

# HELSINGIN KAUPPAKORKEAKOULU

Kansantaloustieteen laitos



## Osakemarkkinoiden Liiallinen Volatiliteetti ja Häiriösijoittajamallit

Helsingin  
Kauppakorkeakoulun  
Kirjasto

7664

Kansantaloustiede  
pro gradu -tutkielma  
Juha Aalto  
Kevätlukukausi 1999

Kansantaloustieteen \_\_\_\_\_ laitoksen

laitosneuvoston kokouksessa 25 / 5 1999 hyväksytty

arvosanalla hyvä (70 p.)

professori Pertti Haaparanta KTL Pekka Lauri

## OSAKEMARKKINOIDEN LIALLINEN VOLATILITEETTI JA HÄIRIÖSIJOITTAJAMALLIT

### Tavoitteet:

Tutkielman tavoitteena oli selvittää, onko pörssiosakkeiden hintojen volatiliteetti suhteessa pörssiosakkeiden todellisten arvojen volatiliteettiin tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukainen. Lisäksi tavoitteena oli selvittää häiriösijoittajien roolia pörssiosakkeiden hinnoitteluprosessissa ja laajemmin kansantaloudessa.

### Lähdeaineisto ja tutkimustapa:

Lähdeaineistona empiirisessä osassa on käytetty USA:n osakemarkkinoiden käyttäytymistä heijastavaa Standard & Poors Composite osakeindeksiä ja sitä vastaavaa osinkoa vuosilta 1871 - 1997 sekä USA:n tuottajahintaindeksiä (PPI) samalta ajanjaksolta. Lisäksi on käytetty volatiliteettitesteihin, häiriösijoittajamalleihin ja tilastollisiin menetelmiin liittyviä ulkomaisia tutkimuksia ja kirjallisuutta.

Alkuoletuksen mukaan hinnoittelu osakemarkkinoilla on tehokasta. Tämän vuoksi on aluksi selvitetty, mitä tehokkaiden markkinoiden hypoteesi tarkoittaa. Osakehintojen ja niiden arvojen heilahtelun suhdetta on tarkasteltu sekä kirjallisuuden että empiirisen testin avulla. Oletuksena oli, että tehokkailla markkinoilla osakkeiden hinnat ovat niiden ex post arvojen optimaalisia ennusteita, mistä seuraa, että pörssiosakkeiden hintojen volatiliteetin tulisi olla pienempi kuin niiden todellisten arvojen volatiliteetti. Sen jälkeen on selvitelty kirjallisuuden avulla häiriösijoittajamallien rakennetta sekä häiriösijoittajien merkitystä osakehintojen liiallisen volatiliteetin muodostumisessa. On myös luotu teoreettinen katsaus siihen, minkälaisia välillisiä vaikutuksia häiriösijoittajien toiminnasta seuraavalla hintariskin kasvulla on reaalityönteon.

### Tulokset:

Osakehintojen volatiliteetti ylittää selkeästi osakkeiden ex post todellisten arvojen volatiliteetin USA:n osakemarkkinoilla, mikä tarkoittaa, että osakkeiden hinnat eivät ole niiden arvojen optimaalisia ennusteita. Tämä on ristiriidassa tehokkaiden markkinoiden hypoteesin kanssa. On myös havaittu, että volatiliteettitesteissä käytetty tehokkaiden markkinoiden hypoteesia testaava metodologia on pätevä. Häiriösijoittajien toimintaan liittyvä arvaamattomuus yhdistyneenä rationaalisten sijoittajien taipumukseen karttaa riskiä on varteenotettava liiallisen volatiliteetin selittäjä. Häiriösijoittajien kasvava vaikutusvalta markkinoilla laskee yleensä reaalityönteon määrää.

### Avainsanat:

osakemarkkinat, tehokkaiden markkinoiden hypoteesi, volatiliteetti, häiriösijoittajat

# Sisällysluettelo

<i>Sisällysluettelo</i> .....	2
<i>Kuvat</i> .....	3
<i>Taulukot</i> .....	3
<i>1. Johdanto</i> .....	4
<i>2. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi</i> .....	7
<i>2.1. Tehokkuuden lajit</i> .....	8
<i>2.2. Hintateoriat</i> .....	9
<i>2.2.1 Diskontatut osingot</i> .....	10
<i>2.2.2 Satunnaiskulku</i> .....	11
<i>2.3 Ovatko osakemarkkinat tehokkaat?</i> .....	12
<i>3. Osakehintojen volatiliteetti</i> .....	14
<i>3.1 Yleistä</i> .....	14
<i>3.2 Miksi volatiliteetitutkimukset ovat aiheellisia?</i> .....	14
<i>3.3 Shillerin volatiliteettiä USA:n osakemarkkina-aineistolle</i> .....	15
<i>3.4 Shillerin volatiliteettiä kritiikkiä</i> .....	21
<i>3.4.1 Osinkoprosessin määritelmän kritiikkiä</i> .....	21
<i>3.4.2 Aineiston suppeuden vaikutus Shillerin volatiliteettiin</i> .....	25
<i>3.4.3 Osinkoprosessin epästationaarisuuden vaikutus</i> .....	26
<i>3.4.4 Yhteenveto kritiikistä</i> .....	28
<i>3.5 Yhteenveto</i> .....	29
<i>4. Häiriösijoittajamallit</i> .....	31
<i>4.1 De Long &amp; Co. (1990b) häiriösijoittajamalli</i> .....	31
<i>4.2 Positiivisen palautteen strategiat (PPS) ja rationaalisten sijoittajien epätasapainottava toiminta</i> .....	35
<i>4.2.1 Yleistä</i> .....	35
<i>4.2.2 PPS-malli</i> .....	37
<i>4.3 Campbellin &amp; Kylen estimoitu häiriösijoittajamalli USA:n osakemarkkinoilla</i> .....	46
<i>4.3.1 Malli</i> .....	46
<i>4.3.2 Yhteenveto</i> .....	49
<i>5. Häiriösijoittajien merkitys markkinoilla ja muualla kansantaloudessa</i> .....	50
<i>5.1 Markkinoiden likviditeetti ja hinnanmuodostuksen tehokkuus</i> .....	50
<i>5.2 Häiriösijoittajien mahdollisuudet vaikuttaa pysyvästi markkinoilla</i> .....	50
<i>5.3 Pääoman muodostus ja kulutus</i> .....	52
<i>5.4 Rationaalisten sijoittajien hyvinvointi</i> .....	52
<i>5.5 Häiriösijoittajariskin vähentäminen</i> .....	54
<i>6. Selittävät häiriösijoittajamallit liiallista volatiliteettia?</i> .....	58
<i>7. Yhteenveto</i> .....	61
<i>LIITE 1</i> .....	65
<i>LIITE 2</i> .....	68
<i>LIITE 3</i> .....	70
<i>LIITE 4</i> .....	71
<i>LIITE 5</i> .....	74
<i>LIITE 6</i> .....	76
<i>Lähteitä</i> .....	79
<i>Sanasto</i> .....	81

## Kuvat

KUVA 1, STANDARD & POORS COMPOSITE.....	17
KUVA 2, OSINGOT NOUDDTAVAT GEOMETRISTA SATUNNAISKULKUA .....	27
KUVA 3, HINNAN KÄYTTÄYTYMINEN VARMAN SIGNAALIN ( $\epsilon$ ) TAPAUKSESSA .....	43
KUVA 4, HINNAN KÄYTTÄYTYMINEN EPÄVARMUUTTA SISÄLTÄVÄN SIGNAALIN TAPAUKSESSA.....	45
KUVA 5, STANDARD & POORS COMPOSITE.....	60

## Taulukot

TAULUKKO 1, HINNAN JA TODELLISEN ARVON KESKIHAJONNAT SHILLERIN (1981) MUKAAN .....	16
TAULUKKO 2, VOLATILITEETTITUTKIMUKSET, EI YKSIKKÖJUURTA .....	29
TAULUKKO 3, VOLATILITEETTITUTKIMUKSET, ARITMEETTINEN YKSIKKÖJUURI.....	30
TAULUKKO 4, VOLATILITEETTITUTKIMUKSET, LOGARITMINEN YKSIKKÖJUURI .....	30
TAULUKKO 5, TAPAHTUMAT ERI PERIODEILLA DE LONG & KUMPP. (1990A) HÄIRIÖSIIJOITAJAMALLISSA.....	39
TAULUKKO 6, SIGNAALIN E JAKAUMA EPÄVARMUUDEN VALLITESSA.....	40
TAULUKKO 7, CAMPBELL JA KYLE (1993) C-HÄIRIÖSIIJOITAJAMALLIN SELITYSKYKY.....	48
TAULUKKO 8, CAMPBELL JA KYLE (1993) A-HÄIRIÖSIIJOITAJAMALLIN SELITYSKYKY .....	74
TAULUKKO 9, CAMPBELL JA KYLE (1993) B-HÄIRIÖSIIJOITAJAMALLIN SELITYSKYKY.....	75
TAULUKKO 10, CAMPBELL JA KYLE (1993) AINEISTON DICKEY-FULLER -TESTI.....	77

# 1. Johdanto

Markkinoiden tehokkuutta<sup>1</sup> on taloustieteessä tutkittu erityisesti historiallisten hintojen suhteen. Jos markkinat ovat tehokkaat historiallisten hintojen suhteen, hintoja ei voi ennustaa merkittävästi menneisyyden hintojen avulla. 1970-luvun lopulla huomiota alkoivat saada ns. volatiliteettitutkimukset, kun erityisesti Robert Shiller kiinnostui markkinoiden tehokkuuden testaamisesta hintojen vaihteluja tarkkailemalla. Idea oli testata osakkeiden hintojen vaihtelun suuruutta suhteessa ex post osinkovirran nykyarvon vaihteluun. Mittaussuurena oli keskihajonta.

Tässä tutkielmassa yritetään sovittaa yhteen Shillerin havaintoja sekä 1980-luvulla kehitettyjä niin kutsuttuja häiriösijoittajamalleja. Häiriösijoittajamallit etsivät selitystä markkinoiden toiminnassa havaittuihin tehottomuuksiin epärationaalisten sijoittajien käyttäytymisestä. Eräässä mallissa<sup>2</sup> myös rationaalisilla sijoittajilla on rooli markkinoiden epävakauttajana. Tämä tutkielma perustuu oletukseen, että markkinoiden tehokkuutta<sup>3</sup> ei mittavasta tutkimustoiminnasta huolimatta ole pitävästi todistettu. Samoin oletetaan, että trendistä puhdistetut reaaliset osingot käyttäytyvät stationaarisesti<sup>4</sup>, koska silloin voidaan olettaa Shillerin olevan oikeassa volatiliteetti-kiistassa Marshia ja Mertonia vastaan.

Julkisuudessa on ollut paljon keskustelua, varsinkin 1990-luvun alun valuuttakriisien yhteydessä, spekulanttien roolista talouden ohjaajana. Häiriösijoittajamallit tarjoavat yhden näkökulman kyseiseen keskusteluun. Tämä tutkielma kylläkin käsittelee osakemarkkinoita. Osakemarkkinoilla on sikäli erilainen tilanne, että viranomaiset eivät manipuloi hintatasoa yhtä halukkaasti kuin valuuttamarkkinoilla. Valuttamarkkinoita koskeva keskustelu on seurannut yleensä ns. valuuttaputkien rikkoutumista. Valuuttaputket ovat jonkin viranomaisen valuutan arvon heilahteluille määrittämiä rajoja, joiden särkyminen on julkisessa keskustelussa usein laitettu spekulanttien syyksi. Jopa yksittäisen spekulantin roolia on arvailtu ratkaisevaksi (Soros). Osakemarkkinoilla toimivat spekulantit eivät ole saaneet julkisuudessa läheskään niin suurta huomiota osakseen kuin valuuttamarkkinoilla toimivat spekulantit. Osakemarkkinoita pidetään ehkä itsestään selvästi spekulanttien temmellyskenttänä - täytyyhän jokaisella osakkeella olla omistaja ja osakkeen omistaminen on aina jonkinlaista spekulointia. Sen sijaan valuutalla ei ole vastaavaa tarvetta olla

<sup>1</sup> Katso sivu 7.

<sup>2</sup> Positiivisen palautteen strategiat, sivu 34.

<sup>3</sup> Katso sivu 12.

<sup>4</sup> Katso sanasto sivu 81.

sijoittajan omistama. Jos henkilö omistaa valuuttaa sijoitustarkoituksessa ilman reaalityaloudellista tarvetta, on häntä helppo paheksua.

Milton Friedmanin käsitykset (1953) ovat inspiroineet häiriösijoittajamallien kehittäjiä. Häiriösijoittajamalleissa epärationaalisille sijoittajille kehitetään toisenlainen rooli markkinoilla kuin Friedmanin mukaan on todennäköistä. Friedman käsitteli epärationaalisten spekulanttien vaikutusta hintoihin ja päätteli, ettei heidän toiminta voi lisätä hintojen heilahtelua. Tähän tulokseen hän tuli seuraavan päättelyn seurauksena: Jotta spekulantit epävakauttavat hintoja, täytyy heidän ostaa hintojen ollessa todellisen arvon yläpuolella ja myydä hintojen ollessa todellisen arvon alapuolella. Kyseinen sijoitusstrategia johtaa tappioihin ja spekulantit joutuvat pääoman menetettyään poistumaan markkinoilta ennemmin tai myöhemmin. Tämä on heidän vaikutusvaltansa loppu.

Reaalityaloudessa nähdään, että spekulanteja on markkinoilla koko ajan eivätkä he katoa minnekään. Friedmanin ajatuksista johtaen tämä tarkoittaa, että spekulantit tasapainottavat hintoja. Jotta spekulantit säilyvät markkinaosapuolina, täytyy heidän säilyttää pääomansa entisellään tai kasvattaa sitä. Tämä tapahtuu ostamalla keskimäärin halvemmalla tai samalla hinnalla kuin myyminen tapahtuu. Kuvatun kaltainen käyttäytyminen ei voi lisätä hintojen epävakautta, koska ostaminen halvalla tukee hintatasoa ja myyminen kalliilla painaa hintoja alaspäin. Epävakauttavaa on sellainen spekulatio, jossa ostamalla kalliilla tuetaan hintojen nousua entisestään ja myymällä halvalla pitkitetään romahdusta. On kuitenkin mahdollista, että erilaiset spekulanttiryhmät vaikuttavat hintoihin eri tavoilla.

Friedman ei huomioi muiden tulonlähteiden vaikutusta spekulanttien kykyyn pysyä markkinaosapuolina. Spekulanteilla on varaa tehdä huonoja kauppvoja, jos heillä on muita tulonlähteitä. Laajassa merkityksessä muuksi tulonlähteeksi voidaan käsittää myös tulot riskin kantamisesta. Kuten De Long ja kumppanit esittävät, häiriösijoittajat eli epärationaaliset sijoittajat saattavat kompensoida heikosta sijoitusten ajoittamisesta seuraavat tappiot muilla ansioilla.

Black (1986) määrittelee häiriösijoittajat sellaisiksi sijoittajiksi, jotka tekevät kauppaa disinformaation perusteella. Häiriösijoittajat eivät tiedä heidän käyttämänsä informaation olevan disinformaatiota, joten he uskovat yleensä olevansa rationaalisia sijoittajia. Vaikka häiriösijoittaja tietäisi käyttävänsä disinformaatiota, saattaa kaupankäynti olla mielekäästä, jos siitä syntyy mielihyvää. Tässä tutkielmassa

disinformaatiota on sellainen informaatio, jonka avulla ei voida ennustaa tulevaisuutta markkinoita paremmin. Kun informaatio on täysin diskonttaantunut hintoihin, muuttuu se disinformaatioksi. Schleiferin ja Summersin (1990) mukaan disinformaatiota ovat käytännössä esimerkiksi arvopaperivälittäjien antamat osto- tai myyntisuositukset.

## 2. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi

Markkinoiden tehokkuus -käsitteen tunteminen on tärkeää, koska suurin osa markkinoita koskevasta kansantaloustieteen tutkimuksesta perustuu väitteelle, että markkinat ovat tehokkaat. Suuri määrä tutkimuksia tukee tehokkaiden markkinoiden hypoteesia. Tässä tutkielmassa esiteltävät markkinahintojen ja todellisten arvojen volatilitteettia vertailevat tutkimukset ovat asettaneet tehokkaiden markkinoiden hypoteesin kyseenalaiseksi. Volatilitteettitutkimusten jälkeen esiteltävät häiriösijoittajamallit olettavat, että tehokkaiden markkinoiden hypoteesi on kumottu niin selkeästi, että perinteisille arvopaperin rationaaliseen hinnoitteluun perustuville hintateorioille on luotava vaihtoehtoja.

Pääomamarkkinat ovat tehokkaat, jos markkinoilla vallitsevat hinnat täysin heijastavat kaikkea kyseisten pääomatuotteiden todellisen arvon kannalta oleellista informaatiota. Fama (1970) määrittää *riittäviksi* ehdoiksi markkinoiden tehokkuudelle

1. kaupankäyntikulut ovat nolla,
2. informaatio leviää samanaikaisesti kaikille markkinaosapuolille,
3. kaikki markkinaosapuolet ymmärtävät oikein nykyisen informaation merkityksen hintojen kannalta.

Näiden ehtojen toteutuminen ei ole *välttämätöntä* markkinoiden tehokkuudelle. Esimerkiksi kaikkien markkinaosapuolten ei välttämättä tarvitse saada informaatiota välittömästi markkinoiden tehokkuuden toteutumiseksi. Pienempikin osuus sijoittajista saattaa riittää. Tehokkaasti toimivat markkinat voidaan määritellä myös toisella tavalla. Copelandin ja Westonin (1988) mukaan täydellisillä rahoitusmarkkinoilla:

- A) Markkinat ovat kitkattomat (verot, käsittelykustannukset ja rajoittavat säännökset puuttuvat sekä osakkeet ovat täysin jaettavissa ja myytävissä)
- B) Sekä osake- että tuotemarkkinoilla on täydellinen kilpailu
- C) Markkinat ovat informatiivisesti tehokkaat siten, että tieto on maksutonta ja kaikkien saatavissa samanaikaisesti
- D) Kaikki osapuolet ovat rationaalisia hyödyn maksimoijia



Täydellisten markkinoiden käsite on paljon tiukempi kuin tehokkaiden markkinoiden käsite. Varsinkaan täydellisten markkinoiden määritelmän ensimmäistä kohtaa ei yleensä ole vaadittu markkinoiden tehokkuuden toteutumiseksi. Hinnanmuodostuksen tehokkuudesta puhuttaessa keskeinen sana on informaatio kun taas täydellisten rahoitusmarkkinoiden käsite sisältää myös markkinoiden toimintaan liittyviä teknisiä vaatimuksia.

Tehokkaiden markkinoiden hypoteesia on vaikea testata sen yleisluontoisuuden takia. Jotta se saadaan testattavaan muotoon, täytyy tutkia hinnanmuodostusteoriaa. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin täydellinen toteutuminen on teoreettinen tilanne. Yleensä markkinoilla on hinnanmuodostusta häiritseviä tekijöitä.

## 2.1. Tehokkuuden lajit

Markkinoiden tehokkuus jaetaan Faman (1970) mukaisesti kolmeen eri lajiin. Heikon tason tehokkuus tarkoittaa, että historiallisista hinnoista ei ole hyötyä tulevien hintojen ennustamisessa. Keskivahvan tason tehokkuus tarkoittaa, että julkisesti saatavissa olevasta informaatiosta ei ole hyötyä tulevien hintojen ennustamisessa vaan informaatio diskonttaantuu välittömästi hintoihin sen tultua julki. Jos markkinat ovat keskivahvasti tehokkaat, tarkoittaa se, että markkinat ovat myös heikosti tehokkaat. Vahvan tason tehokkuus tarkoittaa, että sisäpiirin informaatiosta ei ole hyötyä tulevaisuuden hintojen ennustamisessa. Sisäpiirin informaatiolla tarkoitetaan tässä sellaista informaatiota, johon on pääsy vain harvoilla. Jos markkinat ovat vahvasti tehokkaat, ovat ne myös keskivahvasti ja heikosti tehokkaat.

Summersin (1986) mukaan markkinoiden keskivahvaa tehokkuutta testataan normaalisti lisäämällä yhtälöön

$$R = r + e$$

R = toteutunut tuotto

r = oletettu vaadittu tuotto = E(R)

e = kohinaa

E = odotusarvo-operaattori

informaatiosta  $\Phi_t$  johdettuja regressoreita ja testaamalla hypoteesia, että niiden kertoimet ovat nolliä. Heikon tason tehokkuutta tutkitaan testaamalla hypoteesia, että  $e$  on valkoista kohinaa<sup>5</sup>.

Volatiliteettitutkimuksissa tutkitaan heikon sekä keskivahvan tason tehokkuutta. Häiriösijoittajamalleissa ei ole oleellista, minkä asteista markkinoiden tehokkuus tai tehottomuus käytetyn informaation laadun perusteella on. Tärkeää on vain se, voiko informaation avulla ennustaa.

## 2.2. Hintateoriat

Markkinoiden tehokkuutta testattaessa on käytetyllä hintateorialla keskeinen merkitys. Toteutuneiden hintojen vertaaminen eri hintateorioihin voi antaa hyvin erilaisia tuloksia. Markkinoiden tehokkuuden testit testaavat samalla myös oletetun hintateorian pätevyyttä. Jos testi tuottaa positiivisen tuloksen markkinoiden tehokkuudesta, tarkoittaa se samalla, että testissä käytettyä teoriaa hintojen käyttäytymisestä ei hylätä. Vaikka hintateoriaa ei hylätä, ei se kuitenkaan tarkoita, että kyseinen hintateoria kuvailisi hintojen käyttäytymistä täydellisesti. Käytetty hintateoria vain kuvaili riittävän hyvin sellaisia hintojen käyttäytymiseen liittyviä ominaisuuksia, joilla oli merkitystä testin kannalta. Jos testi markkinoiden tehokkuudesta tuottaa negatiivisen tuloksen, ei voida varmuudella sanoa, oliko syynä puutteellinen hintateoria vai hinnanmuodostuksen tehottomuus. Kuvailtua hintateorian ja tehokkuustestin tuloksen suhdetta voidaan soveltaa myös tässä tutkielmassa esiteltäviin osakemarkkinoiden hinnanmuodostuksen tehokkuutta tutkiviin volatilitteettitesteihin. Esimerkiksi monet tutkijat ovat kritisoineet Shillerin<sup>6</sup> suorittamassa testissä käytettyä hintateoriaa siinä toivossa, että hintateorian korjaaminen eliminoi testissä saavutetun tuloksen.

Jos markkinat ovat tehokkaat, eivät markkinahinnat poikkea järjestelmällisesti hintateorian ilmoittamasta hinnasta. Suurin osa osakemarkkinoiden testeistä perustuu diskontattujen odotettujen tuottojen hintateoriaan<sup>7</sup>. Yleisessä muodossa odotettujen tuottojen teoriat voidaan ilmaista kaavana seuraavasti:

<sup>5</sup> 'white noise process'.

<sup>6</sup> katso sivu 15.

<sup>7</sup> Fama E: "Efficient capital markets...", 1970, s. 384 ("Most of the available work is based only on the assumption that the conditions of market equilibrium can somehow be stated in terms of expected returns. In general terms like the two parameter model (Sharpe, Lintner) such theories would posit that conditional on some relevant information set, the equilibrium expected return on a security is a function of its "risk". And different theories would differ primarily in how "risk" is defined.")

$$(1) \quad E(p_{j,t+1} | \Phi_t) = [1 + E(R_{j,t+1} | \Phi_t)] * p_{j,t} ,$$

$E$  = odotusarvo-operaattori

$\Phi_t$  = hinnoissa heijastuvan informaation symboli

$p_{j,t}$  = arvopaperin j hinta hetkellä t

$R_{j,t+1}$  = vaadittu tuottoaste  $(p_{j,t+1}-p_{j,t})/p_{j,t}$  hetkellä t

$p_{j,t+1} | \Phi_t$  = tulevaisuuden (hetken t+1) hinta hetken t näkökulmasta

Kaikki hetkellä t saatavilla oleva informaatio  $\Phi_t$  heijastuu tehokkailla markkinoilla hintoihin siten, että kaikki uusi informaatio vaikuttaa hintoihin satunnaisesti. Tässä tutkielmassa uusi informaatio tarkoittaa käytännössä tulevia osinkoja koskevaa informaatiota. Tämän hetken hinnan  $p_{j,t}$  täytyy muodostua siten, että arvopaperille saadaan vaadittu tuotto. Vaadittu tuotto heijastaa arvopaperin riskiä. Riskiin vaikuttava uusi informaatio vaikuttaa vaaditun tuoton tasoon satunnaisesti. Jos hinnat heijastavat täysin informaatiota eli markkinat ovat tehokkaat, niin tuottoa ei synny yli odotetun tuoton:

$$(2) \quad x_{j,t+1} = p_{j,t+1} - E(p_{j,t+1} | \Phi_t), \text{ jolloin}$$

$$(3) \quad E(x_{j,t+1} | \Phi_t) = 0$$

### 2.2.1 Diskontatut osingot

Yleisimmin osakemarkkinoilla käytetty tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukainen hinta on

$$p_t = \sum_{s=t}^{\infty} \frac{e_s}{(1+r)^{s-t}}$$

osingot diskontattuna nykyhetkeen.

