

**VAASAN YLIOPISTO
KAUPPATIETEELLINEN TIEDEKUNTA
LASKENTATOIMEN JA RAHOITUKSEN LAITOS**

Mikko Meriläinen

**TEKNISTEN KAUPANKÄYNTISTRATEGIOIDEN TOIMIVUUS KEHIT-
TYVILLÄ OSAKEMARKKINOILLA**

Empiirinen testaus Brasilian, Venäjän, Intian ja Kiinan (BRIC-maat) osakemark-
kinoiden aikasarja-aineistolla

Laskentatoimen ja rahoituksen
pro gradu -tutkielma

Rahoituksen linja

VAASA 2007

SISÄLLYSLUETTELO	sivu
TIIVISTELMÄ	7
1. JOHDANTO	9
1.1. Tutkielman ongelma ja rajaus	10
1.2. Tutkielman rakenne	12
1.3. Aikaisempia tutkimuksia liukuvista keskiarvoista	13
1.4. Aikaisempia tutkimuksia muista teknisistä kaupankäyntistrategioista	17
2. MARKKINATEHOKKUUS	20
2.1. Markkinatehokkuuden kolmijako	22
2.2. Tehokkaiden markkinoiden mallit	23
2.2.1. Fair Game -malli	23
2.2.2. Random walk -malli	25
2.2.3. Submartingale-malli	25
3. TEKNINEN ANALYYSI	27
3.1. Teknisen analyysin olettamukset	27
3.1.1. Teknisen analyysin ehdot	28
3.1.2. Dow-teoria	29
3.1.3. Elliotin aaltoteoria	30
3.2. Teknisen analyysin menetelmät	32
3.2.1. Trendianalyysi	32
3.2.2. Volyymin ja hinnan suhde	35
3.2.3. Kuvioanalyysi ja hintamuodostelmat	36
3.2.4. Liukuvat keskiarvot	39
3.2.5. Oskillaattorianalyysi	42
4. KAUPANKÄYNTISTRATEGIOIDEN EMPIIRINEN TUTKIMUS	45
4.1. Tutkimusaineisto ja tutkittavat menetelmät	45
4.2. Indeksisarjojen tuottojen normaalisuuden testaaminen	50
4.3. Liukuvien keskiarvojen strategioiden testaus	51
4.3.1. Tulokset Brasilian BOVESPA-indeksistä johdetuilla strategioilla	51
4.3.2. Tulokset Venäjän RTS-indeksistä johdetuilla strategioilla	53
4.3.3. Tulokset Intian BSE Sensitive -indeksistä johdetuilla strategioilla	54
4.3.4. Tulokset Kiinan Hang Seng -indeksistä johdetuilla strategioilla	55
4.3.5. Kaupankäyntikustannukset strategioille	56

4.4. Ala-ajanjaksot	58
4.5. Yhteenveto	63
5. LOPPUPÄÄTELMÄT	66
LÄHDELUETTELO	70
LIITTEET	74
Liite 1. BOVESPA-indeksi.	74
Liite 2. RTS-indeksi.	74
Liite 3. BSE Sensitive -indeksi.	75
Liite 4. Hang Seng -indeksi.	75
Liite 5. BOVESPA-indeksin autokorrelaatiokertoimet viiveellä 20.	76
Liite 6. RTS-indeksin autokorrelaatiokertoimet viiveellä 20.	76
Liite 7. BSE Sensitive -indeksin autokorrelaatiokertoimet viiveellä 20.	77
Liite 8. Hang Seng -indeksin autokorrelaatiokertoimet viiveellä 20.	77

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Arvopaperin hinnanmuodostus tehokkailla markkinoilla	21
Kuvio 2. Elliotin aaltoteoria (Murphy 1986: 375).	31
Kuvio 3. Trendin kolme suuntaa.	33
Kuvio 4. Tuki- ja vastustasot trendianalyysissa.	34
Kuvio 5. Palkkikuvaaja.	37
Kuvio 6. Liukuvan keskiarvon antamat osto- ja myyntisignaalit.	41
Kuvio 7. Oskillaattori ylimyydyn ja yliostetun tilan raja-arvoilla 30 ja 70.	43

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Tilastollisia tunnuslukuja indeksiaikasarjoille.	46
Taulukko 2. Kolmogorov-Smirnovin normaalisuustestitulokset.	50
Taulukko 3. Tulokset BOVESPA-indeksiaikasarjasta johdettuna.	52
Taulukko 4. Tulokset RTS-indeksiaikasarjasta johdettuna.	53
Taulukko 5. Tulokset BSE Sensitive -indeksiaikasarjasta johdettuna.	55
Taulukko 6. Tulokset Hang Seng -indeksiaikasarjasta johdettuna.	56
Taulukko 7. Maksimikaupankäytikustannukset strategioilla.	57
Taulukko 8. Tulokset BOVESPA-indeksiaikasarjasta ala-ajanjaksoille.	59
Taulukko 9. Tulokset RTS-indeksiaikasarjasta ala-ajanjaksoille.	60
Taulukko 10. Tulokset BSE Sensitive -indeksiaikasarjasta ala-ajanjaksoille.	61
Taulukko 11. Tulokset Hang Seng -indeksiaikasarjasta ala-ajanjaksoille.	62

VAASAN YLIOPISTO**Kauppätieteellinen tiedekunta**

Tekijä:	Mikko Meriläinen	
Tutkielman nimi:	Teknisten kaupankäyntistrategioiden toimivuus kehittyvillä osakemarkkinoilla – empiirinen testaus Brasilian, Venäjän, Intian ja Kiinan (BRIC -maat) osakemarkkinoiden aikasarja-aineistolla	
Ohjaaja:	Paavo Yli-Olli	
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri	
Laitos:	Laskentatoimen ja rahoituksen laitos	
Oppiaine:	Laskentatoimi ja rahoitus	
Linja:	Rahoitus	
Aloitusvuosi:	2002	
Valmistumisvuosi:	2007	Sivumäärä: 77

TIIVISTELMÄ

Tutkielman tavoitteena on selvittää, toteutuvatko markkinatehokkuuden heikot ehdot kehittyvillä osakemarkkinoilla vai onko teknisillä kaupankäyntistrategioilla mahdollista saavuttaa niin sanottuja epänormaaleja tuottoja B&H -strategiaan verrattuna? Teknisinä menetelminä käytetään kymmeneen eri liukuvan keskiarvon yhdistelmään perustuvia kaupankäyntistrategioita. Aineisto koostuu Brasilian, Venäjän, Intian ja Kiinan pörssien pääindeksien aikasarjoista. Tutkimusaikaväli jokaisella aikasarjalla on 2.1.1997–29.12.2006. Strategioiden laskennasta johtuen aineisto alkaa indeksiaikasarjojen osalta jo 29.3.1996. Oletuksena on, että sijoitettaessa indeksiin, voidaan siitä ottaa sekä pitkä että lyhyt positio. Lisäksi oletetaan, että kaupankäynti on mahdollista indeksiä vastaavan arvopaperin kaupankäyntipäivien päätösarvoilla ilman likviditeettiongelmia.

Tuottoaikasarjat poikkesivat merkitsevästi normaalijakaumasta. Aikasarjojen tuottojen osoitettiin lisäksi olevan keskenään riippuvaisia autokorrelaatiokerrotoimien eri viivepituuksilla. Tämä antoi osaltaan tukea teknisten kaupankäyntistrategioiden hyödyntämiselle. Strategioiden testitulokset osoittivat, että tilastollisesti merkitseviä tuottoja saavuttaneiden kaupankäyntistrategioiden määrä jäi suhteellisen vähäiseksi. Laajaa markkinoiden tehottomuutta ei näin tutkimuksessa pystytty todistamaan. Tutkielman tulokset ovat linjassa useiden aikaisemmissa tutkimuksissa saatujen tulosten kanssa. Ne osoittivat teknisten kaupankäyntistrategioiden tarjonnan sijoittajalle lisäarvoa sijoitusprosessissa markkinaliikkeiden suunnanmuutosten ennakoitavuuden myötä. Tulosten perusteella markkinatehokkuuden heikkoja ehtoja ei kuitenkaan voitu kumota.

