun. Kun osakkeen beta-kerroin on yksi, sen tuotot muuttuvat samassa suhteessa markkinoiden tuottojen kanssa. Yli yhden beta-kerroin kertoo suuremmasta riskistä, sillä silloin tuotot vaihtelevat markkinoiden tuottoa enemmän, ja alle yhden beta-kertoimella tuottojen heilahtelu on suhteessa pienempää kuin markkinoiden.

Beta-kertoimella on myös muita käyttötarkoituksia. Beta-kertoimella voidaan helpottaa ja yksinkertaistaa portfolion rakentamista. Hankalien kovarianssimatriisien tai yksittäisten tuottojen ja riskien analysoinnin sijasta voidaan laskea portfolioon harkittavilla osakkeille beta-kerroin ja niiden avulla päättää minkälaiset ominaisuudet omaavan portfolion haluaa. Myös beta-kertoimen kontribuutio moniin eri sovelluksiin, kuten osakkeen hinnoitteluun, riskin hallintaan ja portfolion tehokkuuden tutkimiseen, on tehnyt siitä yhden käytetyimmistä instrumenteista talouden tutkijoiden keskuudessa (Eisenbeiss, Kauerman & Semmler 2007). Tästä huolimatta beta-kerrointa käytetään kohtalaisen vähän työelämässä ja sijoituspäätöksissä. Tässä tutkielmassa pyritään selvittämään, voidaanko stabiilien beta-kertoimien avulla helpottaa pitkän aikavälin sijoituspäätöksiä.

Linin, Chenin ja Bootin (1992) mukaan muuttumaton ja stabiili beta on ensiarvoisen tärkeä tekijä osakkeiden analysoimisessa. Sillä on tärkeä merkitys tehokkaiden markkinoiden hypoteesiin ja osakkeen tuottojen ennustamiseen. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, saadaanko kahdesta suomalaisesta osakeindeksistä estimoitua ajan suhteen stabiileja beta-kertoimia. Indekseinä on käytetty OMXH yleisindeksiä sekä OMXHCAP painorajoitettua indeksiä. Beta on estimoitu kahdella eri menetelmällä. Yleisesti käytetyin menetelmä beta-kertoimen estimoinnissa on pienimmän neliösumman menetelmä. Tämä

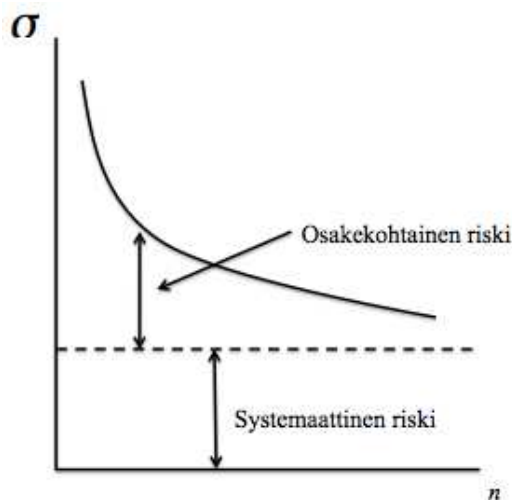
menetelmä on kuitenkin altis poikkeuksellisen suurien tai pienien havaintojen aiheuttamaan vääristymään lopputuloksessa. PNS-menetelmän lisäksi beta-kertoimet on estimoitu myös kvantiiliregressiolla. Kvantiiliregressio ei ole niin altis muutaman poikkeavan havainnon (outlier) vaikutukselle lopputulokseen. PNS-menetelmällä saadut tulokset saattaavat heittää suurestikin poikkeavan havainnon suuntaan. Kvantiiliregression avulla saadaan tätä poikkeuksellisten havaintojen aiheuttamaa väärentymää eliminoitua. Tutkittava ajanjakso on 1995–2007 ja siitä on eroteltu kolme eri periodia. Varhaisin periodi on vuodet 1995–2000, toinen periodi on vuodet 2001–2007. Lisäksi betat estimoidaan koko ajanjaksolle 1995–2007. Jokaiselle osakkeelle estimoidaan siis yhteensä 12 eri beta-kerrointa. Stabiilisuutta tutkitaan OMXHCAP indeksistä pienimmän neliösumman menetelmällä estimoiduille beta-kertoimille neliöiden kumulatiivisen summan testillä (CUSUM of squares).

Tutkielman teoriaosuudessa toisessa kappaleessa perustellaan portfolioteorian pohjalta beta-kertoimen merkitystä käytännön sijoittajalle. Tässä kappaleessa esitetään myös portfolioiden tuoton ja riskin mittaaminen sekä tehokkaiden portfolioiden määrittäminen. Teoriaosuudessa käsitellään myös betan estimoinnin yleistä teoriaa sekä aikaisempia tutkimuksia beta-kertoimen estimoinnista ja stabiilisuudesta.

Tutkimuksen empiirisessä osassa on avattu metodiikkaa joilla beta-kertoimet estimoidaan, sekä selitetään stabiilisuustestin periaate. Kolmannessa kappaleessa myös esitetään estimoidut beta-kertoimet ja stabiilisuustestien tulokset. Kolmannen kappaleen päättää tutkimustulosten analysointi, jossa verrataan saatuja tuloksia aikaisempiin tutkimuksiin ja pyritään selvittämään syitä beta-kertoimien vaihtelulle ja epästabiilisuudelle. Tulosten analysoinnin jälkeen tiivistetään tärkeimmät johtopäätökset ja huomiot.

2. PORTFOLIOTEORIA JA BETA-KERROIN

Portfoliolla tarkoitetaan sijoittajan omistamien sijoitushyödykkeiden muodostamaa kokonaisuutta eli arvopaperisalkkua. Sijoitusten hajauttaminen johtaa portfolioihin, joilla on suurempi tuotto samalla riskillä tai pienempi keskihajonta samalla tuotolla kuin yksittäisillä osakkeilla. Oletetaan, että portfolion keskihajonta pienenee, kun siihen lisätään sattumanvaraisesti valittuja osakkeita. Osakkeiden lukumäärän n kasvaessa, vähenee riski huomattavasti. Hajauttamalla voidaan kuitenkin eliminoida vain osakkeen yksittäinen, yrityskohtainen riski. Sen lisäksi on olemassa kaikkiin osakkeisiin vaikuttava riski. Tämä riski, joka vaikuttaa kaikkiin osakkeisiin, on nimeltään markkinariski tai systemaattinen riski. Systemaattista riskiä kuvataan beta-kertoimella. Kuviossa 1. on havainnoillistettu hajauttamisen hyötyjä markkinariskin vallitessa. (Esim. Bodie, Kane & Marcus 2005.)



Kuvio 1. Portfolion riskin σ suhde osakkeiden lukumäärään n

2.1. Portfolion rakentaminen

Sijoittajan valinta on harvoin se, mihin yksittäiseen osakkeeseen 1, 2, 3 tai 4 hän sijoittaisi ja kuinka paljon. Useimmiten sijoittajan on valittava näistä osakkeista

muodostuva optimaalisen tuoton ja riskin omaava portfolio. Portfoliota rakennettaessa on otettava huomioon kaikki sen suorituskykyyn vaikuttavat tekijät. Osakkeiden lukumäärän kasvaessa myös analysoitavan datan määrä kasvaa. Tässä kappaleessa esitetään aluksi yksinkertaistettu malli kaksi osaketta sisältävän portfolion rakentamisesta. Tämän jälkeen tutkitaan useamman osakkeen sisältäviä portfoliota. Kappaleessa esitetään myös beta-kertoimeen perustuva malli, jolla huomattavasti helpotetaan osakkeiden valintaa portfolioon.

2.1.1. Tuotto ja riski

Portfolion tutkituimmat ominaisuudet ovat luonnollisesti portfolion tuotto ja riski. Sijoittaja haluaa korkeinta mahdollista tuottoa määrättyllä riskillä tai määrätylle tuotolle mahdollisimman pientä riskiä. Määrittääkseen portfolion tuottoa ja riskiä, on ensin ymmärrettävä kuinka yksittäisen osakkeen tuotto ja riski määritellään. Tuottoa mitataan osakkeen odotetulla tuotolla, jonka kaava on

$$(1) \bar{R}_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} R_{ij}$$

Jossa \bar{R}_i on osakkeen i odotettu tuotto, P_{ij} on todennäköisyys että j :nnes tuotto osakkeelle i toteutuu ja R_{ij} on j :nnes tuotto osakkeelle i .

Riskiä mitataan sillä, kuinka paljon tuotot poikkeavat keskimäärin kaavan (1) odotetusta tuotosta. Tätä kutsutaan osakkeen varianssiksi. Se lasketaan kaavalla

$$(2) \sigma_i^2 = \sum_{j=1}^n P_{ij} (R_{ij} - \bar{R}_i)^2$$

Osakkeen keskihajonta saadaan ottamalla neliöjuuri varianssista, ja sitä merkitään yksinkertaisesti σ_i . (Esim. Elton, Gruber, Brown & Goetzmann 2003; Levy 2002.)

Kolmas tärkeä huomioon otettava tekijä portfoliota rakennettaessa on osakkeiden välinen kovarianssi. Kovarianssi on osakkeen 1 keskihajonnan ja osakkeen 2 yhteisvaihtelun välinen mittari. Mikäli osakkeiden tuotot liikkuvat yhteen ja samaan suuntaan, oli suunta positiivinen tai negatiivinen, saa kovarianssi suuren arvon. Mikäli taas osakkeiden tuotot liikkuvat vastakkaisiin suuntiin, saa kovarianssi pienen arvon sillä positiivinen ja negatiivinen suunta kumoavat toisensa. Kovarianssi siis mittaa, kuinka osakkeiden tuotot liikkuvat verrattuna toisiinsa. On osoitettu, että kun portfolio sisältää useita osakkeita, joiden tuotot eivät liiku täysin harmonisesti keskenään, eli kovarianssitermi saa pieniä arvoja, tuloksena on huomattava riskin pieneneminen. (esim. Elton & Gruber 1995)

2.1.2. Tehokkaiden portfolioiden määrittäminen

Tehokasta portfoliota rakennettaessa ensiarvoisen tärkeää on ymmärtää, kuinka portfolion ominaisuudet muuttuvat, kun osakkeiden lukumäärä portfoliossa kasvaa. Oletetaan että kyseessä on kaksi osaketta sisältävä portfolio ja lyhyeksi myynti on kiellettyä. Tällaisen portfolion odotettu tuotto saadaan kaavalla

$$(3) \bar{R}_p = X_A \bar{R}_A + X_B \bar{R}_B, \text{ jossa}$$

X_A on osakkeen A osuus portfoliossa

X_B on osakkeen B osuus portfoliossa

\bar{R}_A on osakkeen A odotettu tuotto

\bar{R}_B on osakkeen B odotettu tuotto

\bar{R}_p on portfolion odotettu tuotto

Oletetaan lisäksi, että sijoittaja on sijoittanu koko varallisuutensa, jolloin $X_A + X_B = 1$. Tämä voidaan kirjoittaa uudelleen muotoon

$$(4) X_B = 1 - X_A$$

Kun yhtälö (4) sijoitetaan yhtälöön (3), saadaan kahden osakkeen portfolion tuotto kirjoitettua muotoon

$$(5) \bar{R}_p = X_A \bar{R}_A + (1 - X_A) \bar{R}_B$$

Portfolion tuotto on siis yksittäisten osakkeiden tuoton painotettu keskiarvo. (Esim. Elton ym. 2003.)

Portfolion riskiä mitataan sen keskihajonnalla. Kahden osakkeen portfoliolla keskihajonta saadaan kaavalla

$$(6) \sigma_p = \left(X_A^2 \sigma_A^2 + X_B^2 \sigma_B^2 + 2X_A X_B \sigma_{AB} \right)^{1/2}$$

jossa

σ_p on portfolion tuoton keskihajonta

σ_A^2 on osakkeen A tuoton keskihajonta

σ_B^2 on osakkeen B tuoton keskihajonta

σ_{AB} on osakkeiden A ja B välinen kovarianssitermi

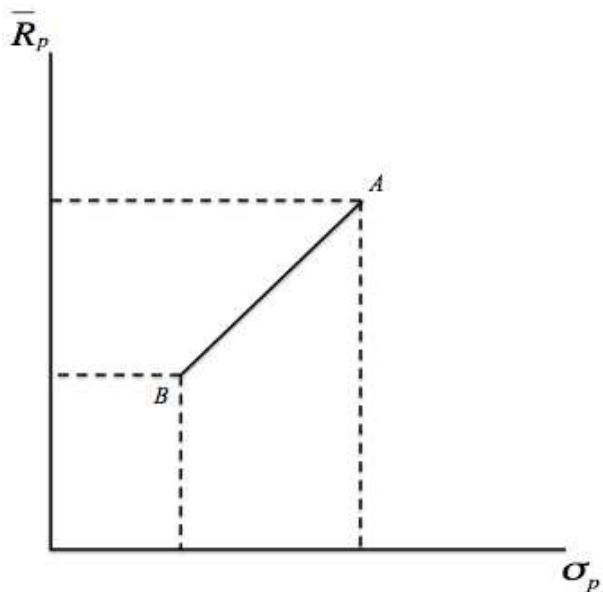
Jos sijoitamme taas yhtälön (4) yhtälöön (6), saa portfolion keskihajonnan kaava muodon

$$(7) \sigma_p = \left[X_A^2 \sigma_A^2 + (1 - X_A)^2 \sigma_B^2 + 2X_A (1 - X_A) \sigma_{AB} \right]^{1/2}$$

Yhtälöstä (7) huomaa, että portfolion keskihajontaa ei voida laskea yksinkertaisesti sen sisältämien osakkeiden keskihajonnan painotetulla keskiarvolla. Kaava sisältää kovarianssitermin σ_{AB} , joka voidaan esittää muodossa $\rho_{AB} \sigma_A \sigma_B$, jossa ρ_{AB} on osakkeiden A ja B välinen korrelaatiokerroin. Korrelaatiokerroin saa arvoja väliltä +1 ja -1. Arvolla +1 kahden osakkeen liikkuminen ylös tai alas on täysin

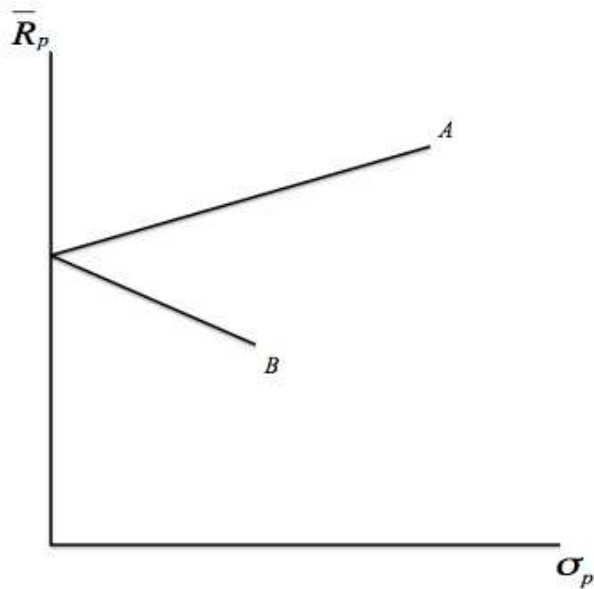
harmoniassa, kun taas arvolla -1 osakkeiden liikkuminen ylös ja alas on täysin vastakkaista. (Esim. Elton ym. 2003.)

Oletetaan kaksi sijoitushyödykettä sisältävän portfolion osakkeiden välisen korrelaatiokerroimen arvoksi +1. Osakkeiden liikkumisen ylös ja alas ollessa täysin identtistä, portfolion tuotto ja riski ovat yksittäisten osakkeiden tuoton ja riskin lineaarinen kombinaatio. Liitteessä 3. on todistettu kaikkien kahden täysin korreloituneen osakkeen kombinaatioiden sijoittuvan suoralle viivalle suhteessa tuottoon ja riskiin. Tämä on havainnoillistettu kuviossa 2. Kahden täydellisesti korreloituneen osakkeen tapauksessa portfolion tuotto ja riski on yksittäisten osakkeiden tuoton ja riskin painotetut keskiarvot. Kahden osakkeen portfolion muodostaminen täysin korreloituneista osakkeista ei johda pienempään riskiin.



Kuvio 2. Tuoton ja riskin suhde kun $\rho = +1$

Jos osakkeiden välinen korrelaatiokerroin on -1, eli osakkeiden liikkuminen on aina päinvastaista toisiinsa nähden, on mahdollista löytää tällaisten osakkeiden yhdistelmä, joka johtaa täysin riskittömään portfolioon. Kuviossa 3. on esitettyinä kahden tällaisen osakkeen kombinaatio graafisesti.



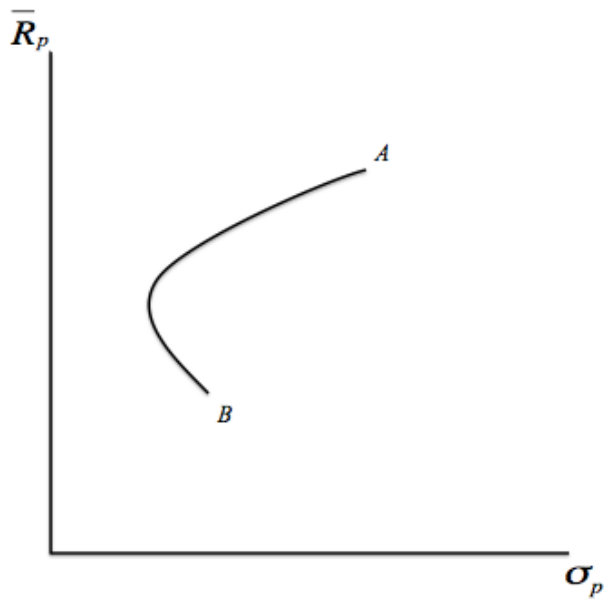
Kuvio 3. Tuoton ja riskin suhde kun $\rho = -1$

Mikäli kahden osakkeen välinen korrelaatiokerroin on nolla, kovarianssitermi häviää keskihajonnan kaavasta, jolloin se saa muodon

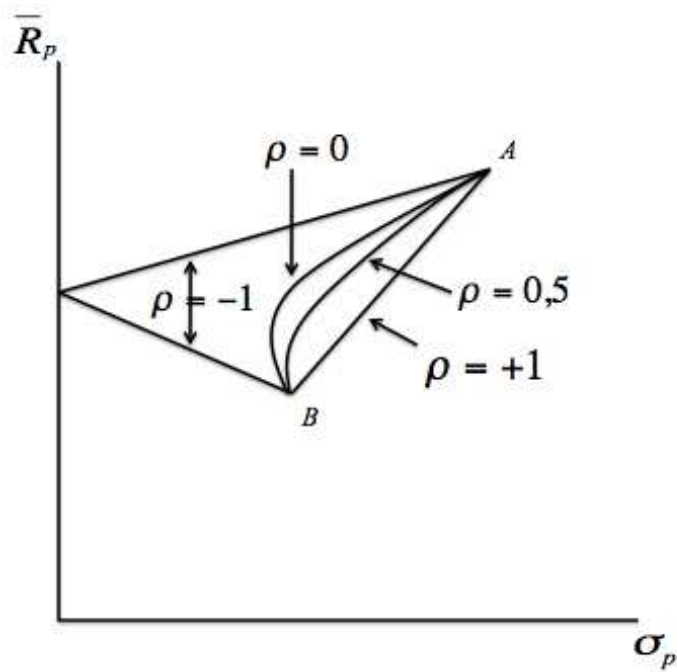
$$(8) \sigma_p = \left[X_A^2 \sigma_A^2 + (1 - X_A)^2 \sigma_B^2 \right]^{1/2}$$

Kaikki mahdolliset kahden osakkeen portfoliot, jonka sisältämien osakkeiden välinen korrelaatiokerroin on nolla, on esitetty graafisesti kuviossa 4.