$e_s$  = periodin s osinko

t = nykyhetki

r = korko

$p_t$  = osakkeen arvo tällä hetkellä

Malli on hyvin teoreettinen. Se ei kerro, miten odotukset tulevaisuuden osingoista tulisi muodostaa.

Edellä kuvattu yhtälö kertoo ex post todellisen arvon, mutta käytännön tilanteissa ei markkinavoimilla

voi olla käytettävissä sellaista informaatiota, jolla ex post todellinen arvo voidaan ilmaista etukäteen. Ex ante todellista arvoa kuvaa seuraava yhtälö<sup>8</sup>

$$p_t = E \left[ \left( \sum_{s=t}^{\infty} \frac{e_s}{(1+r)^{s-t}} \right) \middle| \Phi_t \right]$$

$E$  = odotusarvo-operaattori

$e_s$  = periodin  $s$  osinko

$t$  = nykyhetki

$r$  = korko

$p_t$  = osakkeen arvo tällä hetkellä

$\Phi_t$  = informaatio hetkellä  $t$

## 2.2.2 Satunnaiskulku

Testattaessa markkinoiden tehokkuutta on yleensä oletettu, että jos informaatio ei ole ennustettavissa ja heijastuu täysin hinnoissa, on tuloksena satunnaiskulkua tai jotain sen muunnelmaa. Satunnaiskulku-hintateoriaksi nimitetään sellaista hintojen käyttäytymistä, jossa peräkkäisten hintamuutosten jakauma on sama ja hintamuutokset ovat toisistaan riippumattomia. Satunnaiskulku voidaan ilmaista yhtälönä seuraavasti:

$$(6) \quad f(r_{j,t+1} \mid \Phi_t) = f(r_{j,t+1})$$

$f()$  = tiheysfunktio

$r_{j,t+1}$  = tuotto

$\Phi_t$  = informaatio hetkellä  $t$

Eli informaatio ei vaikuta satunnaismuuttujan jakaumaan. Tiheysfunktio pysyy vakiona ajan funktiona. Markkinat ovat siis tehokkaat. Ei ole löydettävissä informaatiota, jonka avulla voisi hankkia muuta kuin tiheysfunktion  $f()$  kuvaamaa tuottoa. Käytännössä satunnaiskulkua voi kuvailla esimerkiksi yhtälö  $p_{t+1} = \mu + p_t + \varepsilon_t$ , jossa  $r = \mu + \varepsilon_t$ . Jos hintakehityksellä on vakiona pysyvä trendi  $\mu$  ajan suhteen, voidaan puhua ajautuvasta satunnaiskulusta.

<sup>8</sup> Summers (1986), s. 593

## 2.3 Ovatko osakemarkkinat tehokkaat?

Tässä tutkielmassa tarkastellaan markkinoiden tehokkuuden toteutumista erityisesti nykyhetken diskontattujen tulevaisuuden osinkojen sekä osakkeiden markkinahintojen volatiliteettia vertailevien tutkimusten avulla. Tutkielman seuraava osa keskittyy volatiliteettikysymyksen selvittämiseen.

Faman (1970) mukaan ei löydy merkkejä siitä, että havaittua hyvin pientä sarjakorrelaatiota voitaisiin käyttää voittoa tuottavien kaupankäyntisääntöjen luomiseen. Havaitut sarjakorrelaatiot ovat niin pieniä, että kaupankäyntikulut pienimmilläänkin syövät hyödyn. Hintojen sarjakorrelaatiota mitataan tutkittaessa heikon tason tehokkuutta. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesia ei voi Faman tiedossa olevien heikkoa tehokkuutta testaavien tutkimusten perusteella hylätä, koska tyypillinen tehokkaiden markkinoiden hypoteesi sallii kaupankäyntikulujen esiintymisen. Faman keräämän, finanssimarkkinoiden tehokasta hinnanmuodostusta tukevan aineiston on katsottu tukevan kahta erilaista väitettä. Ensimmäiseksi salkunhoitajat eivät pysty saavuttamaan markkinoita parempia tuottoja käyttämällä yleisesti saatavissa olevaa informaatiota. Toisaalta markkinoiden tehokkuuden oletetaan olevan todiste siitä, että markkinahinnat ovat rationaalisia arvioita todellisista arvoista.

Summers (1986) muistuttaa, ettei tehokkaiden markkinoiden hypoteesin hylkäämisen epäonnistuminen tarkoita, että hypoteesi pitäisi hyväksyä. Fama (1970) ei onnistunut hylkäämään tehokkaiden markkinoiden hypoteesia, jolloin Summersin mielestä tehokkaiden markkinoiden hypoteesia ei pidä kuitenkaan hyväksyä: Tehottomuus voi toteutua tavoilla, joita Fama ei ole tiedostanut. Summersin mukaan sekä teoreettinen että empiirinen todistusaineisto puhuu sen puolesta, että markkinahinnat eroavat usein ja merkittävästi todellisista arvoista.

Tämä tutkielma perustuu osaltaan esimerkiksi Summersin julkituomaan näkemykseen, että markkinat tehokkaiksi todenneilla tutkimuksilla on vähän todistusvoimaa osakkeiden arvostusvirheitä vastaan. Aikaisemmin käytetyt tilastolliset menetelmät ovat kyvyttömiä puolustamaan tehokkaiden markkinoiden hypoteesia. Markkinoilla esiintyviä pysyväluonteisia arvostusvirheitä koskeva hypoteesi sekä tehokkaiden markkinoiden hypoteesi ovat molemmat sopuosinnussa empiirisen havaintoaineiston kanssa, koska hinnoittelun tehokkuuden tutkimisessa käytetyt tilastolliset menetelmät eivät kykene havaitsemaan pysyväluonteisia arvostusvirheitä.

Shleiferin ja Summersin (1990) näkemyksen mukaan tehokkaiden markkinoiden hypoteesin hinta olisi erittäin volatiili, jos se olisi yleisen kaupankäynnin kohteena. Huippunsa EMH:n arvo saavutti Jensenin (1978) oltua sitä mieltä, että tehokkaiden markkinoiden hypoteesi on kansantaloustieteessä parhaiten empiirisesti todistettu teoria.

## 3. Osakehintojen volatiliteetti

### 3.1 Yleistä

Keskustelu osakehintojen ja niiden todellisten arvojen vaihteluiden suhteesta sai alkunsa Shillerin sekä Leroy'n ja Porterin ns. volatiliteettitutkimuksista vuonna 1981. Kyseiset tutkimukset pyrkivät selvittämään, oliko osakkeiden hintojen vaihtelu Yhdysvaltojen osakemarkkinoilla useiden kymmenien vuosien aikajaksolla suurempaa kuin voitiin selittää osakkeiden todellisten arvojen vaihtelulla. Tässä tutkielman osassa selvitetään paitsi yllämainittujen tutkimusten sisältöä myös alkuperäisiä volatiliteettitutkimuksia kritisoineita tutkimuksia. Erityispaino on Robert Shillerin käyttämien tutkimusmenetelmien ja hänen tutkimustensa johtopäätösten esittelyllä.

### 3.2 Miksi volatiliteettitutkimukset ovat aiheellisia?

Hintataso osakemarkkinoilla heilahtelee usein niin voimakkaasti, että on helppo päätyä intuitiiviseen näkemykseen, että hintojen heilahtelua ei ole mahdollista selittää ainakaan kokonaan todellisten arvojen vaihtelulla. Esimerkiksi New Yorkin pörssin kehitystä kuvaava Dow Jones Industrial Average -indeksi laski reaalisesti<sup>9</sup> 74 prosenttia vuodesta 1929 vuoteen 1932. Samaan aikaan todellinen arvo pysyi erittäin vakaana, koska

1. osingot laskivat 1930-luvulla vuosina 1933, 1934, 1935 ja 1938 16-38 prosenttia pitkän aikavälin kasvutrendin alapuolella ja muina vuosina kasvutrendin yläpuolella<sup>10</sup> ja koska
2. todellinen arvo on diskonttaustekijöillä painotettu tulevien osinkojen liukuva keskiarvo, joka loiventaa osinkoja kuvaavaa käyrää.

Kuvailtujen seikkojen vuoksi on helppo olettaa, että indeksi laski moninkertaisesti verrattuna todelliseen arvoon. Shillerin (1981) mukaan vastaavanlainen hintojen käyttäytyminen on sen verran

<sup>9</sup> Reaalinen pörssi-indeksin lasku on laskettu Dow Jones Industrial Averagen ja consumer price index for all urban consumers (CPI-U) avulla. DJIA:n vuosikeskiarvot olivat 313,54 vuonna 1929 ja 64,53 vuonna 1932. CPI-U:n vuosikeskiarvot olivat 17,1 vuonna 1929 ja 13,7 vuonna 1932.

<sup>10</sup> Shiller (1981)

yleistä, että on syntynyt tarve tutkia, onko osakehintojen vaihtelu voimakkaampaa kuin todellisten arvojen muutoksilla voidaan perustella.

### 3.3 Shillerin volatilitteettitesti USA:n osakemarkkina-aineistolle

Shiller olettaa osakkeiden hinnan ja todellisen arvon olevan sidoksissa seuraavan yhtälön mukaisesti:

$$p_t = E(p_t^*),$$

missä  $p_t$  on arvopaperin hinta periodilla  $t$  ja  $p_t^*$  arvopaperin tulevat osingot diskonttaamalla saatu todellinen arvo<sup>11</sup>.  $E$  on odotusarvo-operaattori.  $p_t$  on siis  $p_t^*$ :n optimaalinen ennuste. Ennustevirhe  $u_t$  on osakkeen todellisen arvon ja hinnan erotus ( $p_t^* - p_t$ ). Ennustevirheen täytyy olla osakehinnan kanssa korreloimaton  $\text{cov}(p_t, u_t) = 0$ , koska muussa tapauksessa ennustetta ei ole laadittu optimaaliseksi. Koska ennustevirheen täytyy olla valkoista kohinaa, voidaan volatilitteettitesti suorittaa myös testaamalla, onko ennustevirhe valkoista kohinaa. Tällaisia testejä kutsutaan ortogonaalisuus-testeiksi. Ortogonaalisuus-testissä suoritetaan regressio suhteessa informaatiota sisältäviin muuttujiin ja testataan hypoteesia, että kyseisille muuttujille saatavat kertoimet ovat nolliä<sup>12</sup>. Kahden toistensa kanssa korreloimattoman muuttujan summan varianssi on muuttujien varianssien summa eli

$$\begin{aligned} u_t &= p_t^* - p_t \\ p_t^* &= p_t + u_t \\ \text{var}(p^*) &= \text{var}(p) + \text{var}(u) \end{aligned}$$

Varianssit eivät voi olla negatiivisia, jolloin  $\text{var}(p^*) \geq \text{var}(p)$  eli

$$\sigma(p^*) \geq \sigma(p)$$

mikä tarkoittaa, että todellisen arvon tulisi heilahdella enemmän kuin hinnan. Tällainen käytös on vastoin Shillerin havaintoja:

<sup>11</sup> Katso sivu 10.

<sup>12</sup> Campbell & kumppanit (1997), sivu 276



	Standard & Poors <sup>13</sup>	Muunnettu Dow Industrials <sup>14</sup>
Aika	1871 - 1979	1928 - 1979
$\sigma(p)$	50.12	355.90
$\sigma(p^*)$	8.97	26.80
$\sigma(p)/\sigma(p^*)$	5.58	13.27

Taulukko 1, Hinnan ja todellisen arvon keskihajonnat Shillerin (1981) mukaan

Taulukko 1 kertoo, että USA:n osakehinnat vaihtelivat vuosina 1871-1979 viidestä kolmeentoista kertaa niin paljon kuin todellinen arvo. Tulos ei välttämättä kumoa tehokkaiden markkinoiden hypoteesia. Shiller antaa tulokselle kaksi mahdollista selitystä, joilla tehokkaiden markkinoiden hypoteesi saattaa yhä toteutua:

1. Muutokset odotetussa reaalisessa korkotasossa. Kuitenkin hän osoittaa, että korkojen vaihtelun olisi täytynyt olla paljon suurempaa tutkittuna ajanjaksona, jotta osakehintojen suuri volatilitteetti selittyisi.
2. Testissä käytetty tulevien osinkojen epävarmuutta kuvaava mittari ei ilmoita todellista epävarmuutta. Ehkä markkinat aivan oikeutetusti pelkäsivät paljon suurempia osinkojen vaihteluita kuin lopulta toteutui<sup>15</sup>.

Shiller laski, että diskonttokoron keskihajonnan pitää olla vähintään 4,36% Standard & Poorsin tapauksessa ja 6,36% Dow Industrialsin tapauksessa, jotta hintojen heilunta on selitettävissä. Kappaleessa "3.4 Shillerin volatilitteettitestin kritiikkiä" esiteltävissä artikkeleissa on kritisoitu Shillerin tutkimusta. Shillerin tutkimuksessa on kuitenkin vahvuuksia, joita on vaikea kumota<sup>16</sup>:

1. Volatilitteettitestin metodologian vahvuus
2. Testissä käytettyjen aikasarjojen pituus

<sup>13</sup> Vuosittainen 1871 - 1979. Hintana on käytetty tammikuun Standard & Poors Monthly Composite Stock Price indeksiä kunakin vuonna jaettuna senhetkellä Bureau of Labor Statistics tukkuhintaindeksillä. Osinkoina on käytetty indeksiin kuuluvien osakkeiden osinkojen painotettua summaa (painot samat kuin osakkeiden painot indeksissä), joka on jaettu BLS tukkuhintaindeksillä. Pitkän aikavälin trendi on eliminoitu jakamalla reaalin indeksi trendillä  $(1+g)^k$ .

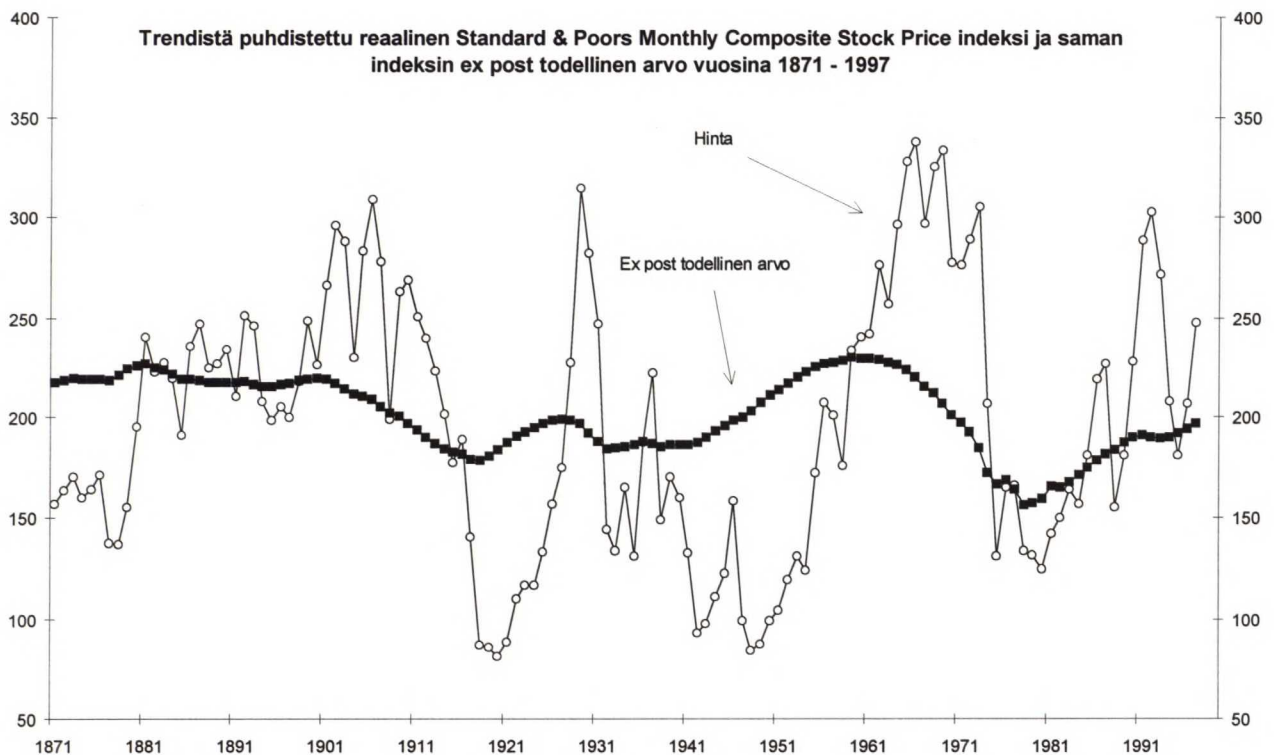
<sup>14</sup> Vuosittainen 1928 - 1979. Hintana on käytetty vuoden viimeisen päivän arvoja. Dow Jones Industrial Average indeksiin vuonna 1928 kuuluneet osakkeet on säilytetty Dow Industrials aikasarjassa loppuun asti. Dow Industrials indeksin etu S&P Composite indeksiin on siis se, että osakkeet eivät vaihdu. Negatiivinen seikka on se, että osakkeita on vain kolmekymmentä. Pitkän aikavälin trendi on eliminoitu jakamalla reaalin indeksi trendillä  $(1+g)^k$ .

<sup>15</sup> Peso-ongelma. Katso sanasto sivulla 81.

<sup>16</sup> Marsh & Merton (1986)

### 3. Volatiliteettirajan ylityksen suuruus

Hintojen korkea volatiliteetti suhteessa todellisen arvon volatiliteettiin näkyy hyvin myös seuraavassa kuvassa. Kleidon (1986a) kritisoi sitä, että Shiller käyttää kuvaa todisteena liiallisesta volatiliteetista<sup>17</sup>. Kleidonin kritiikki on perusteltua vain, jos osinkoprosessi on epästationaarinen.



Kuva 1, Standard & Pours Composite

Samaan aikaan Shillerin kanssa myös Leroy ja Porter (1981) havaitsivat testattujen osakkeiden ja osakeindeksin keskihajontojen olevan paljon suuremmat kuin tehokkaiden markkinoiden hypoteesin toteutuminen sallisi, tosin poikkeamat eivät aina olleet tilastollisesti merkittäviä. Shiller (1981) ei testannut volatiliteettitestinsä tulosten tilastollista merkittävyyttä.

Campbell ja Shiller (1988) näyttävät, kuinka monissa tutkimuksissa havaittu pörssi-indeksin pitkän aikavälin ennustettavuus<sup>18</sup> ja Shillerin (1981) havaitsema pörssi-indeksin liiallinen volatiliteetti ovat itseasiassa sama asia. Koska tehokkailla markkinoilla  $p_t^* = p_t + u_t$  eli todellisen arvon ja

<sup>17</sup> Katso sivu 26

<sup>18</sup> Esimerkiksi Fama & French: Permanent and temporary components of stockprices, J. Political Economy, April 1988

markkinahinnan erotus on valkoista kohinaa, täytyy liiallisen volatilitiitin vallitessa ( $p_t^* - p_t$ ) olla jotain muuta kuin valkoista kohinaa. Campbellin ja Shillerin testit osoittavat, että ( $p_t^* - p_t$ ) on ennustettavissa ainakin osingon ja hinnan välisellä suhteella ( $d/p$ ) sekä yritysten tekemän tuloksen ja hinnan välisellä suhteella ( $e/p$ ).

## Shillerin volatilitiittitestitulosten päivitys

Shiller teki alkuperäisen volatilitiittestinsä vuodesta 1871 vuoteen 1979 ulottuvalla aineistolla. Osana tätä tutkielmaa on toistettu Shillerin testi vuodesta 1871 vuoteen 1997 ulottuvalla aineistolla<sup>19</sup>. Lähtöaineisto ja välivaiheisiin liittyvä aineisto on kuvattu liitteessä sivulla 65.

Ensiksi nimellinen Standard & Poors Composite indeksi ja indeksiä vastaava osinko on muutettu reaalisesti tuottajahintaindeksin avulla. Sitten reaalisesta indeksistä on otettu logaritmi ja suoritettu sille regressioanalyysi ajan ja vakion suhteen. Näin on saatu reaalisesta indeksin logaritminen trendi  $e^b$ . Reaalinen indeksi ja osinko on sitten jaettu trendillä.

Ex post todellinen arvo on saatu diskonttaamalla vakiodiskonttotekijällä tulevat reaaliset, trendistä puhdistetut osingot nykyhetkeen. Viimeisenä osinkona on käytetty otoksen keskimääräistä trendistä puhdistettua reaalista osakeindeksiä. Käytetty viimeisen osingon määritelmä sallii rationaalisen kuplan sisällyttämisen sekä osakeindeksiin, että todelliseen arvoon. Toisaalta empiirinen todistusaineisto ei tue hypoteesia rationaalisten kuplien esiintymisestä Standard & Poors Composite -indeksissä ja sitä vastaavassa osingossa<sup>20</sup>. Diskonttokorkona on käytetty keskimääräistä tulevaisuuden reaalista, trendistä puhdistettua osinkoa jaettuna keskimääräisellä tulevaisuuden reaalisella, trendistä puhdistetulla indeksillä. Esimerkiksi vuoden 1944 todellisen arvon laskemiseen käytetty diskonttokorko on laskettu siten, että vuosien 1944 - 1997 trendistä puhdistettu, reaalinen osingon keskiarvo on jaettu vuosien 1944 - 1997 trendistä puhdistetun, reaalisesta osakeindeksin keskiarvolla. Sitten on laskettu reaalisesta, trendistä puhdistetun indeksin sekä todellisen arvon keskihajonnat:

### Standard & Poors Composite

<sup>19</sup> Tarkoituksena oli toistaa Shillerin testi suomalaisella aineistolla, mutta sitä ei ollut saatavissa.

<sup>20</sup> Campbell & kumppanit (1997), sivu 260

Aika	1871 - 1997
$\sigma(p)$	64,89
$\sigma(p^*)$	18,88
$\sigma(p) / \sigma(p^*)$	3,44

Kuten taulukon arvoista nähdään, volatilititeettiraja  $\sigma(p) < \sigma(p^*)$  rikkoutuu pidennetyllä aineistolla vähemmän selkeästi kuin Shillerin alkuperäisellä aineistolla.

## Toinen tapa tehdä volatilititeettitesti

Mankiw & kumppanit (1985) kehittivät uuden menetelmän testata hintojen volatilititeettiä verrattuna diskontattuihin osinkoihin. Menetelmä kehittäminen on vastaus Marshin ja Mertonin (1983) sekä Flavinin (1983) havaitsemiin Shillerin menetelmien epäkohtiin. Kyseisiä epäkohtia on selitetty kappaleissa ”3.4.1” ja ”3.4.2”.

1. Mankiwin testi ei vaadi oletusta, että osakehinnat ja osingot käyttäytyvät stationaarisesti. Shillerin testissä oletus stationaarisuudesta on keskeinen asia.
2. Mankiwin testi ei vaadi osinkojen ja hintojen puhdistamista trendistä.
3. Testi ei ole vääristynyt pienillä otosmäärillä.

Mankiw ja kumppanit testaavat, onko naiivilla menetelmällä tehty arvonmääritys parempi todellisen arvon ennuste kuin markkinahinta. Naiivina arvona he käyttävät viimeisintä osinkoa jaettuna diskonttokorolla. Tulokset ovat seuraavat käyttäen vastaavaa osakeindeksiaineistoa kuin Shiller (1981):

$r(\%)$	$E(P^* - P^0)^2$	=	$E(P^* - P)^2$	+	$E(P - P^0)^2$
4	146		355		118
5	88		233		159
6	67		228		257
7	58		271		361
8	54		333		459
9	51		399		546
10	50		466		623

$$P_t^* = \text{ex post todellinen arvo} = \sum_{k=0}^{(T-t)-1} \frac{D_{t+k}}{(1+r)^{k+1}} + \frac{P_T}{(1+r)^{T-t}}$$

$D_{t+k}$  = periodin  $t+k$  osinko

$t$  = nykyhetki

$T$  = viimeinen periodi

$r$  = diskonttokorko

$P_t$  = hinta periodilla  $t$

$P_t^0$  = naiivi todellisen arvon ennuste =  $D_{t-1}/r$

Koska tehokkailla markkinoilla  $(P^* - P)$  on valkoista kohinaa, seuraa siitä, että  $E[(P^* - P)(P - P^0)] = 0$ . Silloin voidaan todeta, että korottamalla yhtälön  $(P^* - P^0) = (P^* - P) + (P - P^0)$  molemmat puolet toiseen saadaan edellisessä taulukossa esitetty yhtälö. Taulukosta nähdään, että suhteessa ex post todelliseen arvoon naiivin ennusteen keskipoikkeama on paljon pienempi kuin hinnan keskipoikkeama. Naiivi ennuste pystyy siis paljon laadukkaampaan suoritukseen kuin markkinoiden ennuste. Tämän testin mukaan todellinen arvo eli odotetut osingot diskontattuna vakiona pysyvällä diskonttokorolla heilahtelee paljon voimakkaammin suhteessa naiiviin ennusteeseen kuin hinta. Tulos vastaa Shillerin (1981) tulosta, että osakehinnat heilahtelevat paljon enemmän kuin todellisen arvon heilahteluilla voidaan selittää. Mankiw ei ole selvittänyt tuloksen tilastollista merkittävyyttä. On siis yhä mahdollista, että tulos on sattumaa. Toinen mahdollisuus on, että osakehintojen suurempi vaihtelu verrattuna osinkoihin on seurausta diskonttokoron vaihteluista. Diskonttokoron vaihtelut puolestaan voivat olla seurausta joko riskittömän reaalikoron tai osakkeen riskipremion vaihteluista. Kun edelliset mahdollisuudet on eliminoitu, jää jäljelle kolmas vaihtoehto eli osakkeen hinta ei heijasta todellisten arvojen vaihtelua.