AVAINSANAT: markkinatehokkuus, tekniset kaupankäyntistrategiat, liukuvat keskiarvot, epänormaalit tuotot, kehittyvät osakemarkkinat.

1. JOHDANTO

Arvopaperimarkkinat tarjoavat sijoittajalle mahdollisuuden investoida varoja. Kohdentamalla varansa arvopaperiin sijoittaja vaatii sijoitukselleen tuottoa. Nikkisen, Rothoviuksen ja Sahlströmin (2002: 9) mukaan tuotto on sijoittajalle korvaus siitä, että hän siirtää kulutuksen nykyhetkestä tulevaisuuteen. Samalla sijoittaja ottaa riskin saatavien epävarmuudesta tulevaisuudessa. Tässä tutkielmassa käydään läpi arvopaperisijoittamiseen olennaisesti liittyvän markkinatehokkuuden käsitteen ja arvopaperimarkkina-analyysin välistä suhdetta.

On olemassa useita eri keinoja analysoida arvopapereiden kurssimuutoksia. Karkeasti menetelmät voidaan jakaa fundamentti- eli perusteanalyysiin ja tekniseen analyysiin. *Fundamenttianalyysissa* pyritään arvopaperille määrittämään niin sanottu oikea hinta erilaisten arvonmäärittäysmallien perusteella. Aineistona käytetään makrotaloudellista, sekä yritysten tarjoamaa taseeseen ja tuloslaskelmiin perustuvaa mikrotaloudellista informaatiota. Käytännössä arvonmäärittäminen fundamenttien avulla tarkoittaa yrityksen tulospäätelmien, riskin ja korkojen ennustamista. Näiden avulla lasketaan osakkeelle nykyhintaa ja verrataan sitä arvopaperin hintaan markkinoilla. (Luoma 2001: 60.)

Tekninen analyysi pyrkii markkinainformaatiota eli menneitä kurssikehityksiä ja vaihtojen määrää tulkitsemalla arvioimaan muutoksia kysynnän ja tarjonnan välillä (Brock, Lakonishok & LeBaron 1992: 1731). Teknisen analyysin keinoin pyritään näin havaitsemaan kurssikehityksen pääsuuntia eli trendejä. Kysynnän ja tarjonnan muutokset heijastavat sijoittajien käyttäytymistä. Kurssit nousevat, kun markkinoilla ollaan optimistisia tulevaisuuden suhteen, ja kun kysyntä on suurempaa kuin tarjonta. Kurssit laskevat, kun markkinoilla vallitsee pessimismi. Tällöin tarjonta kasvaa kysyntää suuremmaksi. Työkaluina näiden muutosten tutkimiseen käytetään erilaisia indikaattoreita ja kurssigraafeja. Tunnetuimpia ovat erityyppiset liukuvat keskiarvot. Teknistä analyysia sovelletaan yleensä yhdessä perusteanalyysin kanssa: perusteanalyysillä valitaan ns. terve arvopaperi ja teknisen analyysin keinoin määritetään valitulle kohteelle oikea osto- ja myyntiajankohta. (Saario 1999: 185; Luoma 2001: 60.)

Tehokkaiden arvopaperimarkkinoiden teorian mukaan arvopaperin hinta heijastaa kaikkea siihen liittyvää informaatiota. Tämän seurauksena mikään sijoit-

tusstrategia, joka perustuu markkinahintojen ja menneen kurssiaineiston analysointiin, ei antaisi lisäarvoa sijoituspäätöksiä tehtäessä. On kuitenkin tehty useita tutkimuksia, jotka osoittavat, että erityyppisillä historia-aineistoon perustuvilla strategioilla on voitu saavuttaa ns. epänormaaleja tuottoja. Esimerkiksi myöhemmin tarkasteltavassa Wongin, Manzurin ja Chewn (2003) tutkimuksessa todettiin teknisen analyysin menetelmillä saavutetun Singaporen Pörssissä merkittävää etua sijoitusstrategiaa muodostettaessa. Käytännön sijoittamisessa ammattilaiset – pankkiiriliikkeet, varainhoitajat, institutionaaliset sijoittajat ja erityisesti lyhyeen kaupankäyntiin erikoistuneet hedge-rahastot – käyttävät teknisen analyysin menetelmiä hyväkseen määrittäessään markkinapositionaan.

1.1. Tutkielman ongelma ja rajaus

Rahoitusmarkkinoiden tehokkuutta on tutkittu laajasti rahoituksen teoriassa. Teknisen analyysin menetelmät ovat yksi keino tutkia markkinoiden tehokkuutta. Markkinatehokkuuden teorian perustan loi Fama (1970). Hänen mukaan markkinatehokkuuden käsite jaetaan kolmeen osaan: markkinatehokkuuden heikot, keskivahvat ja vahvat ehdot. Tehokkuuden heikot ehdot täyttävillä markkinoilla kaikki mennyt markkinainformaatio heijastuu suoraan arvopaperin hinnassa. Näin ollen kaiken menneen markkina-aineiston, kuten menneen hintakehityksen, kaupan volyymin tai lyhyiden korkojen tutkiminen ei mahdollista epänormaalin suuria voittomahdollisuuksia. Tästä johtuen esimerkiksi tekniset kaupankäyntistrategiat ovat teorian mukaan hyödyttömiä.

Brasilia, Venäjä, Intia ja Kiina kehittyvinä markkinoina ovat antaneet erinomaisia tuottoja sijoittajille viime vuosien aikana. Kuitenkin myös sijoittajan riski – jatkossa käytetään myös nimityksiä volatilitetti ja keskihajonta – on ollut korkea kehittyneisiin maihin verrattuna poliittisista, kulttuurisista, maantieteellisistä ja taloudellisista epävarmuustekijöistä johtuen.

Tämän työn tarkoitus on tutkia toteutuvatko markkinatehokkuuden heikot ehdot näissä niin kutsutuissa BRIC-maissa (Brazil, Russia, India, China) ja onko näillä markkinoilla mahdollista saavuttaa epänormaaleja tuottoja teknisiä kaupankäyntistrategioita hyödyntämällä verrattuna osta ja pidä eli buy & hold -strategiaan (jatkossa myös B&H -strategia). B&H -strategiassa ostetaan osake tai indeksi tarkasteluajanjakson alussa ja myydään se pois jakson lopussa. Aineisto

koostuu kaikkien markkinoiden pörssien pääindekseistä ja niiden päivittäisistä kaupankäynnin päätösarvoista. Oletuksena tutkimuksessa onkin, että sijoittaja voi käydä kauppaa indeksiä vastaavalla arvopaperilla ja indeksien päivän päätöskursseilla. Sijoittajalla on mahdollisuus ottaa indeksistä pitkä tai lyhyt positio. Tämä tarkoittaa sitä, että ottaessaan pitkän position sijoittaja ostaa indeksin. Sijoittajan positio eli asema markkinoilla on näin ollen osuuden omistaminen. Kun sijoittaja ottaa lyhyen position, myydään indeksiä lyhyeksi. Lyhyeksi myytessä sijoittaja saa tuottoa, jos lyhyeksi myynnin aloittamisen jälkeen kurssi laskee. Kun kurssi taittuu nousuun, suljetaan lyhyt positio ja otetaan jälleen pitkä positio. Lyhyen position tuotto on näin ollen lyhyen position avaus- ja päätöshetken välisen tuoton vastaluku. (Bodie, Kane & Marcus 2005: 91–93.)

Teknisinä menetelminä käytetään liukuvia keskiarvoja. Indeksien tuottoaikasarjat ja strategioiden tuotot testataan tilastollisilla menetelmillä. Aluksi tuottoaikasarjoille lasketaan tilastolliset jakaumatunnusluvut ja autokorrelaatiokertoimet. Tämän jälkeen indeksien tuottoaikasarjojen normaalijakautuneisuus testataan Kolmogorov-Smirnovin testimenetelmällä koko tutkimusajanjaksolta. Strategioiden tuotot koko tutkimusajanjaksolta testataan tilastollisella *t*-testillä ja ei-parametrisella Mann-Whitneyn testillä. Tämän jälkeen otetaan huomioon kaupankäyntikustannukset. Lopuksi tutkimusperiodi jaetaan kahteen alajaksoon ja testataan strategioiden tuotot niiden osalta. Tutkimusperiodina käytetään aikasarja-aineistoa indeksien osalta aikaväliltä 1997–2007.