Tämä erilaisten mahdollisten portfolioiden rintama lähestyy suoraa viivaa, kun korrelaatiokertoimen arvot lähestyvät ykköstä. Kuviossa 5. on esitettyinä odotetun tuoton ja riskin välinen suhde kahden osakkeen portfoliossa erilaisilla korrelaatiokertoimilla. Tästä kuvioista on havaittavissa, että hajautuksen hyödyt kasvavat, kun osakkeiden välisen korrelaatiokertoimen arvo lähestyy arvoa -1. Päinvastoin, hajautuksella ei ole saavutettavissa niin suuria hyötyjä, kun korrelaatiokerroin lähestyy arvoa +1. (Esim. Pike & Neale 2006.)



Kuvio 4. Tuoton ja riskin suhde kun $\rho = 0$

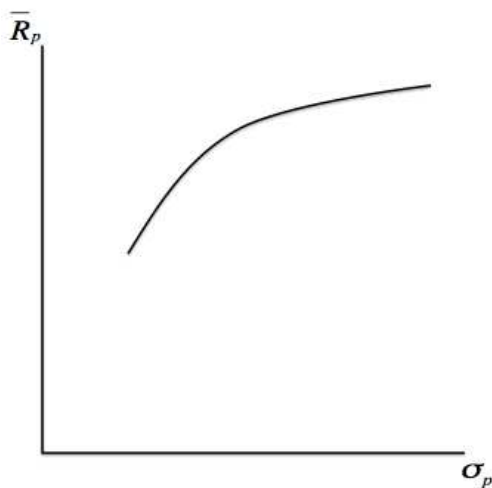


Kuvio 5. Tuoton ja riskin suhde eri korrelaatiokertoimilla

2.1.3. Tehokas rintama kaikilla osakkeilla

Kahden osakkeen portfolioille on yksinkertaista laskea tehokas rintama. Teoriassa on mahdollista laskea tehokas rintama kaikille mahdollisille osakkeiden kombinaatioille. Tämä on kuitenkin käytännössä mahdotonta, sillä mahdollisia portfolioita on ääretön määrä. Tehokasta rintamaa voidaan kuitenkin estimoida.

Sijoitetaan riskin ja tuoton suhdetta esittävään koordinaatistoon kaikki mahdolliset portfolioit. Tällöin saadaan pisteparvikuvio, jossa on n määrä pisteitä. Rationaalinen sijoittaja kuitenkin preferoi suurempaa tuottoa tai pienempää riskiä. Tällä perusteella voidaan eliminoida ne portfolioit, jotka tarjoavat samalla riskillä pienempää tuottoa tai samalla tuotolla suurempaa riskiä. Jäljelle jäävät portfolioit muodostavat konkaavin kuvaajan, jossa aina suuremman tuoton omaavat portfolioit omaavat myös suuremman riskin. Kuvaajan toinen päätepiste on portfolio, jolla on korkein tuotto, ja toinen päätepiste on portfolio, jolla on pienin riski. Kaikki tällä kuvaajalla sijaitsevat portfolioit ovat tehokkaita. Ainoastaan sijoittajan preferenssit määrittelevät, haluaako hän korkeamman tuoton ja riskin vai tyytyykö hän matalampaan tuottoon pienemmällä riskillä. Tämä tehokas rintama on havainnollistettu kuviossa 6.



Kuvio 6. Tehokas rintama

2.1.4. Tehokkaan rintaman laskeminen

Yksinkertaisinta määrittää tehokas rintama on tilanteessa, jossa lyhyeksimynti ja riskitön lainaaminen on sallittua. Kun lyhyeksimynti on sallittua ja lainaa saa riskittömällä korolla, on olemassa yksi riskisiä sijoituskohteita sisältävä portfolio joka dominoi kaikki muita portfolioita (ks. Elton ym. 2003). Tämä portfolio saadaan, kun etsitään portfolio jolla on suurin riskittömän tuoton ylittävän tuoton suhde keskihajontaan ja joka täyttää ehdon että portfolioon sijoitettujen osuuksien summa on yksi. Matemaattisesti tätä ongelmaa lähdetään ratkaisemaan maksimoimalla funktiota

$$(9) \Theta = \frac{\bar{R}_p - R_f}{\sigma_p}$$

ehdolla

$$(10) \sum_{i=1}^n X_i = 1$$

Jos kirjoitetaan R_f on R_f kertaa yksi, saadaan $R_f = 1R_f = \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) R_f = \sum_{i=1}^n (X_i R_f)$.

Kun tämä sijoitetaan funktioon (9) ja kirjoitetaan keskihajonta auki, voidaan maksimointiongelma kirjoittaa muotoon

$$(11) \Theta = \frac{\sum_{i=1}^n X_i (\bar{R}_i - R_f)}{\left[\sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}}^n X_i X_j \sigma_{ij} \right]^{1/2}}$$

Tätä ongelmaa lähdetään ratkaisemaan etsimällä maksimia derivaatan nollakohdasta. Derivoidaan funktio (11) X_i suhteen ja asetetaan se nolllaksi, saadaan

$$(12) \frac{d\Theta}{dX_i} = -(\lambda X_1 \sigma_{1i} + \lambda X_2 \sigma_{2i} + \lambda X_3 \sigma_{3i} + \dots + \lambda X_i \sigma_i^2 + \dots + \lambda X_{n-1} \sigma_{n-1i} + \lambda X_n \sigma_{ni}) + \bar{R}_i - R_f = 0$$

Jossa λ on vakio¹. Kaavassa (12) jokainen yksittäinen sijoituskohde X_k on kerrottu vakiolla λ . Määritellään uusi muuttuja $Z_k = \lambda X_k$, jossa X_k on yhteen osakkeeseen sijoitettava osuus, ja Z_k on näiden suhde. Ratkaistakseen X_k :n saatuaan Z_k :n, jaetaan jokainen Z_k kaikkien Z_k :en summalla. Funktio (12) voidaan yksinkertaistaa korvaamalla jokainen λX_k Z_k :lla ja siirtämällä varianssi-kovarianssitermit funktion oikealle puolelle, näin saadaan

$$(13) \bar{R}_i - R_f = Z_1 \sigma_{1i} + Z_2 \sigma_{2i} + \dots + Z_i \sigma_i^2 + \dots + Z_{n-1} \sigma_{n-1i} + Z_n \sigma_{ni}$$

Jokaiselle i :n arvolle on vastaava funktio, jolloin koko systeemin ratkaisu edellyttää, että ensin ratkaistaan matriisi kaikille vastaaville funktioille:

$$(14) \begin{aligned} \bar{R}_1 - R_f &= Z_1 \sigma_1^2 + Z_2 \sigma_{12} + Z_3 \sigma_{13} + \dots + Z_n \sigma_{1n} \\ \bar{R}_2 - R_f &= Z_1 \sigma_{12} + Z_2 \sigma_2^2 + Z_3 \sigma_{23} + \dots + Z_n \sigma_{2n} \\ \bar{R}_3 - R_f &= Z_1 \sigma_{13} + Z_2 \sigma_{23} + Z_3 \sigma_3^2 + \dots + Z_n \sigma_{3n} \\ &\cdot \\ &\cdot \\ \bar{R}_n - R_f &= Z_1 \sigma_{1n} + Z_2 \sigma_{2n} + Z_3 \sigma_{3n} + \dots + Z_n \sigma_n^2 \end{aligned}$$

¹ Vakio on yhtä kuin $(\bar{R}_p - R_f)$ jaettuna σ_p^2

Jossa Z :t ovat optimaalisen osuuden suhteet, mitä kannattaa yksittäiseen osakkeeseen sijoittaa. Optimaalinen sijoitussumma per osake ratkaistaan kaavalla

$$(15) X_k = \frac{Z_k}{\sum_{i=1}^n Z_i}$$

Sijoitushyödykkeiden 1 ja 2 välinen kovarianssi voidaan beta-kertoimen avulla lausua muodossa $\sigma_{12} = \beta_1\beta_2\sigma_m^2$, ja osakkeen 1 varianssi muodossa $\sigma_1^2 = \beta_1^2\sigma_m^2 + \sigma_{e1}^2$ (ks. Elton ym. 2003: 132–135). Beta-kerroin saadaan estimoimalla yhden indeksin malli kaikille sijoitushyödykkeille i . Näin tehokkaan rintaman ratkaiseva matriisi (14) voidaan lausua muodossa

$$\begin{aligned} \bar{R}_1 - R_f &= Z_1(\beta_1^2\sigma_m^2 + \sigma_{e1}^2) + Z_2(\beta_1\beta_2\sigma_m^2) + Z_3(\beta_1\beta_3\sigma_m^2) + \dots + Z_n(\beta_1\beta_n\sigma_m^2) \\ \bar{R}_2 - R_f &= Z_1(\beta_1\beta_2\sigma_m^2) + Z_2(\beta_2^2\sigma_m^2 + \sigma_{e2}^2) + Z_3(\beta_2\beta_3\sigma_m^2) + \dots + Z_n(\beta_2\beta_n\sigma_m^2) \\ (16) \quad \bar{R}_3 - R_f &= Z_1(\beta_1\beta_3\sigma_m^2) + Z_2(\beta_2\beta_3\sigma_m^2) + Z_3(\beta_3^2\sigma_m^2 + \sigma_{e3}^2) + \dots + Z_n(\beta_3\beta_n\sigma_m^2) \\ &\cdot \\ &\cdot \\ \bar{R}_n - R_f &= Z_1(\beta_1\beta_n\sigma_m^2) + Z_2(\beta_2\beta_n\sigma_m^2) + Z_3(\beta_3\beta_n\sigma_m^2) + \dots + Z_n(\beta_n^2\sigma_m^2 + \sigma_{en}^2) \end{aligned}$$

2.2. Yksi-indeksimalli

Edellisen esityksen perusteella on siis selvää, että sijoitusten hajauttaminen portfolioihin on huomattavasti kannattavampaa kuin sijoittaminen yksittäisiin osakkeisiin. Tehokkaan portfolion rakentaminen ei kuitenkaan ole helppo tehtävä. Onnistuneen portfolion rakentamiseen vaikuttaa paljon sen laskemiseen käytettävän datan laatu ja määrä. Analysoitavien tuotto-odotuksien ja kovarianssien määrä kasvaa nopeasti portfolion laajentuessa.

Kappaleessa 2.1.1. esitettyjen ominaisuuksien perusteella kun ruvetaan analysoida 50 eri osaketta sisältävää portfoliota, joudutaan laskemaan 50 tuotto-odotusta, 50 varianssia sekä $(50^2 - 50)/2 = 1225$ kovarianssia, yhteensä 1325 eri muuttujaa. Matriisin (14) ratkaiseminen 50 osakkeelle ei myöskään ole yksinkertaista. Näiden laskeminen on työlästä, kun huomioidaan, että 50 eri osaketta sisältävä portfolio on kohtalaisen pieni. (Bodie ym. 2005.)

Osakkeiden välisillä kovariansseilla on taipumus olla positiivisia. Usein samat makrotaloudelliset ilmiöt ja talouden heilahtelut vaikuttavat osakkeisiin yhdensuuntaisesti. Näitä ilmiöitä voi olla esimerkiksi suhdannevaihtelut, teknologiset muutokset, korkotasot ja työvoiman sekä raaka-aineiden hinta. Muutokset näissä keskenään vuorovaikutuksessa olevissa tekijöissä näkyy lähes jokaisessa yrityksessä. Täten odottamaton käänös jossakin näistä tekijöistä vaikuttaa koko osakemarkkinoihin.

Oletetaan että kaikki relevantit taloudelliset tekijät summataan yhdeksi makrotaloudelliseksi indikaattoriksi, joka liikuttaisi osakemarkkinoita kokonaisuudessaan. Oletetaan lisäksi, että kaikki tämän yleisen ilmiön ulkopuolelle jäävä epävarmuus osakkeessa on yrityskohtaista. Tällaista epävarmuutta voi luoda pienemmät tapahtumat yrityksen sisällä. Nämä tapahtumat vaikuttavat vain kyseiseen yritykseen ja ehkä samalla toimialalla toimivaan kilpailijaan, ei koko talouteen. Erotus makrotaloudellisilla ja yrityskohtaisilla tekijöillä saadaan kirjoittamalla osakkeen i tuotto muotoon

$$(17) r_i = E(r_i) + m_i + e_i$$

jossa $E(r_i)$ on osakkeen odotettu tuotto periodin alussa, m_i arvaamattomien makrotaloudellisten tapahtumien vaikutus osakkeen i tuottoon periodin aikana ja e_i on arvaamattomien yrityskohtaisten tapahtumien vaikutus. Molempien näiden oletusarvo on nolla. (Bodie ym. 2005.)

Eri yritykset reagoivat makrotaloudellisiin tapahtumiin erilalla. Merkataan arvaamattomien makrotekijöiden vaikutusta F :llä, ja osakkeen i reagointia

makrotaloudellisiin tapahtumiin betalla, β_i , jolloin osakkeen i makrokomponentti muuttuu muotoon $\beta_i F$, ja yhtälö (17) saa muodon

$$(18) \quad r_i = E(r_i) + \beta_i F + e_i$$

Tämä malli tarvitsee kuitenkin selittävän tekijän, jolla muutosten vaikutusta voidaan vertailla. Yksi tapa ratkaista tämä on vertailla tuottoja ison, paljon osakkeita sisältävän indeksin, kuten OMXH-indeksin kanssa. Tätä mallia kutsutaan yhden-indeksin malliksi. Tämän mallin avulla voidaan osakkeen tuotto jakaa makro- ja mikrotaloudellisiin tekijöihin. Osakkeen tuotto jaetaan kolmen eri tekijän summaksi

$$(19) \quad r_i - r_f = \alpha_i + \beta_i (r_M - r_f) + e_i$$

jossa α_i kuvaa osakkeen odotettua tuottoa mikäli markkinat ovat neutraalit, eli $r_M - r_f$ on nolla. $\beta_i (r_M - r_f)$ on komponentti, joka kuvaa tuottoa markkinoiden liikkeessä, β_i on siis osakkeen reagointi markkinoiden liikkeisiin. Mikrotaloudellisia vain osakkeeseen i vaikuttavia, odottamattomia muutoksia kuvaa komponentti e_i . (esim. Bodie ym. 2005; McLaney 2006.)

Tässä tutkielmassa tutkittujen osakkeiden tuotoista ja markkinatuotosta ei ole vähennetty riskitöntä tuottoa. Tällöin kaava (19) esitetään muodossa

$$(20) \quad R_i = \alpha_i + \beta_i R_M + e_i$$

Kaavasta (20) huomataan, että jokaisella osakkeella on kaksi tekijää sekä tuotolle että riskille. Tuoton komponentit ovat yrityskohtainen tekijä α_i ja markkinoihin liittyvä komponentti $\beta_i R_M$. Riskiä kuvaavat systemaattinen eli markkinariski β_M , joka mitataan osakkeen herkkyydellä markkinoiden muutoksille, sekä satunnaismuuttuja e_i . Sekä e_i että β_M ovat satunnaismuuttujia. Molemmilla muuttujilla on todennäköisyysjakaumat, keskiarvo ja keskihajonta. Merkitään muuttujien keskihajontoja σ_{e_i} ja σ_M . Kaava (20) kuvaa siis osakkeen tuottoa monen eri tekijän summana. Voidaan olettaa, että markkinariski ja yrityskohtainen riski eivät korreloi keskenään. Tällöin siis kaava (20) kuvaa osakkeen tuottoa

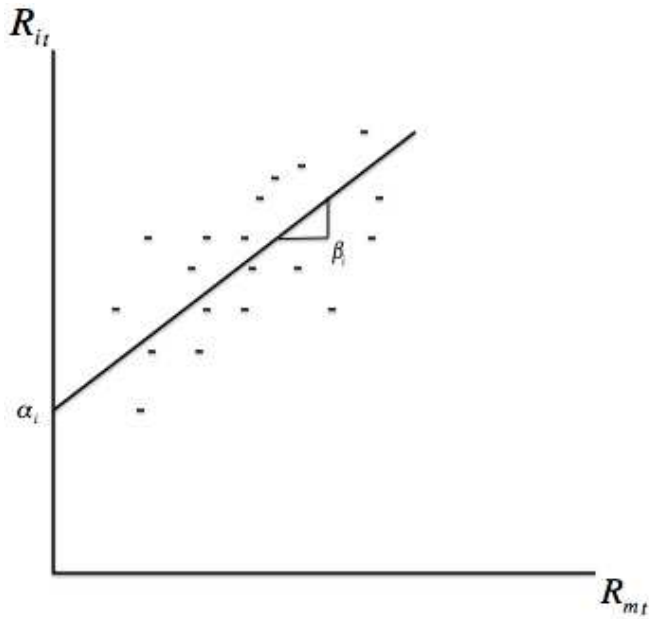
itsenäiseksi, riippumatta siitä, mikä on markkinoiden tuotto. Toinen oletus tälle mallille on, että e_i on kokonaan itsenäinen e_j :stä, kaikilla i :n ja j :n arvoilla. Tämä tarkoittaa, että ainoa tekijä, jonka takia osakkeet liikkuvat yhtenäisesti on osakkeiden yhtenäinen liikkuminen markkinoiden kanssa. Markkinoiden lisäksi ei ole muita pienempiä tekijöitä, jotka vaikuttavat osakkeiden yhtenäiseen liikkumiseen. (Esim. Bodie ym. 2005; Elton & Gruber 1995.)

2.3. Betan estimointi

Yksi-indeksi mallin käyttämiseksi on jokaiselle osakkeelle, jota harkitaan portfolioon estimoitava beta. Tulevia betoja voidaan ennustaa estimoimalla betat historiallisesta datasta ja sitten käyttää näitä tietoja estimoimaan tulevia betoja. Mahdollisimman virheetön ja tarkka estimointi systemaattiselle riskille on tärkeää taloudellisessa tutkimuksessa. (Bartholdy & Riding 1994.)