### 3.4 Shillerin volatiliteettitestin kritiikkiä

Seuraavassa käydään lyhyesti läpi Shillerin testin kritiikkiä. Tutkielman lähtökohtana on kuitenkin, että Shillerin johtopäätökset volatiliteettitutkimuksessa (1981) ja vastakritiikki alla oleviin artikkeleihin on oikeutettua. Kritiikkiä ovat herättäneet ainakin Shillerin suorittaman testin

1. osinkoprosessin määritelmä (Marsh ja Merton)
2. käytetyn tilastollisen aineiston suppeus (Flavin)
3. oletukset käytettyjen aikasarjojen tilastollisista ominaisuuksista kuten stationaarisuudesta

#### 3.4.1 Osinkoprosessin määritelmän kritiikkiä

Marsh ja Merton (1986) asettavat kyseenalaiseksi Shillerin käyttämien menetelmien pätevyyden markkinoiden tehokkuuden testaamisessa. Shiller määrittelee osakkeiden volatiliteetille ylärajan, jota markkinahinnat eivät saa ylittää, jos markkinat ovat tehokkaat. Marshin ja Mertonin mukaan Shillerin käyttämä yläraja onkin todellisuudessa alaraja, jota hintojen keskihajonta eivät saa alittaa, jos markkinat ovat tehokkaat.

Seuraavassa kuvataan, kuinka Marsh ja Merton päätyivät määrittelemään, että rationaalisilla tehokkailla markkinoilla todellinen arvo  $p^*$  voidaan kuvata hinnan  $p$  funktiona. Volatiliteettiraja on seurausta kyseisestä  $p^*$ :n määritelmästä. Marsh ja Merton määrittelevät osinkoprosessin yhtälöllä

$$\Delta D(t) = gD(t) + \sum_{k=0}^{\infty} \gamma_k [\Delta E(t-k) - gE(t-k)]$$

$\Delta$  = tuleva muutos eli  $X(t+1) - X(t)$

$D(t)$  = osinko aikana  $t$

$g$  = kasvutrendi

$\gamma_k$  = parametri  $\geq 0$

$E(t)$  = reaalin pisyväistulos<sup>21</sup> periodilla  $t$

<sup>21</sup> Pisyväistulos = tulosten nykyarvo kerrottuna korolla =  $rV(t)$

Yhtälö perustuu tyypillisiin yritysjohtajien käyttäytymistapoihin, jotka Lintner (1956) havaitsi tutkimuksessaan. Ensimmäinen termi heijastaa yritysjohtajien pyrkimystä asettaa osingot kasvamaan vakioralla ja toinen termi kuvaa osinkojen kasvun poikkeamista pitkän aikavälin kasvu-uralta pysyvääistulon kasvutrendistä poikkeavien muutosten seurauksena. Jos osinkoprosessia kuvaavasta yhtälöstä eliminoidaan trendi, saadaan seuraava yhtälö:

$$\Delta d(t) = \sum_{k=0}^N \lambda_k \Delta e(t-k), \text{ missä}$$

$$e(s) \equiv \frac{E(s)}{(1+g)^s} \quad \text{ja}$$

$$\lambda_k \equiv \frac{\gamma_k}{(1+g)^{k+1}}$$

Jos trendistä puhdistettu osinkoprosessia kuvaava yhtälö integroidaan, saadaan

$$d(t) = \sum_{k=0}^N \lambda_k e(t-k)$$

Jos yrityksen reaaliset pääomakustannukset ovat vakio  $r$ , on pysyvääistulos  $E(t) = rV(t)$ .  $V(t)$  on osakkeen arvo, joka on laskettu osingonjakoon käytettävissä olevan tuloksen avulla:

$$V(t) = \varepsilon_t \left( \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\delta_{t+k}}{(1+r)^{k+t}} \right), \text{ missä}$$

$\delta$  on osingonjakoon käytettävissä oleva kassavirta ja  $\varepsilon$  on odotusarvo-operaattori. Luonnollisesti tätä summaa ei ole pakko jakaa kokonaan osinkona, joten  $\delta$  muodostaa ainoastaan rajoitteen osingonjaolle. Marshin ja Mertonin mukaan osakkeen todellinen arvo on  $V$  Shillerin (1981) markkinoiman osinkovirran nykyarvon sijaan. Jos  $E(t) = rV(t)$ :

$$\begin{aligned}
 d(t) &= r \sum_{k=0}^N \lambda_k v(t-k) \\
 &= r\phi \sum_{k=0}^N \theta_k v(t-k) \quad , \text{missä} \\
 v(s) &= \frac{V(s)}{(1+g)^s} \quad \text{ja} \\
 \theta_t &\equiv \frac{\lambda_k}{\phi} \geq 0 \quad \text{ja} \quad \sum_0^N \theta_t = 1
 \end{aligned}$$

Marshin ja Mertonin mukaan rationaalinen markkinahinta  $p(t) = v(t) \Rightarrow$

$$d(t) = r\phi \sum_{k=0}^N \theta_k p(t-k)$$

Kun edellinen yhtälö sijoitetaan seuraavaan kahteen Shillerin (1981) käyttämään, todellisen arvon määrittelevään yhtälöön, saadaan  $p^* = f(p)$ :

$$\begin{aligned}
 p^*(t) &= \sum_{k=0}^{T-t-1} \gamma^{k+1} d(t+k) + \gamma^{T-t} p^*(T) \quad \text{ja} \\
 p^*(T) &= \frac{\left[ \sum_{t=0}^{T-1} p(t) \right]}{T} \quad \left| \quad T \text{ on periodien lukumäärä otoksessa} \right.
 \end{aligned}$$

$\Rightarrow$

$$\begin{aligned}
 p^*(t) &= \sum_{k=-N}^{T-1} w_{tk} p(k), \quad t = 0, \dots, T-1 \\
 \sum_{k=-N}^{T-1} w_{tk} &= 1, \quad w_{tk} \geq 0
 \end{aligned}$$

$p^*$  on tällöin  $p$ :n liukuva keskiarvo. Liukuvan keskiarvon varianssi on pienempi kuin yksittäisten havaintojen keskihajonta eli hinnanmuodostuksen on täytettävä seuraava ehto, jotta hintojen voidaan tältä osin sanoa muodostuvan tehokkaasti



$$\text{var}(p^*) \leq \text{var}(p)$$

Shillerin mukaan hinnan  $p$  volatilitteetti on ylittänyt todellisen arvon  $p^*$  volatilitteetin monikertaisesti USA:n osakemarkkinoilla tällä vuosisadalla. Koska tulos täyttää Marshin ja Mertonin asettaman ehdon markkinoiden tehokkuudelle, on heidän mukaansa syytä pohtia, ovatko Shillerin markkinoiden tehokkuuden testaamiseksi kehittelemät menetelmät harhaanjohtavia.

Marsh ja Merton eivät yhdy Shillerin näkemyksiin, että USA:n osakemarkkinat olisivat ylivolatiilit. Marshin ja Mertonin mielestä on vain muutamia testejä, jotka ovat löytäneet tehottomuutta markkinoiden hinnoittelusta.

Marsh ja Merton kiinnittävät huomiota siihen, mitä tapahtuisi, jos osakemarkkinoiden hinnoittelu todettaisiin varmuudella tehottomaksi. Markkinoiden tehokkuus on yksi modernin taloustieteen kulmakiviä. Osakehintojen muutoksilla on suuri vaikutus yritysten investointien suuruuteen. Jos osakehinnat muodostuvat tehottomasti, silloin yritysten investoinnit ohjautuvat myös tehottomasti.

Shillerin (1986) mukaan Marshin ja Mertonin käyttämän osinkoprosessin määritelmän epästationaarisuudesta seuraa, että tehokkailla markkinoilla hintaprosessilla on yksikköjuuri<sup>22</sup>. Populaatiolla on silloin ääretön varianssi. Kuitenkin Shillerin (1981) suorittama Dickey-Fuller -testi kumoaa viiden prosentin tasolla yksikköjuurellisen mallin osinkojen kehityksestä verrattuna malliin, jonka mukaan osingot kehittyvät stationaarisesti trendin ympärillä.

Seuraavien yhtälöiden avulla selviää, että Marshin ja Mertonin mallissa osakkeet käyttäytyvät epästationaarisesti. Kun käytetään Marshin ja Mertonin trendistä puhdistettua osinkoprosessin määritelmää

$$d(t) = r\phi \sum_{k=0}^N \theta_k p(t-k)$$

sekä

<sup>22</sup> Katso selitykset sivu 81.

$$p^*(t) \equiv \sum_{k=0}^{\infty} \eta^{k+1} d(t+k) \quad \text{ja} \quad p(t) = \varepsilon[p^*(t)],$$

missä  $\eta$  on diskonttaustekijä ja  $\varepsilon$  odotusarvo-operaattori. Silloin

$$p(t) = \rho \varepsilon_t \sum_{j=0}^{\infty} \eta^{j+1} \sum_{k=0}^N [\theta(k) p(t+j-k)],$$

missä  $\rho = r\phi$  on pitkän aikavälin osinkotuotto. Edellisen yhtälön parametrit summautuvat yhdeksi, mikä tarkoittaa, että  $p(t)$ :n määrittelevällä prosessilla on yksikköjuuri, mikä on ristiriidassa Shillerin tekemien empiiristen havaintojen kanssa. Marsh ja Merton eivät myöskään sisällyttäneet osinkoprosessin määritelmään virhetermiä, minkä vuoksi kyseinen osinkoprosessi ei voi olla realistinen.

### 3.4.2 Aineiston suppeuden vaikutus Shillerin volatiliteettitestiin

Flavinin (1983) mukaan pienten otosten tapauksessa Shillerin (1979) volatiliteettitesti antaa väärän kuvan todellisesta tilanteesta. Shiller (1979) testaa, onko USA:n korkomarkkinoilla liiallista volatiliteettia. Kommentit, jotka Flavin esittää Shillerin korkotutkimuksesta, pätevät myös osakemarkkinoiden volatiliteetista tehtyihin tutkimuksiin, koska molemmissa testeissä

1. käytetyt metodologiat ovat samankaltaiset ja
2. tilastollinen aineisto on suppea.

Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin hylkääminen saattaa aiheutua siitä, että volatiliteettitestiin tehokkuus on sidoksissa suuriin otoksiin. Volatiliteettitesteissä tyypillisesti käytetyt otosten suuruudet vääristävät tuloksia huomattavasti liiallisen volatiliteetin suuntaan. Pienellä otoksella on sellainen vaikutus, että varianssi aliarvioidaan. Autokorreloituneen, kuten todellisen arvon, aikasarjan varianssi arvioidaan erityisen paljon alakanttiin. Tästä huomataan, että korjausten jälkeen osakehintojen varianssin ja todellisen arvon varianssin suhde laskee. Flavin testaa Shillerin käyttämän metodologian vahvuuden myös huomioiden mahdollisuudet, että

1. tilastollinen aineisto käyttäytyy epästationaarisesti,
2. volatiliteettitestissä käytetty tilastollinen aineisto on puhdistettu trendistä asiantuntemattomasti ja
3. aineistoon vaikuttaa niin kutsuttu peso-ongelma<sup>23</sup>.

Tulos on, että Shillerin testi suosii yhä tehokkaiden markkinoiden hypoteesin hylkäämistä. Mainitut kohdat aiheuttavat vaikeuksia testin tehokkuudelle. Esimerkiksi jos tilastollinen aineisto käyttäytyy epästationaarisesti, populaation varianssi on äärettömän suuri. Silloin ei voida tehdä vertailuja varianssien suuruuksien välillä.

Flavin väittää Shillerin tunnustaneen pienistä otoksista aiheutuvat ongelmat periaatteessa jo vuoden 1979 artikkelissaan, mutta kieltäytyneen testaamasta pienten otosten todellista vaikutusta. Shillerin korkotasoa käsittelevässä artikkelissa verrattiin lyhyen korkotason varianssia sekä pitkän ajan päästä erääntyvän joukkovelkakirjan tuoton varianssia velkakirjan hallussapitoaikana. Lyhyen korkotason vaihtelu asettaa varianssirajan velkakirjan tuotolle hallussapitoaikana.

Shillerin (1979) testissä pitkien korkojen vaihtelu ylittää volatiliteettirajan neljässä kuudesta aikasarjasta. Flavin tekee Shillerin laskemiin pitkän koron varianssirajoihin tilastollisen korjauksen, jonka seurauksena volatiliteettiraja ylitetään vain kolmessa kuudesta aikasarjasta. Tilastollisen korjauksen avulla voidaan siis heikentää Shillerin testin antamaa tulosta pitkien korkojen tehottomasta määräytymisestä. Koska osakemarkkinoita testattaessa (Shiller, 1981) volatiliteettiraja ylitettiin niin selvästi, ei Flavinin esittelemä korjausmenetelmä selitä kuin osan osakemarkkinoiden liiallisesta volatiliteetista.

### 3.4.3 Osinkoprosessin epästationaarisuuden vaikutus

Kleidon (1986b) kritisoi tapaa, jolla Shiller käyttää kuvaa osakkeiden hinnoista ja ex post todellisesta arvosta perustelemaan liiallista volatiliteettia. Kleidon piirtää vertailun vuoksi kuvaajat todellisesta arvosta  $p^*$  ja samasta osinkosarjasta lasketusta tehokkaasta hinnasta  $p$ , jotka on laskettu geometrista satunnaiskulkua noudattavista osingoista. Kuvassa hinta heilahtelee paljon enemmän kuin todellinen

<sup>23</sup> Peso-ongelma tarkoittaa sellaisten tapahtumien vaikutusta hintoihin, jotka ovat todennäköisiä, mutta jotka eivät toteudu. Kransker (1980).

arvo, vaikka hinnanmuodostus on tehokasta. Shillerin mukaan tehokkailla markkinoilla hinnan pitäisi heilua vähemmän kuin todellisen arvon. Tehokas hinta voidaan laskea helposti, koska osinkojen noudattaman prosessin kaava on tiedossa:

$$\ln d_t = \mu + \ln d_{t-1} + \varepsilon_t$$

$d_t$  = tarkasteluhetken osinko

$\mu$  = logaritmistien osinkojen muutoksen odotusarvo

$\varepsilon_t$  = satunnaismuuttuja

Yllä esitetystä kaavasta osingot noudattavat geometrista satunnaiskulkua. Koska todellinen arvo  $p^*$  on liukuva keskiarvo tulevaisuuden osingoista, sen volatilitteetti on pienempi kuin hinnan volatilitteetti. Viimeisen periodin  $p_T^*$  on oletettu samaksi kuin vastaavan periodin hinta  $p_T$ . Tehokas hinta taas on laskettu suoraan viimeisimmästä osingosta vakio kertoimen avulla.



Kuva 2, osingot noudttavat geometrista satunnaiskulkua

Koska edellisessä kuvassa<sup>24</sup> hinta  $p$  lasketaan suoraan osingosta  $d$  vakio kertoimen avulla, noudattaa hinta samanlaista prosessia kuin osinko eli geometrista satunnaiskulkua. Shillerin (Kuva 1) ja

<sup>24</sup> Katso liite sivulla 68.

Kleidonin kuvat näyttävät hyvin samanlaisilta, vaikka Shillerin mukaan osakemarkkinat käyttäytyvät stationaarisesti eli niillä on vakiotrendi kun taas Kleidonin kuvissa on kyse epästationaarisesta prosessista. Shillerin mukaan kuvaaja vuosittaisista osakehinnoista ja toteutuneiden osinkojen perusteella lasketusta todellisesta arvosta tukee selkeästi hänen tutkimustulostaan, että osakkeiden hinnat vaihtelevat enemmän kuin voidaan selittää todellisen arvon käyttäytymisellä. Kuvaajassa osakehinnat sahaavat voimakkaasti ja todellinen arvo liikkuu vähän. Myös Kleidonin kuvassa osakehinnat sahaavat voimakkaasti suhteessa todelliseen arvoon - silti osakkeiden hinnat muodostuvat tehokkaasti. Kommentissaan Kleidonin (1986) artikkeliin Shiller (1986) myöntää Kleidonin olevan oikeassa siinä, että tehokkaiden markkinoiden hypoteesin toteutuessa todellisen arvon ei tarvitse heilahdella niin paljon kuin hinnan.

Jos hinta- ja osinkoprosessin laaduksi osoittautuu satunnaiskulku, ei hinnalle ja osingolle ole määritettävissä varianssia ja Shillerin volatilitettitesti on silloin epäpätevä hinnanmuodostuksen tehokkuuden mittari. Laatussa voi testata Dickey-Fuller -testillä. Sekä Shiller että Kleidon ovat suorittaneet kyseisen testin Standard & Poors Composite -indeksiä vastaaville osingoille. He ovat kuitenkin muuntaneet nimelliset osingot reaalisiksi eri tavalla. Shiller on jakanut osingot tuottajahintaindeksillä ja Kleidon BKT deflaattorilla. He päätyvät eri johtopäätöksiin. Shillerin testi hylkää hypoteesin, että reaaliset osingot noudattavat geometrista satunnaiskulkua trendin ympärillä. Kleidonin suorittaman testin perusteella sellaista mahdollisuutta ei voida sulkea pois. Kleidonin testin asemaa suhteessa Shillerin suorittamaan testiin heikentää se, että Kleidon käyttää puolet vähemmän dataa kuin Shiller.

#### 3.4.4 Yhteenveto kritiikistä

Marsh ja Merton kritisoivat Shillerin käyttämää osinkoprosessin määritelmää, mutta käyttävät itse määritelmää, jonka mukaan osinkoprosessilla on yksikköjuuri. Tällöin osingoilla ja osinkojen ex post nykyarvolla ei ole varianssia ja volatilitettitestiä ei voida suorittaa. On kuitenkin mahdollista, että jokin toinen osinkoprosessi, joka muistuttaa Marshin ja Mertonin käyttämää osinkoprosessia, voi huomattavasti heikentää Shillerin suorittaman volatilitettitestin merkitystä.

Flavinin mukaan pienen otoskoon vaikutuksen huomioiminen Shillerin volatilitteettitestissä heikentää tulosten merkittävyyttä, mutta ei kuitenkaan kumoa niitä.

Kleidon osoittaa, että Shillerin käyttämää kuvaa (Kuva 1) ei voida käyttää perusteluna väitteelle, että osakehinnat heilahtelevat enemmän kuin todellisen arvon perusteella voidaan selittää. Toisaalta Kleidon onnistuu myös osoittamaan, että hypoteesia geometrista satunnaiskulkua noudattavasta osinkoprosessista ei voida kumota. Jos osinkoprosessi noudattaa geometrista satunnaiskulkua, volatilitteettitesteissä käytetty menetelmä ei toimi.

### 3.5 Yhteenveto

Westin (1988) yhteenveto antaa yleiskuvan volatilitteettitestien<sup>25</sup> tuloksista.

#### A) Asymptoottisesti pätevä stationaarisuus-oletuksella

<b>Tekijä</b>	<b>Otos</b>	<b>V/V*</b>	<b>yksikköjuuri</b>
(1) Blanchard ja Watson	vuosittainen, 1871-1979	72	ei
(2) Leroy ja Porter	neljännesvuosittainen, 1955-1973	16- 148	ei
(3) Shiller	vuosittainen, 1871-1979, 1928-1979	31- 176	ei

Taulukko 2, Volatilitteettitutkimukset, ei yksikköjuurta

<sup>25</sup> Westin yhteenvedossa mukana ovat seuraavat tutkimukset:

- (1) Blanchard and Watson: "Bubbles, rational expectations and financial markets", NBER 945, 1982
- (2) Leroy and Porter: "The present value relation: Tests based on implied variance bounds", *Econometrica*, 5/1981
- (3) Shiller: "Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?", *American econometric review*, 6/1981
- (4) Campbell and Shiller: "Cointegration and tests of present value models", *J. Political Economy*, 10/1987
- (5) Mankiw, Romer and Shapiro: "An unbiased reexamination of stock price volatility", *J. Finance*, 7/1985
- (6) West: "Dividend innovations and stock price volatility", *Econometrica*, 1/1988
- (7) Campbell and Shiller: "The dividend-price ratio and expectations of future dividends and discount factors", Manuscript, Princeton University, 10/1987
- (8) Kleidon: "Variance bounds and stock price valuation models", *J. Political Economy*, 10/1986
- (9) Leroy and Parke: "Stock price volatility: A test based on the geometric random walk", Manuscript, University of California in Santa Barbara, 8/1987
- (10) Shiller: "Reply", *American Economic Review*, 3/1983

## B. Asymptoottisesti pätevä aritmeettisella yksikköjuurioletuksella

<b>Tekijä</b>	<b>Otos</b>	<b>V/V*</b>	<b>yksikköjuuri</b>
(4) Campbell ja Shiller	vuosittainen, 1871-1985	1-67	aritmeettinen
(5) Mankiw ja kumppanit	vuosittainen, 1871-1985	0-12	aritmeettinen
(6) West	vuosittainen, 1871-1980, 1929-1979	5-10	aritmeettinen
	T=100	5	aritmeettinen

Taulukko 3, Volatiliteettitutkimukset, aritmeettinen yksikköjuuri

## C. Asymptoottisesti pätevä logaritmisella yksikköjuurioletuksella

<b>Tekijä</b>	<b>Otos</b>	<b>V/V*</b>	<b>yksikköjuuri</b>
(7) Campbell ja Shiller	vuosittainen, 1871-1986, 1926-1986	12-14	logaritminen
(8) Kleidon	vuosittainen, 1926-1979	0-1	logaritminen
(9) Leroy and Parke	vuosittainen, 1871-1983	0	logaritminen
(10) Shiller	vuosittainen, 1871-1979	2	logaritminen

Taulukko 4, Volatiliteettitutkimukset, logaritminen yksikköjuuri

V = volatiliteetti, joka on laskettu osakkeiden markkinahinnoista

V\* = volatiliteetti, joka on laskettu osakkeiden arvosta

T = Monte Carlo simulaatioiden lukumäärä

Yksikköjuuri = kts. Sanasto tutkielman lopussa

Kuten taulukoista nähdään, useimmat tutkimukset ovat havainneet liiallista volatiliteettia osakkeiden hinnoissa ( $V > V^*$ ). Yksikköjuurioletuksella<sup>26</sup> on suuri merkitys havaitun volatiliteetin suuruusluokkaan. Niissä tutkimuksissa, joissa yksikköjuurta ei ole sallittu, havaittu liiallinen volatiliteetti on suurimmillaan. Vaikuttaa kuitenkin siltä, ettei yksikköjuuren salliminen riitä kumoamaan mahdollisuutta, että osakehinnat ovat volatiilimpia kuin niiden todelliset arvot.

Shillerin volatiliteettitesteihin kohdistunut kritiikki ei ole onnistunut kumoamaan Shillerin johtopäätelmiä. Varsinkin otoksen pienuuden huomioiminen on kuitenkin heikentänyt alkuperäisten volatiliteettitestiä voimaa.

<sup>26</sup> Jos yksikköjuurta ei sallita, aikasarja käyttäytyy stationaarisesti eli aikasarjalla on varianssi.

## 4. Häiriösijoittajamallit

Osakemarkkinoilla on kappaleen “3. Osakehintojen volatilitteetti” mukaan tehokkaiden markkinoiden hypoteesin vastaisesti liiallista volatilitteettia, jota ei voida selittää osakkeiden arvojen vaihtelulla. Häiriösijoittajamallit selittävät osakehintojen liiallista vaihtelua niin sanottujen häiriösijoittajien toiminnan avulla. Häiriösijoittajat ovat sijoittajia, jotka reagoivat hyödyttömään informaatioon uskoen sen antavan heille etua muihin sijoittajiin nähden, vaikka todellisuudessa niin ei ole<sup>27</sup>. Häiriösijoittajien käyttämän informaation heikosta laadusta seuraa, että kaikki hintojen heilahtelu ei ole selitettävissä todellisen arvon muutoksilla. Tässä tutkielmassa esitellään kolme häiriösijoittajamallia. Kaksi ensimmäistä ovat teoreettisia. De Long (1990b) mallin ja samojen tekijöiden (1990a) poikkeavat toisistaan erityisesti siinä, että viimeiseksi mainitussa mallissa häiriösijoittajat ekstrapoloivat trendiä. Tällä on merkittäviä seurauksia tasapainottomuuden kannalta. Kolmas häiriösijoittajamalli tutkii empiirisesti, lisääkö häiriösijoittajatekijän mukaanottaminen markkinoiden hinnoitteluyhtälöön mallin selityskykyä.

### 4.1 De Long & Co. (1990b) häiriösijoittajamalli

Tarkastellaan kaksi periodia kestäviä jaksoja. Jakson päättyessä sijoittajat vaihtuvat uusiksi. Malli on päättymätön eli siinä ei ole viimeistä periodia. Mallin yksinkertaistamiseksi ensimmäisellä periodilla kulutus on nolla, ei työn tarjontaan liittyviä päätöksiä eikä perintöä menneisyydestä. Ainoa päätös koskee sijoitusten valintaa.