Tutkielman tavoitteena on siis selvittää onko teknisillä kaupankäyntistrategioilla mahdollista saavuttaa kehittyvillä osakemarkkinoilla epänormaaleja tuottoja B&H -strategiaan verrattuna. Mikäli testatuista aikasarjoista ilmenee teknisellä sijoitusstrategialla saavutettujen tuottojen olevan B&H -strategiaa suurempia ja tulos on tilastollisen testauksen jälkeen merkitsevä, voidaan todeta, että strategia on saavuttanut epänormaaleja tuottoja. Tämä viittaisi siihen, että kyseisillä markkinoilla tehokkuuden heikot ehdot eivät olisi voimassa ja näin tutkimuksen tilastollinen nollahypoteesi hylättäisiin. Tutkimuksen tilastollisena nollahypoteesina on, että markkinat täyttävät tehokkuuden heikot ehdot ja teknisillä sijoitusstrategioilla ei ole mahdollista saavuttaa epänormaaleja tuottoja.

Tutkimuksen kohteena olevat sijoitusstrategiat perustuvat liukuviin keskiarvoihin. Näihin perustuvat strategiat ovat teknisen analyysin menetelmistä yleisimpiä (Murphy 1986: 234). Liukuvien keskiarvojen menetelmiä ovat tutkineet

esimerkiksi Brock ym. (1992) Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden Dow Jones -indeksin aikasarja-aineistolla, Ratner ja Leal (1998) kehittyvien osakemarkkinoiden aikasarja-aineistolla, sekä Wong ym. (2003) Singaporen osakemarkkinoiden Singapore Straits Time Industrial -indeksin aikasarja-aineistolla. Liukuvien keskiarvojen strategian etuna on sen helppo ja yksiselitteinen tutkittavuus. Tutkittavasta aineistosta lasketun liukuvan keskiarvon tuotto on helposti syötettävissä laskentaohjelmaan. Ostosignaali saadaan kun lyhyt liukuva keskiarvo nousee pitemmän liukuvan keskiarvon yläpuolelle. Myyntisignaali saadaan päinvastaisessa tilanteessa. Strategian tuotto lisätään kumulatiivisesti edellisen päivän tuottoon. Näin simuloidaan tuotto koko tarkasteltavalle ajanjaksolle ja verrataan sitä saman ajanjakson indeksin B&H -strategian tuottoon. Liukuva keskiarvo on trendiä seuraava indikaattori. Tarkoitus on havaita kohteena olevan indeksin tai osakkeen liikesuunta eli trendi. Laskemalla liukuva keskiarvo seurattavalle aineistolle saadaan trendin suunta selkeästi esiin ja poistettua aineiston lyhyen aikavälin ”kohina” (volatiliteetti). Strategian ongelmana on kuitenkin signaalin viive, kuten teknisen analyysin muissakin menetelmissä. Mitä pitemmältä aikaväliltä laskettu liukuva keskiarvo, sitä pitempi on viive. (Murphy 1986: 235; Pring 1985: 89.)

1.2. Tutkielman rakenne

Tutkielma jakaantuu viiteen päälukuun, joista kolme ensimmäistä päälukua käsittelevät tutkielman aihepiirin teoreettisia perusteita. Kaksi viimeistä päälukua käsittelevät tutkielman varsinaisen empiirisen testauksen.

Tutkielman ensimmäinen pääluku johdattaa tutkielman aihepiiriin. Luvun aluksi tutkielman aihe alustetaan. Tämän jälkeen esitellään tutkielman varsinaisen ongelman ja tehdään rajaukset. Ensimmäisen pääluvun lopuksi käydään läpi tutkielman aihepiiristä tehtyjä aikaisempia tutkimuksia. Toinen pääluku käsittelee markkinatehokkuutta, joka on suhteessa tutkielmassa testattavien menetelmien aihepiiriin eli teknisten kaupankäyntistrategioiden ja teknisen analyysin kanssa. Markkinatehokkuuden osalta käydään läpi arvopaperin hinnan muodostumisprosessi tehokkailla markkinoilla, tutustutaan markkinatehokkuuden kolmijakoon, sekä käydään läpi olennaisimmat tehokkaita markkinoita kuvaavat matemaattiset mallit. Kolmannessa luvussa perehdytään teknisen

analyysin ehtoihin ja olettamuksiin, sekä käydään läpi tutkielman kannalta olennaisimpia teknisiä analyysimenetelmiä.

Tutkielman empiirinen osa koostuu kahdesta pääluvusta. Neljännen pääluvun aluksi esitellään tutkimusaineisto ja testauksessa käytettävät menetelmät. Tämän jälkeen tehdään aineistolle tilastolliset testaukset ja suoritetaan varsinainen teknisten sijoitusstrategioiden testaus. Luvun loppuksi vedetään yhteen testauksesta saadut tulokset. Viidennessä pääluvussa tehdään yhteenveto ja loppupäätelmät koko tutkielman osalta.

1.3. Aikaisempia tutkimuksia liukuvista keskiarvoista

Tutkielmassa sovellettujen liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimalleja on tutkittu paljon. Brock ym. (1992) tutkivat yksinkertaisten liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallien sekä Trading Range Break -menetelmän avulla, onko teknisillä kaupankäyntistrategioilla mahdollista ennakoida New Yorkin pörssin Dow Jones Industrial Average -indeksin tuottoja. Yksinkertaisten liukuvien keskiarvojen yhdistelmien ohella pitkien liukuvien keskiarvojen yhteydessä sovellettiin 1 %:n varmuusvälimenetelmää. Näin saadaan vähennettyä lyhyen liukuvan keskiarvon ylilyöntejä pitkän liukuvan keskiarvon ympärillä ja tätä kautta mahdollisten virhesignaalien määrää kaupankäyntimallissa. Tutkimusaikavälinä käytettiin tuottoaikasarja-aineistoa aikaväliltä 1897–1986. Koko tutkimusaikavälin lisäksi aineisto jaettiin neljään ala-ajanjaksoon: 1.1.1897–30.7.1914, 1.1.1915–31.12.1938, 1.1.1939–30.6.1962 ja 1.7.1962–31.12.1986. Ajanjaksot jaettiin niin, että ne sisälsivät tiettyjä markkinoihin olennaisesti vaikuttaneita historian käännekohtia.

Tutkimuksesta saadut tulokset olivat teknisen analyysin kannalta rohkaisevia. Perinteisten tilastollisten menetelmien lisäksi tutkimuksessa käytettiin apuna tilastollista bootstrap-simulaatiota. Tulokset osoittivat, että tekninen analyysi tuotti lisäarvoa senkin jälkeen, kun indeksin oletettiin noudattavan mm. random walk -mallia (satunnaiskulku). Brockin ym. käyttämiä teknisiä menetelmiä on tutkittu sittemmin muillakin markkinoilla.

Hudson, Dempsey ja Keasey (1996) tutkivat markkinatehokkuuden heikkojen ehtojen toteutumista Ison-Britannian osakemarkkinoilla. Aineistona käytettiin

Financial Times Industrial Ordinary -indeksin tuottoaikasarjoja. Tutkimuksen aikaväli oli 1935–1994. Menetelminä he sovelsivat Brockin ym. käyttämiä tutkimusmenetelmiä testatakseen ovatko samat kaupankäyntimallit sovellettavissa Ison-Britannian arvopaperimarkkinoille. Tässäkin tutkimusperiodi jaettiin neljään ala-ajanjaksoon, jotta aikavälin kausivaihtelu sekä historiallisesti olennaisten tapahtumien vaikutus markkinoihin saatiin esiin.

Tulokset tutkimuksessa vastasivat osittain Brockin ym. saamia tuloksia. Teknisillä kaupankäyntistrategioilla todettiin olevan markkinaliikkeitä ennakoivia ominaisuuksia, kun kyseessä on riittävän pitkä tutkimusajanjakso. Käytännön sijoittamisessa menetelmien suora hyödyntäminen todettiin kuitenkin kyseenalaiseksi. Tässä tutkimuksessa lisäksi huomioitua kaupankäyntikustannukset tekivät menetelmien suoran hyödyntämisen vaikeaksi. Kaupankäyntikustannukset huomioiden Brockin ym. saamat vahvat todisteet teknisten kaupankäyntistrategioiden toimivuudesta eivät toteutuneet tässä tutkimuksessa saaduilla tuloksilla, vaan markkinatehokkuuden heikot ehdot jäivät voimaan.