2.3.1. Betan estimointi historiallisesta datasta

Aikaisemmin osakkeen tuotolle saatiin kaava $R_i = \alpha_i + \beta_i R_M + e_i$. Tämän yhtälön odotetaan pitävän ajan suhteen, komponenttien α_i , β_i ja $\sigma_{e_i}^2$ arvot kuitenkin muuttuvat. Historiallisesta datasta ei suoraan saada arvoja kyseisille komponenteille. On tarkasteltava osakkeen menneitä tuottoja ja markkinoiden menneitä tuottoja. Osakkeen tuottoa kuvaava funktio $R_i = \alpha_i + \beta_i R_M + e_i$ on suora viiva. Mikäli $\sigma_{e_i}^2$ olisi nolla, α_i :n ja β_i :n estimoimiseen tarvittaisiin vain kaksi havaintoa. Satunnaismuuttuja e_i :n olemassaolo kuitenkin aiheuttaa sen, että tuotot muodostavat pisteparven suoran viivan ympärille.



Kuvio 7. Tuotot pisteparvena

Vertikaaliakseli on osakkeen i tuotto ja horisontaaliakseli on markkinoiden tuotto. Jokainen piste kuviossa on osakkeen i tuotto tietyllä ajalla, esimerkiksi yksi kuukausi (t) verrattuna markkinoiden tuottoon samalla aikavälillä. Todelliset tuotot jakautuvat linjalle ja sen ympärille. Mitä suurempi keskihajonta, sitä enemmän tuotot hajoavat linjan ympärille. Koska emme tarkalleen tiedä, missä suora sijaitsee, täytyy sitä estimoida. (Elton & Gruber 1995.)

Beta estimoidaan osakkeelle i mallilla

$$(21) R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + \varepsilon_{it}$$

Regressioanalyysin avulla saadut arvot betalle ovat estimaatteja oikeille betan arvoille, jotka ovat olemassa osakkeelle i . Nämä estimaatit ovat alttiita virheille, joten betan ja alfan estimaatit eivät välttämättä ole yhtäsuuria oikeiden betan ja alfan arvojen kanssa tällä periodilla. Lisäksi tätä prosessia hankaloittaa se, että beta ei välttämättä ole vakaa ajan suhteen. Riskin mittarina beta on altis yrityksen rakenteen muutoksille. Betan arvot muuttuvat, jos esimerkiksi yrityksen

pääomarakenne muuttuu epävakaammaksi. Tästä epävakaudesta huolimatta paras tapa ennustaa tulevia betan arvoja on käyttää regressioanalyysillä saatuja estimaatteja historiallisesta datasta. (Esim. Elton & Gruber 1995; Elton ym. 2003.)

2.3.2. Historiallisten betojen tarkkuus

Vuonna 1975 Blume tutki betan suhdetta aikaan. Blume laski betat käyttäen aikasarja regressiota kuukausidatalla seitsemänvuoden ajalta. Hän laski betat yksittäiselle osakkeelle, 2 osakkeen portfoliolle, 4 osakkeen portfoliolle ja näin edeten aina 50 osakkeen portfolioon asti. Isoille portfolioille lasketut beta-kertoimet sisälsivät paljon informaatiota avuksi portfolion tulevien beta-kertoimien ennustamiseen, kun taas yksittäisten osakkeiden betat eivät. Betat vaihtelevat, koska osakkeen tai portfolion riski muuttuu. Toinen syy on, että betoja laskiessa on olemassa satunnaisvirhe. Tämän virheen kasvaessa betojen ennustettavuus huononee. Muutokset osakkeiden betoissa menevät toisilla ylös, toisilla alas. Isossa portfoliossa nämä usein kumoavat toisensa, ja sitä kautta portfolion beta lähenee yhtä. Portfolioiden historialliset betat ovat parempia ennustamaan tulevia betoja, kuin yksittäisten osakkeiden historialliset betat. (Blume 1975; Elton ym. 2003.)

2.4. Aikaisemmat tutkimukset

Betan estimointia ja stabiilisuutta on tutkittu laajasti viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana. Lähes kaikkia tutkimuksia yhdistää yksi johtopäätös: beta-kerroin on hyvin epästabiili. Tästä yleisestä käsityksestä huolimatta, käytetyin lähestymistapa betan estimointiin on regressioanalyysi. (Eisenbeiss ym. 2007.)

Gong, Firth ja Cullinane (2006) estimoivat beta-kertoimia ja tutkivat niiden stabiilisuutta Yhdysvalloissa noteeratuille kuljetusalan yrityksille. Tutkimuksissaan he saivat kohtalaisen pieniä arvoja beta-kertoimille toimialalla, jonka yleisesti katsotaan olevan hyvin riskinen. He saivat myös eri estimointitavoilla erilaisia arvoja betoille. Yhtenäistä kuitenkin kaikilla

estimaateilla oli se, etteivät ne olleet stabiileja ajan suhteen. (Gong, Firth & Cullinane 2006.)

Wang ja Jones (2005) tutkivat vaihtelua vähän kauppaa käyvien osakkeiden päivädatasta estimoiduissa beta-kertoimissa. He estimoivat betoja regressioanalyysillä ja yhteisintegroituvuusanalyysillä FTSE100 indeksille. Yhteisintegroituvuusanalyysillä saadut betat tuottivat tarkempia estimaatteja osakkeille, joiden kaupankäynti on vähäistä. Regressioanalyysillä onkin suositeltavaa estimoida betat viikko-, kuukausi- tai vuosidatasta (Handa, Kothari & Waeley 1989).

Harvoin vaihdettujen osakkeiden beta-kertoimien epävarmuutta tutkivat aikaisemmin myös Bartholdy & Riding (1994). Mikäli osakkeita myydään ja ostetaan harvoin, lineaariregressiot tuottavat vääristäviä tuloksia ja osakkeiden riski estimoidaan liian pieneksi. Tätä väärentymää korjaamaan on kehitetty erilaisia menetelmiä. Yksi näistä on Dimsonin (1979) menetelmä, jossa estimoidaan regressiomallia, johon lisätty viive- ja ennakkotermejä. Tällöin betan estimaatti saadaan estimoimalla

$$(22) R_{j,t} = \alpha + \beta_{-1}R_{m,t-1} + \beta_0R_{m,t} + \beta_{+1}R_{m,t+1} + \varepsilon_{j,t}$$

$$(23) \beta_{DIM} = \beta_{-1} + \beta_0 + \beta_{+1},$$

jossa viivetermejä lisätään sitä enemmän, mitä harvemmin osakkeella käydään kauppaa. Toinen menetelmä on hyvin samankaltainen Scholesin ja Williamin (1977) kehittämä tekniikka, joka vaatii kolme eri estimointia yksi-indeksi mallista. Ensimmäisessä estimoinnissa käytetään rinnakkaisia havaintoja muuttujista. Tätä estimaattia merkitään β_0 . Seuraavassa estimaatissa käytetään markkinaindeksiä, johon on lisätty yksi viivetermi. Tätä estimaattia merkitään β_{-1} . Kolmanteen estimaattiin lisätään yksi ennakkotermi, joka merkitään β_{+1} . Näille kolmelle beta-kertoimelle lasketaan keskiarvo jakamalla ne markkinaindeksin korrelaatiokertoimella.

Kuitenkin Fowler, Rorke ja Jog (1980) todistivat, että kumpikaan yllämainituista metodeista ei tehokkaasti kontrolloi väärentymiä harvoin vaihdettujen osakkeiden estimaateissa.

Lie & Faff (2003) löysivät huomattavaa vaihtelua beta-estimaateissa kansainvälisille yrityksille. He estimoivat betoja toimialoittain monelle eri periodille. He tutkivat myös vuoden 1987 maailmanlaajuisen osakemarkkinoiden romahtamisen vaikutusta beta-kertoimiin. Saman osakkeen estimaateissa oli yli sadan prosentin vaihtelua pienimmästä korkeimpaan arvoon. Vuoden 1987 pörssiromahduksen vaikutus vaihteli toimialojen kesken. Noin puolet tutkituista toimialoista saivat äärimmäisiä arvoja, usein beta oli korkeampi kuin normaalisti. (Lie & Faff 2003.)

Myös Eisenbeissin, Kauermanin ja Semmlerin (2007) tutkimuksissa havaittiin beta-estimaattien vaihtelua ajan suhteen Saksan osakemarkkinoilla. He huomasivat myös paljon vaihtelua eri toimialoille estimoiduista betoista eri markkinavaiheilla. Keskimäärin autoteollisuuden, pankkien, perusteollisuuden ja käyttötavaroiden betat olivat huomattavasti isompia laskumarkkinoilla, kuin nousumarkkinoilla. Fabozzi ja Francis (1977) huomattavasti aiemmassa tutkimuksessaan eivät huomanneet eroa betoissa huolimatta siitä, oliko ne estimoitu nousu- tai laskumarkkinoiden datasta.

Portfolion betan stabiilisuus on Alexanderin ja Chervanyn (1980) tutkimuksen mukaan suoraan riippuvainen portfolion suuruudesta. Jo yli kymmenen osakkeen portfolioiden betat olivat huomattavasti vakaampia kuin yksittäisten osakkeiden betat. Tutkielmassaan he mittasivat stabiilisuutta otoksien poikkeamalla keskiarvosta. He todistivat myös, että optimi estimointi intervalli on neljästä kuuteen vuotta. Samankaltaiseen tulokseen pääsi myös Gonedes (1973), joka ehdotti ajanjaksoksi seitsemää vuotta.

Portfolion betan stabiilisuutta tutki myös Brooks, Faf, Gangemi ja Lee (1997). Yksittäisten osakkeiden beta-kertoimien epästabiilisuudesta huolimatta näistä osakkeista rakennettujen portfolioiden beta-kertoimet ovat saaneet stabiileja arvoja. He tutkivat saadaanko diversifioinnilla vähennettyä portfolion beta-

kertoimen epästabiilisuutta. Portfoliot rakennettiin yhdistelmänä osakkeita, joilla oli epästabiileja beta-kertoimia, ja osakkeita, joiden beta-kertoimet olivat saaneet stabiilimpia arvoja. Portfolion koon kasvaessa stabiilin beta-kertoimen omaavien osakkeiden lukumäärää piti lisätä, jotta portfolion beta-kerroin pysyi stabiilina. Portfolion koon kasvaessa se lähenee markkinaportfoliota, jonka beta on aina 1. Tutkimuksessaan he myös totesivat että epästabiilin beta-kertoimen omaavia osakkeita on vähemmän kuin stabiilin beta-kertoimen omaavia. Tätä kautta portfolion koon kasvaessa, kasvaa automaattisesti myös stabiilin beta-kertoimen omaavien osakkeiden lukumäärä suhteessa epästabiileihin. (Brooks ym. 1997.)

3. BETAN ESTIMOINTI JA STABIILISUUS

3.1. Aineisto

3.1.1. Helsingin pörssi

Helsingin arvopaperipörssi perustettiin vuonna 1912. Vuonna 1997 siihen liitettiin johdannaispörssi SOM ja Suomen Arvopaperikeskus. 2000-luvulla Helsingin pörssi on ajautunut useisiin eri pörssifuusioihin. Ensin HEX hankki omistukseensa vuonna 2008 Tallinnan, Riian ja Vilnan pörssit. Tämän jälkeen Tukholman pörssin emoyhtiö OM osti HEXin, josta seurasi OMX vuonna 2003. Vuonna 2006 Kööpenhaminan ja Islannin pörssit sulautuivat osaksi OMX-konsernia. Vuonna 2007 Yhdysvaltalainen teknologiapörssi NASDAQ fuusioitui OMXn kanssa. Helsingin pörssi siirtyi osaksi NASDAQ OMX -konsernia, joka toimii kuudella eri mantereella. Tämän seurauksena Helsingin Pörssin nimi muuttui NASDAQ OMX Helsingiksi.

Yhtiöt ryhmitellään listalla markkina-arvon ja toimialan mukaan. Markkina-arvoryhmiä on kolme kappaletta: suuret, keskisuuret ja pienet yhtiöt. Suurten ryhmään kuuluvat yritykset, joiden markkina-arvo on yli miljardi euroa. Keskisuurten ryhmään kuuluvat yritykset, joiden markkina-arvo on välillä 150 miljoonaa ja miljardi euroa. Pienillä yrityksillä markkina-arvo on alle 150 miljoonaa euroa. Markkina-arvoryhmät tarkistetaan kaksi kertaa vuodessa. (Pörssisäätiö 2009.)

Markkina-arvoryhmien lisäksi, yritykset jaetaan näiden sisällä vielä eri toimialoihin. Toimialaluokat tulevat Morgan Stanleyn ja Standard & Poor'sin kehittämän ja ylläpitämän kansainvälisen luokitusjärjestelmä GICSn (Global Industry Classification Standard) mukaisesti. Toimialaluokitus määräytyy yritykselle sen toimialan mukaan, josta suurin osa yrityksen liikevaihdosta tulee. Toimialaluokkia ovat:

- Energia
- Perusteollisuus
- Teollisuustuotteet ja -palvelut
- Kulutustavarat ja -palvelut
- Päivittäistavarat
- Terveystieteiden palvelut
- Rahoitus ja kiinteistöt
- Informaatioteknologia
- Tietoliikennepalvelut
- Yhdyskuntapalvelut

Näiden toimialaluokkien sisällä yritykset jaotellaan vielä tarkempiin toimialaluokituksiin (Pörssisäätiö 2009). Tarkemmat luokitukset ja tässä tutkielmassa käytettyjen yritysten toimialat ovat esitetty liitteessä 1.

Fuusion myötä, Pohjoismaiden ja Baltian pörssien nimet ovat muuttuneet yhteneviksi. Nimissä on OMX-tunnus, pörssin nimen alkukirjain ja indeksityyppi. Helsingin yleisindeksin nimi on OMX Helsinki eli OMXH. Helsingin pörssin portfolioindeksi on OMX Helsinki CAP eli OMXHCAP. Näiden lisäksi on vielä vertailuindeksi OMX Helsinki Benchmark (OMXHB) ja 25 vaihdetuimman osakkeen indeksi OMX Helsinki 25 eli OMXH25. OMXHCAP on yleisindeksin painorajoitettu versio. Tässä indeksissä yhden osakkeen maksimipaino on 10 prosenttia indeksin koko markkina-arvosta. Molemmat indeksit OMXH ja OMXHCAP lasketaan sekä tuotto- että hintaindekseinä. Hintaindeksi ei huomioi yhtiöiden maksamia osinkoja.

3.1.2. Tutkielmassa käytetty aineisto

Tutkimusaineistona on 21 Helsingin pörssissä noteeratun suomalaisen osakkeen kuukausituotot vuosilta 1995–2007. Nämä 21 yritystä on valittu edustamaan eri toimialoja. Helsingin pörssissä on noteerattuna verrattaen vähän osakkeita. Tämä on hankaloittanut yritysten valintaa. Nämä kaikki yritykset ovat olleet koko

tutkimusperiodin ajan noteerattuina, joskin Lemminkäiseltä, Orionilta, UPM:ltä ja YIT:ltä puuttuvat muutaman ensimmäisen kuukauden tuotot. Muutaman kuukausituoton puuttumisen vaikutus lopputulokseen on marginaalisen pieni. Osakkeiden beta-kertoimet on estimoitu käyttäen markkinaportfoliona sekä OMXH yleisindeksiä että painorajoitettua OMXHCAP indeksiä. Osakkeiden ja markkinaportfolioiden tuotot ovat logaritmisessa muodossa. Logaritmiset kuukausituotot ovat laskettu kaavalla

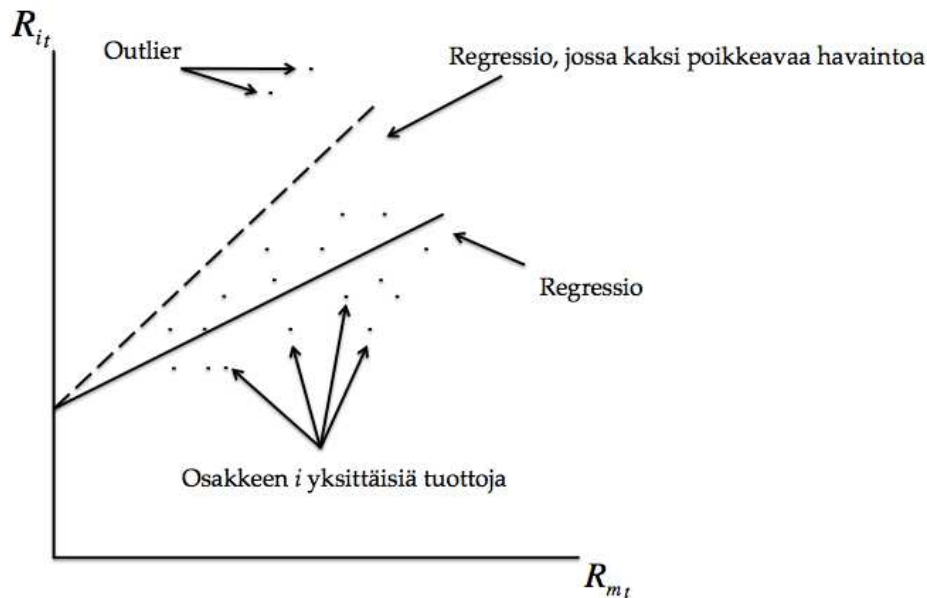
$$(24) R_i = \ln P_t - \ln P_{t-1}$$

jossa R_i kuvaa osakkeen i tuottoa ja P_t osakkeen hintaa hetkellä t . Aineisto on peräisin Vaasan yliopiston laskentatoimen ja rahoituksen laitoksen ylläpitämästä tietokannasta.

3.2. Tutkimusmenetelmät

3.2.1. Pienimmän neliösumman menetelmä

Pienimmän neliösumman menetelmä on tarkoitettu estimoimaan eri tekijöitä lineaarisessa regressiomallissa. Tämä menetelmä minimoi etäisyyksien erotusten neliöiden summaa aineistosta havaittujen tulosten ja regressiomallin välillä. Kuviossa 8. on kuvattu pisteparvi, joka kuvaa yksittäisiä tuottoja, ja viiva, joka kuvaa regressiomalla. Viiva sijoittuu pisteiden keskelle niin, että regressiomallin ja pisteiden välisten etäisyyksien summien neliöt ovat mahdollisimman pienet. Tällöin muutamakin poikkeava havainto (outlier) vaikuttavat merkittävästi estimointituloksiin. (Amemiya 1994.)



Kuvio 8. Regressio graafisesti

Betan estimointi osakkeelle i tapahtuu kaavalla

$$(26) R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + \varepsilon_{it}$$

jossa α_i on vakiotermi, R_{mt} on markkinatuotto hetkellä t ja ε_{it} on virhetermi. Yhtälö (26) on lineaarinen regressiomalli, josta pienimmän neliösumman menetelmällä estimoidaan arvot muuttujalle β_i . Tätä regressiomallia voidaan ajatella otosregressiomallina, jossa data esitetty n määränä pareja (R_{it}, R_{mt}) , $i=1,2,\dots,n$ (Montgomery & Peck 1992).