Sijoittajia on kahta eri tyyppiä: Rationaaliset sijoittajat (i) sekä häiriösijoittajat (n). Häiriösijoittajia on läsnä  $\mu$  kappaletta ja rationaalisia sijoittajia  $1-\mu$  kappaletta. Molemmat sijoittajatyypit maksimoivat hyötyfunktioitaan  $U = -e^{-2\gamma w}$ , missä  $\gamma$  on riskinkarttamisvakio ja  $w$  on varallisuus. Häiriösijoittajien odotukset ovat kuitenkin vääristyneet verrattuna rationaaliisiin sijoittajiin. Häiriösijoittajat uskovat virheellisesti, että tulevan periodin hinta on  $\rho_t \sim N(\rho^*, \sigma_\rho^2)$  todellisen arvon yläpuolella.

<sup>27</sup> Black, Fisher: "Noise"



Varallisuuslaatuja on kaksi: Riskitön sekä riskiä sisältävä. Riskittömän arvopaperin tarjonta on täysin joustava ja sen hinta pysyy koko ajan todellisessa arvossaan, joka on 1. Riskiä sisältävää arvopaperia on tarjolla vakiona pysyvä määrä eli yksi kappale ja sen hinta vaihtelee kysynnän ja tarjonnan mukaan todellisen arvon (=1) ympärillä. Molemmat varallisuuslaadut maksavat samansuuruista tuottoa,  $r$ , joka riskittömän arvopaperin ollessa kyseessä pysyy prosentuaalisesti samana, mutta riskiä sisältävän arvopaperin tapauksessa vaihtelee, koska arvopaperin hinta vaihtelee. Osakemarkkinoiden hinnoitteluyhtälö on ratkaistu merkitsemällä häiriösijoittajien ja rationaalisten sijoittajien yhteenlaskettu kysyntä yhtäsuureksi kuin yksi. Edellisen sukupolven sijoittajat huolehtivat tarjonnasta luopumalla osakkeistaan. Tasapainohinta on:

$$p_t = 1 + \mu(\rho_t - \rho^*) / (1+r) + \mu \rho^* / r - (2\gamma) \mu^2 \sigma_\rho^2 / r(1+r)^2$$

$p_t$  = hinta hetkellä  $t$

$\mu$  = häiriösijoittajien lukumäärä

$\rho^*$  = häiriösijoittajien keskimääräinen odotetun tuoton väärinarviointi

$\rho_t \sim N(\rho^*, \sigma_\rho^2)$

$\sigma_\rho^2$  =  $\rho_t$ :n varianssi

$r$  = riskitön tuotto = osinko

$\gamma$  = riskinkarttamisvakio

Markkinoiden hinnoitteluyhtälö muodostuu neljästä erilailla vaikuttavasta termistä. Ensimmäinen termi määrittelee todellisen arvon. Jos häiriösijoittajia ei ole markkinoilla tai heillä ei ole vääristyneitä käsityksiä tulevaisuudesta, asettuu hinta ensimmäisen termin osoittamalle tasolle. Toinen termi vaikuttaa siten, että hintataso muodostuu sitä korkeammaksi mitä korkeammat häiriösijoittajien vääristyneet odotukset kyseessä olevalla periodilla eroavat keskimääräisistä virhellisistä odotuksista. Kolmas termi kuvailee häiriösijoittajien keskimääräisten odotusvääristymien vaikutusta hintaan. Mitä suurempi vääristymä, sitä korkeampi hintataso. Neljäs termi kuvailee häiriösijoittajien käsitysten muuttumisesta aiheutuvan riskin vaikutusta. Mitä suurempi on häiriösijoittajien tuotto-odotusten varianssi, sitä alemmalle tasolle hinta asettuu. Häiriösijoittajien käsitysten muuttumisesta aiheutuva riski täytyy korvata suuremmalla odotetulla tuotolla. Odotettu tuotto nousee, kun hinta laskee.

Jotta tasapainohinta saavutetaan, täytyy aikahorisontin olla ääretön. Tasapainoa ei saavuteta, jos mallilla on päätepiste, jossa eri varallisuuslaadut likvidoidaan. Molemmat markkinaosapuolet uskovat arbitraasin olevan riskitöntä viimeistä edellisen ja viimeisen periodin välillä, mutta he ovat eri mieltä

hintatasosta, jonka ulkopuolella arbitraasi muodostuu. Sekä rationaalisten että epärationaalisten sijoittajien kysyntä on riskittömässä tapauksessa täysin joustava, jolloin eriävät mielipiteet hintatasosta aiheuttavat äärettömän suuren kysynnän. Häiriösijoittajat uskovat periodin oikean hinnan olevan

$$p_t = 1 + \rho_t/(1+r)$$

ja rationaaliset sijoittajat uskovat sen olevan yksi.

Jos häiriösijoittajien sijoitukset keskittyvät kohteisiin, jotka ovat alttiita häiriösijoittajariskille tai muulle riskille, niin he voivat ansaita suurempaa tuottoa kuin rationaaliset sijoittajat. Kaikki kyseiseen kohteeseen sijoittavat ansaitsevat samaa tuottoa ja erot eri sijoittajaryhmien saamissa tuotoissa ovat seurausta sijoitusten suuruudesta häiriösijoittajariskille tai muulle riskille alttiiseen kohteeseen. De Long & kumppaneiden mukaan häiriösijoittajien ja rationaalisten sijoittajien saamien tuottojen erotukseen vaikuttaa neljä erilaista tekijää:

- 1) Häiriösijoittajien vääristyneet tulevaisuudenodotukset  $\rho^*$  ja tuottoetu rationaalisten sijoittajien sijoituksiin nähden ovat suoraan verrannollisia. Mitä suurempi  $\rho^*$  on, sitä enemmän häiriösijoittajat sijoittavat arvopaperiin ja sitä enemmän häiriösijoittajat ansaitsevat.
- 2) Kun häiriösijoittajat tulevat optimistisemmiksi, lisääntyvä kysyntä nostaa arvopaperin hintaa, jolloin odotettu tuotto pienenee.
- 3) Odotettu tuotto pienenee myös sen takia, että häiriösijoittajilla on huono ajoitus sijoitusten hankinnassaan. Häiriösijoittajat ostavat kalliilla ja myyvät halvalla<sup>28</sup>.
- 4) Mitä enemmän häiriösijoittajien näkemykset vaihtelevat, sitä korkeampi on odotettu tuotto. Arvopaperin hintatasoon kohdistuva riski laskee hintaa ja nostaa tuottoa.

Hintojen heilahtelua aiheuttaa ainoastaan se, että häiriösijoittajat arviot odotetusta tuotosta muuttuvat periodista toiseen. Tätä vaikutusta hintaan kuvaa hinnoitteluyhtälön toinen termi. Muut termit pysyvät vakioina, koska ne muodostuvat eksogeenisistä muuttujista:  $\mu$ ,  $\rho^*$ ,  $r$ ,  $\gamma$  ja  $\sigma_\rho^2$ . Hinnan varianssi tässä häiriösijoittajamallissa on

$${}_t\sigma_{p,(t+1)}^2 = \sigma_{p,(t+1)}^2 = \mu^2 \sigma_\rho^2 / (1+r)^2$$

<sup>28</sup> Tällainen käyttäytyminen on Friedmanin (1953) käsitysten mukaista.

Jos häiriösjoitajien väärät tuottoodotukset eivät muutuisi, volatilitteetti olisi nolla.

## 4.2. Positiivisen palautteen strategiat (PPS) ja rationaalisten sijoittajien epätasapainottava toiminta

### 4.2.1 Yleistä

Tässä mallissa häiriösijoittajat noudattavat tarkasti tiedossa olevaa positiivisen palautteen sijoitusstrategiaa. Häiriösijoittajat ostavat silloin, kun hinnat nousevat ja myyvät silloin, kun hinnat laskevat. Käytännössä tällainen käyttäytyminen voi olla seurausta esimerkiksi teknisen analyysin<sup>29</sup> trendin seuraus<sup>30</sup> -strategioista (trend following). Samanlainen vaikutus on myös markkinoilla toimiville välittäjille annettavilla 'stop-loss' -kaupantekomääräysten<sup>31</sup> toteutumisella sekä portfoliovakuutuksella<sup>31</sup>.

Sijoittajien käyttäytymistä PPS-mallissa voi perustella monilla empiirisillä tutkimuksilla. Andreassen ja Kraussin<sup>32</sup> tutkimusten mukaan hintatason pysyessä pitkän aikaa pienen vaihteluvälin sisällä spekulantit ostavat, kun hintataso laskee ja myyvät, kun hintataso nousee. Mutta jos hinnat kehittävät trendin, spekulantit alkavat tehdä kauppaa trendin suuntaisesti eli ostamaan, kun trendi on ylöspäin ja myymään, kun trendi on alaspäin. Hintojen pitää liikkua samaan suuntaan huomattavan pitkän aikaa, jotta muutos kaupankäyntikäyttäytymisessä tapahtuisi. Muutaman periodin kestävä hintatason liikkuminen samaan suuntaan ei riitä.

Frankel ja Froot<sup>33</sup> tutkivat ennustepalvelujen toimintaa USA:n dollarin suhteen 1980-luvun puolivälissä ja havaitsivat, että tyypillisesti dollarin arvon ennustettiin nousevan alle kuukauden tähtäimellä. Perusteluna oli se, että dollari oli noussut aikaisemmin. Toisaalta odotettiin dollarin arvon laskevan alle vuoden tähtäimellä, koska suhteessa todelliseen arvoon dollari oli yliarvostettu.

<sup>29</sup> Tekninen analyysi yrittää ennustaa hintoja historiallisen hintainformaation sekä muun hintoihin tai markkinaosapuoliin läheisesti liittyvän informaation avulla (Schwager, 1989, glossary).

<sup>30</sup> Trendin seuraus -strategiat tekevät kaupan hintatrendin suuntaisesti. Kun trendi on nouseva, ostetaan ja päinvastoin (Schwager, 1989, glossary).

<sup>31</sup> Katso sanasto sivu 81.

<sup>32</sup> Tiedot perustuvat De Long, Bradford, Shleifer, Summers ja Waldmann artikkeliin, 1990 (Andreassen P. & Kraus S. "Judgmental prediction by extrapolation", Harvard university mimeo, 1988)

<sup>33</sup> Tiedot perustuvat De Long, Bradford, Shleifer, Summers ja Waldmann artikkeliin, 1990 (Frankel J. A. & Froot K. R. "The dollar as an irrational speculative bubble: The tale of fundamentalists and chartists", Marcus Wallenberg papers on international finance, 1986, 1, 27-55)

Robert Shillerin 1987 tekemässä haastattelututkimuksessa USA:n osakesijoittajat nimesivät tärkeimmäksi vuoden 1987 lokakuun 19:n päivän pörssiromahdukseen vaikuttaneeksi uutiseksi tiedon aamupäivän suuresta kurssilaskusta romahduspäivänä. Seuraavaksi tärkeimmäksi uutiseksi arvioitiin uutinen lokakuun 14-16 päivän kurssilaskusta. Myös asunnon ostajille lähetettiin kysely, jossa heitä pyydettiin määrittelemään syitä asuntojen hintatason muutoksiin eri puolilla USA:ta. Yleisin annettu syy oli muutokset korkotasossa, mutta Shillerin mukaan tämä ei voi olla syynä, koska asuntojen hinnat liikkuvat eri suuntiin eri puolilla USA:ta korkotason ollessa kaikille sama. Voimakasta kiinteistöjen hinnannousua kokevassa Kaliforniassa 75 % kyselyyn vastanneista yhtyi väitteeseen: "Asuntojen hinnat ovat nousussa. Jos en nyt osta, minulla ei ole varaa ostaa asuntoa myöhemmin." Milwaykeessa, jossa asuntojen hinnat olivat laskussa, vain 28 % kyselyyn vastanneista yhtyi edellä olevaan väitteeseen. Shiller tulkitsee kyselyiden tulokset merkeiksi palaute-strategioiden (feedback strategies) huomattavasta roolista osake- ja kiinteistämarkkinoilla.

PPS-sijoittajat aiheuttavat toiminnallaan painetta volatilitietin kasvamiseksi todellisen arvon ympärillä. Jotta volatilitietti kasvaisi positiivisen palautteen strategioiden käyttämisen takia täytyy rationaalisten sijoittajien olla jostain syystä kyvyttömiä painamaan hinta todelliseen arvoon. Tässä mallissa syynä on markkinoilla esiintyvän epärationaalisten PPS-spekulanttien aiheuttaman hintariskin karttaminen.

PPS-mallissa myös rationaalisten sijoittajien käyttäytyminen saattaa voimistaa volatilitiettiä. Saattaa olla rationaalista ostaa hintatason ollessa nousussa, jos on tiedossa nousevan hintatrendin aiheuttama häiriösijoittajien ostokysyntä tulevaisuudessa. Vastaavasti saattaa olla rationaalista myydä hintatason ollessa laskussa, jos on tiedossa trendiä ekstrapoloivien häiriösijoittajien aiheuttama tarjonta tulevaisuudessa. Jos rationaalisten sijoittajien käyttäytyminen on edellä kuvatun tapaan, aiheutuu siitä hintojen nopeampi siirtyminen tasolta toiselle. Koska häiriösijoittajien kysynnän suuruus on sidoksissa hintamuutosten suuntaan ja suuruuteen menneisyydessä, rationaalisten sijoittajien käyttäytymisestä seuraa suurempi häiriösijoittajien kysyntä hintahuipuissa ja suurempi tarjonta hintapohjissa kuin rationaalisten sijoittajien puuttuessa kokonaan markkinoilta.

Rationaalisten sijoittajien käyttäytyminen ei siten välttämättä ole Friedmanin 1950-luvulla ehdottaman kaltaista, jossa rationaalinen sijoittaja ostaa halvalla ja myy kalliilla ja painaa silloin hintatasoa kohti

todellista arvoa<sup>34</sup>. Voi olla rationaalista ostaa kalliilla, jos häiriösijoittajat ostavat vielä kalliimmalla ja myydä halvalla, jos häiriösijoittajat myyvät vielä halvemmalla. Friedmanin mukaan rationaalisen sijoittajan valta kasvaa markkinoilla, kun epärationaaliset sijoittajat tekevät tappiota myymällä halvalla ja ostamalla kalliilla, jolloin pääoma siirtyy epärationaaliselta sijoittajalta rationaaliselle, mikä tukee hintojen tehokasta muodostumista.

Rationaalisten sijoittajien ja häiriösijoittajien vuorovaikutusta voi paremmin ymmärtää tarkastelemalla arbitraasia. PPS-mallissa on keskeistä, sisältyykö rationaalisten sijoittajien tulevaisuuden arvioihin riskiä. Riskin olemassa olemista tai puuttumista voidaan verrata tarkastelemalla kahta arbitraasityyppiä: Riskitöntä ja riskillistä. Arbitraasi on riskitöntä silloin, kun esimerkiksi ostetaan osake ja samanaikaisesti myydään substituutti. Riskittömyyden seurauksena rationaalisten sijoittajien kysyntä on täysin joustava eli arbitraattorit ovat halukkaita ottamaan toisen puolen sellaisissa hyvinkin suurissa kysyntähäiriöissä markkinoilla, joissa substituuttien hintataso erkanevat toisistaan. Tällainen riskitön arbitraasi on erittäin tehokas finanssimarkkinoilla yhtenäistämään esimerkiksi optioiden ja futuurien hinnat. Riskillinen arbitraasi on sellaista, missä tuotteelle ei löydy täydellistä substituuttia. Hyvä esimerkki on osakemarkkinat kokonaisuudessaan. Koska arbitraattorit ovat keskimäärin riskinkarttajia, ei rationaalisten sijoittajien kysyntä ole enää täysin joustava eikä heillä ole halukkuutta ottaa suuria vastakkaisia positioita esimerkiksi häiriösijoittajien kanssa. Tällöin epärationaaliset sijoittajat voivat vaikuttaa hintoihin epätasapainottavasti ja hinnanmuodostuksen tehokkuus laskee.

## 4.2.2 PPS-malli

Mallissa<sup>35</sup> tutkitaan, mille tasolle osakkeen hintataso asettuu suhteessa todelliseen arvoon eri periodeilla erilaisilla oletuksilla. Keskeisiä hintatasoon vaikuttavia tekijöitä ovat tulevaisuutta koskevan informaation laatu ja sijoittajien käyttämät strategiat.

Sijoittajatyyppejä on kolme. Positiivisen palautteen strategioiden mukaisesti sijoittavia häiriösijoittajia on yksi kappale. Informoituja rationaalisia sijoittajia on läsnä  $\mu$  kappaletta ja passiivisia todellisen

<sup>34</sup> "Essays in positive economics", 1953

<sup>35</sup> De Long J. B. & Shleifer A. & Summers L. & Waldmann R. "Positive feedback investment strategies and destabilizing rational speculation"

arvon perusteella sijoittavia on  $1-\mu$  kappaletta. Informoitujen rationaalisten sijoittajien ja passiivisten, jotka sijoittavat todellisten arvojen perusteella, sijoittajien yhteenlaskettu lukumäärä on tällöin vakio. Käyttämällä lukumääriä  $\mu$  ja  $1-\mu$  voidaan tarkastella rationaalisten sijoittajien lukumäärän vaikutusta pitämällä samanaikaisesti kansantalouden riskinkantokyky muuttumattomana.

Häiriösijoittajat sekä passiiviset sijoittajat sijoittavat oman muuttumattomana pysyvän kysyntäkäyrän mukaisesti. Rationaalisten sijoittajien kysyntäkäyrään vaikuttaa tulevaisuutta koskevan informaation laatu. Informaation laatua ja sen vaikutusta selvitetään lähemmin sivuilla 42 ja 44.

Varallisuuslaatuja on kaksi: käteinen raha ja osake. Osakkeen nettotarjonta on nolla. Käteisen rahan tarjonta on täysin joustava ja se ei tuota.

Periodeja on neljä. Periodi nolla on lähtötilanne eikä silloin tapahdu mitään. Periodin yksi aikana informoidut rationaaliset spekulantit saavat informaatiota periodin kaksi aikana tulevasta kysyntäshokista ja käyttävät tätä informaatiota hyväkseen kysyntäänsä määrittäessään. Muut sijoittajatyypit ostavat tai myyvät kysyntäyhtälöidensä mukaisesti. Periodilla kaksi tulee markkinoille kysyntäshokki todellisen arvon kannalta merkityksettömän uutisen takia ja eri sijoittajatyypit ostavat tai myyvät kysyntäyhtälöidensä mukaisesti. Periodilla kolme eri sijoittajatyypien hankkimat sijoitussalkut likvidoidaan ja osinko julkistetaan.

Todelliseen arvoon ei oleteta sisältyvän riskiä ja tämä hinta on mallissa vakio ( $=0$ ). Osinko on normaalijakautunut:  $\Theta \sim N(0, \sigma^2_{\Theta})$ .

PERIODI	TAPAHTUMAT	KYSYNTÄ		
		PPS-SPEKULANTIT (HÄIRIÖSIJOITTAJAT, $f$ )	PASSIIVISET SIJOITTAJAT ( $p$ )	RATIONAALISET SIJOITTAJAT ( $r$ )
0	ei tapahtumia, lähtötilanne	0	$-\alpha p_0^*$	0
1	rationaaliset sijoittajat saavat signaalin $\varepsilon$ periodin 2 kysyntäshokista	$\delta(p_1-p_0)$	$-\alpha p_1^*$	valitaan optimaaliseksi ( $=D^r_1$ )
2	epärationaalisten sijoittajien kysyntä vastaanottaa shokin $V$	$\beta(p_1-p_0)+\delta(p_2-p_0)+V$	$-\alpha p_2^*$	$-\alpha p_2^*$
3	likvidointi, osinko $\Theta$ julistetaan	-	-	-

Taulukko 5, Tapahtumat eri periodeilla De Long &amp; Kump. (1990a) häiriösijoittajamallissa

$p_0$  = hinta periodilla 0

$p_1$  = hinta periodilla 1

$p_2$  = hinta periodilla 2

$p_3$  = hinta periodilla 3

$\alpha$  = kysynnän suuruuteen vaikuttava vakio  $> 0$

$\alpha > \beta + \delta$

$\beta$  = kysynnän suuruuteen vaikuttava vakio  $\geq 0$

$\delta$  = kysynnän suuruuteen vaikuttava vakio  $\geq 0$

$\mu$  = rationaalisten sijoittajien lukumäärä  $\leq 1$

$V$  = toteutuva kysyntäshokki, joka kuuluu joukkoon  $\{-v, 0, v\}$

$\varepsilon$  = rationaalisten sijoittajien signaali tulevasta kysyntäshokista, joka kuuluu joukkoon  $\{-v, 0, v\}$  ja joka on varma tai epävarmuutta sisältävä

$D^r$  = rationaalisten sijoittajien aiheuttama kysyntä

$D^e$  = passiivisten sijoittajien aiheuttama kysyntä

$D^f$  = epärationaalisten PPS-spekulanttien aiheuttama kysyntä

$\Theta$  = periodilla kolme julistettava osinko  $\sim N(0, \sigma^2_\Theta)$

Edellisessä taulukossa olevasta häiriösijoittajien sarakkeesta nähdään, että häiriösijoittajien aiheuttaman kysynnän suuruus markkinoilla on lähes kokonaan seurausta hintamuutosten suunnasta ja suuruudesta. Rationaalisten sijoittajien aiheuttaman kysynnän kaavaa ei ole edelliseen kuvioon



kirjoitettu, koska se vaihtelee sen mukaisesti, sisältääkö heidän periodilla 1 saamansa signaali epävarmuutta vai ei.

### *Periodi 0*

Periodi 0 on lähtötilanne, johon muiden periodien tilannetta verrataan. Silloin ei tehdä kauppaa ja kaikkien sijoittajien omistusten määrä on nolla.

### *Periodi 1*

Tällä periodilla rationaaliset sijoittajat saavat informaatiota 2. periodilla markkinoille tulevasta kysyntäshokista  $V$  eli signaalin  $\varepsilon$ , joka kuuluu joukkoon  $\{-v, 0, v\}$ .

Signaali  $\varepsilon$  voi olla joko a) varma tieto tai b) epävarmuutta sisältävä, joka toteuttaa:

$$\begin{aligned} P(\varepsilon = v, V = v) &= 0.25 & P(\varepsilon = v, V = 0) &= 0.25 \\ P(\varepsilon = -v, V = -v) &= 0.25 & P(\varepsilon = -v, V = 0) &= 0.25, \end{aligned}$$

Taulukko 6, Signaalin  $\varepsilon$  jakauma epävarmuuden vallitessa

missä  $P$  on todennäköisyysfunktio. Signaalin laatu vaikuttaa rationaalisten sijoittajien kysyntäyhtälöön. Kysyntäyhtälöiden muoto eri tapauksissa ratkaistaan sivuilla 72. Periodilla 1 rationaaliset sijoittajat valitsevat kysyntänsä maksimoidakseen samaa hyötyfunktioita kuin 2. periodilla. Passiiviset sijoittajat ostavat halvalla ja myyvät kalliilla ja heidän aiheuttamaansa kysyntää periodin 1 aikana kuvataan yhtälöllä:

$$D_1^e = -\alpha p_1^*$$

Eli korkea hinta aiheuttaa myyntipainetta ja matala hinta aiheuttaa ostopainetta passiivisten sijoittajien taholta. Positiivisen palautteen strategioita käyttävien häiriösijoittajien aiheuttama kysyntä markkinoilla on

$$D_1^f = \delta(p_1 - p_0)$$

Ei negatiivinen vakio  $\delta$  säätelee häiriösijoittajan aiheuttaman kysynnän suuruutta edellisen periodin jälkeisen hintamuutoksen funktiona. Jos  $\delta = 0$ , niin häiriösijoittaja ei reagoi ollenkaan lyhyen aikavälin hintamuutoksiin.  $\delta$  kuvaa sellaisia tapahtumia, joissa on merkitystä reaaliaikaisilla hinnanmuutoksilla, kuten stop-loss -kaupankäyntimääräyksillä<sup>36</sup> ja portfoliovakuutuksilla<sup>36</sup>.

### *Periodi 2*

Toisen periodin aikana häiriösijoittajat aiheuttavat markkinoilla kysyntäshokin  $V$ , joka kuuluu joukkoon  $\{-v, 0, v\}$ . Kysyntäshokki aiheutuu esimerkiksi uutisesta, jonka takia häiriösijoittajat ostavat tai myyvät osaketta. Uutinen ei kuitenkaan tarkoita todellisen arvon muuttumista. Kysyntäshokin sisältyminen häiriösijoittajien kysyntään on tekninen oletus. Häiriösijoittajien aiheuttama kysyntä periodin 2 aikana on

$$D_2^f = \beta(p_1 - p_0) + \delta(p_2 - p_0) + V ,$$

missä  $p_0$ ,  $p_1$  ja  $p_2$  ovat periodien 0, 1 ja 2 hintoja sekä  $\beta$  ja  $\delta$  einegatiivisia vakioita. Kysynnän kaavasta nähdään, että kysyntäshokin lisäksi PPS-spekulantti haluaa ostaa, kun hinnat ovat nousussa ja myydä hintojen ollessa laskussa.  $\beta$ :n suuruus säätelee menneen hintatrendin vaikutusta häiriösijoittajan käyttäytymiseen.  $\delta$ :n suuruus säätelee häiriösijoittajan reaktioita reaaliaikaiseen hintatrendiin.