Ratner ja Leal (1998) selvittivät tutkimuksessaan teknisten kaupankäyntistrategioiden toimivuutta Aasian ja Latinalaisen Amerikan kehittyvillä markkinoilla. Aineistona tutkimuksessa käytettiin kymmenen suurimman kehittyvän markkinan: Argentiinan, Brasilian, Chilen, Intian, Korean, Malesian, Meksikon, Filippiinien, Taiwanin ja Thaimaan paikallisten pörssien pääindeksejä. Vertailun vuoksi aineistoon on otettu mukaan myös USA:n (S&P 500) ja Japanin (Nikkei 225) pääindeksit. Tutkimusajanjaksona käytettiin aikaväliä 1.1.1982–30.4.1995. Menetelminä he käyttivät Brockin ym. soveltamia liukuvien keskiarvojen yhdistelmiä. Eroavaisuutena pitkien liukuvien keskiarvojen ohella Brockin ym. käyttämiin 1 %:n varmistusväleihin Ratner ja Leal käyttivät varmuusvälinä 1 %:n volatilitteetti- eli keskihajontaväliä.

Tutkimuksen tulokset mukailivat Hudsonin ym. (1996) saamia tuloksia. Ne osoittivat että liukuvien keskiarvojen strategiat eivät tuota laaja-alaisesti lisäarvoa kehittyvillä arvopaperimarkkinoilla tutkitulla aikavälillä. Kaupankäyntikustannukset ja B&H -strategia huomioon ottaen bootstrap-simulaatiossa merkittäviä tuottoja osoittaneista strategioista kannattaviksi osoittautui viisi strategiaa Meksikossa ja Taiwanissa, kolme Thaimaassa, kaksi Filippiineillä, sekä yksi Brasiliassa, Japanissa, Koreassa ja Malesiassa. USA, Meksiko, Taiwan ja Thai-

maa osoittautuivat testissä markkinoiksi, joilla tulosten mukaan olisi mahdollista saada sijoituksissa lisäarvoa käyttämällä testattuja strategioita.

Gunasekarage ja Power (2001) tutkivat liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallien tuottavuutta Etelä-Aasian arvopaperimarkkinoilla. Menetelmien esikuvana he sovelsivat myös Brockin ym. käyttämiä lyhyitä ja pitkiä liukuvia keskiarvoja. Kontribuutiona tutkimuksessa Brockin ym. tutkimukseen oli menetelmien soveltaminen Etelä-Aasian arvopaperimarkkinoille. Kaupankäyntimallit rakennettiin myös liukuvista keskiarvoista hieman eri yhdistelmillä kuin esikuvatutkimuksessa. Tutkimusaineistona käytettiin Bangladeshin, Intian, Pakistanin ja Sri Lankan pörssien indeksien tuottoaikasarjoja tammikuusta 1990 maaliskuuhun 2000.

Tutkimuksessa saadut tulokset osoittivat, että tuotot ovat olleet ennakoitavissa tutkittuja strategioita hyödyntämällä näillä markkinoilla ja tällä tutkimusajavälillä. Suurimmalla määrällä kaupankäyntisignaaleja saavutetulla 1-50 -strategialla tuotto oli B&H -strategiaa suurempaa kaikilla markkinoilla Intiaa lukuun ottamatta. Tätä selittää Intian markkinoiden laajuus muihin tutkittuihin markkinoihin verrattuna. Sijoittajien määrän lisääntyä markkinaseuranta ja markkinaa koskeva analyysi tehostavat kaupankäyntiä, jolloin ylimääräisten tuottojen saavuttaminen vaikeutuu. Kaiken kaikkiaan tutkimustulokset johtivat ylimääräisten tuottojen myötä markkinatehokkuuden heikkojen ehtojen hylkäämiseen kyseisillä markkinoilla tutkitulla aikavälillä. Käytännön sijoittamisen kannalta on huomioitavaa, että tutkimuksessa ei ole otettu huomioon transaktiokustannuksia kuten Hudsonin ym. sekä Ratnerin ja Lealin tutkimuksissa tehtiin.

Bokhari, Cai, Hudson ja Keasey (2005) tutkivat liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallien sovellettavuutta Ison-Britannian arvopaperimarkkinoilla. Tutkimuksessa selvitettiin strategioiden toimivuutta yrityskoosta riippuen. Aineistona käytettiin Lontoon pörssistä 33 satunnaisesti valittua osaketta sekä FTSE 100 että FTSE 250 -indekseistä ja 34 satunnaisesti valittua osaketta FTSE Small Cap -indekseistä. Menetelminä oli tässäkin Brockin ym. ja Hudsonin ym. käyttämiä strategioita kaupankäyntikustannukset huomioiden. Tutkimustulokset esitettiin koko tutkimusajanjaksolta 1987–2002 sekä neljästä ala-ajanjaksosta ensimmäiseltä ja viimeiseltä periodilta.

Tutkimustulokset osoittivat teknisten kaupankäyntimallien tuottavan sitä paremmin mitä pienempi kaupankäynnin kohteena oleva yhtiö on. Markkinaliikkeiden ennakoitavuus oli tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä myös parempi pienempien yhtiöiden osakkeilla. Tulokset osoittivat myös, että markkinaliikkeiden ennakoitavuus on heikentynyt tutkimusajanjaksolla ajan myötä sekä FTSE 100 -indeksin että FTSE 250 -indeksin kohdalla. Tämä ei ole kuitenkaan toteutunut pienempien FTSE Small Cap -indeksin yhtiöiden kohdalla. Syynä tähän on ollut mahdollisesti automatisoidun kaupankäynnin suuri kasvu suurimpien yhtiöiden kohdalla. Strategioiden tuottavuuden osalta tulokset osoittivat, että minkään strategian tuotot eivät olleet B&H -strategiaa parempia kaupankäyntikustannukset huomioiden. Myöskään pienyhtiöiden kohdalla strategiat eivät olleet tuottavia. Tämä johtui pääosin kaupankäynnin volyyymiin perustuvasta osto- ja myyntitarjousten hintaerosta eli niin sanotusta spreadista. Bokharin ym. mukaan strategiat olisivat voineet olla tuottavia, mikäli pienyhtiöidenkin kaupankäynti olisi yhtä laajaa kuin suuremmilla yhtiöillä ja osto- ja myyntitarjousten ero olisi kapeampi. Näin ollen tutkimustulosten mukaan markkinatehokkuuden heikot ehdot olivat voimassa, vaikkakin menetelmillä todettiin olevan markkinaliikkeitä ennakoivia ominaisuuksia.

Edelleen Brockin ym. menetelmiä esikuvana käyttäen, Marshall ja Cahan (2005) tutkivat teknisten kaupankäyntistrategioiden toimivuutta Uuden-Seelannin arvopaperimarkkinoilla. Tutkimusajanjakso tammikuun alusta 1970 joulukuun loppuun 2002 jaettiin kolmeen ala-ajanjaksoon: 1.1.1970–31.12.1980, 1.1.1981–31.12.1991 ja 1.1.1992–31.12.2002. Tutkimusaineistona käytettiin 27.5.1991 alkaen Uuden-Seelannin pörssin NZSE 40 -indeksiaikasarjan päivätuottoja. Tätä edeltävältä ajanjaksolta tuottoaikasarjat johdettiin edellä mainitun indeksin edeltäjästä Barclays-indeksistä.

Tulokset osoittivat, että markkinoiden tehokkuus on kehittynyt ajan myötä Uuden-Seelannin arvopaperimarkkinoilla. Ensimmäisellä ja toisella ala-ajanjaksolla strategiat osoittivat markkinaliikkeiden olevan ennakoitavissa ja tutkituilla strategioilla löydettiin tilastollisesti merkitseviä tuottoja kaupankäyntikustannukset huomioiden. Viimeisellä ala-ajanjaksolla strategioilla ei saavutettu merkitseviä tuottoja ja kaupankäyntikustannukset huomioiden strategiat olisivat olleet selkeästi tappiollisia. Tulosten mukaan Uuden-Seelannin arvopaperimarkkinoiden tehottomuustekijät, kuten sisäpiirikauppojen lainsäädännön puutteellisuus, markkinoiden analyysin vähyys ja kaupankäyntirajoitteet, eivät

ole auttaneet perinteisiä teknisiä kaupankäyntistrategioita saavuttamaan ylimääräisiä tuottoja. Kyseiset tekijät eivät ole näin johtaneet markkinoita niiden tehokkuuden heikentymiseen.