Betat estimoidaan käyttäen markkinaportfolioa sekä OMXH yleisindeksiä että OMXHCAP painorajoitettua indeksiä. Yksittäisten osakkeiden tuotot R_{it} ovat Helsingin pörssissä koko ajanjaksolla noteerattuina olleiden 21 yrityksen osakkeiden kuukausituotot aikavälillä 1995–2007. Liitteessä 2. on esitetty Eviewsillä saatu tuloste Nokian osakkeen beta-kertoimen estimoinnista pienimmän neliösumman menetelmällä.

3.2.2. Kvantiiliregressio

Pienimmän neliösumman menetelmän lisäksi betat estimoidaan myös käyttäen kvantiiliregressiota, jonka kehitti Koenker ja Bassett (1978). Kvantiiliregression avulla yritetään selvittää, saadaanko tällä menetelmällä estimoitua vakaampia beta-kertoimia, kuin PNS-menetelmällä estimoituna. Pienimmän neliösumman menetelmällä saadaan estimaatit, jotka arvioivat tutkittavan muuttujan konditionaalista keskiarvoa, kun ennustavat muuttujat ovat saaneet tietyn arvon. Sen sijaan kvantiiliregressiolla saadaan estimaatit, jotka arvioivat joko selitettävän muuttujan mediaania tai muita kvantiileja. Keskiarvo muuttujana on erittäin altis yhden poikkeuksellisen suuren tai pienen havainnon vaikutukselle lopputuloksessa. Kvantiiliregressiolla saadut estimaatit eivät arvioi selittävän muuttujan keskiarvoa, ja siten eivät ole niin alttiita yhden poikkeuksellisen suuren tai pienen havainnon aiheuttamaan muutokseen lopputuloksessa. (Hallock & Koenker 2001; Koenker 2005.)

Tämän menetelmän avulla on tarkoitus selvittää, vaikuttavatko nämä poikkeuksellisen suuret tai pienet havainnot pienimmän neliösumman menetelmällä estimoituihin beta-kertoimiin ja niiden stabiilisuuteen, ja saadaanko kvantiiliregressiolla luotettavampia estimaatteja beta-kertoimille.

3.2.3. Stabiilisuuden tutkiminen

Stabiilisuutta on tutkittu neliöiden kumulatiivisen summan testillä (CUSUM of squares). CUSUM testin kehitti ensimmäisenä Page (1961) ja Barnard (1959). Se perustuu menetelmään, jossa aina uudelle otokselle suoritetaan testi, joka määrittää vaihteleekeko koko prosessin keskiarvo tietystä referenssiarvosta. Kumulatiivisen summan diagrammi havaitsee nämä vaihtelut prosessin keskiarvossa akkumuloimalla tutkittujen otosten vaihtelun summaa referenssiarvosta. (Coleman & Ren 2006.)

Kumulatiivisen summan kaava referenssiarvosta k aikajaksolla t , kun $S_0 = 0$

$$(27) S_t = \sum_{i=1}^t (\bar{X}_i - k) = S_{t-1} + (\bar{X}_t - k)$$

Brown, Durbin ja Evans (1975) kehittivät tästä neliöiden kumulatiivisen summan testin, joka on muotoa

$$(28) CUSQ = \max_{k+1 < r \leq T} \left| S_T^{(r)} - \frac{r-k}{T-k} \right|$$

$$\text{jossa } S_t^{(r)} = \left(\sum_{i=k+1}^r \tilde{v}_i^2 \right) / \left(\sum_{i=k+1}^T \tilde{v}_i^2 \right).$$

McGabe ja Harrison (1980) suosittelivat neliöiden kumulatiivisen summan testiä käytettäväksi rekursiivisen residuaalin sijaan, kun tutkitaan stabiilisuutta pienimmän neliösumman menetelmällä estimoiduista malleista. Testien laaja käytettävyys johtuu Caporalen ja Pittisin mukaan siitä, että neliöiden kumulatiivisen summan testi testaa nollahypoteesia parametrien stabiilisuudesta muita vaihtoehtoja vastaan. (Caporale & Pittis 2004; Deng & Perron 2005.)

3.3. Beta-kertoimet

Tässä kappaleessa esitetään kaikki estimoidut beta-kertoimet. Betat on jaettu aikajaksoittain kolmeen eri taulukkoon. Saman aikajakson ja indeksin betoista on laskettu keskiarvot. Aikajaksot ovat 1995–2007, 1995–2000 ja 2001–2007, joista ensin käyn läpi koko aikajaksolta estimoidut betat, sitten vuosilta 1995–2000 ja lopuksi vuodet 2001–2007. Betat estimoitiin kahdella menetelmällä, pienimmän neliösumman menetelmällä ja kvantiiliregressiolla. Taulukoissa vasemmalla puolella ovat pienimmän neliösumman menetelmällä estimoidut betat ja oikealla puolella kvantiiliregressiolla saadut beta-kertoimet. Molemmilla metodeilla ja kaikilla aikajaksoilla estimoitiin betat kahdesta eri indeksistä, OMXH yleisindeksistä sekä OMXHCAP painorajoitetusta indeksistä, yhteensä beta-kertoimia yhdelle osakkeelle tuli siis 12 kappaletta. Yrityksiä on yhteensä 21

kappaletta. Nämä yritykset ovat olleet noteerattuina koko aikajakson ajalta, poikkeuksena Lemminkäisen, Orionin, UPM:n ja YIT:n osakkeiden kuukausituottoja ei saatu ensimmäisiltä kuukausilta.

Taulukko 1. Beta-kertoimet aikavälillä 1995–2007.

1995–2007			1995–2007		
OLS-REGRESSION			QUANTILE REGRESSION		
	OMXH	OMXHCAP		OMXH	OMXHCAP
Amer	0,21	0,50	Amer	0,17	0,39
Finnair	0,22	0,61	Finnair	0,08	0,67
Fiskars K	0,12	0,55	Fiskars K	0,32	0,63
Huhtamäki	0,30	0,70	Huhtamäki	0,24	0,56
Kemira	0,15	0,47	Kemira	0,13	0,47
Kesko B	0,17	0,41	Kesko B	0,16	0,43
Lemminkäinen	0,34	0,74	Lemminkäinen	0,26	0,65
M-Real B	0,50	1,08	M-Real B	0,63	1,05
Nokia	1,44	1,52	Nokia	1,42	1,42
Orion	0,12	0,43	Orion	0,13	0,45
Outokumpu	0,38	0,88	Outokumpu	0,44	0,98
Rautaruukki	0,33	0,84	Rautaruukki	0,39	0,82
Sampo	0,51	0,86	Sampo	0,49	0,87
Stockmann B	0,24	0,53	Stockmann B	0,14	0,43
Stora Enso	0,49	1,01	Stora Enso	0,63	1,06
Tieto	0,79	1,42	Tieto	0,88	1,34
UPM	0,46	0,93	UPM	0,47	1,05
Vaisala	0,32	0,53	Vaisala	0,43	0,57
Wärtsilä	0,36	0,84	Wärtsilä	0,34	0,90
YIT	0,36	0,84	YIT	0,25	0,75
Ålandsbanken	0,01	0,14	Ålandsbanken	0,01	0,09
Keskiarvo	0,37	0,75	Keskiarvo	0,38	0,74

Aikavälille 1995–2007 estimoidut betat näkyvät taulukossa 1. Niistä on selkeästi huomattavissa Helsingin pörssin yleinen trendi. OMXH indeksistä pienimmän neliösumman menetelmällä estimoiduista betoista, ainoastaan Nokian osakkeen beta on yli yhden. TietoEnatorin, nykyisen Tiedon beta oli toiseksi suurin Nokian jälkeen, arvolla 0,79. Metsäteollisuuden yritysten M-Realin, Stora Enson ja UPMn betat olivat lähellä toisiaan, 0,50, 0,49 ja 0,46. Kaikkien kolmen osakkeen betat nousivat lähelle yhtä, kun ne estimoitii OMXHCAP indeksistä. Pienimmän betan arvon sai Ålandsbankenin osake, OMXH indeksistä estimoituna beta oli 0,01, ja nousi 0,14, kun beta estimoitii OMXHCAP indeksistä.

Wärtsilä ja YIT saivat täsmälleen samat betat, molemmilla indekseillä. Rakennusteollisuutta edustavan Lemminkäisen osake oli myös hyvin samankaltainen kuin YIT:n. OMXH yleisindeksistä estimoituna Lemminkäisen osake sai betakseen 0,34, ja nousi 0,74 OMXHCAP indeksistä estimoituna. Urheiluvälinevalmistaja Amerin beta OMXH indeksistä estimoituna oli 0,21, ja nousi 0,50 kun se estimoitii OMXHCAP indeksistä. Samaa toimialaa edustava Fiskarsin K osake sai Helsingin pörssin yleisindeksistä estimoiduksi beta luvuksi 0,12. Painorajoitettusta OMXHCAP indeksistä estimoituna Fiskarsin osakkeen beta nousi 0,55:n, eli suuremmaksi kuin Amerin samasta indeksistä estimoitu beta, vaikka OMXH indeksistä estimoituna se oli noin puolet Amerin osakkeen betan arvosta.

Taulukosta 1. näkyvät myös kvantiiliregressiolla estimoidut beta-kertoimet aikavälille 1995–2007. Ne ovat pitkälti samansuuruisia molemmilla tavoilla laskettuna. Nokian beta oli jälleen suurin, se sai molemmilla indekseillä arvon 1,42. Mitään selvää johdonmukaisuutta betojen muutoksille eri tavoilla estimoituna ei näissä tuloksissa havaita. Toisilla yrityksillä eri indekseistä lasketut betat lähenivät toisiaan, toisilla eri indekseistä laskettujen betojen erot kasvoivat. Kuitenkin suuruusluokat ovat pysyneet jotakuinkin samoina, jonka todistaa myös keskiarvojen samankaltaisuus. Isoja beta-kertoimia saaneet yritykset pysyvät samoina molemmilla tavoilla estimoituna.

Mielenkiintoinen havainto taulukosta 1. on beta-kertoimista lasketut keskiarvot. Pienimmän neliösumman menetelmällä estimoitujen betojen keskiarvot ovat

OMXH indeksille 0,37 ja OMXHCAP indeksille 0,75. Vastaavat keskiarvot kvantiiliregressiolla estimoiduille betoille ovat 0,38 ja 0,74. Huolimatta siitä, että beta-kertoimet vaihtelivat runsaastikin ja ilman selvää logiikkaa, betojen keskiarvot ovat lähes identtiset. Suurimmat erot beta-kertoimissa OMXHCAP indeksistä estimoituna PNS-menetelmän ja kvantiiliregression välillä oli Amerilla, jonka beta-kerroin laski 0,11 kvantiiliregressilla estimoituna, Huhtamäellä, jonka beta-kerroin laski 0,14 verrattuna PNS-menetelmään ja UPM:llä, jonka osakkeen beta-kerroin taas kasvoi 0,12, kun se estimoitui kvantiiliregressiolla OMXHCAP indeksistä.

Taulukossa 2. on beta-kertoimet aikaväliltä 1995–2000. Kun näitä kertoimia vertaa aikavälin 1995–2007 pienimmän neliösumman menetelmällä saatujen beta kertoimien kanssa, voi todeta, että lähes kaikki OMXH indeksistä estimoidut betat olivat suurempia. OMXHCAP indeksistä estimoituna muutos ei ollut niin huomattava, keskiarvo nousi 0,1 yksikköä. Nokia oli ainoa yritys jonka OMXHCAP indeksistä estimoitu beta oli pienempi kuin OMXH indeksistä estimoitu. Se oli myös ainoa tapaus jolloin OMXH indeksistä saatu beta oli suurempi kuin OMXHCAP indeksistä saatu beta. Samat neljä yritystä saivat yli yhden arvoltaan olevan betan OMXHCAP indeksistä myös tällä aikavälillä.

Taulukossa 2. on esitetty myös kvantiiliregressiolla aikavälille 1995–2000 estimoidut betakertoimet. Tämänkään periodin eri tavoin laskettujen betojen muutoksille ei löydy selvää johdonmukaisuutta. Aikaisemmin suuria arvoja saaneet betat olivat myös nyt joukon suurimpia. Ålandsbankenin beta sai OMXH indeksistä laskettuna arvokseen -0,02. Tämä on selvästi seurausta Ålandsbankenin osakkeen hyvin vähäisestä vaihdosta, ei niinkään pienestä systemaattisesta riskistä.

Taulukko 2. Beta-kertoimet aikavälillä 1995–2000.

1995–2000			1995–2000		
OLS-REGRESSION			QUANTILE REGRESSION		
	OMXH	OMXHCAP		OMXH	OMXHCAP
Amer	0,28	0,50	Amer	0,26	0,41
Finnair	0,34	0,69	Finnair	0,17	0,73
Fiskars K	0,13	0,39	Fiskars K	0,54	0,63
Huhtamäki	0,60	0,98	Huhtamäki	0,46	0,87
Kemira	0,32	0,57	Kemira	0,16	0,60
Kesko B	0,34	0,53	Kesko B	0,27	0,60
Lemminkäinen	0,48	0,75	Lemminkäinen	0,46	0,79
M-Real B	0,59	0,99	M-Real B	0,67	0,94
Nokia	1,42	1,37	Nokia	1,53	1,63
Orion	0,31	0,53	Orion	0,21	0,33
Outokumpu	0,74	1,09	Outokumpu	0,91	1,16
Rautaruukki	0,50	0,86	Rautaruukki	0,51	0,83
Sampo	0,54	0,84	Sampo	0,57	0,84
Stockmann B	0,37	0,58	Stockmann B	0,13	0,50
Stora Enso	0,66	1,05	Stora Enso	0,62	1,04
Tieto	0,78	1,33	Tieto	0,81	0,98
UPM	0,53	0,85	UPM	0,51	0,86
Vaisala	0,23	0,36	Vaisala	0,28	0,53
Wärtsilä	0,46	0,81	Wärtsilä	0,38	0,66
YIT	0,45	0,80	YIT	0,37	0,59
Ålandsbanken	-0,02	0,07	Ålandsbanken	0,00	0,05
Keskiarvo	0,48	0,76	Keskiarvo	0,47	0,74

Aikaväliltä 1995–2000 lasketut betojen keskiarvot olivat myös lähes identtiset. Pienimmän neliösumman menetelmällä estimoitujen beta-kertoimien keskiarvot olivat OMXH indeksillä 0,48 ja OMXHCAP indeksillä 0,76. Vastaavat luvut

kvantiiliregressiolla saaduille beta-kertoimille olivat 0,47 ja 0,74. Tälläkin periodilla beta-kertoimien vaihtelusta huolimatta olivat niiden keskiarvot hyvin samankaltaiset. OMXHCAP indeksistä estimoitujen betojen keskiarvot olivat hyvin samankaltaisia aikaväleillä 1995–2000 ja 1995–2007. Tämän aikavälin suurimmat muutokset beta-kertoimissa OMXHCAP indeksistä estimoituna olivat Tiedolla, jonka beta-kerroin laski 0,35 kvantiiliregressiolla estimoituna, Nokialla, jonka beta-kerroin nousi 0,26 ja Fiskarsilla, jonka osakkeen beta-kerroin oli 0,24 suurempi kvantiiliregressiolla estimoituna. Tämän aikavälin muutokset beta-kertoimissa olivat suurempia kuin myöhemmällä aikavälillä 2001–2007 tai koko ajanjaksolla 1995–2007.

Taulukossa 3. on esitetty viimeisimmältä aikajaksolta lasketut beta-kertoimet. Ne noudattavat hyvin samankaltaista kaavaa kuin edellisilläkin aikajaksolla. Tällä ajanjaksolla poikkeuksena Orion, jonka osake sai negatiivisen betan arvon OMXH indeksistä pienimmän neliösumman menetelmällä estimoituna. Samasta indeksistä kvantiiliregressiolla estimoitu beta sai arvon 0,05. Tällä ajanjaksolla OMXH indeksistä estimoidut betat saivat molemmilla menetelmillä selvästi pienimpiä arvoja. Pienimmän neliösumman menetelmällä OMXH indeksistä estimoitujen betojen yhteenlaskettu summa vuosilta 2001–2007 on 6,86. Vuosilta 1995–2000 vastaava summa 10,06. Betat ovat siis selvästi isompia aikaisemmalla ajanjaksolla mitattuna. Myös tämän ajanjakson keskiarvot ovat lähes identtiset. Pienimmän neliösumman menetelmällä OMXH indeksistä estimoitujen betojen keskiarvo on 0,33, OMXHCAP indeksistä keskiarvo on 0,74. Vastaavat keskiarvot kvantiiliregressiolla estimoiduille betoille olivat 0,36 ja 0,76. Ajanjakson 2001–2007 suurimmat muutokset beta-kertoimissa olivat Rautaruukilla, jonka beta-kerroin oli 0,23 suurempi kvantiiliregressiolla estimoituna, Lemminkäisellä, jonka beta laski 0,20, ja Stora Enso, jonka osakkeen beta-kertoin myös kasvoi 0,18 kvantiiliregressiolla estimoituna.

Taulukko 3. Beta-kertoimet aikavälillä 2001–2007.