Rationaaliset sijoittajat pitävät todennäköisenä, että 3. periodin hinta on 0. Tämän takia he eivät halua omistaa osakkeita 2. periodin jälkeen. Heidän haluaan spekuloida toisen ja kolmannen periodin välisellä hintamuutoksella rajoittaa ainoastaan 3. periodin aikana jaettavan osingon keskihajonta. Rationaalisten sijoittajien kysyntä on:

$$D_2^r = -p_2 / 2\tau\sigma_\Theta^2 = -\alpha p_2 ,$$

<sup>36</sup> Katso sanasto sivu 81.

missä  $\tau$  on riskinkarttamisvakio ja  $\sigma^2_{\Theta}$  on kolmannella periodilla jaettavan osingon varianssi. Passiivisten sijoittajien aiheuttama kysyntä toisella periodilla on:

$$D_2^c = -\alpha p_2^* ,$$

missä  $\alpha$  tarkoittaa samaa kuin edellisessäkin kaavassa. Passiivisia sijoittajia on  $\mu$  kappaletta ja rationaalisia sijoittajia on  $1-\mu$  kappaletta, joten yhteensä passiivisten ja rationaalisten sijoittajien aiheuttama kysyntä on:

$$\mu D_2^c + (1-\mu)D_2^r = \mu(-\alpha p_2) + (1-\mu)(-\alpha p_2) = -\alpha p_2$$

Tämän vuoksi kansantalouden riskinkantokyky ei reagoi muutoksiin rationaalisten sijoittajien lukumäärässä  $\mu$ :

$$d[\mu D_2^c + (1-\mu)D_2^r]/d\mu = 0$$

### *Periodi 3*

Kaupankäyntiä ei tapahdu. Osakkeiden likvidointi tapahtuu. Sijoittajat maksavat toisilleen sen mukaisesti, minkälaiset osakesalkut heillä on. Osingon maksu tapahtuu 3. periodilla.

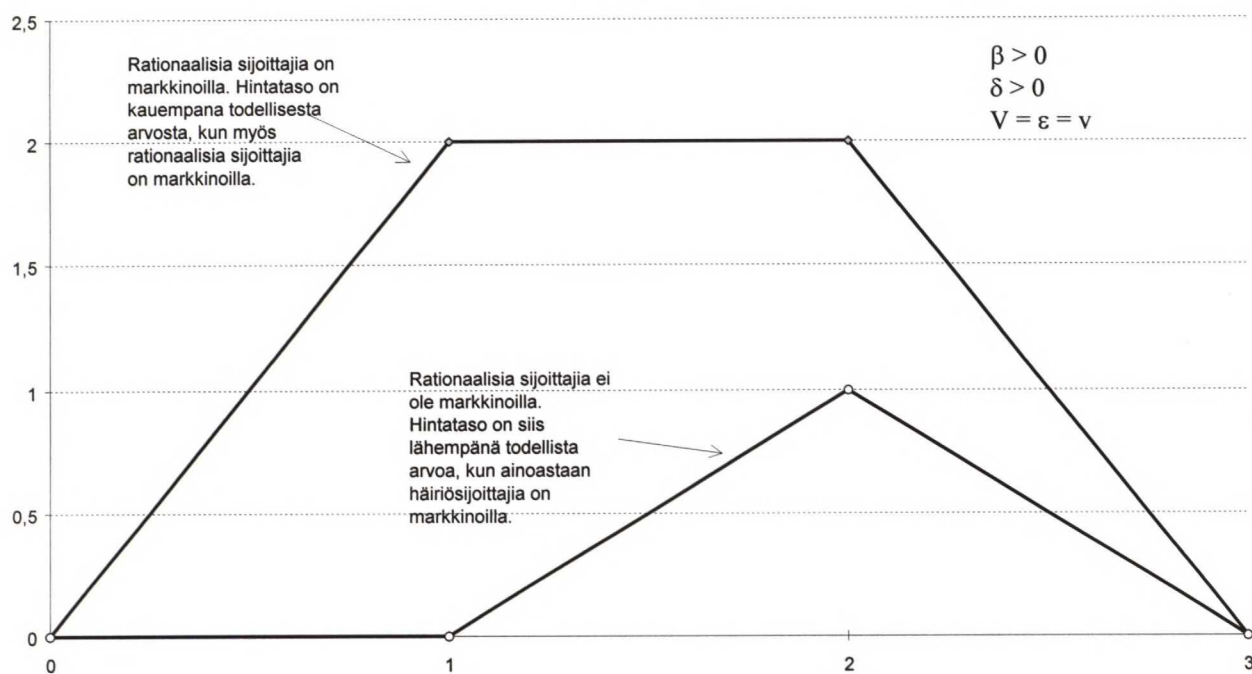
#### *A. Mallin ratkaisu varman signaalin ( $\varepsilon$ ) tapauksessa*

Ratkaisussa tutkitaan, miltä hintatasolta tasapaino löytyy eri oletuksilla. Varma signaali tarkoittaa, että rationaaliset sijoittajat saavat 1. periodin aikana varman tiedon 2. periodin aikana tulevasta kysyntäshokista. Jos markkinoilla on rationaalisia sijoittajia ( $\mu > 0$ ) varman signaalin tapauksessa, niin arbitraasikaupat aiheuttavat ensimmäisen ja toisen periodin hintojen yhtäsuuruuden. Jos  $\mu = 0$ , niin periodin yksi hinta on nolla, koska millään markkinaosapuolella ei ole tietoa tulevasta kysyntäshokista.

Markkinoiden tasapainottuminen toisella periodilla häiriöttömän signaalin tapauksessa on ratkaistu liitteessä sivulla 65.

- 1) Jos häiriösijoittajat reagoivat menneeseen trendiin ( $\beta > 0$ ) ja rationaalisia sijoittajia on läsnä markkinoilla ( $\mu > 0$ ), niin sekä ensimmäisen että toisen periodin tasapainohinnat ovat kauempana todellisesta arvosta kuin siinä tapauksessa, että rationaalisia sijoittajia ei ole markkinoilla eli  $\mu = 0$ .
- 2) Jos häiriösijoittajat eivät reagoi menneeseen trendiin ( $\beta = 0$ ) ja rationaalisia sijoittajia on läsnä markkinoilla ( $\mu > 0$ ), niin hintataso on kauempana todellisesta arvosta ainoastaan ensimmäisellä periodilla ja toisella periodilla sama kuin siinä tapauksessa, että rationaalisia sijoittajia ei ole markkinoilla ( $\mu = 0$ ).

**Esimerkki hinnan kehityksestä PPS-mallissa kun rationaalisia sijoittajia on / ei ole markkinoilla**



Kuva 3, hinnan käyttäytyminen varman signaalin ( $\epsilon$ ) tapauksessa

Kun rationaalisten sijoittajien lukumäärä on nollan yläpuolella, heidän lukumääränsä muutoksilla ei ole vaikutusta hintatasoon toisin kuin epävarmuutta sisältävän signaalin tapauksessa. Pienikin joukko on halukas ottamaan suuren arbitraasiposition, koska riski on nolla.

$$dp_2/d\mu = 0 \quad , \quad \mu > 0$$

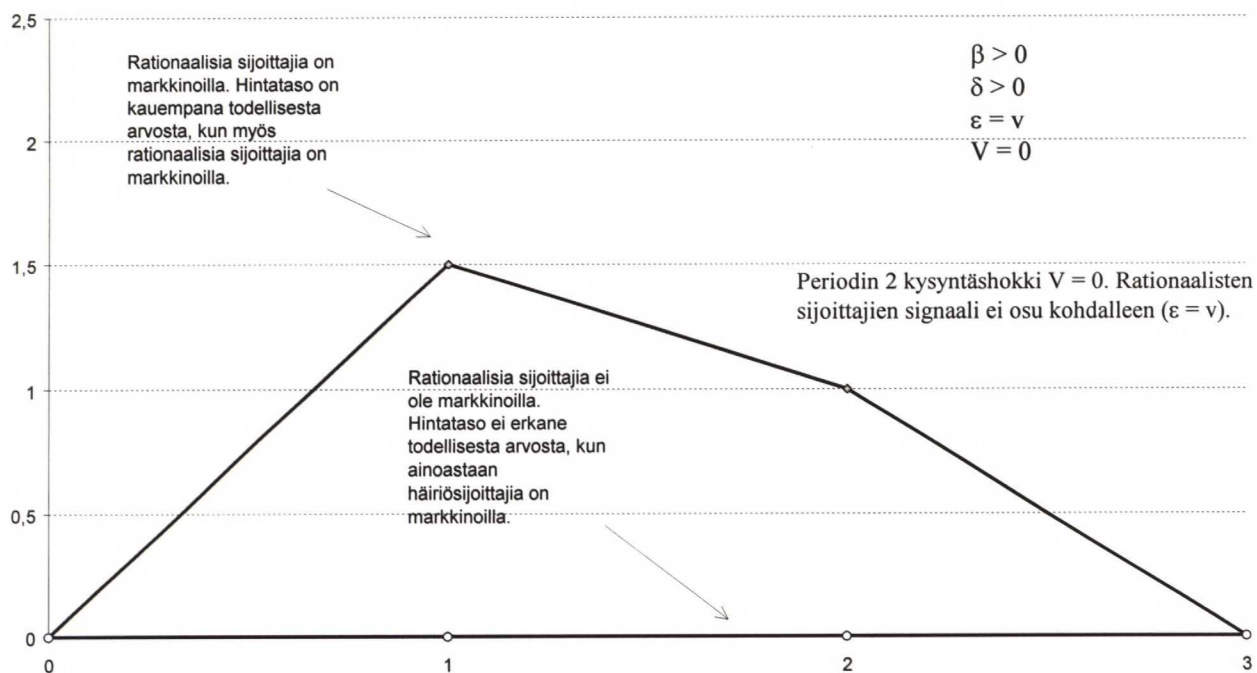
### *B. Mallin ratkaisu epävarmuutta sisältävän signaalin tapauksessa*

Jos rationaaliset sijoittajat saavat ensimmäisellä periodilla epävarmuutta sisältävän signaalin toisella periodilla tapahtuvasta kysyntäshokista, osakkeiden omistaminen ensimmäisen ja toisen periodin välillä sisältää riskin.

Sivulla 40 on käsitelty erilaisiin signaaleihin liittyviä kysyntäshokin jakaumia. Signaali  $\varepsilon$  kuuluu joukkoon  $\{-v, 0, v\}$ . Tarkastellaan tapausta  $\varepsilon = v$ . Kun signaali on  $v$ , niin kysyntäshokki  $V$  kuuluu joukkoon  $\{0, v\}$ . Markkinoiden tasapainohinta ratkaistaan liitteessä sivulla 71.

- 1) Kun häiriösijoittajat reagoivat menneeseen hintatrendiin ( $\beta > 0$ ), sekä ensimmäisen että toisen periodin hinnat nousevat rationaalisten sijoittajien lukumäärän noustessa ( $dP_1/d\mu > 0$  ja  $dP_2/d\mu > 0$ ).
- 2) Kun häiriösijoittajat eivät reagoi menneeseen hintatrendiin ( $\beta = 0$ ), niin rationaalisten sijoittajien määrän kasvu vaikuttaa hintatasoon nostavasti ainoastaan ensimmäisellä periodilla ja toisella periodilla ei ollenkaan ( $dP_1/d\mu > 0$  ja  $dP_2/d\mu = 0$ ).

Esimerkki hinnan kehityksestä PPS-mallissa kun rationaalisia sijoittajia on / ei ole markkinoilla



Kuva 4, hinnan käyttäytyminen epävarmuutta sisältävän signaalin tapauksessa

Mallin ratkaisu kertoo, että kun tulevaisuutta koskeva informaatio sisältää epävarmuutta, hinnat ovat sitä kauempana todellisesta arvosta mitä enemmän markkinoilla on rationaalisia sijoittajia.

### 4.3 Campbellin & Kylen estimoitu häiriösijoittajamalli USA:n osakemarkkinoilla

Campbell ja Kyle (1993) tutkivat, miten hyvin erilaisilla oletuksilla varustetut häiriösijoittajamallit selittävät USA:n osakemarkkinoita vuosina 1871-1985. Selityskykyä mitataan kalmanin filteriin perustuvan todennäköisyysfunktion<sup>37</sup> avulla. Havaintoaineistona on käytetty kuukausittaisia Dow Jones osakeindeksiä sekä Dow Jones indeksin osakkeille maksettuja osinkoja.

#### 4.3.1 Malli

Tässä mallissa häiriösijoittajien toiminta voi olla kahdenlaista. Se voi olla ylireagointia todellista arvoa koskeviin uutisiin tai se voi olla todellisesta arvosta riippumatonta. Campbell ja Kyle testasivat kolmenlaista mallia: A, B ja C. Niissä osingot muodostuvat eri tavoilla. A:ssa on satunnaiskulkua noudattavan komponentin  $D_0$  lisäksi keskiarvoon palaava komponentti  $D_1$ . B:ssä osingot noudattavat satunnaiskulkua. C-malli<sup>38</sup> on yleistys A:sta ja B:stä. Seuraavassa esitellään C-malli, josta voidaan nähdä myös, miten A ja B toimivat.

Ekspontiaalisen trendin eliminoinnin jälkeen osinkojen ja osakehintojen nimellisten muutosten varianssit ovat vakioita. Tällöin prosentuaalisten muutosten varianssit kasvavat, kun osakehinnat ja osingot putoavat. Tämä oletus eroaa tavanomaisesta, että logaritmisten osinkojen ja osakehintojen muutosten varianssi on vakio<sup>39</sup>.

Rationaalisten sijoittajien riskinkarttamiskerroin on vakio, ei suhteessa hintatasoon. Sijoittajat vaativat vakiona pysyvän riskipreemion per osake, eivätkä riskipreemiota suhteessa sijoitettuun rahamäärään. Tämän seurauksena riskipremio on suhteellisesti sitä suurempi, mitä alhaisempi osakkeiden hintataso on.

<sup>37</sup> "We can estimate the system by using a Kalman filter to construct a likelihood function for any set of parameter values." Katso myös Harvey (1981).

<sup>38</sup> Katso tarkemmin liite sivulla 76.

<sup>39</sup> Campbell & Kyle s.2

Osingot ja osakehinnat jakaantuvat empiirisesti piileviin komponentteihin. Esimerkiksi osinkojen katsotaan jakautuvan satunnaiskulkua noudattavaan ja keskiarvoon palautuvaan osaan. Kun mallin parametrit on estimoitu voidaan osingot ja osakehinnat jakaa eri komponentteihin.

Osakemarkkinoilla havaitut osingot  $D$  ja osakkeiden hinnat  $P$  ovat

$$D = D_0 + D_1$$

$$P = \lambda/(r-\xi) + V + Y = \pi_0\lambda + \pi_0D_0 + \pi_1I + \pi_1D_1 + Y$$

$D_0$  = osinkojen satunnainen osa, Brownin liikettä

$D_1$  = osinkojen keskiarvoon palaava osa, Ornstein-Uhlenbeck-prosessi

$\lambda$  = odotettu riskipremio per osake

$r$  = riskitön tuotto

$\xi$  = eksponentiaalinen kasvutrendi

$V$  = osakkeiden todellinen arvo

$I$  = osinkojen osien  $D_0$  ja  $D_1$  suuruutta koskeva tieto, joka ei sisälly menneisiin, havaittuihin osinkoihin

$Y$  = häiriösijoittajien vaikutus

$\alpha$  = keskiarvoon palaamisen nopeutta kuvaava parametri

$$\pi_0 = 1/(r-\xi)$$

$$\pi_1 = 1/(r-\xi) - 1/(r-\xi+\alpha_1)$$

$$\pi_1 = 1/(r-\xi+\alpha_1)$$

Campbell ja Kyle ovat muodostaneet USA:n osakemarkkinoiden hinnoittelua kuvaavan yhtälön toteutumistodennäköisyyttä heijastavan todennäköisyysfunktion, joka maksimoimalla nähdään mallin selityskyky erilaisilla oletuksilla. Aineistona käytetään vuosittaista Standard & Poors Composite indeksiä ja sitä vastaavaa osinkoa vuosilta 1871 - 1985. Mallin selityskyky erilaisia korkoa ( $r$ ), riskipremiota ( $\lambda$ ) ja häiriösijoittajien käyttäytymistapoja koskevilla oletuksilla:



## Malli C

## Häiriösijoittajien toiminnan laatu

Korko	Ei häiriösi- joittajia	Todellisesta arvosta riippumatonta	Todelliseen arvoon ylireagoiva	Sekä todellisesta arvosta riippumaton että niihin ylireagoiva
4 %	502.25	502.25	503.14	503.14
6 %	481.61	499.74	504.59	504.59
korko estimoi- daan, $\lambda = 0$	486.25	500.34	504.38	504.38
korko ja $\lambda$ estimoidaan	502.81	503.13	505.08	505.08

Taulukko 7, Campbell ja Kyle (1993) C-häiriösijoittajamallin selityskyky

Taulukossa voi vertailla, mikä vaikutus mallin selityskykyyn on paitsi häiriösijoittaja-tekijän ottamisella mukaan myös häiriösijoittajatekijän laadulla. Alhaisen korkotason 4 % vallitessa vain häiriösijoittajatekijän, jonka mukaan häiriösijoittajat ylireagoivat todellisen arvon muutoksiin, lisää mallin selityskykyä.

6 prosentin korkotasolla häiriösijoittajilla on kuitenkin merkittävä rooli osakehintojen heilahtelujen selittäjänä. Häiriöiden laadun muuttaminen ei nosta todennäköisyyttä merkittävästi. Korkotason määräytyessä vapaasti ja riskipreemion ollessa nolla häiriösijoittajilla on myös suuri merkitys, mutta häiriösijoittajien toiminnan laadulla ei. Ilman häiriösijoittajia korkotasoa estimoidaan alhaiseksi.

Jos sekä korko että riskipremio saavat määräytyä vapaasti, ei häiriösijoittajien mukaan ottaminen malliin nosta merkittävästi selityskykyä. Korkotasoa estimoidaan kaikilla erilaisilla häiriösijoittajaoletuksilla reiluksi kolmeksi prosentiksi. Mitä korkeampi korkotasoa on sitä merkittävämpi rooli on häiriösijoittajilla. Mallien A ja B tulokset ovat liitteessä sivulla 74.

Häiriösijoittajia sisältämätön malli voidaan hylätä suhteessa todelliseen arvoon ylireagoivia häiriösijoittajia sisältävään malliin 10.3 % tasolla käyttäen  $\chi^2$  testiä kahdella vapausasteella.

### 4.3.2 Yhteenveto

Eri mallien tuloksien perusteella häiriösijoittajakomponentin merkitys osakehintojen selittäjänä on voimakkaasti sidoksissa oletettuun korkotasoon. Alhaisella korkotasolla häiriösijoittajilla on vähän merkitystä ja päinvastoin. Empiirisesti merkittävin häiriösijoittajien toimintatapa on ylireagointi todellista arvoa koskeviin uutisiin. Todellisen arvon kanssa korreloimattoman häiriösijoittajien toiminnan lisääminen malliin ei merkittävästi lisää sen selityskykyä.

## 5. Häiriösijoittajien merkitys markkinoilla ja muualla kansantaloudessa

### 5.1 Markkinoiden likviditeetti ja hinnanmuodostuksen tehokkuus

Häiriösijoittajat lisäävät likviditeettiä. Häiriösijoittajat perustavat kaupankäyntinsä disinformaatioon, mikä tekee rationaalisille sijoittajille mahdolliseksi tehdä kauppa vastapuolenaan häiriösijoittaja, jolla on huonompaa informaatiota. Jos kaikki sijoittajat olisivat rationaalisia, heidän olisi vaikeampaa tehdä kauppaa keskenään. Lisääntynyt likviditeetti tuo tuorvaa sijoittajalle, koska position voi likvitoida helpommin.

Häiriösijoittajien määrän kasvaessa hintahäiriöt lisääntyvät. Vaikka markkinoiden volyyymi heidän myötä lisääntyikin, myös hinnanmuodostuksen tehokkuus laskee. Tehottomuus lisääntyy esimerkiksi siksi, että hintaan sisältyvä riski kasvaa ja rationaalisten sijoittajat ovat todennäköisesti riskin karttajia, jolloin he eivät ole halukkaita eliminoimaan täysin häiriösijoittajien vaikutusta. Häiriösijoittajien määrän vähentyessä myös rationaalisten sijoittajien määrä pienenee, koska voittomahdollisuuksia on vähemmän ja siten osto- ja myyntinoteeraukset loittonevat toisistaan.

### 5.2 Häiriösijoittajien mahdollisuudet vaikuttaa pysyvästi markkinoilla

Friedmanin (1953) teesi häiriösijoittajien pienestä vaikutusvallasta finanssimarkkinolla perustui oletukseen, että kyseinen sijoittajaryhmä häviää vähitellen rahansa rationaalisille sijoittajille, jolloin rationaalisten sijoittajien vaikutusvalta hintoihin kasvaa. De Long ja kumppanit (1990b) ovat kritisoineet Friedmanin ajatuksia siksi, että Friedmanin perustelut eivät ota huomioon joitakin häiriösijoittajien käyttäytymiseen liittyviä piirteitä, joiden takia häiriösijoittajat saattavat kantaa rationaalisia sijoittajia enemmän riskiä. Koska markkinat palkitsevat yleensä riskin kantamisen, saattavat häiriösijoittajat tienata riskin kantamisellaan niin paljon, että huonosta ostojen ja myyntien ajoituksesta aiheutunut tappio tulee kompensoiduksi. Häiriösijoittajat saattavat siten säilyttää pääomansa ja mahdollisuuden operoida markkinoilla. Häiriösijoittajilla saattaa olla myös markkinoiden ulkopuolisia tulonlähteitä, jotka kompensoivat epäoptimaalisesta sijoitusten ajoittamisesta aiheutuvat tappiot.

Häiriösijoittajien kantaman riskin suuruus verrattuna rationaalisten sijoittajien kantamaan riskiin voi olla seurausta esimerkiksi siitä, että 1) häiriösijoittajat uskovat tuoton keskihajonnan eli riskin olevan pienempi kuin se todellisuudessa on tai että 2) häiriösijoittajat ovat keskimäärin optimistisempia odotetun tuoton suhteen kuin rationaaliset sijoittajat. Sijoitusten suuruus on tuotto-odotusten suuruuden ja riskin pienuuden positiivinen funktio.

Optimistinen henkilö on halukas investoimaan osakkeisiin enemmän kuin pessimisti. Tätä odotettuihin tuottoihin liittyvää virhearviota on käytetty De Long ja kumppanit arvopaperimarkkinoiden hinnoittelumallissa, jota on käsitelty tämän tutkielman luvussa "4.1 De Long & Co. (1990b) häiriösijoittajamalli".

De Long ja kumppanien (1991) käyttämä oletus häiriösijoittajien taipumuksesta arvioida odotettuja tuottoja yläkanttiin perustuu joukkoon psykologisia tutkimuksia, joissa on todettu ihmisten olevan keskimäärin ylioptimistisia. Ihmisten tyypillinen ajattelutapa on, että voitettaessa on kysymys taidosta ja hävittäessä huonosta onnesta. Sijoituksen onnistuminen ruokkii myönteisiä käsityksiä omista kyvyistä, vaikka onnistuminen olisi perustunut järjettömään käyttäytymiseen.

Esimerkki tällaisesta järjettömästä käyttäytymisestä on sijoitussysteemi, jossa sijoittaja saavuttaa 90% sijoituskerroista kymmenen prosentin tuoton päivässä, mutta häviää joka kymmenennellä kerralla kaiken. Sijoittajan on vaikea uskoa, että harvoin sattuvassa epäonnistumisessa on kysymys muusta kuin huonosta onnesta. Mainittu sijoitussysteemin noudattaminen on ainakin taloudellisessa mielessä järjetöntä käyttäytymistä, koska pitkällä tähtäimellä seurauksena on konkurssi. Kuvaillun kaltaisten sijoitussysteemien käyttö on varsin yleistä esimerkiksi optiospekulanttien keskuudessa.

De Long ja kumppanien (1991) mukaan häiriösijoittajien valta markkinoilla saattaa kasvaa pitkällä aikavälillä, vaikka suurin osa häiriösijoittajista tekisi konkurssin. Häiriösijoittajien varallisuuden pitkän tähtäyksen odotusarvo ei välttämättä kerro koko kuvaa häiriösijoittajien kohtalosta markkinoilla. Yksittäisen häiriösijoittajan odotetun varallisuuden jakauman mediaani saattaa olla paljon alhaisempi kuin odotusarvo, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että kyseisen kaltainen häiriösijoittaja tekee suurella todennäköisyydellä heikon tuloksen ja pienellä todennäköisyydellä loisteliaan tuloksen. Jos jotkut häiriösijoittajat investoivat suuren summan rahaa erittäin riskipitoiseen

kohteeseen ja voittavat, he saattavat dominoida markkinoilla, olipa sijoitus alunperin järkevä tai ei. Samaan aikaan suurin osa häiriösijoittajista saattaa tehdä esimerkiksi konkurssin. Yksittäiselle häiriösijoittajalle käy siis todennäköisesti huonosti, mutta kokonaisuutena häiriösijoittajien valta kasvaa.