1.4. Aikaisempia tutkimuksia muista teknisistä kaupankäyntistrategioista

Muita teknisiä kaupankäyntistrategioita on myös testattu laajasti rahoitusalan tutkimuksessa. Campbell, Grossman ja Wang (1993) tutkivat kaupankäyntivolyymien ja sarja-autokorrelaation välistä yhteyttä. Aineistona käytettiin NYSE:n ja AMEX:n päivittäistuottoja kokonaisaikaväliltä 3.7.1962–30.12.1988. Tutkimuksessa käytiin myös läpi ala-ajanjaksojen vaikutusta tuloksiin pilkkomalla aineistoa kolmeen ala-ajanjaksoon. Tulosten mukaan ensimmäisen asteen autokorrelaatio laski kaupankäyntivolyymien myötä. Tulokset osoittivat myös, että kaupankäyntivolyymien ollessa korkealla, todennäköisyys kurssilaskulle ja samalla odotetulle kurssinousulle oli suurempi kuin kaupankäyntivolyymien ollessa matalalla tasolla.

Blume, Easley ja O'Hara (1994) tutkivat volyymin hyödynnettävyyttä teknisessä kaupankäynnissä. Tuloksissa osoitettiin, että kaupankäyntivolyymi tarjoaa sijoittajalle informaatiota, joka ei ole hyödynnettävissä suoraan pelkistä hinta-aikasarjoista. Tulosten mukaan sijoittaja, joka hyödyntää teknistä markkinainformaatiota, pärjää markkinoilla paremmin kuin sijoittaja, joka ei ota informaatiota huomioon. Lisäksi tutkimuksessa todettiin, että kaupankäyntivolyymien huomioiminen tarjosi informaatiota kaupankäynnin osapuolten hallussa olevan informaation laadusta. Hinta-aikasarjat puolestaan tarjosivat informaatiota kaupankävijäosapuolten keskimääräisestä informaation tasosta.

Conrad ja Kaul (1998) tutkivat momentum-strategioiden ja markkinoiden suuntaa vastustavien kaupankäyntistrategioiden toimivuutta. Aineistona he käyttivät NYSE:n ja AMEX:n aikasarja-aineistoja aikaväliltä 1926–1989. Tulokset osoittivat momentum-strategioiden olevan tuottavia keskipitkällä eli 3–12 kuukauden aikavälillä. Markkinoiden suuntaa vastustavat strategiat tuottivat parhaiten pitkällä aikavälillä. Kaiken kaikkiaan alle 50 % strategioista saavutti tilastollisesti merkitseviä tuottoja.

Chan, Hameed ja Tong (2000) tutkivat momentum-strategioita 23 osakemarkkinnalla ympäri maailmaa. Tutkimusaikaväli oli 1.1.1980–30.6.1995 kolmea aikasarjaa lukuun ottamatta, joissa aikasarjan laskenta alkaa 1–4 vuotta myöhemmin. Tulokset eroavat Conradin ja Kaulin (1998) saamista tuloksista niin, että strategioiden tuotot ovat tilastollisesti merkitseviä erityisesti lyhyessä eli alle neljän viikon pituisessa kaupankäynnissä. Tulosten mukaan momentum-strategioiden tuotto oli suurempaa markkinoiden kaupankäyntivolyymien kasvaessa.

Lo, Mamaysky ja Wang (2000) tutkivat kernel regressiolla tasoitettuja aikasarjoja havaitakseen säännönmukaisuuksia hinta-aikasarjoista. Aineistona tutkimuksessa käytettiin NYSE:n, AMEX:n ja Nasdaqin listoilla vaihdettuja osakkeita. Tutkimusajanjakso 1962–1996 jaettiin seitsemään ala-ajanjaksoon, joista jokaiselle valittiin satunnaisesti 10 osaketta. Aikasarjoissa havaittiin tiettyjä säännönmukaisuuksia erityisesti Nasdaqin hinta-aikasarjoissa. Kuvioanalyysi ja säännönmukaisuuksien poimiminen aikasarjoista ei kuitenkaan johtanut niin sanottuihin ylimääräisiin tuottoihin. Tuloksien perusteella tutkimuksessa todettiin menetelmien tarjoavan siitä huolimatta lisäarvoa sijoituspäätöksien toteuttamiseen.

Wong ym. (2003) testasivat teknisiä kaupankäyntistrategioita Singapore Straits Time Industrial -indeksin aikasarja-aineistolla. Aineisto oli tutkimuksessa aikaväliltä 1974–1994, ja se jaettiin kolmeen alaperiodiin. Teknisinä indikaattoreina käytettiin RSI -oskillaattoria ja liukuvia keskiarvoja. Tulokset tukivat tutkittujen strategioiden käyttöä. Teknisen analyysin menetelmät todettiin Singaporen pörssissä hyödyllisiksi. Tästä johtuen jotkut pörssin jäsenet ovat perustaneet omia niin sanottuja teknisiä analyytikkoryhmiä käsittelemään pörssin teknistä informaatiota.

Dawson ja Steeley (2003) tutkivat visuaalisten toistuvuuksien ja indeksikuvaajan muotojen perusteella sovellettavien teknisten menetelmien hyödynnettävyyttä kaupankäynnissä. He sovelsivat samoja menetelmiä Ison-Britannian arvopaperimarkkinoilla kuin Lo ym. aikaisemmin amerikkalaisilla markkinoilla. Aineistona tutkimuksessa käytettiin myös kernel regressiolla tasoitettuja Lontoon pörssin FTSE 100 ja FTSE 250 -indeksilistoilla olevien yhtiöiden aikasarjoja aikavälillä 26.10.1986–30.5.2001. Tulokset eivät osoittaneet niinkään vahvoja todisteita teknisten menetelmien markkinoita ennakoivasta ominaisuudesta kuin Lo'n ym. amerikkalaisella aineistolla saadut tulokset osoittivat. Tutkimuk-

sessä tultiin siihen johtopäätökseen, että tehokkaiden markkinoiden käsitettä Ison-Britannian markkinoilla ei tule saatujen tulosten perusteella kyseenalais-
taa.

Wang ja Chan (2007) tutkivat kuvioanalyysiin perustuvan niin sanotun bull flag -menetelmän toimivuutta Nasdaqin ja Taiwanin pörssin indeksiaikasarjoilla. Tutkimusaikaväli Nasdaqin aineistolla oli 3.4.1985–20.3.2004 ja Taiwanin pörssin indeksiaikasarjalla 1.6.1971–24.3.2004. Molemmat aineistot jaettiin lisäksi viiteen ala-ajanjaksoon. Tulokset osoittavat menetelmällä olevan merkittävää markkinoiden suunnan ennakointikykyä. Tekniset menetelmät osoittivat ennustettavuuden olevan parempaa Taiwanin arvopaperimarkkinoilla, joilla niin sanotut ylimääräiset tuotot olivat useammin merkitseviä kuin amerikkalaisella aineistolla. Tulosten johtopäätöksenä todettiin menetelmällä olevan tärkeää informaatioarvoa sijoituspäätöksiä tehtäessä.

2. MARKKINATEHOKKUUS

Arvopaperimarkkinoiden päätehtävä on allokoida pääomien omistusta. Markkinatehokkuus jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen tehokkuuteen. Nikkisen ym. (2002: 80) mukaan markkinat ovat ulkoisesti tehokkaat, kun kaikki uusi informaatio heijastuu suoraan arvopaperin hinnassa. Markkinoiden sisäisellä tehokkuudella tarkoitetaan markkinoiden operatiivista tehokkuutta. Markkinoiden sisäinen tehokkuus kehittyy kaupankäyntikustannusten laskiessa ja kauppojen toteutumisen nopeutuessa. Tästä pitää huolen välittäjien välinen kilpailu. Tämän tutkimuksen painopiste on markkinoiden ulkoisessa tehokkuudessa.