2001–2007			2001–2007		
OLS-REGRESSION			QUANTILE REGRESSION		
	OMXH	OMXHCAP		OMXH	OMXHCAP
Amer	0,18	0,51	Amer	0,08	0,39
Finnair	0,17	0,55	Finnair	0,12	0,48
Fiskars K	0,28	0,55	Fiskars K	0,15	0,63
Huhtamäki	0,11	0,39	Huhtamäki	0,20	0,38
Kemira	0,07	0,38	Kemira	0,14	0,46
Kesko B	0,09	0,30	Kesko B	0,05	0,27
Lemminkäinen	0,28	0,74	Lemminkäinen	0,28	0,54
M-Real B	0,44	1,19	M-Real B	0,54	1,13
Nokia	1,43	1,64	Nokia	1,37	1,48
Orion	-0,01	0,32	Orion	0,05	0,49
Outokumpu	0,19	0,67	Outokumpu	0,20	0,84
Rautaruukki	0,29	0,86	Rautaruukki	0,45	1,10
Sampo	0,47	0,88	Sampo	0,48	0,95
Stockmann B	0,19	0,50	Stockmann B	0,12	0,48
Stora Enso	0,38	0,97	Stora Enso	0,66	1,15
Tieto	0,80	1,50	Tieto	0,91	1,39
UPM	0,42	0,98	UPM	0,49	1,10
Vaisala	0,37	0,71	Vaisala	0,54	0,74
Wärtsilä	0,32	0,88	Wärtsilä	0,47	1,04
YIT	0,33	0,89	YIT	0,29	0,81
Ålandsbanken	0,03	0,20	Ålandsbanken	0,01	0,17
Keskiarvo	0,33	0,74	Keskiarvo	0,36	0,76

Taulukossa 4. on vielä esitetty kaikki beta-kertoimien keskiarvot. Vasemmanpuoleiset sarakkeet kuvaavat OMXH ja OMXHCAP indekseistä pienimmän neliösumman menetelmällä laskettujen beta-kertoimien keskiarvoja, ja

kaksi oikeanpuoleista saraketta kvantiiliregressiolla laskettujen beta-kertoimien keskiarvoja. Yhteensä keskiarvoja tuli siis 12 kappaletta. Kaikilla ajanjaksoilla ja molemmilla menetelmillä OMXHCAP indeksistä estimoitujen betojen keskiarvot heittelivät vain 0,02 yksikköä. Keskiarvot olivat välillä 0,74–0,76. OMXH indeksistä eri ajanjaksojen keskiarvot vaihtelevat hieman enemmän. Näistäkin keskiarvoista on tosin huomattavissa yhteneväisyyttä. Vuosien 1995–2007 ja 2001–2007 OMXH indeksistä estimoitujen beta-kertoimien keskiarvot ovat hyvin lähellä toisiaan arvoilla 0,33–0,38, ja vuoden 1995–2000 keskiarvot ovat samankaltaisia molemmilla metodeilla, 0,48 OMXH indeksille ja OMXHCAP indeksille 0,47. Beta-kertoimien vaihtelevuudesta huolimatta, niille lasketut keskiarvot ovat hyvin samankaltaisia.

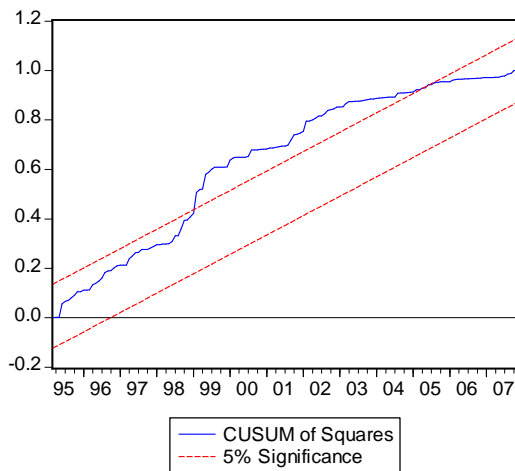
Taulukko 4. Beta-kertoimien keskiarvot.

	PNS- regressio		Kvantiiliregressio	
	OMXH	OMXHCAP	OMXH	OMXHCAP
1995–2007	0,37	0,75	0,38	0,74
1995–2000	0,48	0,76	0,47	0,74
2001–2007	0,33	0,74	0,36	0,76

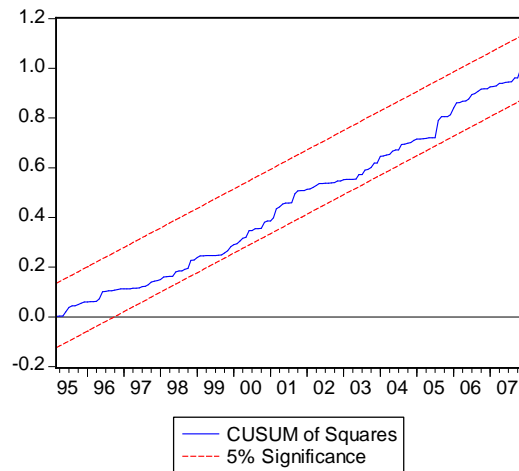
3.4. Beta-kertoimien stabiilisuus

Stabiilisuustestit on tehty vain pienimmän neliösumman menetelmällä OMXHCAP-indeksistä lasketuista beta-kertoimista. OMXH indeksistä lasketut betat olivat niin epäluotettavia Nokian osakkeen suuren painoarvon takia, että niiden stabiilisuus ei ole relevanttia. Kuvioissa sininen viiva kuvaa beta-kertoimelle laskettua neliöiden kumulatiivisen summan testiarvoa, punaiset katkoviivat ovat 5 prosentin merkitsevyytystason rajat. Vaaka-akselilla on vuosiluku. Tässä kappaleessa on esitetty esimerkkeinä kahdeksan eri yrityksen stabiilisuustestien tulokset. Loput stabiilisuustestit on esitetty liitteessä 4.

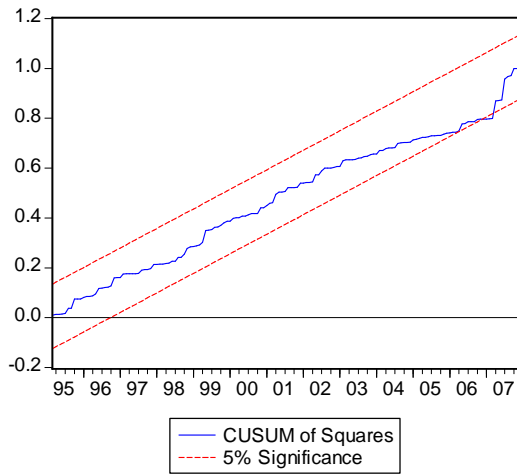
Kuvioissa 9–16 on kuvattuna esimerkkiyritysten beta-kertoimien stabiilisuuta neliöiden kumulatiivisen summan testillä. Näistä esimerkkiyrityksistä ainoastaan YIT:n, Finnairin ja M-Realin B osakkeen beta-kertoimet ovat stabiileja koko aikaväliltä 1995–2007. Keskon B osakkeelle tehty stabiilisuustesti ylittää vain hieman viiden prosentin merkitsevyytason vuosien 2006–2007 välissä. Tämä poikkeama on kuitenkin niin vähäinen, että Keskon B osakkeen beta-kertoimen voidaan katsoa pysyneen stabiilina koko tutkimusjakson ajan. Suurimpia vaihteluita stabiilisuudessa oli Tiedon ja Amerin beta-kertoimilla. Ne olivat valtaosan ajasta epästabiileja. Nokian beta-kerroin pysytteli stabiilina lähes koko ajan, ainoastaan vuosien 2003–2004 välisenä aikana se oli hieman epästabiili.



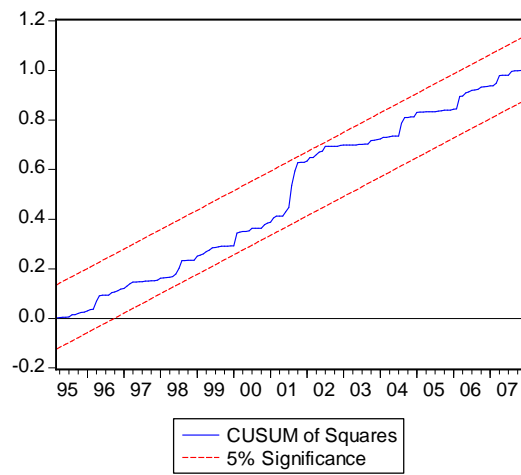
Kuvio 9. Amer 1995–2007



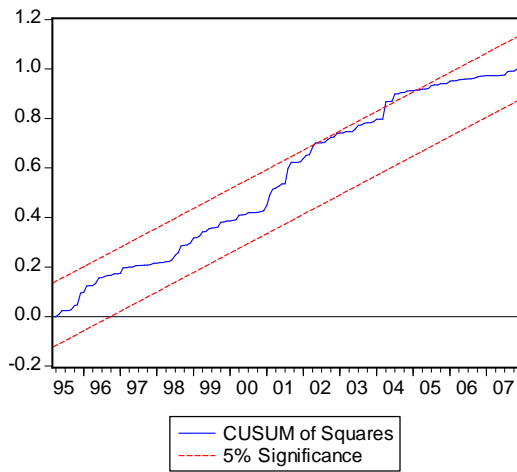
Kuvio 10. Finnair 1995–2007



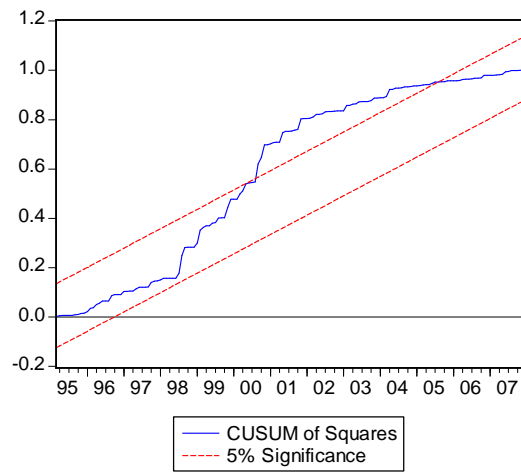
Kuvio 11. Kesko B 1995–2007



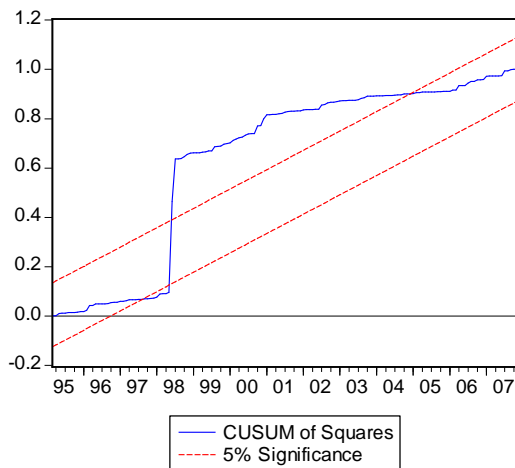
Kuvio 12. M-Real B 1995–2007



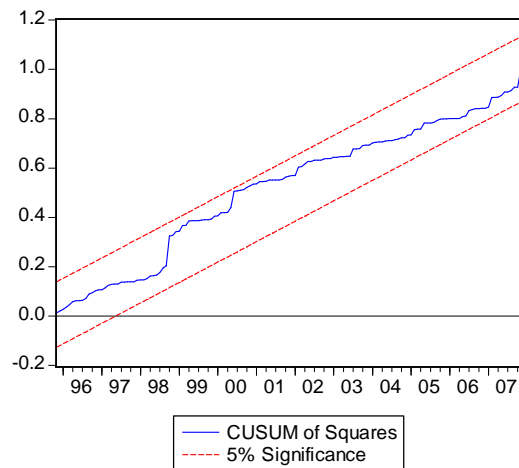
Kuvio 13. Nokia 1995–2007



Kuvio 14. Sampo 1995–2007



Kuvio 15. Tieto 1995–2007

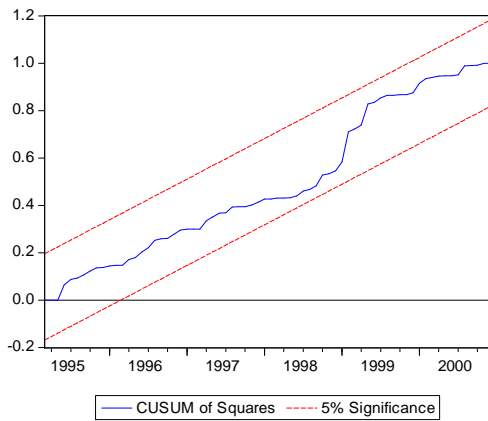


Kuvio 16. YIT 1995–2007

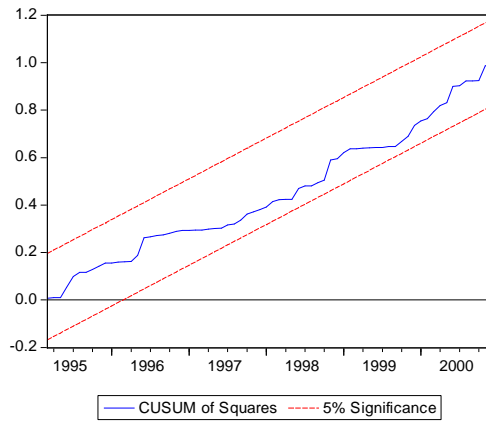
Aikavälille 1995–2007 laskettujen beta-kertoimien stabiilisuustesteistä ei saa tehtyä selviä johtopäätöksiä tämän periodin stabiilisuudesta. Kuitenkin voidaan sanoa, että valtaosa epästabiileista beta-kertoimista olivat stabiileja suurinpiirtein vuosituhannen vaihteeseen asti. Suurin osa näistä myös stabilisoitui vuosien 2004–2005 jälkeen. Ottaen huomioon tutkimusperiodin pituus, 4–5 vuoden epästabiilisuus 12 vuoden ajalta on huomattavan pitkä aika.

Kuvioissa 17–24 on kuvattu esimerkkiyrityksien beta-kertoimille tehdyt stabiilisuustestit aikavälillä 1995–2000. Tällä aikavälillä ainoastaan Sammon ja Tiedon betat olivat epästabiileja. YIT:n betalla oli myös havaittavissa selvästi muita suurempaa vaihtelua. Muiden beta-kertoimien kuvaajat pysyttelivät selvästi merkitsevyysvälien sisäpuolella. Vertailtaessa ajanjaksolle 1995–2007 tehtyjä stabiilisuustestejä, esimerkkiyritysten kohdalla voidaan todeta, että betat olivat selvästi stabiilimpia vuosina 1995–2000. Tämän ajanjakson esimerkkiyritysten beta-kertoimista ei voi suoraan sanoa, olivatko ne suurempia vai pienempiä kuin periodille 1995–2007 estimoidut betat. Amerin beta oli täsmälleen sama, Finnairin ja Keskon betat olivat hieman suurempia, kun taas M-Realin, Nokian, Sammon, Tiedon ja YIT:n betat olivat pienempiä. Kaikkien yritysten beta-kertoimien keskiarvot olivat hyvin samankaltaisia molemmilla periodeilla. Betojen arvot eivät suoraan selitä muutoksia stabiilisuudessa. Vuodet 1995–2000 olivat tasaisen ja nopean kasvun aikaa. Tämä saattaa selittää miksi betat ovat tällä aikavälillä

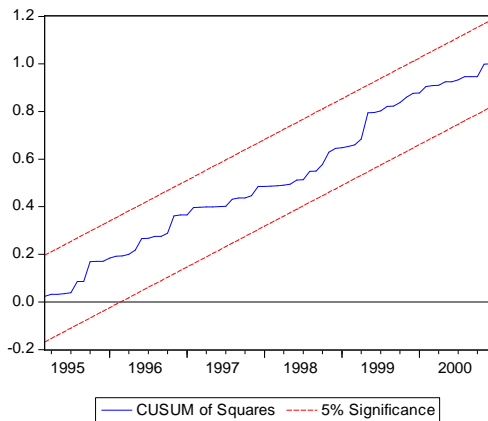
stabiilimpia verrattuna koko tutkimusajanjaksolta estimoitujen beta-kertoimien arvoihin.



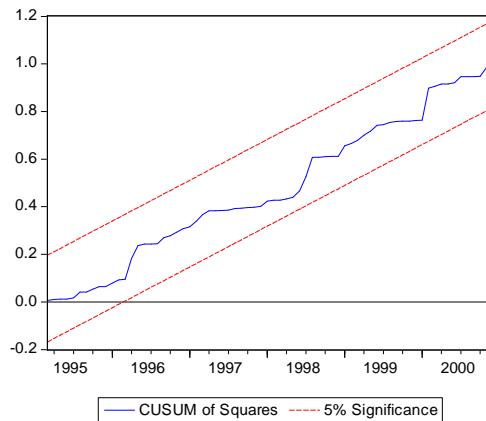
Kuvio 17. Amer 1995–2000



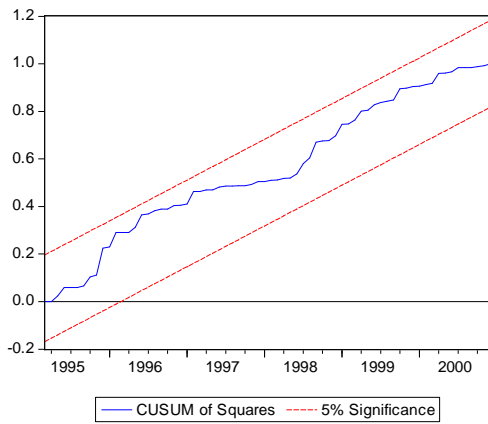
Kuvio 18. Finnair 1995–2000



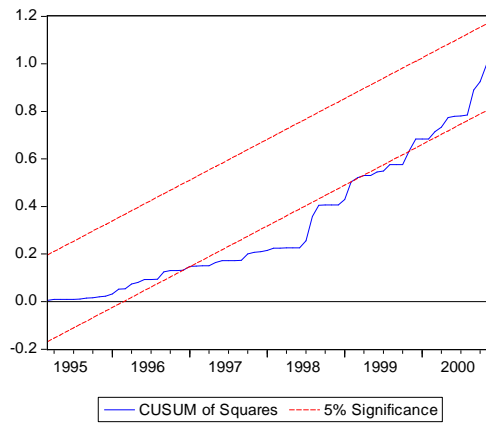
Kuvio 19. Kesko B 1995–2000



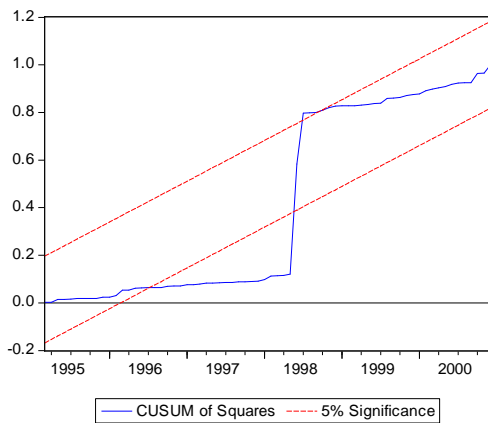
Kuvio 20. M-Real B 1995–2000



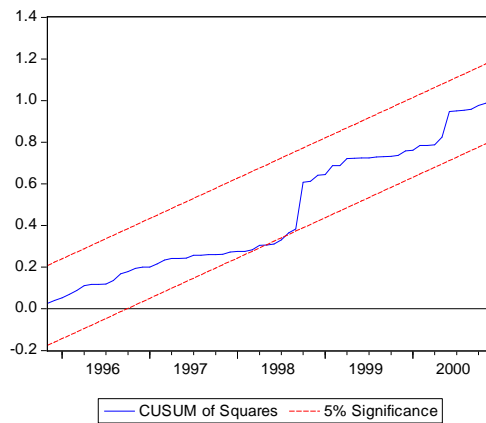
Kuvio 21. Nokia 1995–2000



Kuvio 22. Sampo 1995–2000



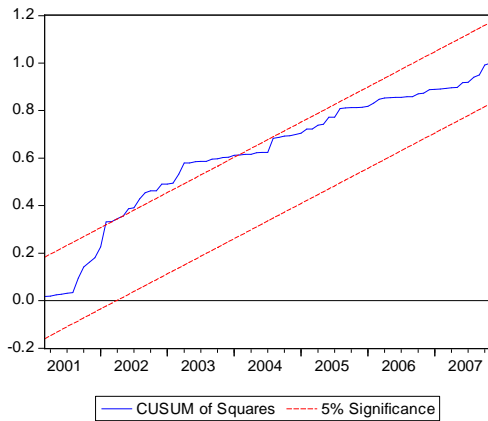
Kuvio 23. Tieto 1995–2000



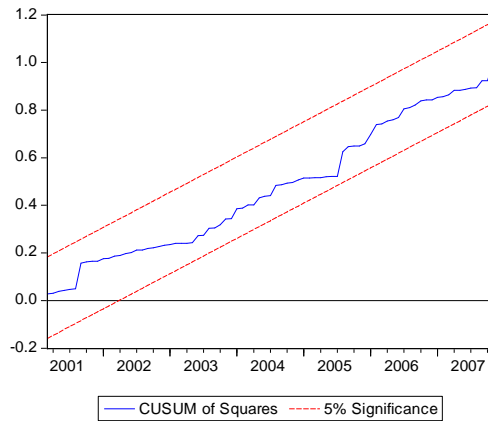
Kuvio 24. YIT 1995–2000

Kuvioissa 25–32 on kuvattu stabiilisuustestit esimerkkiryityksille aikavälillä 2001–2007. Näistä kuvioista on selvästi havaittavissa vuosituhaten vaihteessa tapahtunut pörssiromahdus ja sitä seurannut epävarmuus osakemarkkinoilla. Esimerkeistä ainoastaan Finnairin ja Tiedon osakkeiden beta-kertoimet olivat stabiileja. Viimeisimmän aikavälin esimerkkiryitysten beta-kertoimien suuruusluokat vaihtelivat jälleen suurempaan ja pienempään. Amerin betan arvo pysyi lähes identtisenä, vain 0,1 muutos koko tutkimusperiodilta 1995–2007 estimoituun beta-kertoimen arvoon. Finnairin ja Keskon betat olivat jälleen pienempiä kuin vuosina 1995–2007. M-Realin, Nokian, Sammon, Tiedon ja YIT:n