### 5.3 Pääoman muodostus ja kulutus

De Long ja kumppanien (1989)<sup>40</sup> mukaan pääoman määrä kansantaloudessa kasvaa, kun häiriösijoittajien optimismi kasvaa. Mitä optimistisempia häiriösijoittajat ovat, sitä enemmän he ostavat osakkeita. Mallissa on oletettu, että riskineutraalit yrittäjät toimittavat täysin joustavasti reaali-pääomaa eli osakkeita rationaalisten sijoittajien ja häiriösijoittajien tarpeisiin. Toisaalta rationaaliset sijoittajat vähentävät pääoman kysyntää, kun häiriösijoittajien arvaamattomuudesta aiheutuva hintariski kasvaa. Häiriösijoittajien odotusten suuruuden ja niihin sisältyvän riskin suhde määrää, dominoiko pääoman määrää nostava vai laskeva häiriösijoittajaefekti. Jos ylioptimismi on riittävän suurta verrattuna odotuksiin sisältyvään riskiin, niin pääoman määrää nostava häiriösijoittajaefekti dominoi. Jos häiriösijoittajien odotukset ovat vääristyneet negatiiviseen suuntaan, niin tässä mallissa häiriösijoittajien läsnäolo markkinoilla vähentää aina reaali-pääoman määrää, koska silloin sekä häiriösijoittajien vääristyneet odotukset että rationaalisten sijoittajien reagointi häiriösijoittajariskisiin vaikuttavat pääoman määrään samansuuntaisesti eli laskevasti. Toisaalta kulutus nousee reaali-pääoman noustessa ja pääoman määrään vaikuttavat edellä luetellut muuttajat.

### 5.4 Rationaalisten sijoittajien hyvinvointi

Rationaalisten sijoittajien osakkeisiin kohdistama kysyntä on suoraan verrannollinen osinkojen ja riskittömän koron eroon ja käänteisesti verrannollinen sijoittamisen riskiin. Häiriösijoittajariskin kasvaminen siis vähentää rationaalisten sijoittajien halua sijoittaa osakkeisiin, mikä laskee tuottoa. De Long ja kumppanit (1989) tarkastelevat teoreettisesti häiriösijoittajariskin vaikutusta rationaalisten sijoittajien hyvinvointiin riskioikaistun tuoton odotusarvon (RTO) avulla. RTO:n arvoon vaikuttaa häiriösijoittajien osuus markkinaosapuolten kokonaisvarallisuudesta, häiriösijoittajien odotuksiin

<sup>40</sup> Muistuttaa läheisesti kappaleessa "4.1 De Long & Co. (1990b) häiriösijoittajamalli" esiteltyä mallia

liittyvä epävarmuus, osinkotuoton suuruus, osinkoihin liittyvä epävarmuus, riskitön korko ja sijoittajien asenne suhteessa riskiin.

Jos osinkotuotto on riittävän suuri suhteessa riskittömään korkoon, on häiriösijoittajien määrän lisäämisellä negatiivinen vaikutus rationaalisten sijoittajien RTO:hon, koska häiriösijoittajien aiheuttama riskin lisäys vähentää periodien välisestä sijoittamisesta saatavaa riskioikaistua tuottoa enemmän kuin kasvava häiriösijoittajariski tuo sijoitusten ajoittamisesta saatavaa lisätuottoa. Kun osinkotuotto on pieni, rationaaliset sijoittajat sijoittavat vähän osakkeisiin. Silloin kasvavasta sijoitusten riskistä seuraava sijoitusten väheneminen painaa vähemmän vaakakupissa kuin paranevat mahdollisuudet ajoittaa sijoitukset tuottavasti.

Rationaalisten sijoittajien hyvinvoinnissa tapahtuvia muutoksia voidaan ymmärtää paremmin erityistapausten avulla. Osinkotuoton ollessa yhtäsuuri korkotuoton kanssa rationaalisilla sijoittajilla ei ole halukkuutta sijoittaa osakkeisiin periodien välillä. He sijoittavat mieluummin saman tuoton antavaan riskittömään korkoon. Koska osakesijoituksia on vähän tai ei ollenkaan, ei häiriösijoittajariskin lisääntyminen juuri vähennä periodien välisistä osakesijoitusten tuottamaa hyvinvointia. Sen sijaan kasvava häiriösijoittajariski lisää paljon mahdollisia hyödyntää häiriösijoittajariskistä seuraavaa hintojen heilahtelua. Tässä erityistapauksessa siis häiriösijoittajien määrän nousu kasvattaa rationaalisten sijoittajien hyvinvointia.

Jos osinkoihin kohdistuva riski on nolla, silloin tässä mallissa ainoa riski aiheutuu häiriösijoittajien toiminnasta. Häiriösijoittajien hyväksikäyttämisen tuoma hyvinvointilisä on silloin vakio suhteessa kasvavaan riskiin. Periodien välisestä sijoittamisesta seuraava hyvinvointi sen sijaan laskee häiriösijoittajien määrän kasvaessa, koska riski kasvaa. Rationaalisten sijoittajien hyvinvoinnin nettomuutos on siis negatiivinen häiriösijoittajien määrän kasvaessa, jos sijoittamiseen liittyvä riski muodostuu ainoastaan häiriösijoittajariskistä.

Häiriösijoittajien hyvinvointi muodostuu pääpiirteissään samoin kuin rationaalisten sijoittajien hyvinvointi. Erona rationaalisten sijoittajien hyvinvointiin on se, että rationaaliset sijoittajat käyttävät hyväksi häiriösijoittajien vääristyneitä odotuksia ja vähentävät siten häiriösijoittajien hyvinvointia. Tässä mallissa on oletettu, että häiriösijoittajat ovat riskinkarttasia. Käytännössä häiriösijoittajien

hyvinvointi voi olla jopa riskin suuruuden positiivinen funktio. Silloin häiriösijoittajien hyvinvointi voi olla positiivinen, vaikka he häviäisivät kaikki rahansa.

## 5.5 Häiriösijoittajariskin vähentäminen

Häiriösijoittajien vallan vähentäminen ei ole itsestäänselvästi tavoittelemisen arvoista. Kuten häiriösijoittajien vaikutusta pääomanmuodostukseen, kulutukseen ja rationaalisten sijoittajien hyvinvointiin käsittelevistä kappaleista nähdään, häiriösijoittajien nettovaikutus ei välttämättä ole negatiivinen. Yhteenvetona voidaan sanoa, että mitä alhaisempi osinkojen yleinen taso on verrattuna riskittömään korkoon ja mitä ylioptimistisempia häiriösijoittajat ovat suhteessa näkemyksiinsä sisältyvään riskiin, sitä epätodennäköisemmin häiriösijoittajien toiminnan vahingollisiin puoliin puuttuminen on suositeltavaa. Lisäksi häiriösijoittajilla on markkinoiden likviditeettiä parantava vaikutus. Häiriösijoittajariskiä voidaan alentaa poliittisin keinoin. Käytettävissä ovat ainakin avomarkkinaoperaatiot ja verot. Verot voidaan jakaa vielä kaupankäyntiveroon sekä myyntivoittoveroon.

Avomarkkinaoperatioilla pyritään tasoittamaan häiriösijoittajariskistä aiheutuvaa hintojen vaihtelua. Virallinen taho ostaa halvalla ja myy kalliilla. De Long ja kumppanit (1989) mallissa virallinen taho onnistuu tasoittamaan hintojen vaihtelua ja lisäämään siten reaalipääoman määrää, koska pienentyvä riski vaikuttaa positiivisesti reaalipääoman määrään. Poikkeuksena on tilanne, jossa häiriösijoittajien ylioptimisista odotuksista seuraava kysyntä on niin suurta, että häiriösijoittajien aiheuttama reaalipääoman kysynnän kasvu ylittää lisääntyneestä riskistä aiheutuvan reaalipääoman kysynnän laskun. Ylioptimismista on seurauksena myös se, että hinta nousee korkeaksi. Yhteenvetona mallista voisikin sanoa, että virallisen tahon kannattaa aina ostaa, kun se tietää hintojen olevan alle todellisen arvon. Hintojen ollessa vähän todellisen arvon yläpuolella, kannattaa myydä. Hintojen ollessa paljon todellisen arvon yläpuolella, kannattaa olla passiivinen.

Mallia laajentamalla voidaan päätellä, että avomarkkinaoperaatioilla saattaa olla markkinoihin päinvastainen vaikutus kuin on haluttu. Jos avomarkkinaoperaatioilla tai rationaalisten sijoittajien toimesta pidetään hintataso alemmalla tasolla kuin häiriösijoittajat pitävät oikeana, saattavat

häiriösijoittajat allokoida kyseiselle markkinalle varallisuutta lähes täysin joustavasti varsinkin löysän rahapolitiikan vallitessa, koska häiriösijoittajat saavat silloin helposti lainaa sijoituksiinsa. Häiriösijoittajien kysyntä saattaa siis kasvaa räjähdysmäisesti, jos hinta on häiriösijoittajien mielestä liian alhainen. Lisääntyvä häiriösijoittajien lukumäärä vaikuttaa epätasapainottavasti markkinoihin. Jos hintatasoa pidetään häiriösijoittajien mielestä liian korkealla, ei häiriösijoittajien tarjonta voi kasvaa yhtä joustavasti osakemarkkinoiden tapauksessa, jos lyhyeksi myynti, termiinien myynti ja uusien osakkeiden liikkeelle lasku ovat epäsuosiossa. Tällöin avomarkkinaoperaatioilla on suurempi mahdollisuus onnistua. Toisaalta jos hintojen nousua on tasattu pitämällä hinnat häiriösijoittajien mielestä liian alhaalla, ovat häiriösijoittajat mahdollisesti kasvattaneet osakepositionsa niin suureksi, että hintalaskun pitäminen kurissa avomarkkinaoperaatioilla on vaikeaa, koska häiriösijoittajat voivat tarjota osakkeitaan myyntiin lähes täysin joustavasti, jos hintataso on korkeammalla kuin häiriösijoittajat pitävät oikeana.

Valuuttaputken murtuminen on esimerkki tilanteesta, jossa virallinen taho yrittää pitää hintaa jollain toisella tasolla kuin markkinat haluavat. Tämä saa aikaan markkiaosapuolten keskuudessa poikkeuksellisen suuren kiinnostuksen spekuloida valuuttaputken murtumisella. Koska valuuttamarkkinat ovat niin suuret, on virallisen tahon lopulta pakko antaa periksi ja spekulantit keräävät isot voitot. Spekulointi voi olla seurausta joko rationaalisista tai epärationaalisista odotuksista. Epärationaalisten odotusten tapauksessa voidaan puhua häiriösijoittajien toiminnasta. Jos spekulointi on seurausta rationaalisista odotuksista, virallisen tahon toiminta täytyy tulkita epärationaaliseksi. Virallisen tahon toiminta voi olla epärationaalista esimerkiksi siksi, että se karttaa arvovaltappiota<sup>41</sup>, joka liittyy sen myöntämiseen, että valittu politiikka suhteessa markkinoihin on väärä. Arvovaltappion karttaminen saa aikaan viiveen reaali-teettien myöntämisessä.

De Long ja kumppanit (1989) malli ei ota kantaa kaupankäyntiveron käyttämiseen hintojen heilahtelun hillitsemisessä. Kaupankäyntivero voi olla esimerkiksi vakioprosentti summasta, jolla sijoittaja käy kauppaa markkinoilla. Sillä voidaan hillitä häiriösijoittajien kiinnostusta käydä kauppaa markkinoilla. Laskeva häiriösijoittajien määrä laskee riskiä ja kasvattaa siten pääoman määrää. Häiriösijoittajien määrän lasku on haitallista pääomanmuodostuksen kannalta, jos häiriösijoittajien ylioptimismi on hyvin suurta kuten kappaleessa "5.3 Pääoman muodostus ja kulutus" on selitetty. Kaupankäyntivero

<sup>41</sup> Arvovaltappion karttamista voidaan pitää samantyyppisenä ilmiönä kuin tappionkarttamista (Tversky ja Kahneman, 1991)



laskee myös rationaalisten sijoittajien kiinnostusta sijoittaa, mikä on haitallista pääomanmuodostuksen kannalta.

Toinen verotyyppi, jolla häiriösijoittamisen haittavaikutuksia voidaan hillitä, on myyntivoittovero. Myyntivoittovero voi olla esimerkiksi vakioprosentti ansaitusta myyntivoitosta. Myyntivoittovero vähentää häiriösijoittajien kiinnostusta sijoittaa vääristyneiden odotusten motivoimana, koska vero leikkaa osan odotettavissa olevasta myyntivoitosta, jonka positiivinen funktio kysyntä on. Malli olettaa, että myyntitappioita ja -voittoja kohdellaan symmetrisesti eli verottaja korvaa sijoittajalle osan myyntitappiosta. Tämä hillitsee sijoittajien halua myydä. Häiriösijoittajariski pienenee, koska häiriösijoittajat eivät enää motivoitu vääristyneistä odotuksista. Tämä vaikuttaa useimmissa tapauksissa positiivisesti pääoman määrään. Poikkeuksena on tapaus, jossa häiriösijoittajat ovat erittäin ylioptimistisia. Hinnan sahaaminen todellisen arvon ympärillä voidaan nähdä häiriösijoittajariskinä, koska liiallinen volatilitteetti on seurausta häiriösijoittajien toiminnasta.

Jos osingot ovat suuret verrattuna riskittömään korkoon, silloin häiriösijoittajariskin eliminoiminen sadan prosentin myyntivoittoverolla nostaa sekä rationaalisten sijoittajien että häiriösijoittajien hyvinvointia, koska suuren (osingot - riskitön korko) vallitessa riskin pieneminen saa aikaan enemmän hyvinvointia kuin häiriösijoittajien aiheuttamasta hintojen heilunnasta hyötyminen. Tästä on puhuttu kappaleessa "5.4 Rationaalisten sijoittajien hyvinvointi". Sadan prosentin myyntivoittoverolla häiriösijoittajat eivät motivoitu epärationaalista odotuksistaan, minkä vuoksi he toimivat käytännössä kuin rationaaliset sijoittajat. De Long ja kumppanit (1989) malli ei ole realistinen myyntivoittoihin suhtautumisessaan.

Käytännössä myyntivoitot voivat olla seurausta siitä, että sijoittajat ovat investoineet tuottavaan kohteeseen ja siten suorittaneet yhteiskunnan kannalta arvokasta resurssien kohdentamista. Myyntivoittoverolla kannustetaan sijoittajia vähentämään kiinnostustaan kohdentaa resursseja tuottavasti. Toisaalta myyntivoittovero voidaan rajata koskemaan vain lyhytaikaisia sijoituksia ja jättää pitkäaikaiset sijoitukset vähemmälle verolle. Lyhytaikaisista sijoituksista ansaittujen myyntivoittojen verotuksella on myös omat huonot puolensa. Myyntivoittojen verotus vähentää osakkeiden vaihtoa markkinoilla eli likviditeetti heikkenee. Likviditeetin heikkous saattaa vaikuttaa negatiivisesti sijoittajien halukkuuteen investoida, koska sijoituksesta irtautuminen ei onnistu helposti. Sijoittajat

eivät halua sitoa käsiään. Voidaan myös olettaa, että kaupankäynnin hillitseminen hidastaa informaation heijastumista hintoihin.

## 6. Selittävätkö häiriösijoittajamallit liiallista volatiliteettia?

Osakemarkkinoiden liialliselle volatiliteetille on monia potentiaalisia selityksiä. Sellaisia ovat ainakin volatiliteettitesteihin liittyvät teoreettiset heikkoudet, käytetyn empiirisen aineiston suppeus, rationaalinen kupla -teoria, perinteiset odotettujen tuottojen teoriat ja häiriösijoittajamallit<sup>42</sup>.

Volatiliteettitestejä ja niihin liittyviä ongelmia on käsitelty tämän tutkielman kappaleessa neljä. Samassa kappaleessa on käsitelty lyhyesti myös empiirisen aineiston suppeuteen liittyvää ongelmaa, joka ei kuitenkaan selitä kuin pienen osan toistuvasti uusissa tutkimuksissa havaitusta liiallisesta volatiliteetista. Myöskään rationaalinen kupla ja perinteiset odotettujen tuottojen mallit eivät Westin mukaan ole riittävä selitys liialliselle volatiliteetille. Tässä tutkielmassa ei ole käsitelty rationaalisia kuplia. Kappaleessa neljä on lyhyesti sivuttu sellaista Shillerin esittämää perinteiseen odotetun tuoton malliin perustuvaa selitystä havaitulle liialliselle osakemarkkinoden volatiliteetille, jossa odotettu tuotto vaihtelee.

Tässä tutkielmassa on käyty läpi useita häiriösijoittajamalleja. Häiriösijoittamista koskeva keskustelu on nuorta verrattuna traditionaalisia odotettujen tuottojen malleja koskevaan keskusteluun. Toistaiseksi ei ole onnistuttu rakentamaan häiriösijoittajamallia, joka olisi testattavissa markkinoilla yksiselitteisesti kuten monet traditionaaliset mallit. Häiriösijoittajariskin merkitystä markkinoiden liiallisen heilahtelun selittäjänä tukevat epäsuorasti vahva logiikka sekä sijoittajien toimintaa kuvaileva psykologinen ja sosiologinen todistusaineisto.

Häiriösijoittajien vaikutusvaltaa perusteleva vahva logiikka nojaa kahteen pääoletukseen:

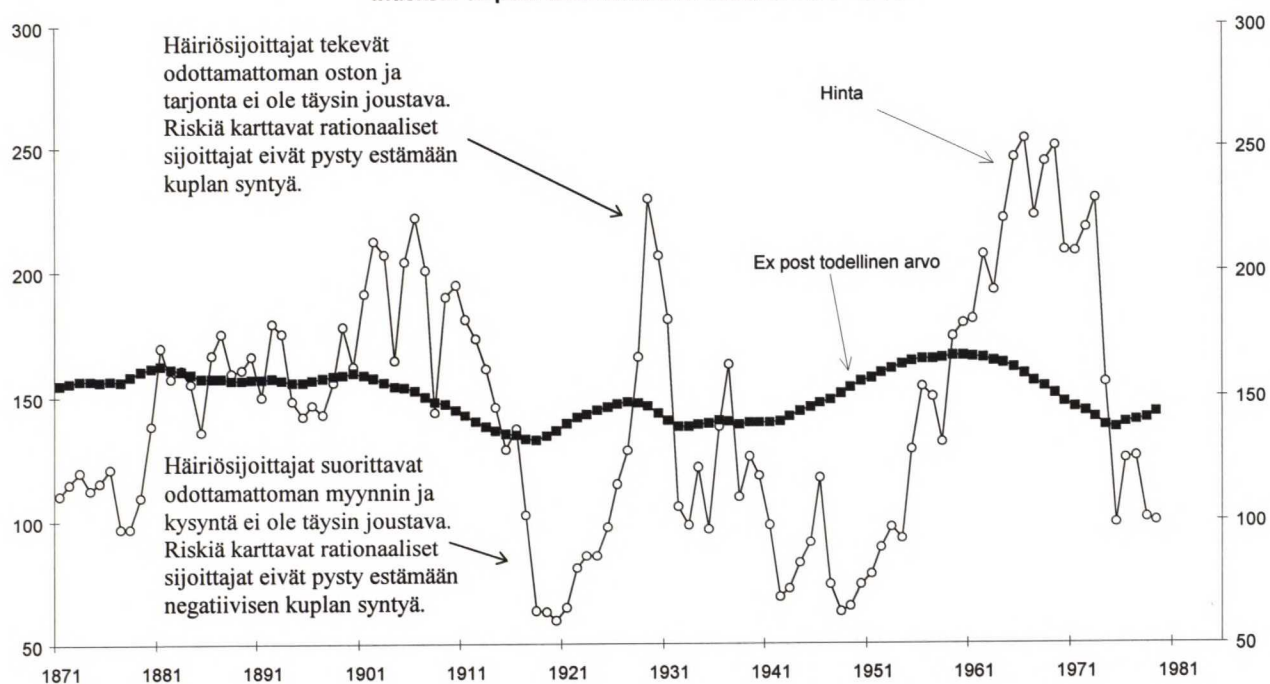
- 1) Häiriösijoittajilla on huonosta sijoitusten ajoituksesta aiheutuvan heikon tuoton kompensoivia tulonlähteitä, minkä vuoksi häiriösijoittajien taloudelliset resurssit vaikuttaa markkinoilla eivät katoa.
- 2) Rationaaliset sijoittajat ovat riskin karttaji, minkä vuoksi he eivät ole halukkaita eliminoimaan häiriösijoittajien vaikutusta hintoihin.

<sup>42</sup> West (1988)

Suoraa todistuaaineistoa häiriösijoittajien suuresta vaikutusvallasta osakemarkkinoilla on vähän. Tässä tutkielmassa on esitelty Campbellin ja Kylen (1993) tutkimusta, jossa on testattu häiriösijoittajien roolin osakemarkkinoilla huomioivaa mallia empiirisesti. Kyseisessä tutkimuksessa häiriösijoittajien käyttäytymistä kuvailevien parametrien lisääminen markkinoiden hinnoitteluyhtälöön lisää selvästi mallin tarkkuutta hintojen käyttäytymisen kuvaajana.

Katsottaessa kuvaajaa esimerkiksi Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden keskimääräistä kehitystä heijastavasta Standard & Poors Composite indeksistä ja kyseisistä indeksiä vastaavasta osingosta lasketusta ex post todellisesta arvosta (katso alla), nähdään selkeästi, että indeksi heilahtelee paljon enemmän kuin ex post todellinen arvo. Esimerkiksi indeksin suuren heilahduksen todellisen arvon yläpuolelle voidaan nähdä aiheutuneen häiriösijoittajien ylioptimismista. Ylioptimismi ei sinänsä ole ratkaisevaa hintakuplan muodostumisessa. Tarvitaan myös pieni osakkeiden tarjonta, jotta kunnollinen hintakupla saadaan aikaiseksi. De Long ja kumppanit (1990b) mallissa pieni tarjonta on aikaansaatu olettamalla osakkeiden määrä vakioksi. De Long ja kumppanit (1989) mallissa on oletettu, että yrittäjät myyvät ja lunastavat osakkeita täysin joustavasti, mutta he eivät osaa ennakoida osakkeiden kysyntään liittyvän häiriösijoittajatekijän satunnaista komponenttia. Tällöin häiriösijoittajat voivat heilauttaa hinnat kauaskin tasapainosta kenenkään estämättä. Käytännössä De Long ja kumppanit (1990b) malli toimii samoin kuin De Long ja kumppanit (1989) malli, koska osakkeiden tarjonnan pitäminen vakiona vastaa hyvin jälkimmäisen mallin tilannetta, jossa pääomaa tarjoava yrittäjä ei voi enää lisätä tarjontaa häiriösijoittajien kysyntämuutoksen tultua julki.

**Trendistä puhdistettu reaalin Standard & Poors Monthly Composite Stock Price indeksi ja saman indeksin ex post todellinen arvo vuosina 1871 - 1979**



Kuva 5, Standard & Poors Composite

## 7. Yhteenveto

Tässä tutkielmassa osoitetaan, että

1. USA:n osakemarkkinoilla hinnat heilahtelevat enemmän kuin voidaan selittää todellisen arvon muutoksilla.
2. Volatiliteettitesteihin kohdistunut kritiikki heikentää niiden tuloksia vain osittain.
3. Häiriösijoittajamalleissa tehtävät oletukset epärationaalisten sijoittajien ja rationaalisten sijoittajien käyttäytymistäipumuksista selittävät osakehintojen käyttäytymistä paremmin kuin traditionaaliset oletukset.

Tässä tutkielmassa on päivitetty USA:n osakemarkkinoita koskevan volatiliteettitestin tulokset vastaamaan pisintä käytettävissä olevaa aineistoa. Seurauksena on, että tulos koskien hintojen liiallista volatiliteettia on heikompi kuin Shillerin alkuperäisessä volatiliteettitestissä, mutta liiallista volatiliteettia on yhä havaittavissa. Todellisen arvon volatiliteetti on siis selittänyt osakehinnan volatiliteettia paremmin 1980- ja 1990-luvulla kuin vuosina 1872-1979. Jos verrataan osakehintojen ja todellisen arvon volatiliteettia mainituilla ajanjaksoilla, täytyy huomioida volatiliteettitestin tulosten vääristyminen pienten otosten tapauksessa. Jos tulosten korjausta ei tehdä, osakehintojen volatiliteetti näyttää korkeammalta suhteessa todellisen arvon volatiliteettiin kuin on laita populaatiossa.

Saavutettu tulos osakehintojen liiallisesta heilahtelusta perustuu menetelmään, jossa verrataan osakehintojen ja osinkojen ex post nykyarvon variansseja. Käytetty menetelmä on johdettu hypoteesista, että osakkeiden markkinahinnat ovat osakkeiden todellisten arvojen optimaalisia ennusteita. Jos hinta heilahtelee enemmän kuin ex post todellinen arvo, silloin hinta ei ole todellisen arvon optimaalinen ennuste, joten kääntäen volatiliteettitesti voitaisiin suorittaa myös tutkimalla, onko hinta ex post todellisen arvon optimaalinen ennuste eli sisältyykö menneisyyden hintoihin ja osinkoihin sellaista informaatiota, jolla ex post todellisen arvon ennustetta voitaisiin parantaa. Traditionaaliset volatiliteettitestit ovat puolusteltavissa sen vuoksi, että ne havainnollistavat, miten ennusteen epäoptimaalisuus heijastuu hintojen volatiliteetina.