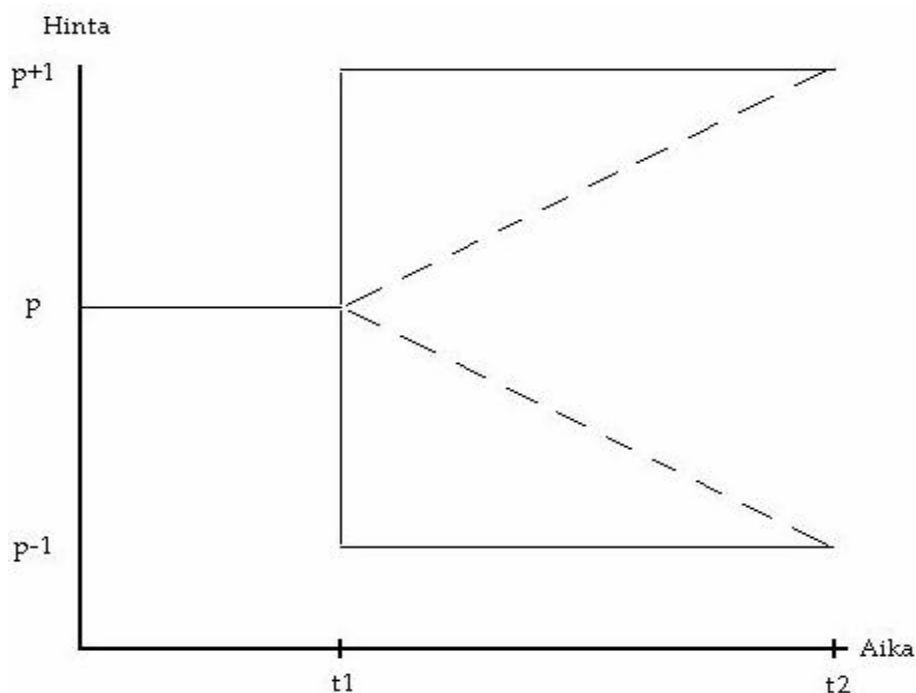
Fama (1970) loi pohjan tehokkaiden markkinoiden käsitteelle. Hänen mukaan markkinatehokkuus toteutuu seuraavien kolmen ehdon täyttyessä:

1. Ei kaupankäyntikustannuksia.
2. Kaikki markkinainformaatio on jatkuvasti saatavissa ja maksutonta.
3. Kaikilla on sama näkemys julkisen informaation vaikutuksesta markkinoita kohtaan.

Todellisuudessa nämä ehdot eivät yleensä toteudu. Tämä ei tarkoita kuitenkaan sitä, että markkinat eivät olisi tehokkaat. Tehokkaiden markkinoiden toteutumiseen riittää, että informaatio on käytettävissä riittävällä määrällä sijoittajia. Myöskään sijoittajien toisistaan poikkeavat tulkinnat saatavilla olevasta markkinainformaatiosta eivät välttämättä merkitse markkinoiden tehottomuutta, jos jokin osapuoli ei tulkinnoillaan saavuta jatkuvasti toisia osapuolia parempia tuloksia (Fama 1970: 387–388). Mikäli kaikki käytettävissä oleva informaatio heijastuu suoraan markkinahinnoissa, on sijoittajalla, jolla ei markkinainformaatiota ole saatavilla, mahdollisuus vastaaviin tuottoihin hyvin hajautetulla arvopaperisalkulla, kuin sijoittajalla, jolla markkinainformaatio on käytettävissä. (Malkiel 2003: 59.)

Markkinoilla tulee uutta osakkeen arvostukseen liittyvää informaatiota jatkuvasti. Tehokkailla markkinoilla informaatio suodattuu arvopaperin hintaan välittömästi (Fama 1970: 387). Tämä on seurausta sijoittajien arvopaperiin kohdistuvien tuotto-odotusten uudelleendiskontaamisesta nykyhetkeen. Mikäli markkinat eivät olisi tehokkaat, muutos tapahtuisi niin, että osakkeen hinta mukautuisi tasolleen siihen hetkeen mennessä, jolloin sitä koskeva informaatio

tulee ajankohtaiseksi. Näin ollen osaketta voisi ostaa tai lyhyeksi myydä siihen saakka, kunnes kurssi on mukautunut tulevalle informaation mukaiselle tasolle. Kuviossa 1. on esitetty kuinka hinta muuttuu informaation mukaiselle hintatasolle.



Kuvio 1. Arvopaperin hinnanmuodostus tehokkailla markkinoilla.

Kuviosta 1. nähdään, että hetkellä t_1 , kun markkinoille tulee uutta osaketta koskevaa informaatiota, tehokkailla markkinoilla informaatio suodattuu osakekurssiin ja muutos osakkeen hinnassa tapahtuu heti. Hinta muuttuu p :stä tasolle $p+1$ informaation nostaessa hintaa, ja tämän laskiessa hintaa, muutos tapahtuu tasolle $p-1$. Tämä ilmenee yhtenäisen viivan siirtymästä. Mikäli markkinat eivät olisi tehokkaat, hinta mukautuisi uudelle tasolle hetken t_2 mennessä, jolloin informaation vaikutus osakkeeseen alkaisi todellisuudessa toteutua. Mikäli informaatio tulisi nostamaan hintaa, arvopaperia voisi hetkellä t_1 ostaa alhaisemmalla hintatasolla ja myydä hetkellä t_2 korkeammalla hintatasolla. Vastaavasti informaation laskiessa hintaa, voitaisiin arvopaperia myydä lyhyeksi hetkestä t_1 hetkeen t_2 saakka. Näin markkinoilla olisi mahdollista saavuttaa ylimääräisiä tuottoja. (Keown & Pinkerton 1981: 860–866; Haugen 1997: 650–651.)

2.1. Markkinatehokkuuden kolmijako

Bodien ym. (2005: 373) mukaan markkinoiden tehokkuus jaetaan kolmeen alaluokkaan, jotka ovat markkinatehokkuuden heikot, keskivahvat ja vahvat ehdot. Jako perustuu kullakin tasolla olevan, markkinaa tai arvopaperia koskevan, informaation laatuun ja määrään.

Tehokkuuden *heikot ehdot* täyttävillä markkinoilla kaikki mennyt markkinainformaatio heijastuu suoraan arvopaperin hinnassa. Näin ollen kaiken arvopaperiin liittyvän menneen informaation, kuten hintakehityksen ja kaupan voilymin tutkiminen ei mahdollista epänormaalin suuria voittomahdollisuuksia. Tästä johtuen esimerkiksi tekniset kaupankäyntistrategiat ovat hyödyttömiä. (Fama 1970: 383–388; Bodie ym. 2005: 373)

Jos markkinat täyttävät tehokkuuden *keskivahvat ehdot*, ovat kaikki julkiset informaationlähteet mukaan lukien arvopaperia koskevat tiedotteet – esimerkiksi yhtiöiden osavuositarkastukset ja vuosikertomukset – laskettu markkinoilla arvopaperin hintaan. Näin ollen fundamenttien tutkimiseen perustuva analyysi (esim. erilaiset kassavirtalaskelmat) on hyödyttömiä arvioitaessa arvopaperin tulevaa kehitystä. (Fama 1970: 383–388; Bodie ym. 2005: 373.)

Vahvat ehdot täyttävillä markkinoilla kaikki informaatio, mukaan lukien sisäpiiritieto, heijastuu arvopaperin hinnassa. Näin ollen minkään tyyppinen markkina-analyysi ei ole hyödyllistä ja markkinaliikkeiden sanotaan olevan satunnaisia. (Fama 1970: 383–388; Bodie ym. 2005: 373.)

Jos markkinat täyttävät tehokkuuden keskivahvat ehdot, ovat markkinat tehokkaat myös heikkojen ehtojen osalta, koska kaikki arvopaperiin liittyvä markkinatieto on kaikille vapaata informaatiota. Markkinoiden ollessa tehokkaat vahvojen ehtojen osalta, täyttyy markkinoiden tehokkuus niin keskivahvojen kuin heikkojen ehtojen osalta. (Haugen 1997: 642–644; Nikkinen ym. 2002: 83–84.)