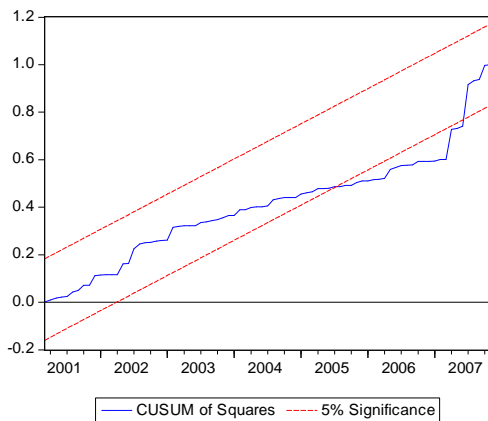
osakkeiden beta-kertoimet olivat kaikki suurempia tällä ajanjaksolla, kuin vuosina 1995–2007. Tällekkään periodille ei voida beta-kertoimien suuruuksista ja niiden stabiilisuudesta vetää selvää korrelaatiota. Finnairin beta oli pienempi mutta stabiili, kun taas Tiedon osakkeen beta kasvoi ja pysyi stabiilina siitä huolimatta.



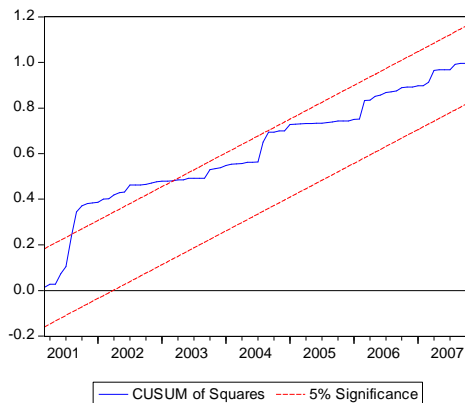
Kuvio 25. Amer 2001–2007



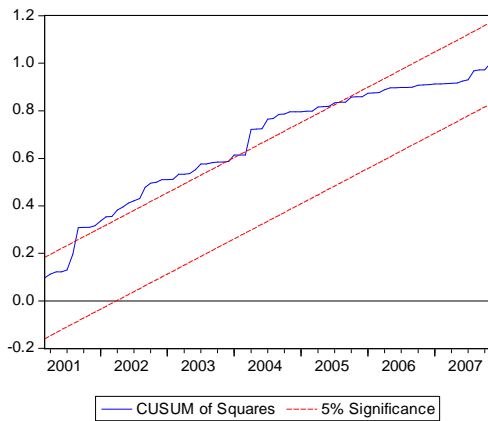
Kuvio 26. Finnair 2001–2007



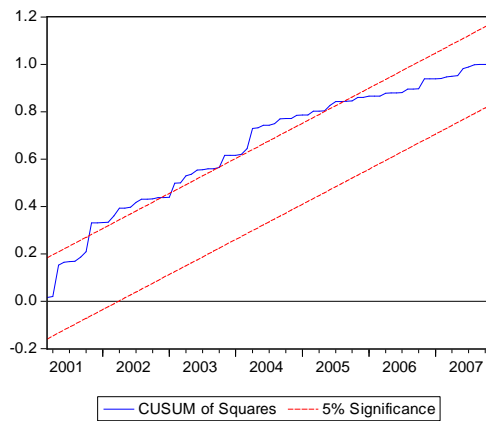
Kuvio 27. Kesko B 2001–2007



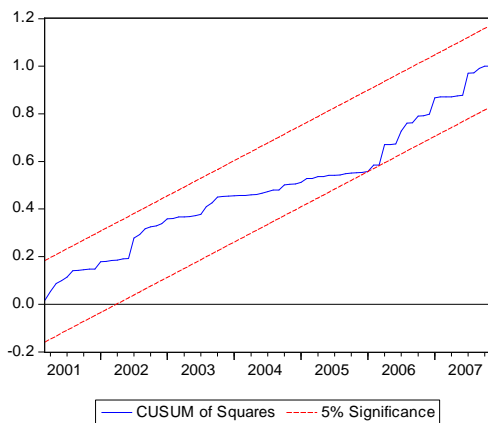
Kuvio 28. M-Real B 2001–2007



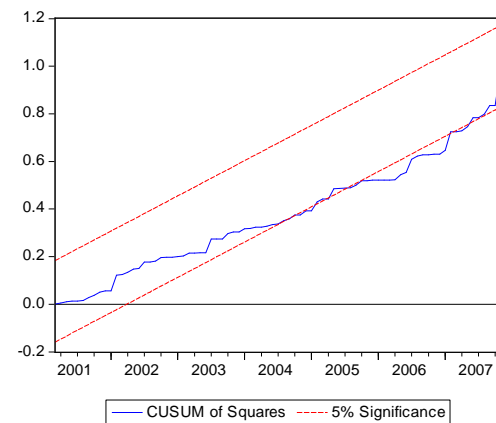
Kuvio 29. Nokia 2001–2007



Kuvio 30. Sampo 2001–2007



Kuvio 31. Tieto 2001–2007



Kuvio 32. YIT 2001–2007

Osakkeille laskettujen beta-kertoimien muutoksien ja niiden stabiilisuuden välillä ei näiden tulosten perusteella ole selvää korrelaatiota. Stabiilisuutta ja sen muutoksia on yritettävä selittää muiden tekijöiden kautta. Yksi selittävä tekijä on osakemarkkinoiden yleinen tilanne. Jos katsotaan koko ajanjaksolle tehtyjä stabiilisuustestejä, kuusi osaketta olivat stabiileja, viisi lähes koko ajan stabiileja ja kymmenen osaketta olivat epästabiileja. Puolet yrityksistä olivat siis stabiileja tai lähes stabiileja ja puolet epästabiileja. Aikaisemmalle periodille 1995–2000 tehdyt stabiilisuustestit antoivat vain hieman erilaisia tuloksia. Tällöin esimerkiksi kymmenen osaketta olivat epästabiileja, toiset kymmenen pysyivät selvästi viiden

prosentin merkitsevyysrajojen sisäpuolella ja yksi osake poikkesi merkitsevyysrajojen ulkopuolelle hyvin marginaalisesti pysyen lähes stabiilina. Myöhäisempi periodi 2001–2007 antoi taas erilaisia tuloksia. Tällöin vain seitsemän osaketta olivat stabiileja, loput 14 heittelivät suurestikin.



Kuvio 33. OMXHCAP 1996–2010

Kuviossa 33. on esitetty OMXHCAP indeksi aikavälille 1/1996–1/2010. Siitä on havaittavissa tutkimusajanjaksolle osuvat pörssiromahdukset. Vuoteen 2000 asti kurssit nousivat vuoden 1998 notkahdusta ja vuosituhatosen vaihdetta edeltävää räjähdysmäistä kasvua lukuun ottamatta tasaisesti. 90-luvun alun lama laski pörssikurssit ennätys pohjalukemiin. Vuoden 2000 IT-kuplan huippuaikoihin mennessä pörssikurssit olivat lähes nelinkertaistuneet. Kolmannelle tutkimusperiodille 2001–2007 osuu vuoden 2001–2003 lasku sekä 2003–2007 nousu. Koko ajanjaksolle 1995–2007 mahtuu kaksi hyvin korkeaa huippua: 1990 luvun laman jälkeiset pohjalukemat ja vuoden 2000–2001 IT-kuplan puhkeamisen vaikutukset.

Nämä muutokset pörssikursseissa osittain selittävät beta-kertoimien stabiilisuutta ja epästabiilisuutta. Vuosina 2001–2007 21 beta-kertoimesta 14 olivat epästabiileja.

OMX Helsinki Capin kuvaajasta huomaa selvästi, että myös osakemarkkinat olivat tällä jaksolla hyvin volatiilit. Aikaisemman periodin esimerkit olivat hieman stabiilimpia, kymmenen beta-kertoimen kuvaajat pysyivät selvästi viiden prosentin merkitsevyystason sisäpuolella ja UPM:n beta-kerroin olisi lähes koko ajan stabiili. Epästabiileja beta-kertoimia olivat loput kymmenen. Kuviosta 33. huomaa että tällä periodilla osakekurssit nousivat kohtuullisen tasaisesti, joka on saattanut vaikuttaa siihen että puolet beta-kertoimista pysyivät stabiileina. Aikajakso on katkaistu juuri ennen 2000–2001 kurssien romahdusta, joka on varmasti vaikuttanut tutkimustuloksiin ja beta-kertoimien stabiilisuuteen. Kun yhdistää nämä kaksi aikajaksoa yhdeksi pitkäksi periodiksi 1995–2007, vain kuuden yrityksen beta-kertoimet olivat stabiileja, viiden yrityksen betat olivat lähes koko ajan stabiileja ja loput kymmenen olivat epästabiileja. Yhteensä 64 stabiilisuustestistä saatiin tulokseksi 34 epästabiilia, 23 stabiilia ja 6 lähes stabiilia beta-kerrointa. Nämä lähes stabiilit beta-kertoimet poikkesivat viiden prosentin merkitsevyystason ulkopuolella vähäisesti, mutta kuitenkin niin paljon, että niitä ei voi sanoa stabiileiksi.

Finnairin, Orionin ja Rautaruukin beta-kertoimet olivat stabiileja jokaisella periodilla. Joka periodilla epästabiileja beta-kertoimia oli enemmän, yhteensä seitsemän kappaletta: Sammon, Kemiran, Stockmannin, Stora Enson, UPM:n, Vaisalan ja Wärstilän beta-kertoimet. Muut beta-kertoimet vaihtelivat stabiilista epästabiiliin ilman selvää logiikkaa. Stabiilein toimiala oli teollisuustuotteet ja – palvelut, joiden beta-kertoimista 58 prosenttia oli stabiileja. Epästabiilimpia toimialoja olivat rahoitus ja kiinteistöt, jossa 83 prosenttia beta-kertoimista oli epästabiileja, ja informaatioteknologia, jossa vastaava luku oli 78 prosenttia.

3.5. Tulosten analysointi

Kun betat estimoititiin kahdella eri menetelmällä, kahdesta indeksistä ja kolmella aikajaksolla, tuli jokaiselle yritykselle laskettua yhteensä 12 beta-kerrointa. Samasta indeksistä samalla menetelmällä estimoiduissa beta-kertoimissa oli pientä vaihtelua eri aikajaksojen välillä. Selkeimmät vaihtelut eri betoissa oli OMXH ja OMXHCAP indeksien välillä. OMXHCAP indeksistä estimoituna beta-kertoimien

keskiarvot lähes kaksinkertaistuivat yleisindeksiin verrattuna samalla aikajaksolla. Tämän indeksin keskiarvot olivat myös hyvin samankaltaiset molemmilla menetelmillä ja kaikille aikajaksoille estimoituina, vaihteluväli oli 0,74–0,76. Beta-kertoimien ja niiden keskiarvojen samankaltaisuudesta huolimatta stabiilisuustestien tulokset olivat kaukana stabiilista. Kaikkiaan 63 stabiilisuustestistä 34 beta-kerrointa olivat selvästi epästabiileja, 6 pysyivät lähes stabiileina ja 23 pysyivät koko ajanjakson merkitsevyysvälien sisäpuolella.

Baesel (1974) osoitti tutkimuksessaan, että beta-kertoimen stabiilisuus on riippuvainen tutkimusajanjakson pituudesta. Hänen mukaansa pidempi tutkimusperiodi johti stabiilimpiin beta-kertoimiin. Tässä tutkimuksessa pisin periodi oli 1995–2007. Tälle periodille estimoiduista beta-kertoimista vain kuusi oli stabiileja, kymmenen selvästi epästabiilia, ja viisi vähemmän epästabiilia. Stabiilein periodi oli 1995–2000, jonka 21 estimoidusta beta-kertoimesta kymmenen olivat stabiileja. Lyhyemmän tutkimusperiodin tuomaa stabiilisuutta tukee Alexanderin ja Chervanyn (1980) tutkimus, jossa optimi estimointiperiodiksi saatiin neljästä kuuteen vuotta. Aikaisemmin vastaavaan lopputulokseen päätyi myös Gonedes (1973). Selvää tukea näille tuloksille ei kuitenkaan saatu, sillä tutkimusperiodille 2001–2007 estimoiduista beta-kertoimista vain seitsemän olivat stabiileja. Gong ym. (2002) tutkiessaan kansainvälisten kuljetustoimialan yritysten beta-kertoimia tulivat siihen tulokseen, että pidempi tutkimusperiodi (5 vuotta tai yli) lisää beta-kertoimien harhaisuutta. He saivat myös erilaisia beta-kertoimia eri indekseillä ja ajanjaksoilla, varsinkin painorajoitetuilla indekseillä estimoituina betat olivat suurempia ja vaihtelivat eri tutkimusperiodien välillä. Gongin ym. havainnot tukevat selvästi tämän tutkimuksen tuloksia.

Singh (2008) laski beta-kertoimia Intian pörssissä noteeratuille osakkeille käyttäen tutkimuksessaan myös 12 vuoden tutkimusperiodia. Hän laski betat päivä-, viikko- ja kuukausituotoista tullen siihen tulokseen, että eri aineistolla laskettuna betat vaihtelivat huomattavasti. Päivä- ja viikkodatalla lasketuissa beta-kertoimissa oli samankaltaisuutta, mutta kuukausidatalla laskettuna betat saivat erilaisia arvoja. Kuukausiaineistosta lasketuista betoista useimmat osakkeet luokiteltiin aggressiivikseksi, joka on päinvastainen kuin tämän tutkimuksen tulokset. Beta-kertoimissa oli huomattavaa vaihtelua, kun ne estimoitiin kuukausidatasta 1–5

vuoden estimointiperiodilla. Pidemmällä estimointiperiodilla eri aineistoista estimoidut betat lähenivät toisiaan. Vastaaviin tuloksiin on aikaisemmin päätynt Blume (1975). Singh tutki myös beta-kertoimien stabiilisuutta ja sai tulokseksi, että kuukausiaineistosta estimoidut betat olivat stabiilimpia kuin päivä- tai viikkoaineistosta. Tämän tutkimuksen beta-kertoimet eivät kuitenkaan olleet stabiileja, huolimatta siitä, että ne olivat estimoitu kuukausidatasta.

Betan epästabiilisuuteen vaikuttavia kausitekijöitä tutkiessaan Brooks, Faff ja Josev (1997) tulivat siihen tulokseen, että yksittäisten osakkeiden beta-kertoimen stabiilisuuteen ei vaikuta kausittaiset heilahtelut osakemarkkinoilla. Beta-kertoimen epästabiilisuuteen vaikuttavia tekijöitä on siis etsittävä muualta. Liow (2007) tutkiessaan kansainvälisten kiinteistömarkkinoiden beta-kertoimia löysi yhteneväisyyksiä Aasian vuoden 1997 osakekriisin ja betojen epästabiilisuuden välillä. Kriisin aiheuttama markkinoiden volatilitietin kasvu vaikuttaa suuresti beta-kertoimiin. Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto on katkaistu juuri ennen pankkikriisin aiheuttamaa pörssiromahdusta. Aikavälille 1995–2007 mahtuu kuitenkin kaksi matalaa pohjaa ja kaksi korkeaa huippua, kuten kuviosta 33. on havaittavissa. Näiden markkinatilanteiden vaikutus estimoitujen beta-kertoimien epästabiilisuuteen on epäilemättä suuri.

Knifin ja Koutmosin (2002) mukaan betan epästabiilisuuteen vaikuttaa myös yritysten rakennemuutokset, varsinkin muutokset yrityksen osakkeen rakenteessa. He estimoivat betat käyttäen autoregressiivista ehdollista heteroskedastista mallia (ARCH-malli) saadaakseen stabiilimpia beta-kertoimia. Heidän mukaansa pienimmän neliösumman menetelmä on saavuttanut suuren suosionsa betan estimointiin yksinkertaisuutensa takia.