Testeissä käytetyn aineiston tilastollisista ominaisuuksista tehdyt oletukset vaikuttavat siihen, kuinka hyvin saavutettuihin tuloksiin osakehintojen liiallisesta heilahtelusta USA:n markkinoilla voidaan

luottaa. Jos tutkituilla aikasarjoilla on yksikköjuuri, ei niillä ole populaation varianssia. Yksikköjuuren puuttuminen aiheuttaa ongelmia, mutta volatiliteettisesti voidaan suorittaa muuntamalla epästationaarisesti käyttäytyvä aikasarja stationaariseksi esimerkiksi jakamalla se sopivalla aikasarjalla. Voidaan kuitenkin sanoa, että USA:n osakemarkkinoita vastaava reaalin osinko käyttäytyy suurella varmuudella stationaarisesti logaritmisen trendin ympärillä, joten volatiliteettitesti ovat metodologian puolesta päteviä hinnoittelun tehokkuuden testejä.

Liiallista osakehintojen volatiliteettia löydettyä nousee esiin kysymys, miksi rationaaliset sijoittajat eivät eliminoi havaittua hinnoittelun tehottomuutta? Traditionaalisen näkemyksen mukaan hinnoittelun tehottomuudella oman salkkunsu tuottoa nostavat rationaaliset sijoittajat keräävät lopulta niin suuren osuuden kansantaloudessa sijoittamiseen käytettävissä olevasta varallisuudesta itselleen, että hinnat eivät pääse erkanemaan todellisesta arvosta. Traditionaalinen näkemys olettaa, että rationaaliset sijoittajat ovat riskineutraaleja. Koska erilaisissa testeissä on havaittu osakkeiden hinnoitteluun liittyvää tehottomuutta, on traditionaalista näkemystä helppo kritisoida. Tässä tutkielmassa esiteltävissä häiriösijoittajamalleissa on olettu, että rationaaliset sijoittajat ovat riskinkarttaji. Häiriösijoittajamallit ovat selkeä edistysaskel suhteessa traditionaalisiin näkemyksiin rationaalisten sijoittajien ylivallassa markkinoilla. Teoreettiset ja empiiriset näkökohdat tukevat häiriösijoittamisen merkittävää roolia osakehintojen liiallisen volatiliteetin selittäjänä.

Häiriösijoittajat ovat sijoittajia, jotka tekevät sijoituspäätöksiä disinformaatioon perustuen. Yksinkertaistetusti voidaan sanoa, että häiriösijoittajat ostavat kalliilla ja myyvät halvalla. Rationaaliset sijoittajat määrittävät sijoittajiksi, jotka tulkitsevat oikein informaation merkityksen todellisen arvon kannalta. Rationaaliset sijoittajat ovat hyviä sijoitusten ajoittajia. He voivat käyttää hyväksi häiriösijoittajien luomia arvostusvirheitä.

Jos rationaaliset sijoittajat ovat riskinkarttaji, on helppo teoretisoida, miksi hinnat eivät aina heijasta todellisia arvoja. Rationaalisten sijoittajien aiheuttaman kysynnän täytyy olla sijoittamiseen sisältyvän riskin funktio. Tällöin kasvava riski laskee kysyntää. Tässä tutkielmassa käsiteltävissä häiriösijoittajamalleissa on pohdittu erityisesti häiriösijoittajariskin ja rationaalisten sijoittajien riskinkarttamisen yhteisvaikutusta. Riskiä karttava rationaalinen sijoittaja ei ole halukas eliminoimaan sata-prosenttisesti häiriösijoittajien arvaamattomasta toiminnasta aiheutuvaa hintojen liiallista volatiliteettia. Kannattaa myös huomata, että liiallisen volatiliteetin tahallinen tai tahaton

aiheuttaminen voi olla rationaalisten sijoittajien etu, jos he voivat siten kasvattaa hyvinvointiaan eli sijoitusten riskioikaistuja tuottoja.

Traditionaalisen näkemyksen mukaan häiriösijoittajat häviävät vähitellen rahansa rationaalisille sijoittajille. Näin ei tarvitse tapahtua. Häiriösijoittajilla voi olla muita tulonlähteitä, jotka kompensoivat huonosta sijoitusten ajoittamisesta kärsityt tappiot. Muut tulonlähteet voivat olla joko markkinoilla tai markkinoiden ulkopuolella. Tutkimusten mukaan ihmisillä on taipumus olla keskimäärin ylioptimistisia. Jos häiriösijoittajat ovat ylioptimistisia, he sijoittavat suuremman osuuden varallisuudestaan riskiä sisältävään kohteeseen kuin rationaaliset sijoittajat. Koska riskin kantamisesta saadaan markkinoilla korvausta, häiriösijoittajat ansaitsevat hyvin ja voivat säilyttää vaikutusvaltansa markkinoilla.

Rationaalisten sijoittajien näkökulmasta katsottuna häiriösijoittajien kysyntään liittyy kaksi komponenttia: ennustettavissa oleva ja arvaamaton. Molempia komponentteja voidaan käyttää hyväksi tuottojen kasvattamisessa. Vain arvaamaton komponentti aiheuttaa ongelmia, koska se kasvattaa sijoittamiseen sisältyvää riskiä. Jos häiriösijoittajien kysyntään liittyvä arvaamaton komponentti saa hyvin suuren arvon, saattaa osakkeiden hinta nousta paljon todellisen arvon yläpuolelle kyseisellä periodilla, koska rationaaliset sijoittajat eivät ole halukkaita tarjoamaan osakkeita täysin joustavasti. Toisaalta jos arvaamaton komponentti saa paljon nollaa pienemmän arvon, voi hintataso laskea paljon alemmalle tasolle kuin siinä tilanteessa, jossa häiriösijoittajien kysyntä on ennakoitavissa.

Jos rationaaliset sijoittajat pystyvät ennakoimaan häiriösijoittajien toimintaa, voi olla rationaalista ajaa hinnat kauemmaksi todellisesta arvosta kuin hinnat olisivat siinä tapauksessa, että rationaaliset sijoittajat eivät tee mitään. Tällainen tilanne voi syntyä, kun on tiedossa on häiriösijoittajien suuri positiivinen kysyntä tulevaisuudessa. Jos häiriösijoittajat ekstrapoloivat trendiä, rationaalisten sijoittajien kasvanut kysyntä voi nostaa häiriösijoittajien kysyntää entisestään ja kasvattaa siten osakehintoihin syntyvää kuplaa. Vastaavalla tavalla voi syntyä negatiivinen kupla. Rationaaliset sijoittajat voivat myös luoda hintakuplan täysin tyhjästä, jos häiriösijoittajien kysyntä osakemarkkinoilla on menneisyyden hintakehityksen suunnan ja hintojen muutosnopeuden positiivinen funktio. Rationaaliset sijoittajat voivat esimerkiksi aiheuttaa voimakkaan kysyntäpiikin, joka nostaa hintatason todellisen arvon yläpuolelle. Häiriösijoittajat huomaavat hintojen olevan nousussa ja ostavat osakkeita rationaalisilta sijoittajilta, jotka myyvät voitolla.



On myös aiheellista pohtia, mikä merkitys häiriösijoittajien vaikutusvallalla on kansantaloudessa. Jos vaikutus on negatiivinen, kannattaa etsiä keinoja ongelmien vähentämiseksi. Häiriösijoittajien määrän kasvu nostaa sijoittamiseen sisältyvää riskiä, joka vähentää osakkeiden kysyntää ja laskee siten yritysten käytettävissä olevan pääoman määrää. Myös kulutus laskee, koska pääoman määrä vaikuttaa kulutukseen. Erilaisilla veroilla ja avomarkkinaoperaatioilla voidaan ohjata häiriösijoittajien toimintaa ja vaikuttaa heidän toiminnastaan seuraaviin ongelmiin. Myyntivoittoverolla on kahdensuuntaisia vaikutuksia pääoman määrään. Yhtäältä veron nostaminen laskee häiriösijoittajien kiinnostusta sijoittaa osakkeisiin, mutta toisaalta kiinnostus hintamuutoksilla tehtävän myyntivoiton metsästämiseen vähenee, mikä pienentää hintariskiä. Hintariskin pieneminen nostaa kaikkien sijoittajien kiinnostusta sijoittaa osakkeisiin. Jokin virallinen taho voi tasata hintojen vaihtelua avomarkkinaoperaatioilla ostamalla hinnan ollessa todellisen arvon alapuolella ja myymällä hinnan ollessa todellisen arvon yläpuolella. Pienenevä hintariski lisää sijoittajien kiinnostusta omistaa osakkeita, mikä lisää yritysten käytettävissä olevaa pääomaa.

## LIITE 1

Hinta (2), osinko (3) ja PPI (4) on saatu internetistä Robert Shillerin kotisivulta (<http://www.econ.yale.edu/~shiller>). Muut sarakkeet on itse laskettu.

- Toinen sarake on Standard & Poors Composite indeksi kunkin vuoden tammikuussa.
- Kolmas sarake on toisen sarakkeen indeksistä vastaava osinko.
- Neljäs sarake on tuottajahintaindeksi, joka saa arvon 100 vuonna 1967. Kyseistä tuottajahintaindeksiä on jatkettu ketjuttamalla vuodesta 1988 vuoteen 1997 tuottajahintaindeksillä, joka saa arvo 100 vuonna 1982.
- Viidennessä sarakkeessa tuottajahintaindeksi on skaalattu uudestaan Shillerin (1981) alkuperäisen artikkelin mukaisesti.
- Kuudennessa sarakkeessa on reaalin osakeindeksi eli toisen sarakkeen nimellinen hinta on jaettu sarakkeen viisi tuottajahintaindeksillä.
- Seitsemännessä sarakkeessa on reaalin osinko eli sarakkeen kolme nimellinen osinko on jaettu sarakkeen viisi tuottajahintaindeksillä.
- Kahdeksannessa sarakkeessa on logaritminen reaalin osakeindeksi ajan ja vakion suhteen regressoimalla saatu trendi  $(1+g)=\lambda = e^{0,0156437}$ .
- Yhdeksännessä sarakkeessa on trendillä jaettu sarakkeen kuusi reaalin hinta.
- Sarakkeessa kymmenen on trendillä jaettu sarakkeen seitsemän reaalin osinko.
- Sarakkeessa yksitoista on todellinen arvo

Todellinen arvo  $p^*$  on laskettu samantyyppisellä MS-Excel makrolla kuin seuraavassa liitteessä on kuvattu.

Vuosi	Hinta	Osinko	PPI 1967=100	ppi 1979=1	Hinta / ppi	Osinko / ppi	trendi 1997=1	trenditön reaalin hinta, p	trenditön reaalin osinko, d	$p^*$
1871	4,4400	0,2600	44,1000	0,1997	22,2302	1,3018	0,1414	157,1648	9,2033	217,24694
1872	4,8600	0,3000	45,7000	0,2070	23,4811	1,4495	0,1437	163,4517	10,0896	218,61593
1873	5,1100	0,3300	45,4000	0,2056	24,8522	1,6049	0,1459	170,3308	10,9998	219,27449
1874	4,6600	0,3300	43,4000	0,1966	23,7080	1,6789	0,1482	159,9863	11,3295	219,1626
1875	4,5400	0,3000	40,6000	0,1839	24,6904	1,6315	0,1505	164,0496	10,8403	218,87072
1876	4,4600	0,3000	37,6000	0,1703	26,1906	1,7617	0,1529	171,3369	11,5249	218,88332
1877	3,5500	0,1900	36,7000	0,1662	21,3580	1,1431	0,1553	137,5704	7,3629	218,26843
1878	3,2500	0,1800	33,2000	0,1504	21,6145	1,1971	0,1577	137,0776	7,5920	221,18465
1879	3,5800	0,2000	31,8000	0,1440	24,8574	1,3887	0,1601	155,2158	8,6713	224,05398
1880	5,1100	0,2600	35,5000	0,1608	31,7828	1,6171	0,1627	195,4029	9,9422	226,02089
1881	6,1900	0,3200	34,4000	0,1558	39,7312	2,0540	0,1652	240,5079	12,4334	226,66588
1882	5,9200	0,3200	35,0000	0,1585	37,3467	2,0187	0,1678	222,5920	12,0320	224,93965
1883	5,8100	0,3300	33,1000	0,1499	38,7567	2,2013	0,1704	227,4378	12,9182	223,6234
1884	5,1800	0,3100	30,1000	0,1363	37,9981	2,2740	0,1731	219,5515	13,1392	221,50507
1885	4,2400	0,2400	27,8000	0,1259	33,6760	1,9062	0,1758	191,5811	10,8442	219,19241
1886	5,2000	0,2200	27,3000	0,1236	42,0571	1,7793	0,1785	235,5760	9,9667	218,80481
1887	5,5800	0,2500	27,5000	0,1245	44,8023	2,0073	0,1813	247,0873	11,0702	218,56749
1888	5,3100	0,2300	28,3000	0,1282	41,4293	1,7945	0,1842	224,9654	9,7443	217,36292
1889	5,2400	0,2200	27,3000	0,1236	42,3807	1,7793	0,1870	226,5870	9,5132	217,35042
1890	5,3800	0,2200	26,7000	0,1209	44,4908	1,8193	0,1900	234,2049	9,5772	217,49576
1891	4,8400	0,2200	26,3000	0,1191	40,6339	1,8470	0,1929	210,6072	9,5731	217,51855
1892	5,5100	0,2400	24,7000	0,1119	49,2554	2,1454	0,1960	251,3604	10,9485	217,8234
1893	5,6100	0,2500	25,3000	0,1146	48,9600	2,1818	0,1990	246,0046	10,9628	216,64555

1894	4,3200	0,2100	22,7000	0,1028	42,0201	2,0426	0,2021	207,8822	10,1054	215,46925
1895	4,2500	0,1900	23,0000	0,1042	40,8000	1,8240	0,2053	198,7372	8,8847	215,32537
1896	4,2700	0,1800	22,0000	0,0996	42,8553	1,8065	0,2085	205,5332	8,6642	216,17986
1897	4,2200	0,1800	22,0000	0,0996	42,3535	1,8065	0,2118	199,9978	8,5307	217,15542
1898	4,8800	0,2000	23,0000	0,1042	46,8480	1,9200	0,2151	217,8141	8,9268	218,34571
1899	6,0800	0,2100	24,7000	0,1119	54,3508	1,8772	0,2184	248,8051	8,5936	219,08847
1900	6,1000	0,3000	26,8000	0,1214	50,2567	2,4716	0,2219	226,5199	11,1403	219,73971
1901	7,0700	0,3200	26,0000	0,1178	60,0406	2,7175	0,2253	266,4501	12,0600	218,85667
1902	8,1200	0,3300	26,5000	0,1200	67,6565	2,7496	0,2289	295,6233	12,0142	216,76194
1903	8,4600	0,3500	27,9000	0,1264	66,9523	2,7699	0,2324	288,0404	11,9166	214,23889
1904	6,6800	0,3100	27,2000	0,1232	54,2259	2,5165	0,2361	229,6960	10,6595	211,7771
1905	8,4300	0,3300	27,4000	0,1241	67,9323	2,6593	0,2398	283,3228	11,0909	210,86522
1906	9,8700	0,4000	29,0000	0,1313	75,1481	3,0455	0,2435	308,5903	12,5062	208,90613
1907	9,5600	0,4400	30,7000	0,1390	68,7573	3,1646	0,2473	277,9977	12,7949	205,52609
1908	6,8500	0,4000	30,2000	0,1368	50,0821	2,9245	0,2512	199,3719	11,6422	202,20155
1909	9,0600	0,4400	29,8000	0,1350	67,1291	3,2601	0,2551	263,1182	12,7784	200,59991
1910	10,0800	0,4700	31,9000	0,1445	69,7700	3,2532	0,2591	269,2573	12,5547	197,24173
1911	9,2700	0,4700	31,0000	0,1404	66,0263	3,3476	0,2632	250,8848	12,7202	193,79706
1912	9,1200	0,4800	31,4000	0,1422	64,1304	3,3753	0,2673	239,9275	12,6278	190,33941
1913	9,3000	0,4800	33,9000	0,1535	60,5735	3,1264	0,2715	223,1294	11,5164	186,94133
1914	8,3700	0,4200	33,2000	0,1504	55,6655	2,7933	0,2757	201,8922	10,1308	184,38414
1915	7,4800	0,4300	33,2000	0,1504	49,7465	2,8598	0,2800	177,6456	10,2122	182,9542
1916	9,3300	0,5600	38,3000	0,1735	53,7876	3,2284	0,2844	189,1178	11,3511	181,76917
1917	9,5700	0,6900	51,9000	0,2351	40,7140	2,9355	0,2889	140,9460	10,1622	179,59778
1918	7,2100	0,5700	62,4000	0,2826	25,5123	2,0169	0,2934	86,9596	6,8748	178,85403
1919	7,8500	0,5300	67,5000	0,3057	25,6782	1,7337	0,2980	86,1770	5,8183	181,03448
1920	8,8300	0,5100	79,0000	0,3578	24,6793	1,4254	0,3026	81,5488	4,7101	183,97566
1921	7,1100	0,4600	57,7000	0,2613	27,2078	1,7603	0,3074	88,5190	5,7270	187,80555
1922	7,3000	0,5100	46,8000	0,2120	34,4410	2,4062	0,3122	110,3261	7,7077	191,0394
1923	8,9000	0,5300	52,9000	0,2396	37,1478	2,2122	0,3171	117,1640	6,9772	192,80411
1924	8,8300	0,5500	51,6000	0,2337	37,7842	2,3535	0,3220	117,3355	7,3086	194,96093
1925	10,5800	0,6000	53,5000	0,2423	43,6647	2,4763	0,3271	133,5086	7,5714	196,9907
1926	12,6500	0,6900	53,6000	0,2428	52,1104	2,8424	0,3322	156,8778	8,5570	198,65561
1927	13,4000	0,7700	50,0000	0,2264	59,1744	3,4003	0,3374	175,3999	10,0789	199,3852
1928	17,5300	0,8500	49,7000	0,2251	77,8798	3,7763	0,3426	227,2891	11,0209	198,91255
1929	24,8600	0,9700	50,2000	0,2274	109,3444	4,2665	0,3480	314,2021	12,2597	196,93812
1930	21,7100	0,9800	48,1000	0,2178	99,6584	4,4986	0,3535	281,9585	12,7277	192,58124
1931	15,9800	0,8200	39,8000	0,1803	88,6529	4,5491	0,3590	246,9578	12,6724	188,38058
1932	8,3000	0,5000	34,8000	0,1576	52,6621	3,1724	0,3646	144,4397	8,7012	184,71505
1933	7,0900	0,4400	31,6000	0,1431	49,5403	3,0744	0,3703	133,7844	8,3026	185,04621
1934	10,5400	0,4500	37,4000	0,1694	62,2255	2,6567	0,3761	165,4527	7,0639	185,80992
1935	9,2600	0,4700	40,8000	0,1848	50,1129	2,5435	0,3820	131,1941	6,6589	186,58392
1936	13,7600	0,7200	41,7000	0,1889	72,8587	3,8124	0,3880	187,8039	9,8269	188,30456
1937	17,5900	0,8000	44,4000	0,2011	87,4746	3,9784	0,3940	222,0055	10,0969	187,34206
1938	11,3100	0,5100	41,9000	0,1898	59,6002	2,6875	0,4002	148,9320	6,7158	185,47725
1939	12,5000	0,6200	39,8000	0,1803	69,3467	3,4396	0,4064	170,6181	8,4627	186,72243
1940	12,3000	0,6700	41,1000	0,1861	66,0788	3,5994	0,4128	160,0737	8,7195	186,74126
1941	10,5500	0,7100	41,8000	0,1893	55,7282	3,7504	0,4193	132,9204	8,9454	186,89803
1942	8,9300	0,5900	49,7000	0,2251	39,6729	2,6212	0,4258	93,1685	6,1556	187,61829
1943	10,0900	0,6100	52,7000	0,2387	42,2746	2,5557	0,4325	97,7492	5,9095	190,44817
1944	11,8500	0,6400	53,4000	0,2418	48,9978	2,6463	0,4392	111,5497	6,0246	193,36348
1945	13,4900	0,6600	54,3000	0,2459	54,8544	2,6838	0,4461	122,9595	6,0158	196,00023
1946	18,0200	0,7100	55,4000	0,2509	71,8198	2,8297	0,4531	158,5089	6,2454	198,45157
1947	15,2100	0,8400	73,2000	0,3315	45,8793	2,5338	0,4602	99,6977	5,5060	200,01234
1948	14,8300	0,9300	82,9000	0,3755	39,4990	2,4770	0,4674	84,5108	5,2997	203,40023

1949	15,3600	1,1400	81,6000	0,3696	41,5624	3,0847	0,4747	87,5559	6,4983	207,36693
1950	16,8800	1,4700	77,6000	0,3514	48,0297	4,1827	0,4821	99,6217	8,6756	210,99916
1951	21,2100	1,4100	91,2000	0,4130	51,3505	3,4137	0,4897	104,8691	6,9715	213,76998
1952	24,1900	1,4100	89,7000	0,4063	59,5446	3,4708	0,4973	119,7302	6,9789	216,9805
1953	26,1800	1,4500	87,2000	0,3949	66,2906	3,6716	0,5051	131,2418	7,2689	219,891
1954	25,4600	1,5400	88,0000	0,3986	63,8815	3,8640	0,5130	124,5241	7,5321	222,51037
1955	35,6000	1,6400	87,4000	0,3958	89,9368	4,1432	0,5210	172,6135	7,9519	225,34063
1956	44,1500	1,7400	88,8000	0,4022	109,7784	4,3265	0,5292	207,4496	8,1758	226,83804
1957	45,4300	1,7900	92,7000	0,4198	108,2087	4,2636	0,5375	201,3338	7,9328	227,36456
1958	41,1200	1,7500	94,3000	0,4271	96,2810	4,0976	0,5459	176,3817	7,5065	228,1396
1959	55,6200	1,8300	94,8000	0,4293	129,5453	4,2623	0,5544	233,6649	7,6880	229,75704
1960	58,0300	1,9500	94,7000	0,4289	135,3012	4,5466	0,5631	240,2880	8,0745	229,67824
1961	59,7200	2,0200	95,2000	0,4312	138,5103	4,6850	0,5719	242,1982	8,1922	229,33965
1962	69,0700	2,1300	95,0000	0,4303	160,5332	4,9506	0,5808	276,3838	8,5232	228,90974
1963	65,0600	2,2800	94,7000	0,4289	151,6922	5,3160	0,5899	257,1399	9,0114	227,28352
1964	76,4500	2,5000	95,2000	0,4312	177,3126	5,7983	0,5991	295,9406	9,6776	226,22746
1965	86,1200	2,7200	95,2000	0,4312	199,7405	6,3086	0,6085	328,2387	10,3670	223,71477
1966	93,3200	2,8700	98,6000	0,4466	208,9762	6,4269	0,6180	338,1264	10,3989	219,82658
1967	84,4500	2,9200	100,1000	0,4534	186,2793	6,4409	0,6277	296,7601	10,2610	215,19718
1968	95,0400	3,0700	101,1000	0,4579	207,5651	6,7048	0,6375	325,5771	10,5169	212,03808
1969	102,0400	3,1600	104,3000	0,4724	216,0156	6,6896	0,6475	333,6133	10,3314	207,23975
1970	90,3100	3,1400	109,3000	0,4950	182,4378	6,3432	0,6576	277,4160	9,6455	201,25865
1971	93,4900	3,0700	111,8000	0,5063	184,6386	6,0631	0,6679	276,4381	9,0776	197,56786
1972	103,3000	3,1500	116,3000	0,5267	196,1190	5,9804	0,6784	289,1038	8,8158	192,81558
1973	118,4200	3,3800	124,5000	0,5639	210,0172	5,9944	0,6890	304,8228	8,7004	185,31592
1974	96,1100	3,6000	146,6000	0,6639	144,7550	5,4221	0,6998	206,8640	7,7485	172,69589
1975	72,5600	3,6800	171,8000	0,7781	93,2552	4,7296	0,7107	131,2149	6,6548	166,68071
1976	96,8600	4,0500	179,4000	0,8125	119,2123	4,9846	0,7218	165,1542	6,9056	168,89807
1977	103,8100	4,6700	188,1000	0,8519	121,8567	5,4819	0,7331	166,2175	7,4775	164,14446
1978	90,2500	5,0700	200,1000	0,9063	99,5862	5,5945	0,7446	133,7473	7,5136	156,39973
1979	99,7100	5,6500	220,8000	1,0000	99,7100	5,6500	0,7562	131,8509	7,4712	157,24947
1980	110,8700	6,1600	254,9000	1,1544	96,0380	5,3359	0,7681	125,0393	6,9473	159,67227
1981	132,9700	6,6300	264,1879	1,1965	111,1322	5,5411	0,7801	142,4629	7,1033	165,73434
1982	117,2800	6,8700	217,4046	0,9846	119,1117	6,9773	0,7923	150,3401	8,8066	165,30984
1983	144,2700	7,0900	241,3122	1,0929	132,0066	6,4873	0,8047	164,0495	8,0620	167,96375
1984	166,3900	7,5300	286,2035	1,2962	128,3664	5,8092	0,8173	157,0685	7,1082	171,46386
1985	171,6100	7,9000	251,2881	1,1381	150,7891	6,9415	0,8300	181,6629	8,3628	175,01202
1986	208,1900	8,2800	249,0521	1,1280	184,5732	7,3407	0,8430	218,9393	8,7075	178,5803
1987	264,5100	8,8100	300,9953	1,3632	194,0356	6,4627	0,8562	226,6184	7,5479	182,13625
1988	250,4800	9,7300	408,6656	1,8508	135,3331	5,2571	0,8696	155,6239	6,0453	184,12649
1989	285,4100	11,0500	393,3578	1,7815	160,2066	6,2026	0,8832	181,3892	7,0227	187,46047
1990	339,9700	12,1000	367,0422	1,6623	204,5143	7,2789	0,8970	227,9886	8,1144	190,1367
1991	325,5000	12,2000	273,6477	1,2393	262,6384	9,8439	0,9111	288,2746	10,8048	191,25264
1992	416,0800	12,3800	328,3428	1,4871	279,8004	8,3252	0,9253	302,3815	8,9970	190,06175
1993	435,2300	12,5800	376,3301	1,7044	255,3577	7,3809	0,9398	271,7155	7,8537	189,8541
1994	472,9900	13,1800	526,3117	2,3837	198,4303	5,5293	0,9545	207,8893	5,7929	190,17232
1995	465,2500	13,7900	584,1028	2,6454	175,8718	5,2128	0,9694	181,4174	5,3772	192,15383
1996	614,4200	14,9000	666,1455	3,0170	203,6551	4,9387	0,9846	206,8410	5,0160	194,48491
1997	766,2200	15,3300	683,1733	3,0941	247,6405	4,9546	1,0000	247,6405	4,9546	196,93234

## LIITE 2

Geometrista satunnaiskulkua noudattavaan osinkoprosessiin perustuva todellisen arvon ja tehokkaan hinnan kuvaaja on laskettu seuraavasti:

Ensiksi on laskettu Shillerin (1981) volatilitteettitestissä käytetystä aineistosta logaritmisten, reaalisten osinkojen muutoksen  $[\ln(D_t) - \ln(D_{t-1})]$  odotusarvo ja keskihajonta. Sitten on arvottu 108 normaalijakautunutta satunnaislukua, jotka jakautuvat samoin kuin Shillerin  $\ln(D_t) - \ln(D_{t-1})$ . Satunnaislukujen avulla on tuotettu osinkoprosessi

$$\ln D_t = \mu + \ln D_{t-1} + \varepsilon_t$$

$D$  on reaalin osinko,  $\mu$  on logaritmisen, reaalin osingon muutoksen odotusarvo ja  $\varepsilon \sim N(0, \sigma)$ . Osinkoprosessista on laskettu tehokas hinta

$$P_t = \left( \frac{1+g}{r-g} \right) D_t = \left( \frac{e^{\mu + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)}}{r+1 - e^{\mu + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)}} \right) D_t$$

Diskonttokorkona  $r$  on käytetty 6 %.  $g$  on trendi. Tehokkaan hinnan yhtälö on saatu sijoittamalla normaaliin nykyarvon kaavaan osingon odotusarvo

$$E(D_t) = E(e^{\mu + \varepsilon_t} D_{t-1}) = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}} D_{t-1} = (1+g)D_{t-1}$$

Todellinen arvo on laskettu diskonttaamalla tuotetun osinkoprosessin osingot tarkasteluhetkeen. Diskonttokorkona on käytetty 6 %. Koron suuruudella ei ole oleellista merkitystä käyrien suhteelliseen volatilitettiin.