Fama (1991) esitti perinteisen markkinatehokkuuden kolmijaolle myöhemmin vaihtoehtoisen asettelun. Heikkojen ehtojen tutkimukselle vaihtoehdoksi hän esitti *tuottojen ennustettavuuden tutkimuksen*. Tässä hyödynnetään arvopaperiin liittyvän menneen informaation lisäksi mm. osinkotuottojen, markkinakorkojen

ja toteutuneiden voittojen tarjoamaa informaatiota. Keskivahvojen ehtojen tutkimukselle hän esitti vaihtoehtona niin kutsuttaja *event-tutkimuksia* (event studies). Event-tutkimukset käsittelevät jonkin tapahtuman vaikutusta markkinoihin. Tästä esimerkkinä voisi olla osakekurssin reagointi osakkeen splittaukseen eli pilkkomiseen. Markkinatehokkuuden vahvojen ehtojen testaamisen vaihtoehdoksi hän esitti *testiä sisäpiiritiedon hyväksikäytöstä*. Markkinatehokkuuden keskivahvojen ja vahvojen ehtojen testaamisen sisältöä tutkimuksessa ei muutettu, vaan niitä vastaaviin käsitteisiin tehtiin muutoksia. Näin markkinatehokkuutta voidaan tutkia eri tavalla, varsinaisen sisällön pysyessä kuitenkin samana. (Fama 1991: 1576–1578, 1599–1600; Nikkinen ym. 2002: 84–85.)

2.2. Tehokkaiden markkinoiden mallit

Määritelmä informaation heijastumisesta markkinahinnoissa yleistää markkinatehokkuuden käsitettä niin, että suora empiirinen testaus ei ole mahdollista. Jotta markkinatehokkuutta voitaisiin testata empiirisesti, tulee hinnan muodostumisprosessi määritellä tarkasti. Lisäksi tulee selvittää mitä termillä *informaation täydellinen heijastuminen markkinahinnoissa* tarkoitetaan.

Fama (1970) jakoi tutkimuksessaan markkinatehokkuuden testattavuuden kolmen eri mallin mukaan. Seuraavaksi tarkastellaan tuotto-odotuksiin perustuvaa fair game -mallia, tuottojen satunnaisuuteen perustuvaa random walk -mallia ja markkinainformaatioon perustuvaa sijoitusprosessia kuvaavaa submartingale-mallia.

2.2.1. Fair Game -malli

Faman (1970: 384–385) mukaan oletetaan, että markkinoiden tasapainotila voidaan todeta tuotto-odotusten ja riskin avulla. Kyseenomaiseen tasapainomalliin perustuvat teoriat eroavat toisistaan sen pohjalta, kuinka riski on määritelty. Tuotto-odotuksiin perustuvat teoriat voidaan kuitenkin esittää seuraavan mallin avulla:

$$(1) \quad E(\tilde{p}_{j,t+1} | \Phi_t) = [1 + E(\tilde{r}_{j,t+1} | \Phi_t)]p_{j,t}, \text{ missä}$$

$E(\tilde{r}_{j,t+1})$ = Osakkeen j odotettu tuotto periodilta $t+1$

$E(\tilde{p}_{j,t+1})$ = Osakkeen j odotettu hinta periodilta $t+1$

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

$\tilde{p}_{j,t+1}$ = Osakkeen j hinta hetkellä $t+1$

Φ_t = Informaatio, joka heijastuu osakkeiden kurssista

\sim = Satunnaismuuttuja

Näin voidaan todeta informaation Φ_t huomioon otetuksi odotettuja tuottoja määrittäessä ja siten se heijastuu täysin osakkeen hinnan $p_{j,t}$ muodostumisprosessissa.

Edellä esitettiin, että markkinoiden tasapaino voidaan esittää odotettujen tuottojen perusteella. Odotetut tuotot, perustuvat informaatioon Φ_t niin, että informaatio heijastuu täysin markkinahinnoissa. Tämän mukaan sijoitusstrategialla, joka perustuu informaatioon, ei voi olla suurempaa odotettua tuottoa kuin markkinatasapainon tuottojen odotusarvolla. Oletetaan että:

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

Parametri $x_{j,t+1}$ voidaan ilmaista osakkeen j ylimääräisenä arvona hetkellä $t+1$. Toisin sanoen se on havaitun ja odotetun markkinahinnan erotus. Tällöin

$$(3) \quad E(\tilde{x}_{j,t+1} | \Phi) = 0$$

Näin mikä tahansa väli $\{x_{j,t}\}$ on fair game vastaavan välin informaation Φ_t suhteen. Tai:

$$(4) \quad z_{j,t+1} = r_{j,t+1} - E(\tilde{r}_{j,t+1} | \Phi_t), \text{ missä}$$

Parametri $z_{j,t+1}$ on osakkeen havaitun ja odotetun tuoton erotus. Tällöin

$$(5) \quad E(\tilde{z}_{j,t+1} | \Phi_t) = 0$$

Näin väli $\{z_{jt}\}$ on fair game informaation Φ_t suhteen. Mallin mukaan mikään sijoitusstrategia, joka perustuu informaatioon Φ_t , ei tarjoa mahdollisuutta ylimääräisiin tuottoihin. Kaikilla sijoittajilla on samanvertainen asema informaation suhteen, mikäli informaatio heijastuu täysin osakkeen hinnoissa tai tuotoissa. (Fama 1970: 384–385; Cuthbertson ja Nitzsche 2005: 62–63.)

2.2.2. Random walk -malli

Random walk -malli perustuu kahteen oletukseen. Peräkkäiset kurssimuutokset ovat toisistaan riippumattomia ja muodostavat samanlaisen todennäköisyysjakauman. Yhtälömuodossa random walk -malli todetaan seuraavasti:

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

Tämän mukaan satunnaismuuttujan ehdollinen ja marginaalinen todennäköisyysjakauma ovat samanlaisia ja koko jakauma on riippumaton informaatiosta Φ_t . Tämän lisäksi funktion f tulee olla sama kaikilla t :n arvoilla. Odotetulla tuotolla johdettuna yhtälö voidaan kirjoittaa.

$$(7) \quad E(\tilde{r}_{j,t+1} | \Phi_t) = E(\tilde{r}_{j,t+1})$$

(Fama 1970: 386–387; Cuthbertson ja Nitzsche 2005: 63.)

2.2.3. Submartingale-malli

Faman (1970: 386) mukaan mikä tahansa arvopaperin hintaväli seuraa submartingale-mallia vastaavan välin informaation suhteen. Tämän mukaan tarkasteltavaa hetkeä seuraavan periodin odotettu hinta on suurempi tai yhtä suuri kuin hinta tarkasteltavalla hetkellä, kun informaatiotekijä tiedetään. Näin ollen tuotokin on mallin mukaan nolla tai suurempi kuin nolla. Mikäli odotettu hinnanmuutos sekä tämän myötä odotettu tuotto ovat nollia, noudattaa hinnanmuodostuminen martingale-mallia. Martingale-mallin mukaan paras ennuste tulevalle hinnalle on tämän hetken hinta (Campbell, Lo ja MacKinlay 1997: 30). Submartingale-malli voidaan kirjoittaa seuraavaan yhtälömuotoon:

$$(8) \quad E(p_{j,t+1} | \Phi_t) \geq p_{jt}$$

tai muotoon

$$(9) \quad E(r_{j,t+1} | \Phi_t) \geq 0$$

Malli on empiirisesti testattavissa niin, että verrataan esimerkiksi keskenään informaatioon Φ_t perustuvalla strategialla rakennetun portfolion tuottoja B&H -strategialla rakennetun portfolion tuottoihin. Mallin mukaan informaatioon perustuva strategia ei tarjoa B&H -strategiaa parempia tuottomahdollisuuksia. (Fama 1970: 386.)

3. TEKNINEN ANALYYSI

Luoman (2001: 61) mukaan teknisen analyysin historia ulottuu noin kahdensadan vuoden taakse. Tuolloin japanilaiset käyttivät niin sanottuja kynttiläkuvioita riisikaupassa hinnan muutosten seuraamiseen. Nykymuodossaan teknisen analyysin perustan loi Dow, jonka niin sanotun Dow-teorian voidaan katsoa olevan perusta nykyiselle tietokoneilla tapahtuvalle tekniselle analyysille. (Murphy 1986: 516.)