Beta-kertoimien epästabiilisuus voi johtua myös hyvin ohuesta kaupankäynnin volyymistä. Bradfield (1990) tuli tähän tulokseen estimoidessaan beta-kertoimia Etelä-Afrikan osakemarkkinoilla. Jos kaupankäynti osakkeella on vähäistä, markkinoiden tuoton ja osakkeen tuoton välinen kovarianssiestimaatti on harhainen. Tämä vaikuttaa taas pienimmän neliösumman menetelmällä estimoituun beta-kertoimeen, sillä tämä harhainen kovarianssitermi on PNS-estimaattorin kaavassa. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Bradfieldin mukaan

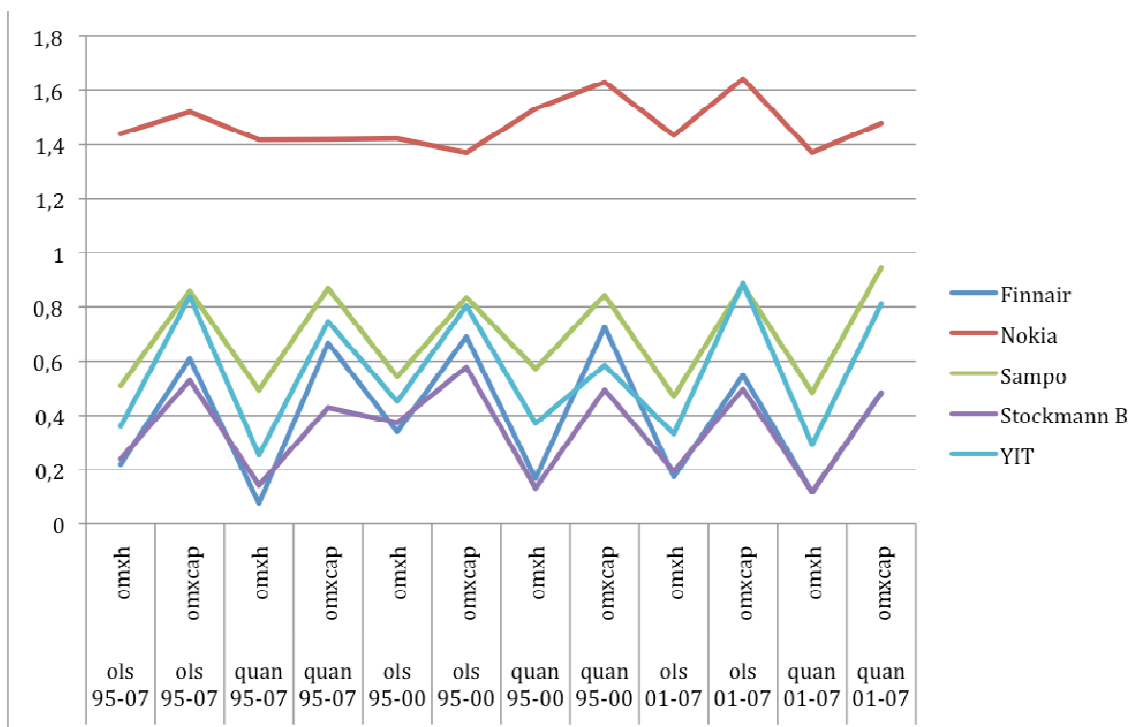
osakkeen vähäisen kaupankäynnin tuloksena on pienemmät beta-estimaatit. Samankaltaisiin tuloksiin päätyi myös Brooks, Faff, Fry & Bheenick (2005) tutkiessaan kanadalaisia vähän vaihdettuja osakkeita. Pienimmän neliösumman menetelmällä estimoidut beta-kertoimet olivat alaspäin vääristyneitä vähäisen vaihdon takia. Ohuesta kaupankäynnistä johtuva harha mitä todennäköisimmin selittää tässä tutkimuksessa estimoitujen beta-kertoimien pienuutta ja epästabiilisuutta.

Kaikista estimoiduista beta-kertoimista vain hieman vajaa 13 prosenttia sai arvokseen yli yhden. 36,5 prosenttia beta-kertoimista sijoittui välille 0,51–1,00, 30,5 prosenttia sijoittui välille 0,26–0,50 ja 19,4 prosenttia sijoittui välille 0,00–0,25. Negatiivisia beta-kertoimia oli kaksi kappaletta. Yli 87 prosenttia kaikista estimoiduista beta-kertoimista oli siis alle yhden. Alle yhden beta-kertoimen omaavaa osaketta kutsutaan yleisesti defensiiviseksi osakkeeksi. Tämän mukaan valtaosa tutkituista osakkeista olisi siis defensiivisiä, riippumatta millä indeksillä, menetelmällä ja aikavälillä betat estimoidaan. Yleisesti defensiivisinä osakkeina pidetään lääkevalmistajia, päivittäistavaroiden valmistajia ja teleoperaattoreita. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan defensiivisiksi osakkeiksi luettaisiin myös rakennusalan, metsäteollisuuden ja lentoliikenteen osakkeet, jotka normaalisti ovat hyvin syklisiä osakkeita.

OMXH indeksistä estimoituina beta-kertoimet olivat huomattavasti pienempiä kuin painorajoitettusta OMXHCAP indeksistä estimoituina. Kaikilla ajanjaksoilla ja molemmilla menetelmillä OMXH indeksistä estimoiduista beta-kertoimista ainoastaan Nokian osakkeen beta-kerroin oli selvästi yli yhden. Tämä kertoo Helsingin Pörssin yleisindeksin hyvin suuresta Nokia vetoisuudesta, joka näkyy myös selvästi kuviossa 34. Nokia on pörssin vaihdetuin osake ja usein sen nousut ja laskut vetävät koko yleisindeksin mukanaan. Painorajoitettussa indeksissä yksittäisen osakkeen paino on korkeintaan 10 prosenttia, joten Nokian painoarvo pienenee huomattavasti. Tästä syystä OMXHCAP indeksistä estimoidut beta-kertoimet kasvoivat lähes kaksinkertaisiksi molemmilla menetelmillä ja kaikilla aikajaksoilla.

Kvantiili- ja PNS-regression väliset eroavaisuudet beta-kertoimissa jäivät kohtalaisen vähäisiksi. Beta-kertoimet vaihtelivat eri menetelmillä, mutta pysyivät kuitenkin samassa suuruusluokassa suhteessa muihin beta-kertoimiin. Kuviossa 34. on kuvattuna beta-kertoimien vaihtelu eri menetelmien, aikajaksojen ja indeksien välillä. Y-akselilla on beta-kertoimen suuruus ja X-akselilla on luokat, joita on 12 kappaletta. Kuviossa lyhenne *ols* (ordinary least squares) tarkoittaa pienimmän neliösumman menetelmällä estimoitua betaa ja *quan* (quantile) kvantiiliregressiolla estimoitua betaa. Näiden lyhenteiden alapuolella on tutkimusperiodi ja yläpuolella indeksi jota on käytetty. Esimerkkeinä Finnairin, Nokian, Sammon, Stockmannin ja YIT:n osakkeiden beta-kertoimet.

Kuviosta 34. huomaa selvästi Nokian osakkeen beta-kertoimien huomattavasti muita suuremmat arvot. Sen suuruus ei myöskään vaihdellut niin selvästi OMXH ja OMXHCAP indeksin välillä. Finnairin, Sammon, Stockmannin ja YIT:n betat noudattavat selvästi samaa kaavaa huolimatta, siitä kuinka erilaisia toisistaan yritykset ovat.



Kuvio 34. Beta-kertoimien vaihtelu

Taulukko 5. Stabiilit ja epästabiilit beta-kertoimet

Ajanjakso	Stabiilit betat	Epästabiilit betat	Lähes stabiilit betat
1995–2007	6	10	5
1995–2000	10	10	1
2001–2007	7	14	0

Taulukossa 5. on kuvattu stabiilien, lähes stabiilien ja epästabiilien beta-kertoimien lukumäärät ajanjaksoittain. Stabiilein ajanjakso oli 1995–2000 ja epästabiilein ajanjakso oli 2001–2007. Lähes stabiilit betat poikkesivat merkitsevyysrajojen ulkopuolelle hyvin marginaalisesti. Kuitenkaan niitä ei voida luokitella stabiileiksi.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että suomalaisista indekseistä lasketut beta-kertoimet eivät olleet kovin stabiileja. Niiden suuruudet myös vaihtelivat huomattavasti riippuen tutkimusperiodista. Nokian suuri painoarvo tasoittui hieman OMXHCAP indeksistä lasketuissa beta-kertoimissa, mutta tälläkin indeksillä Nokian osakkeen beta-kerroin oli selvästi suurin. Näiden tulosten perusteella Helsingin pörssissä Nokian osake vauhdittaa koko pörssin nousua jota lähes kaikki muut osakkeet seuraavat. Siitä huolimatta, että tämä johtopäätös on hyvin lähellä todellisuutta, se ei kuitenkaan tarkoita sitä, että tässä tutkimuksessa saatuihin beta-kertoimiin voidaan luottaa. OMXH indeksistä estimoidut beta-kertoimet voidaan suoraan sivuuttaa epäluotettavuuden takia. OMXHCAP indeksistäkin estimoituina lähes kaikki beta-kertoimet olivat defensiivisiä toimialastaan riippumatta. Tämä ei kuitenkaan vastaa todellisuutta, sillä syklisten ja defensiivisten toimialojen olemassaoloa ei kukaan voi kieltää. Beta-kertoimien epästabiilisuus myös puoltaa tätä.

Eri estimointimenetelmistä ei myöskään löytynyt ratkaisua ongelmaan. Vaihtelu kertoimien välillä ajan suhteen oli yhtä suurta pienimmän neliösumman menetelmällä ja kvantiiliregressiolla. Ainoa stabiilisuuden puolestapuhuja oli beta-kertoimien keskiarvot. Ne olivat hyvin samankaltaisia eri aikavälien ja menetelmien kesken. Tämä johtuu todennäköisesti vaihdon vähäisyydestä. Joukossa oli osakkeita, joiden beta-kertoimet olivat olemattoman pieniä hyvin vähäisen vaihdon takia. Ne muutamat osakkeet, joiden beta-kertoimet eivät olleet tämän takia poikkeuksellisen pieniä tasautui kuitenkin pois keskiarvoja laskiessa. On selvää, että pienet beta-kertoimet eivät tässä tapauksessa kerro osakkeen pienestä systemaattisesta riskistä.

Vaihtoehtona voisi olla betan estimointi neljännesvuosi- tai vuosidatalla kuukausidatan sijaan. Tässä tutkimuksessa se ei kuitenkaan olisi ollut järkevää. Vuosidataa tai neljännesvuosidataa käytettäessä, olisi tutkimusajanjaksoa pitänyt pidentää huomattavasti. Mikäli tutkimusajanjaksoa olisi pidennetty, olisi se automaattisesti vähentänyt tutkimukseen kelpaavien osakkeiden määrää, sillä jo

vaatimattomalle 12 vuoden periodille oli kohtalaisen vaikeaa löytää riittävästi esimerkkiosakkeita. Mikäli kuukausidatan sijasta beta-kertoimia olisi tutkittu päivä- tai viikkodatalla olisi vuosissa mitattuna tutkimusperiodia voinut lyhentää. Aikaisemmat tutkimukset kuitenkin todistavat, että kuukausidatalla estimoidut beta-kertoimet ovat stabiilimpia kuin päivä- tai viikkodatalla estimoidut.

Lukuisista betan epästabiilisuutta tukevista tutkimuksista huolimatta beta-kerroin on yhä usein käytetty käsite rahoituksen perusopinnoissa. Muun muassa Capital Asset Pricing –malli, joka on yksi sovelletuimmista työkaluista osakkeiden hinnoittelussa nojaa vahvasti stabiilin beta-kertoimen oletukseen. Lukuisat yritykset, jotka tarjoavat osakeanalyysipalveluita, listaavat osakkeen beta-kertoimen riskianalyysiin, Suomessa esimerkiksi Kauppalehti. Kauppalehden internetsivuilla ei kuitenkaan kerrottu millä aineistoilla ja menetelmällä beta-kertoimet on estimoitu.

Suomalaisille yrityksille tulevaisuuden beta-kertoimien estimointi näiden tulosten perusteella ei näytä lupaavalta. Lähes kaikissa tutkimuksissa painotetaan historiallisen datan laatua yhtenä tärkeimpänä tekijänä tulevia betoja laskiessa. Mikäli regressiot tehdään epäluotettavasta datasta, on varmaa, että lopputulos ei myöskään ole luotettava. Tämän perusteella beta-kerrointa ei voitane suomalaisilla osakkeilla käyttää luotettavana apuvälineenä pitkän aikavälin sijoituspäätöksissä.

Tämän tutkimuksen tuloksista huolimatta beta-kerrointa ei kannata suoraan hylätä. Sen soveltuvuus riskin mittaamiseen on huomattavasti parempi isommilla indekseillä kuten NYSE, Nasdaq tai Euronext. Näissä indekseissä ei ole Nokian kaltaista selvää veturia, joka vääristäisi muille osakkeille laskettuja beta-kertoimia.

LÄHTEET

- Alexander, Gordon J., and Norman L. Chervany (1980). *On the Estimation and Stability of Beta*. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 15.1: 123-137.
- Amemiya, Takeshi (1994). *Introduction to Statistics and Econometrics*. Cambridge: Harvard University Press. 368 s. ISBN 0-674-46225-4.
- Baesel, J (1974). *On the Assessment of Risk: Some Further Considerations*. *Journal of Finance*.
- Bartholdy, Jan, and Allan Riding (1994). *Thin Trading and the Estimation of Betas: The Efficacy of Alternative Techniques*. *Journal of Financial Research* 17.2: 241-254.
- Blume, Marshall (1975). *Betas and their regression tendencies*. *Journal of Finance* No.3: pp. 785-795.
- Bodie, Z., A. Kane & A.J. Marcus (2005). *Investments*. 6. Painos. New York: McGraw-Hill Companies, Inc. 1090 s. ISBN 007-123820-4.
- Bradfield, D. (1990). *A note on the estimation problems caused by thin trading on the JSE*. *De Ratione* 3-22. 25 s.
- Bradfield, D. (2003). *Investments Basics XLVI. On estimating the beta coefficient*. *Investment Analysts Journal* nro. 57, s. 47-53.
- Brooks, Robert D., Robert W. Faff, Tim R. L. Fry, E. Bissoondoyal-Bheenick (2005). *Alternative beta risk estimators in cases of extreme thin trading: Canadian evidence*. *Applied Financial Economics* 15. s. 1251-1258.
- Brooks, Robert D., R. W. Faff, M. A. M. Gangemi & J. H. H. Lee (1997). *A Further Examination of the Effect of Diversification on the Stability of Portfolio Betas*. *Applied Financial Economics* 7.1.

- Brooks, Robert D., Robert W. Faff, Thomas Josev (1997). *Beta Stability and Monthly Seasonal Effects: Evidence from the Australian Capital Market*. Applied economics Letters 4.9. s. 563-566.
- Brown, R.L., Durbin, J., Evans, J.M. (1975). *Techniques for testing the constancy of regression relationships over time*. Journal of the Royal Statistical Society B 37, s. 149- 163.
- Caporale, Guglielmo Maria, Nikitas Pittis (2004). *Robustness of the CUSUM and CUSUM-of-Squares Tests to Serial Correlation, Endogeneity and Lack of Structural Invariance*. Economics Series 157. ISSN: 1605-7996
- Deng, Ai, Pierre Perron (2005). *The Limit Distribution of the CUSUM of Squares Test Under General Mixing Conditions*. Department of Economics, Boston University. 25 s.
- Dimson, E. (1979). *Risk measurement when shares are subject to thin trading*. Journal of Financial Economics 12, p. 197-226.
- Eisenbeiss, Maik, Goran Kauermann, and Willi Semmler (2007). *Estimating Beta-coefficients of German Stock Data: A Non-parametric Approach*. European Journal of Finance 13.5-6: 503-522.
- Elton, E.J., M.J. Gruber (1995). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. 5. painos. New York: John Wiley & Sons, Inc, 703 s. ISBN 0-471-00743-9.
- Elton, E.J., M.J. Gruber, S.J. Brown, W.N. Goetzmann (2003). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. 6. painos. New York: John Wiley & Sons, Inc, 705 s. ISBN 0-471-23854-6
- Fabozzi, Frank J., and Jack Clark Francis (1977). *Stability Tests for Alphas and Betas over Bull and Bear Market Conditions*. Journal of Finance 32.4: 1093-1099.

- Fowler, David J., C. Harvey Rorke, and Vijay M. Jog (1989). *A Bias-Correcting Procedure for Beta Estimation in the Presence of Thin Trading.* Journal of Financial Research 12.1: 23-32.
- Gonedes, Nicholas J (1973). *Evidence on the Information Content of Accounting Numbers: Accounting-based and Market-based Estimates of Systematic Risk* Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 8: pp. 407-443.
- Gong, Stephen X. H., Michael Firth, and Kevin Cullinane (2006). *Beta Estimation and Stability in the US-Listed International Transportation Industry.* Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies 9.3: 463-490.
- Gong, Stephen X. H., Michael Firth, Kevin Cullinane & Teng-fei Wang (2002). *A High-Risk Low-Beta Business? Beta Estimation in the International Transport Industry.* IAMA Panama Conference Proceedings.
- Gonedes, Nicholas J (1973). *Evidence on the Information Content of Accounting Numbers: Accounting-based and Market-based Estimates of Systematic Risk.* Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 8: pp. 407-443.
- Handa, P., Kothari, S., & Waeley, C (1989). *The relation between the return interval and betas, implications for the size effect.* Journal of Financial Economics 23: p. 79-100.
- Koenker, Roger (2005). *Quantile Regression.* 1. Painos. New York: Cambridge University Press, 349 s. ISBN 0-521-60827-9.
- Koenker, Roger & Gilbert Bassett (1978). *Regression Quantiles.* Econometrica. January, 46:1, pp. 33-50.
- Koenker, Roger & Kevin F. Hallock (2001). *Quantile Regression.* Journal of Economic Perspectives Volume 15. s. 143-156.

- Koutmos, Gregory & Johan Knif (2002). *Estimating Systematic Risk Using Time Varying Distributions*. *European Financial Management* 8.1, s. 59-73.
- Levy, Haim (2002). *Fundamentals of Investments*. 1. painos. Essex: Pearson Education Limited, 569 s. ISBN 0-273-65169-2
- Lie, Frida, and Robert Faff (2003). *Global Industry Betas*. *Applied Economics Letters* 10.1 (Jan. 2003): 21-26.
- Lin, W., Y. Chen & J. C. Boot (1992). *The Dynamic and Stochastic Instability of Betas: Implications for Forecasting Stock Returns*. *Journal of Forecasting* vol. 11, s. 517-541
- Lintner, John (1965). *The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets*, *Review of Economics and Statistics*.
- Liow, Kim Hiang (2007). *The Dynamics of Return Volatility and Systematic Risk in International Real Estate Security Markets*. *Journal of Property Research* 24, s. 1-29.
- McCabe, B.P.M., Harrison, M.J. (1980). *Testing the constancy of regression relationships over time using least squares residuals*. *Applied Statistics* 29, s. 142-148.
- McLaney, Eddie (2006). *Business Finance, Theory and Practice*. 7. painos. Essex: Pearson Education Limited, 518 s. ISBN 0-273-70262-9.
- Montgomery, Douglas C., Elizabeth A. Peck (1992). *Introduction to Linear Regression Analysis*. 2. painos. New York: John Wiley & Sons, Inc, 527 s. ISBN 0-471-3387-4.
- Pike, Richard, Bill Neale (2006.) *Corporate Finance And Investment: Decisions & Strategies*. 5. painos. Essex: Pearson Education Limited, 759 s. ISBN 0-273-69561-4.