Seuraava MS-Excel 5.0 makro kopioi osinkovirran nykyarvon laskennassa tarvittavan kaavan tarkasteluhetkeä seuraavien vuosien kohdalle sarakkeeseen 21. Nykyarvo lasketaan viimeisestä periodista lähtien taaksepäin siten, että kunkin periodin kohdalla jaetaan edellisen periodin vastaava luku plus osinko diskonttotekijällä. Diskonttokorko löytyy solusta R2C19. Osinko löytyy sarakkeesta

C15 riveiltä 2 - 110. Lopuksi kopioidaan solun arvo samaan soluun siten, että kaava poistuu. Viimeisenä osinkona/nykyarvona on käytetty viimeisen periodin hintaa. Tässä tapauksessa rivejä "For Rivi = 2 To 109" ja "Next" ei itseasiassa tarvittaisi. Ne tarvitaan edellisessä liitteessä kuvailussa tapauksessa, jossa diskonttokorko vaihtuu kullakin kierroksella.

Sub LaskeNKA

Sheets("Gradudata").Select

For Rivi = 2 To 109

Rows(Rivi).Select

Range(Cells(Rivi, 21), Cells(109, 21)).FormulaR1C1 = "=(1/(R2C19+1))\*(R[1]C+exp(R[1]C15))"

Cells(110, 21).FormulaR1C1 = "=R110C22"

Cells(Rivi, 21).Select

Selection.Copy

Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, \_

SkipBlanks:=False, Transpose:=False

Next

End Sub

## LIITE 3

Jos  $\mu > 0$ :riskittömän arbitraasin ansiosta  $p_1 = p_2 \Rightarrow$  Markkinat tasapainottava yhtälö saa muodon:

$$\begin{aligned} & (1-\mu)D_2^e + D_2^f + \mu D_2^r = 0 \\ \Leftrightarrow & -\alpha p_2 + \beta p_2 + \delta p_2 + v = (\beta + \delta - \alpha)p_2 + v = 0 \\ \Leftrightarrow & p_2 = \frac{v}{\alpha - (\beta + \delta)} \end{aligned}$$

Jos  $\mu = 0$ : $p_1 = 0$ , koska muilla kuin rationaalisilla sijoittajilla ei ole tietoa tulevasta kysyntäshokista  $\Rightarrow$ 

Markkinat tasapainottava yhtälö saa muodon:

$$\begin{aligned} & (1-\mu)D_2^e + D_2^f + \mu D_2^r = 0 \\ \Leftrightarrow & -\alpha p_2 + \beta p_1 + \delta p_2 + v = 0 \\ \Leftrightarrow & -\alpha p_2 + \delta p_2 + v = (\delta - \alpha)p_2 + v = 0 \\ \Leftrightarrow & p_2 = \frac{v}{\alpha - \delta} \end{aligned}$$

## LIITE 4

Markkinat tasapainottuvat PPS-mallissa epävarmuutta sisältävän signaalin tapauksessa toisella periodilla seuraavasti:

$$\underline{\varepsilon = v, V = v} :$$

$$\delta(p_2 - p_0) + \beta(p_1 - p_0) + v - \alpha p_2 = 0 \quad | \quad p_0 = 0$$

$$\delta p_2 + \beta p_1 + v - \alpha p_2 = 0$$

$$p_2 = \frac{\beta p_1 + v}{\alpha - \delta}$$

$$\underline{\varepsilon = v, V = 0} :$$

$$\delta(p_2 - p_0) + \beta(p_1 - p_0) - \alpha p_2 = 0 \quad | \quad p_0 = 0$$

$$\delta p_2 + \beta p_1 - \alpha p_2 = 0$$

$$p_2 = \frac{\beta p_1}{\alpha - \delta}$$

Signaali  $\varepsilon = -v$  käyttäytyy symmetrisesti ylläolevan kanssa eli  $v$  voidaan korvata yksinkertaisesti  $-v$ :llä negatiivista signaalia vastaavan tasapainohinnan saamiseksi. Markkinat tasapainottuvat periodilla yksi seuraavan yhtälön mukaisesti:

$$(1 - \mu)D^e_1 + \mu D^r_1 + D^f_1 = 0$$

$$\Leftrightarrow (1 - \mu)(-\alpha p_1) + \mu D^r_1 + \delta(p_1 - p_0) = 0 \quad | \quad p_0 = 0$$

$$\Leftrightarrow \mu D^r_1 + p_1(\delta - \alpha(1 - \mu)) = 0$$

Rationaalisten sijoittajien omaisuuden odotusarvo ( $W$ ) toisella periodilla on seuraava:

$$\underline{\varepsilon = v, V = v} :$$

$$W = (p_{2a} - p_1)D^r_1 + (\alpha(p_{2a})^2)/2$$

$$\underline{\varepsilon = v, V = 0} :$$



$$W = (p_{2b} - p_1)D_1^r + (\alpha(p_{2b})^2)/2$$

Rationaalinen sijoittaja on indifferentti periodin 2 varallisuuden odotusarvon ja sijoituksen valinnan välillä, minkä takia 2. periodin valintaongelma voidaan korvata vastaavalla varallisuuden odotusarvolla. Rationaalisten sijoittajien aiheuttaman kysynnän suuruus on ratkaisematta, koska ensimmäisen ja toisen periodin välisellä omistuksella on nyt riskiä. Odotetun hyödyn maksimissa saadaan  $D_1^r$ :

$$D_1^r = \frac{\frac{p_{2a} + p_{2b}}{2} - p_1}{2\gamma\left(\frac{p_{2a} - p_{2b}}{2}\right)^2} - \alpha\left(\frac{p_{2a} + p_{2b}}{2}\right)$$

Edellisistä yhtälöistä saadaan yhtälöryhmä, josta voidaan ratkaista 1. periodin tasapainohinnat:

$\mu > 0$ :

$$p_1 = \frac{\frac{(\alpha - \delta)}{\gamma v} - \frac{\alpha v}{2(\alpha - \delta)}}{\frac{(\alpha - \delta)}{\mu} + (\alpha - (\beta + \delta))\left(\frac{2(\alpha - \delta)}{\gamma v^2} - \frac{\alpha}{(\alpha - \delta)}\right)}$$

$\mu = 0$ :

$$p_1 = 0$$

Edelliset yhtälöt ovat jatkuvia kohdassa  $\mu = 0$ . Tämä käy ilmi, kun ylemmässä kaavassa  $\mu$  lähestyy nollaa. Silloin yhtälön nimittäjä lähestyy ääretöntä eli koko yhtälö nollaa. Kun  $\alpha > \beta + \delta$  ja  $v$  on tarpeeksi pieni niin yhtälön osoittaja sekä koko yhtälö on positiivinen. Derivoidaan ensimmäisen periodin hinnan yhtälö rationaalisten sijoittajien määrän suhteen. Tulokseksi saadaan, että hinta kasvaa rationaalisten sijoittajien määrän noustessa. Ehtona on, että  $p_1 > 0$  ja  $\alpha > \delta$ .

$$\underline{\varepsilon=v \quad V=v:}$$

$$p_{2a} = \frac{\beta p_1 + v}{\alpha - \delta}$$

$$\underline{\varepsilon=v \quad V=0:}$$

$$p_{2b} = \frac{\beta p_1}{\alpha - \delta}$$

## LIITE 5

## Malli A

Häiriösijoittajien toiminnan laatu

Korko	Ei häiriösi- joittajia	Todellisesta arvosta riippumatonta	Todelliseen arvoon ylireagoiva	Sekä todellisesta arvosta riippumaton että niihin ylireagoiva
4 %	485.15	490.66	491.41	491.71
6 %	451.22	488.35	490.94	491.35
korko estimoi- daan, $\lambda = 0$	474.11	488.66	491.15	491.46
korko ja $\lambda$ estimoidaan	491.36	491.83	494.40	494.40

Taulukko 8, Campbell ja Kyle (1993) A-häiriösijoittajamallin selityskyky

## Malli B

## Häiriösijoittajien toiminnan laatu

Korko	Ei häiriösi- joittajia	Todellisesta arvosta riippumatonta	Todelliseen arvoon ylireagoiva	Sekä todellisesta arvosta riippumaton että siihen ylireagoiva
4 %	487.65	489.46	495.86	500.73
6 %	481.64	499.57	492.87	499.82
korko estimoi- daan, $\lambda = 0$	486.25	499.84	492.28	499.87
korko ja $\lambda$ estimoidaan	491.74	499.96	---	500.77

Taulukko 9, Campbell ja Kyle (1993) B-häiriösijoittajamallin selityskyky

Mitä suurempi arvo solussa on, sitä suuremmalla todennäköisyydellä häiriösijoittajamalli selittää hintojen käyttäytymistä tehdyillä oletuksilla.

## LIITE 6

C-mallin neljä muuttujaa  $D_0$ ,  $D_1$ ,  $I$  ja  $Y$  toteuttavat matriisiin

$$dy = Aydt + Cdz$$

$$\begin{bmatrix} dD_0 \\ dI \\ dD_1 \\ dY \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \alpha_I & 0 & 0 \\ 0 & -\alpha_I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\alpha_I & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\alpha_Y \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} D_0 \\ I \\ D_1 \\ Y \end{bmatrix} dt + \begin{bmatrix} \sigma_0 & 0 & 0 & 0 \\ -\rho_I \sigma_0 & \sigma_0 \sqrt{2\rho_I - \rho_I^2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_1 & 0 \\ \theta_0 \gamma_0 & \theta_1 \gamma_1 & \theta_1 \gamma_1 & \theta_Y \gamma_Y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dz_0^* \\ dz_1^* \\ dz_1^* \\ dz_Y^* \end{bmatrix}$$

$$\Theta_0 = (\pi_0 - \pi_I \rho_I) \sigma_0$$

$$\Theta_I = \pi_I (2\rho_I - \rho_I^2)^{1/2} \sigma_0$$

$$\Theta_1 = \pi_1 \sigma_1$$

$$\Theta_Y = (\Theta_0^2 + \Theta_1^2 + \Theta_1^2)^{1/2}$$

$$\pi_0 = 1/(r - \xi)$$

$$\pi_I = 1/(r - \xi) - 1/(r - \xi + \alpha_I)$$

$$\pi_1 = 1/(r - \xi + \alpha_1)$$

$\xi$  = osinkojen trendi

$\sigma$  = keskihajonta, alaindeksi ilmaisee kohteen

$\rho_I$  = regressiokerroin. ( $dI$ :n regressio  $-dD_0$ :n suhteen)

$\gamma$  = häiriösijoittajien käyttäytymistä mittaava parametri

$dz$  = Brownin liikettä (Brownian motion, jatkuva satunnaiskulku)

$D_0$  = osingon osa, joka noudattaa Brownin liikettä

$D_1$  = osingon osa, joka noudattaa jatkuvaa AR(1) -prosessia (Ornstein-Uhlenbeck prosessi)

$I$  = osinkojen osien  $D_0$  ja  $D_1$  suuruutta koskeva tieto, joka ei sisälly niiden odotusarvoihin

$Y$  = häiriösijoittajien vaikutus

Viisi parametria  $\alpha_I$ ,  $\alpha_1$ ,  $\rho_I$ ,  $\sigma_0$  ja  $\sigma_1$  kuvailevat taloudellisia tosiasioita ja  $\alpha_Y$ ,  $\gamma_0$ ,  $\gamma_1$ ,  $\gamma_1$  ja  $\gamma_Y$  kuvailevat häiriösijoittajien vaikutusta.  $\gamma_0$ ,  $\gamma_1$  ja  $\gamma_1$  mittaavat häiriösijoittajien ylireagointia todellista arvoa koskeviin uutisiin ja  $\gamma_Y$  todellisesta arvosta riippumatonta häiriösijoittajien toimintaa.

Matriisiyhtälön  $dy = Aydt + Cdz$  matriisien  $A$  ja  $C$  kaksi ensimmäistä nollaa sekä kolmannessa sarakkeessa että kolmannella rivillä tekevät osinkojen komponentit  $D_0$  ja  $D_1$  riippumattomiksi toisistaan. Nollat  $A$ :n neljännessä sarakkeessa tarkoittavat, että taloudelliset tosiasiat eivät ole seurausta häiriösijoittajien toiminnasta. Nollat  $A$ :n neljännellä rivillä tarkoittavat, että häiriösijoittajien

toiminta ei ole systemaattisella tavalla sidoksissa osakkeen todellisen arvon komponentteihin. Loput nollat ilmaisevat epäolennaisia riippuvuussuhteita.

C-mallista johdetaan A nollaamalla I ( $\sigma_I = \gamma_I = \rho_I = 0$ ) sekä poistamalla matriisiyhtälön  $dy = A y dt + C dz$  matriisien toiset rivit ja toiset sarakkeet. B-malli johdetaan nollaamalla osinkojen jatkuvaa AR(1)-prosessia noudattava komponentti  $D_1$  ( $\sigma_1 = \gamma_1 = 0$ ) ja poistamalla matriisien kolmas rivi ja sarake. Häiriösijoittajien vaikutus voidaan eliminoida mallista tarvittaessa nollaamalla  $\gamma$ :t. Kun tarkastellaan ainoastaan häiriösijoittajien ylireagointia todellista arvoa koskeviin uutisiin, voidaan asettaa  $\gamma_V = 0$ . Matriisin A ensimmäinen sarake on täynnä nollia, koska  $D_0$ :n taso ei vaikuta mihinkään.

## Estimoinnin tulokset

Testiaineiston Dickey-Fuller testi

Muuttuja	t
$D_t^u$	<b>-2.77</b>
$P_t^u$	<b>-2.37</b>
$D_t$	<b>-3.4 (10%)</b>
$P_t$	<b>-2.68</b>
$\ln(D_t^u)$	<b>-3.43 (5%)</b>
$\ln(P_t^u)$	<b>-2.68</b>

Taulukko 10, Campbell ja Kyle (1993) aineiston Dickey-Fuller -testi

$D_t^u$  = Osingot ennen trendistä puhdistamista  
 $P_t^u$  = Osakehinnat ennen trendistä puhdistamista  
 $D_t$  = osinkojen trendistä puhdistettu aikasarja  
 $P_t$  = osakehintojen trendistä puhdistettu aikasarja

Yksikköjuuritestit antavat ristiriitaisia tuloksia. Nollahypoteesia yksikköjuuresta ei hylätä  $D_t^u$ :lle, mutta hylätään  $D_t$ :lle 10% tasolla. Osakehinnoissa ei ole todisteita nollahypoteesia vastaan. Campbellin ja Kylen suorittaman testin mukaan  $D_t$  ja  $P_t$  ovat yhteisintegroituneita.

## Lähteitä

- Black F. "Noise", *J. Finance*, July 1986
- Campbell J. Y. & Kyle A. S. "Smart money, noise trading and stock price behavior", *Review of Ec. Studies*, 1993, 60
- Campbell J. Y. & Lo W. & MacKinlay C. "The econometrics of financial markets", Princeton University Press, 1997
- Campbell J. Y. & Shiller R. J. "Stock prices, earnings, and expected dividends", *J. Finance*, July 1988
- Copeland & Weston "Financial theory and corporate policy", 1988
- Cutler D. & Poterba J. & Summers L. "Speculative dynamics and the role of feedback traders", *Am. Ec. Review*, May 1990
- De Long J. B. & Shleifer A. & Summers L. & Waldmann R. "Positive feedback investment strategies and destabilizing rational speculation", *J. Finance*, 1990a
- De Long J. B. & Shleifer A. & Summers L. & Waldmann R. "Noise trader risk in financial markets", *J. Political Economy*, 1990b,4
- De Long J. B. & Shleifer A. & Summers L. & Waldmann R. "The survival of noise traders in financial markets", *J. Business* 1991,1
- De Long J. B. & Shleifer A. & Summers L. & Waldmann R. "The size and incidence of the losses from noise trading", *J. Finance*, July 1989
- Fama E. "Efficient capital markets: A review of theory and empirical work", *J. Finance*, May 1970, 25
- Fama E. "Foundations of finance", 1976, New York: Basic
- Fama E. & French K. "Permanent and temporary components of stock prices", *J. Political Economy*, April 1988
- Flavin M. A. "Excess volatility in the financial markets: a reassessment of the empirical evidence", *J. Political Economy*, 1983, 6
- Friedman M. "Essays in positive economics", University of Chicago press, 1953
- Gravelle H. & Rees R. "Microeconomics", Longman Group, 1992
- Greene W. "Econometric Analysis", Prentice-Hall, 1993
- Harvey A. C. "Time series models", Oxford, 1981
- Haugen R. & Talmor E. & Torous W. "The effect of volatility changes on the level of stock prices and subsequent expected returns", *J. Finance*, July 1991
- Jensen C. "Some anomalous evidence regarding market efficiency", *J. Financial Economics*, June/September 1978, 6
- Kleidon A. "Anomalies in financial economics: Blueprint for change?" *J. Business*, 1986a, 4, pt. 2
- Kleidon A. "Variance bounds tests and stock price valuation models." *J. Political Economy*, 1986b, 5
- Kransker W. "The 'Peso Problem' in testing the efficiency of forward exchange markets", *J. Monetary Economics*, April 1980
- Leroy S. & Porter R. "The present value relation: Tests based on implied variance bounds", *Econometrica*, May 1981
- Mankiw G. & Romer D. & Shapiro M. "An unbiased reexamination of stockmarket volatility", *J. Finance*, July 1985
- Marsh T. & Merton R. "Dividend variability and variance bounds test for the rationality of stock market prices", *Am. Ec. Review*, June 1986
- Schwager J. D. "Market wizards. Interviews with top traders", New York institute of finance, 1989
- Schwert G. W. "Stock volatility and the crash of '87", *Rev. Fin. Studies*, 1990, 3



- Shiller R. " The volatility of long-term interest rates and expectations models of the term structure", J. Political. Economy, December 1979
- Shiller R. " Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends ?", Am. Ec. Review, June 1981
- Shiller R. " The Marsh-Merton model of managers' smoothing of dividends", Am. Ec. Review, June 1986
- Shiller R. " Comments on Miller and on Kleidon", J. Business, 1986, 4
- Shiller R. " Speculative prices and popular models", J. Economic Perspectives, 1990, 2
- Shiller R. " Stock market volatility and investor behavior", Am. Ec. Review, May 1990
- Shiller R. " The use of volatility measures in assessing market efficiency", J. Finance, May 1981
- Shleifer A. & Summers L. " The noise trader approach to finance", J. Economic Perspectives, 1990,2
- Soros G. " The alchemy of finance", New York:Simon & Schuster 1987
- Summers L. " Does the stock market rationally reflect fundamental values ?", J. Finance, July 1986
- Teweles R. J. & Jones F. J. " The futures game. Who wins? Who loses? Why?", McGraw-Hill book company, 1987
- Tversky A. & Kahneman D. " Loss aversion in riskless choice: A reference-dependent model", Quarterly J. Economics, Nov 1991
- West K. D. " Bubbles, fads and stock price volatility tests: A partial evaluation", J. Finance, July 1988

## Sanasto

Dickey-Fuller -testi	Testi testaa, onko aikasarjalla yksikköjuurta. Testisuureena on t-arvo. T-arvoa ei kuitenkaan verrata t-testin taulukon arvoihin vaan Dickey-Fuller -testin oman taulukon arvoihin.
Häiriösijoittajat	Sijoittajia, jotka perustavat päätöksensä disinformaatioon (Black, 1989).
Peso-ongelma	Peso-ongelma tarkoittaa sellaisten tapahtumien vaikutusta hintoihin, joiden tapahtumistodennäköisyys on huomattava, mutta jotka eivät toteudu. Kransker (1980).
Portfoliovakuutus	Portfoliovakuutuksessa sijoittaja myy indeksifutuuereja indeksin laskiessa omistamansa portfolion riskin pienentämiseksi. Indeksien noustessa sijoittaja ostaa indeksifutuuereja riskin kasvattamiseksi. Portfoliovakuutus perustuu ajatukseen, että hinnat liikkuvat tiettyyn suuntaan vähitellen. (Schwager, 1989, appendix 1)
Stationaarisuus	Jos aikasarja käyttäytyy stationaarisesti, sillä on vakio kasvu-ura.
Stop-loss kaupankäyntimääräys	Stop-loss -kaupantekomääräykset antaa asiakas välittäjälle. Stop-loss -määräyksiä on kahta lajia: Osto-määräys ja myynti-määräys. Osto-määräyksessä välittäjän täytyy ostaa asiakkaalle asiakkaan haluama tuote hinnan noustua vähintään asiakkaan ilmoittamalle tasolle. Stop-loss -myyntimääräyksen saatuaan välittäjän on myytävä asiakkaan haluama tuote hinnan laskettua vähintään asiakkaan ilmoittamalle tasolle. (Teweles & Jones, 1987, sivu 84)
Tehokkuus	Markkinoiden tehokkuus. Hinnanmuodostuksen tehokkuus. Jos ei ole löydettävissä sellaista informaatiota, jonka perusteella markkinoilla voidaan tehdä kauppaa tuoton ylittäessä (riskitön korkotaso + riskin kantamisesta markkinoilla maksettava hinta), ovat markkinat täysin tehokkaat.

Todellinen arvo	Fundamentaaliarvo. Tässä tutkielmassa englannin kielen Fundamental value suomennetaan todelliseksi arvoksi. Tässä tutkielmassa osakkeen todelliseksi arvoksi oletetaan osakkeen rationaalisesti odotetun osinkovirran nykyarvo.
Volatiliteetti	Aikasarjan hajonta. Voidaan mitata esimerkiksi keskihajonnalla.
Yhteisintegroituvuus	Aikasarjan ominaisuus. Selitettävä ja selittävä(t) muuttuja(t) ovat saman kertaluvun differenssejä. Jos muuttujat ovat eri kertaluvun differenssejä, jäännöstermi ei voi olla (valkoista) kohinaa. Jos muuttujat ovat saman kertaluvun differenssejä, käytännössä esimerkiksi aikasarjalle löytyy ratkaisu, jossa jäännöstermi on satunnainen.
Yksikköjuuri	Aikasarjan ominaisuus. Jos aikasarjalla on yksikköjuuri, aikasarjalla ei ole vakio kasvu-uraa eikä varianssia. Ko. aikasarja on siis epästationaarinen.