- Pörssisäätiö, 2009. *Suomen arvopaperimarkkinoiden puitteet*. [online] . Helsinki: Pörssisäätiö. Saatavana World Wide Webistä: <URL: <http://www.porssisaatio.fi/artikkelit/suomen-arvopaperimarkkinoiden-puitteet>>.
- Scholes, M. & J. Williams (1977). *Estimating betas from nonsynchronous data*. Journal of Financial Economics 5.
- Sharpe, William (1964). *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium*. Journal of Finance.
- Singh, Rohini (2008). *Beta Estimation in the Indian Stock Market: Stability, Stationarity and Computational Considerations*. Decision 35.2: s. 63-85.
- Wang, Peijie, and Trefor Jones (2005). *A Different Approach to Estimating Betas of Securities Subject to Thin Trading and Serial Correlation*. Applied Financial Economics 15.16: 1145-1152.
- Yi, G., S. Coleman, and Q. Ren (2006). *CUSUM Method in Predicting Regime Shifts and Its Performance in Different Stock Markets Allowing for Transaction Fees*. Journal of Applied Statistics 33.7: 647-661.

LIITTEET

LIITE 1. Toimialat

Amer	Kulutustavarat/Vapaa-ajan tavarat
Finnair	Teollisuustuotteet/Lentoyhtiöt
Fiskars K	Kulutustavarat/Kodin kulutustavarat
Huhtamäki	Perusteollisuus/Pakkaukset ja -materiaalit
Kemira	Perusteollisuus/Kemikaaliteollisuus
Kesko B	Päivittäistavarat/Elintarvike
Lemminkäinen	Teollisuustuotteet/Rakennustoiminta
M-Real B	Perusteollisuus/Paperi ja metsä
Nokia	Informaatioteknologia/Tietoliikennelaitteet
Orion	Terveystuotteet/Lääketeollisuus
Outokumpu	Perusteollisuus/Metalliteollisuus
Rautaruukki	Perusteollisuus/Metalliteollisuus
Sampo	Rahoitus/Vakuutus
Stockmann B	Kulutustavarat/Vähittäiskaupat
Stora Enso	Perusteollisuus/Paperi ja metsä
Tieto	Informaatioteknologia/IT-palvelut
UPM	Perusteollisuus/Paperi ja metsä
Vaisala	Informaatioteknologia/Elektroniset laitteet
Wärtsilä	Teollisuustuotteet/Koneenrakennus
YIT	Teollisuustuotteet/Rakennustoiminta
Ålandsbanken	Rahoitus/Liikepankit

LIITE 2. Eviews tuloste Nokia

Dependent Variable: NOKIA

Method: Least Squares

Date: 05/26/09 Time: 12:25

Sample (adjusted): 1995M01 2007M12

Included observations: 155 after adjustments

Variable	Coefficie nt	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.005117	0.007879	0.649466	0.5170
OMXCAP	1.520766	0.134931	11.27069	0.0000
R-squared	0.453627	Mean dependent var		0.017602
Adjusted R-squared	0.450056	S.D. dependent var		0.130957
S.E. of regression	0.097115	Akaike info criterion		1.813020
Sum squared resid	1.442997	Schwarz criterion		1.773750
Log likelihood	142.5090	F-statistic		127.0285
Durbin-Watson stat	1.630919	Prob(F-statistic)		0.000000

LIITE 3. Osakkeiden A ja B tuotto ja painoarvot korrelaatiokertoimen ollessa +1

Osakkeen A painoarvon ratkaisu keskihajonnoilla ilmaistuna

$$X_A = \frac{\sigma_p - \sigma_B}{\sigma_A - \sigma_B}$$

Tämä sijoitettuna odotetun tuoton kaavaan saa muodon

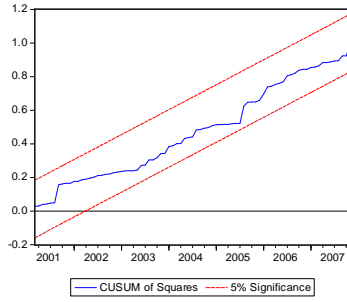
$$\bar{R}_p = \frac{\sigma_p - \sigma_B}{\sigma_A - \sigma_B} \bar{R}_A + \left(1 - \frac{\sigma_p - \sigma_B}{\sigma_A - \sigma_B}\right) \bar{R}_B$$

$$\bar{R}_p = \left(\bar{R}_B - \frac{\bar{R}_A - \bar{R}_B}{\sigma_A - \sigma_B} \sigma_B\right) + \left(\frac{\bar{R}_A - \bar{R}_B}{\sigma_A - \sigma_B}\right) \sigma_p$$

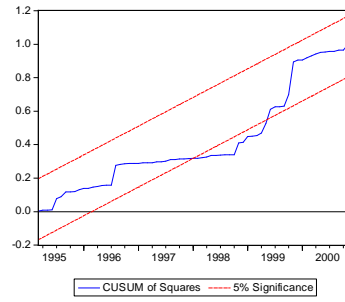
Tämä on yhtälö suoralle viivalle, joka yhdistää osakkeen A ja B tuotto-riski koordinaatistossa.

LIITE 4. Loput stabiilisuustestit

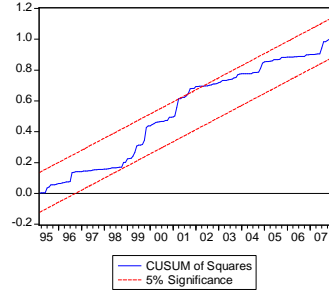
Fiskars 2001–2007



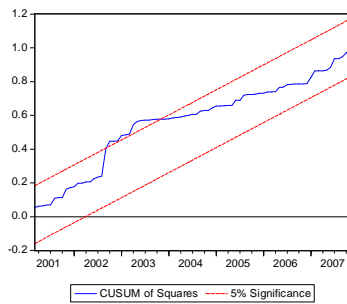
Fiskars 1995–2000



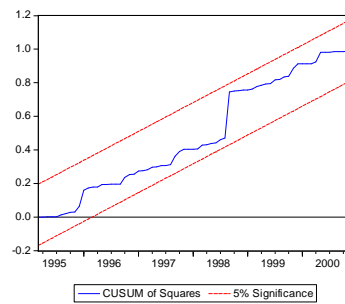
Fiskars 1995–2007



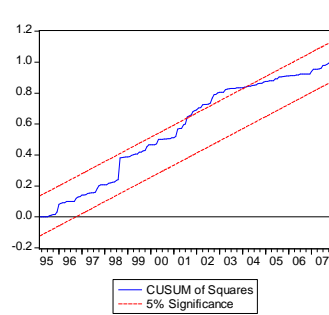
Huhtamäki 2001–2007



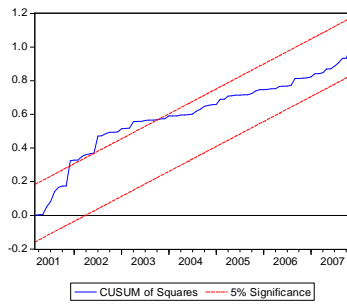
Huhtamäki 1995–2000



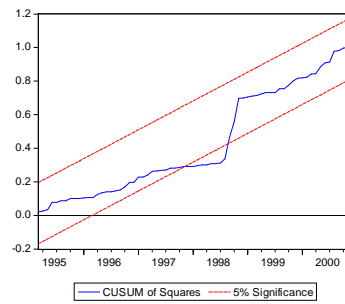
Huhtamäki 1995–2007



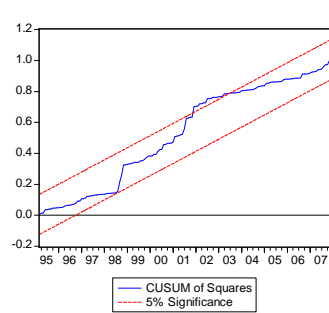
Kemira 2001–2007



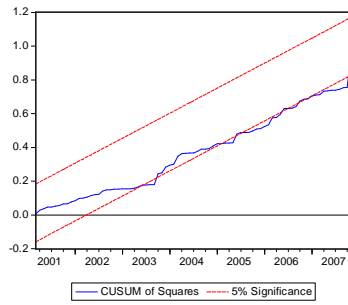
Kemira 1995–2000



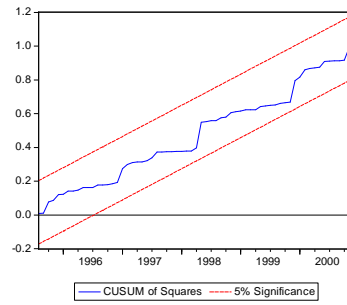
Kemira 1995–2007



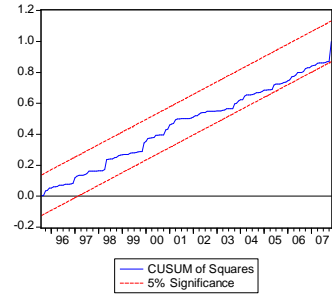
Lemminkäinen 2001–2007



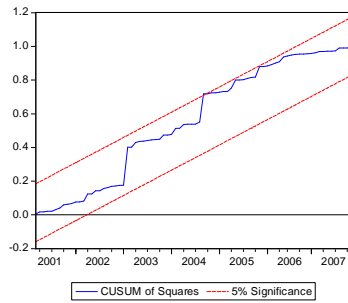
Lemminkäinen 1995–2000



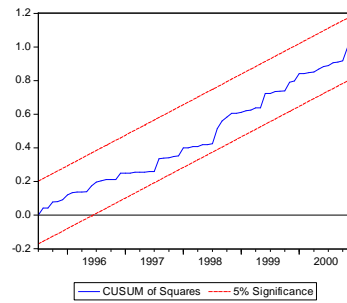
Lemminkäinen 1995–2007



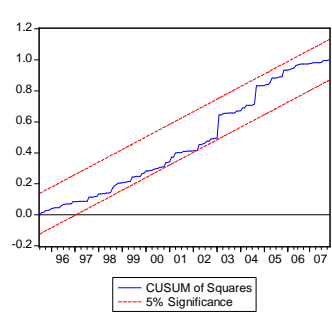
Orion 2001–2007



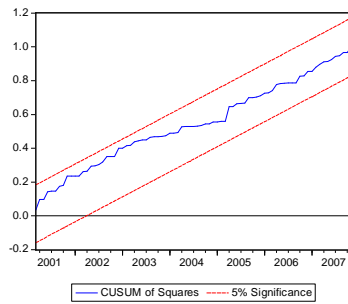
Orion 1995–2000



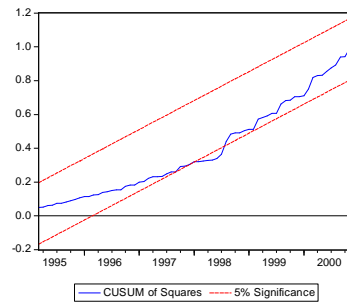
Orion 1995–2007



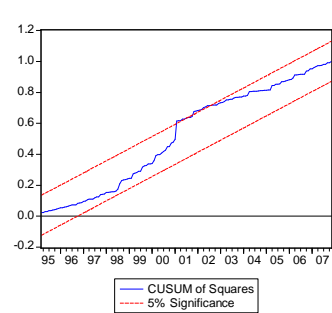
Outokumpu 2001–2007



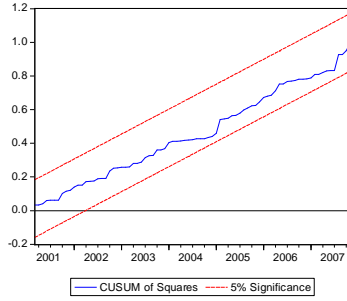
Outokumpu 1995–2000



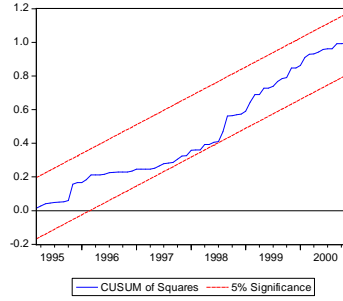
Outokumpu 1995–2007



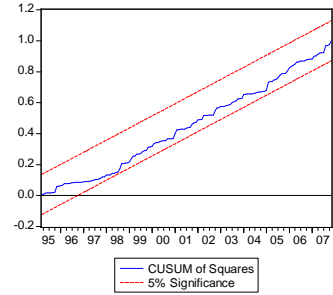
Rautaruukki 2001–2007



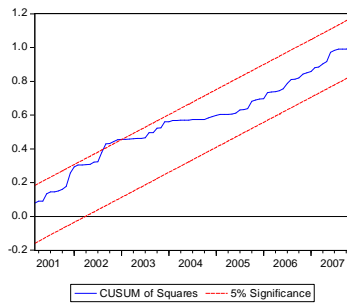
Rautaruukki 1995–2000



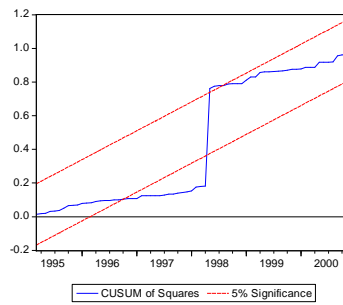
Rautaruukki 1995–2007



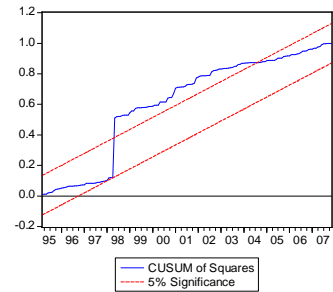
Stockmann B 2001–2007



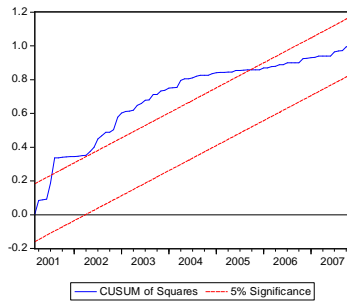
Stockmann B 1995–2000



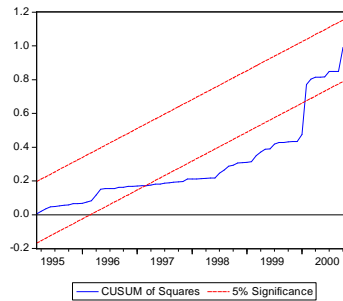
Stockmann B 1995–2007



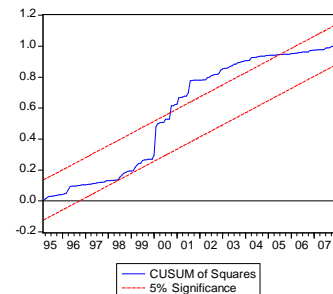
Stora Enso R 2001–2007



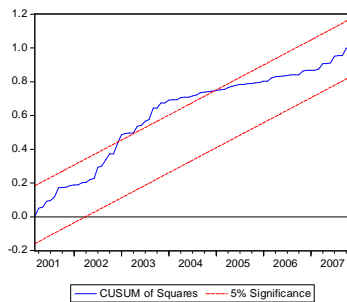
Stora Enso R 1995–2000



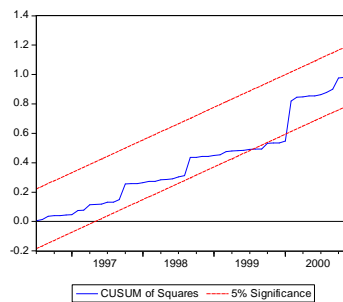
Stora Enso R 1995–2007



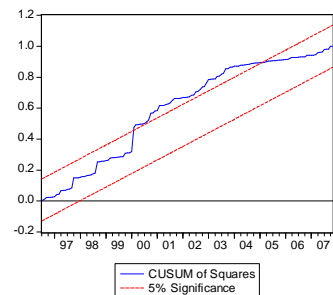
UPM 2001–2007



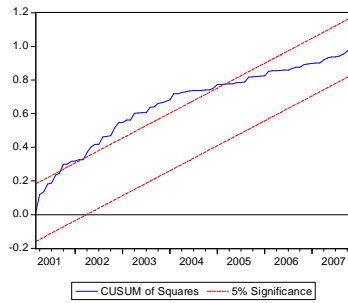
UPM 1995–2000



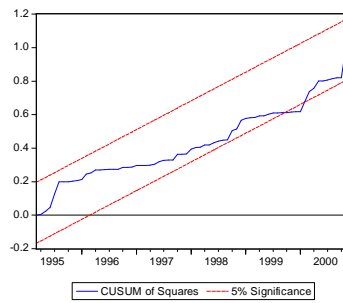
UPM 1995–2007



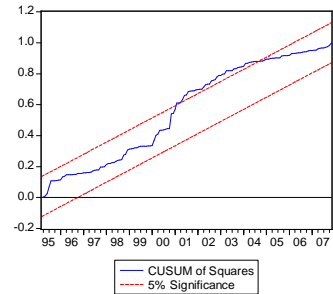
Vaisala 2001–2007



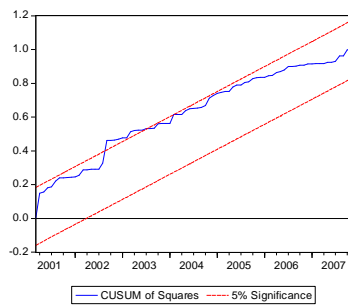
Vaisala 1995–2000



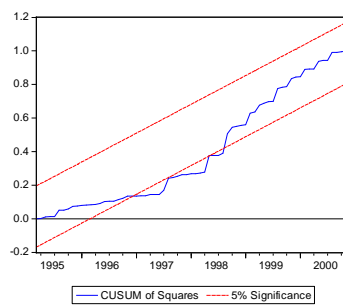
Vaisala 1995–2007



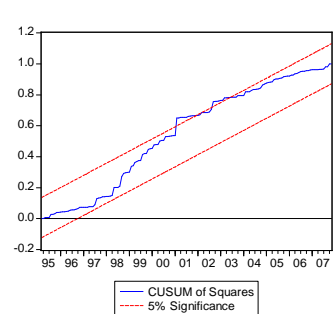
Wärtsilä 2001–2007



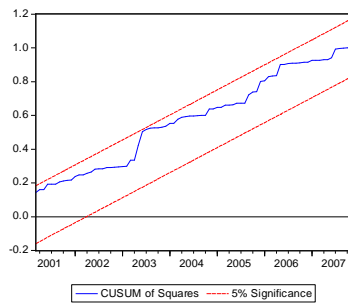
Wärtsilä 1995–2000



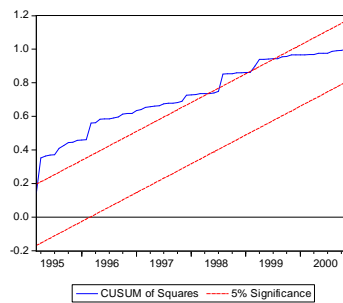
Wärtsilä 1995–2007



Ålandsbanken 2001–2007



Ålandsbanken 1995–2000



Ålandsbanken 1995–2007