Nykyisin teknisen analyysin menetelmien kirjo on erittäin laaja. Menetelmien hyödyntäminen on helpottunut sekä nopeutunut tietoteknisen kehityksen ja tietokoneiden laskentakyvyn nopean kehittymisen myötä. Teknisen analyysin työkalujen käyttö on mahdollista kaikkien sijoittajien kohdalla ja menetelmiä hyödyntävätkin markkinaosapuolet piensijoittajasta suuriin institutionaalsiin sijoittajiin. Seuraavaksi käsitellään teknisen analyysin olettamuksia ja teknisen analyysin perustalla olevia teorioita. Tämän jälkeen käydään läpi keskeisimpiä teknisiä analyysimenetelmiä.

3.1. Teknisen analyysin olettamukset

Käytännössä markkinat eivät ole niin tehokkaat, että niitä analysoimalla ei olisi mahdollisuutta saavuttaa etua tehtäessä sijoituspäätöksiä tai suunniteltaessa sijoitusstrategiaa. Kyse on siitä, millä tasolla markkinat ovat tehokkaat. Tätä väitettä tukevat aikaisemmissa teknisiä kaupankäyntistrategioita käsitelleissä tutkimuksissa saadut tulokset. Toisaalta on väitetty, että tekninen analyysi olisi itsensä kumoava profetia. Tämän mukaan teknisen analyysin menetelmät menettäisivät hyötynsä, jos kaikki sijoittajat toimisivat samojen menetelmien ja kaupankäyntisignaalien mukaan. (Murphy 1986: 17–19.)

Tekninen analyysi perustuu kurssimuutosten ja trendien analysointiin. Perustana käytetään mennyttä kurssiaineistoa. Muutoksia tutkitaan mm. hintaliikkeiden, markkinasentimentin ja kaupankäyntivolyymien pohjalta (Murphy 1986: 1–2). Pringin (1985: 2) mukaan tekninen analyysi perustuu ajatukseen, että ihmiset tekevät sijoituspäätöksiä usein tunteiden pohjalta ja näin toistavat tekemisiään samalla tavalla kuin aikaisemmin. Tästä johtuen myös virheelliset päätökset toistuvat samalla tavalla kuin menneisyydessä.

3.1.1. Teknisen analyysin ehdot

Tekninen analyysi nojaa kolmeen perusolettamukseen:

1. Markkinat diskonttaavat kaiken hintoihin vaikuttavan tiedon.
2. Hinnat liikkuvat trendeissä.
3. Historia toistaa itseään.

Ensimmäisen olettaman mukaan kaikki osakkeen hintaan vaikuttava tieto heijastuu osakkeen tämän hetken kurssiin. Tämän olettaman mukaan analyysia tehtäessä riittää, että tutkitaan pelkkää kurssiaineistoa. Käytännössä asia on toisin. Jotta kaikki informaatio näkyy hinnoissa, vaaditaan myös analyysia, jonka pohjalta informaatio diskontataan hintoihin. Käytännössä kyse on fundamenttipohjaisesta analyysistä. Kun informaatio on laskettu hintoihin, kyseeseen tulee tekninen analysointi, jonka avulla pyritään havainnoimaan kysynnän ja tarjonnan suhdetta. Jos osakkeen kysyntä on tarjontaa suurempaa, osakkeen hinta nousee. Päinvastaisessa tilanteessa hinta laskee. (Pring 1985: 2; Murphy 1986: 2–3; Luoma 2001: 63.)

Osakkeiden hinnat liikkuvat trendeissä, eli selkeinä nousevina tai laskevin jaksoina. Teknisen analyysin perimmäinen pyrkimys on havaita trendien kehittymisen ja mahdolliset suunnanmuutokset, jotta position muuttaminen olisi mahdollisimman tehokasta kurssin suhteen. (Pring 1985: 2; Murphy 1986: 3; Edwards & Magee 1987: 6.)

Kolmannen olettaman mukaan avopaperimarkkinoilla *historia toistaa itseään*. Kuten aikaisemmin esitettiin Pringin (1985: 2) toteamus - ihmisillä on taipumus toimia toistuvasti samalla tavalla samanlaisissa olosuhteissa. Kun kurssit laskevat ja tiedotusvälineistä tulee toistuvasti negatiivisia uutisia, osakkeet myydään pois lähes hinnalla millä hyvänsä. Kun taas kurssit nousevat kiihtyvällä tahdilla ja tiedotusvälineissä puhutaan kurssien nopeasta kasvusta, osakkeet ostetaan lähes hinnalla millä hyvänsä. Näissä tapauksissa markkinatunnelman ja massa-psykologian vaikutus kurssiin on merkittävää. (Pring 1985: 2; Murphy 1986: 4.)

3.1.2. Dow-teoria

Murphyn (1986: 24) mukaan teknisen analyysin uranuurtajana pidetty Charles Dow julkaisi ensimmäisen osakeindeksin 1884. Tähän aikaan perustuu mm. Dow Jones Industrials (Dow Jones Industrial Average) -indeksi, joka on ehkä tunnetuin nykypäivän indekseistä. Se käsittää suurimmat New Yorkin pörssin teollisuusyritykset. Dow'n kehittämä teoria jakautuu kuuteen perusolettamukseen.

Markkinaindeksit sisältävät kaiken markkinoihin vaikuttavan tiedon. Tämä on sama kuin aikaisemmin mainittu teknisen analyysin ensimmäinen perusoletus. (Murphy 1986: 26; Edwards & Magee 1987: 13; Ylä-Kauttu 1989: 12.)

Markkinat käsittävät kolme trendiä. Ajallisen keston mukaan pisintä trendiä kutsutaan primääritrendiksi. Sen kesto on yleensä yli vuoden, joskus pidempikin. Primääritrendi sisältää trendin korjausliikkeitä eli niin kutsuttuja sekundääritrendejä. Nämä ovat yleensä pituudeltaan kolmesta viikosta kolmeen kuukauteen. Alle kolme viikkoa kestäviä trendimuutoksia kutsutaan tertiääritrendiksi. Nämä ovat ikään kuin pääaallon pintaväreilyä. (Murphy 1986: 26; Edwards & Magee 1987: 13–15; Ylä-Kauttu 1989: 12–13.)

Päätrendit jakautuvat kolmeen vaiheeseen. Nousuvaiheen ensimmäistä jaksoa kutsutaan keräilyvaiheeksi. Kurssit ovat laskeneet pitkään, markkinat ovat matalimmillaan, eivätkä tiedotusvälineet tuota paljoakaan positiivisia uutisia markkinoiden tulevaisuuden osalta. Tässä vaiheessa ammattitaitoisimmat sijoittajat tulevat markkinoille. Trendin pääsuunnan varmistuttua tekniset indikaattorit antavat vahvistuksen trendin muutoksesta ja markkinoiden nousuvoiman vahvistumisesta. Näin ollen teknisesti kauppaa käyvät sijoittajat tulevat mukaan markkinoille. Tiedotusvälineiden lauseissa alkaa näkyä positiivisia vivahteita tulevaisuuden osalta ja kysyntä sekä kurssien nousu voimistuvat. Kolmatta vaihetta kutsutaan jakeluvaiheeksi. Positiiviset talousuutiset rohkaisevat entisestään kaikkia hankkimaan nousupaineessa liikkuvia arvopapereita. Tästä johtuen spekulatiivinen kysyntä on huipussaan ja lyhyen aikavälin volatilitteetti kasvaa. Tämän vaiheen aikana keräilyvaiheessa markkinoille tulleet alkavat myydä osuuksiaan hyvällä voitolla. Laskevassa trendissä edellä mainitut vaiheet ovat ikään kuin nousevan trendin peilikuvia. Nousutrendissä jokainen toistaan seuraava kurssihuippu ja aallonpohja ovat edellisen vastaavan yläpuo-

lella, laskevassa trendissä päinvastoin. (Murphy 1986: 27; Edwards & Magee 1987: 13; Ylä-Kauttu 1989: 13–14.)

Teollisuus- ja kuljetusindeksit vahvistavat toisensa. Tämän mukaan markkinoiden nousu- tai laskusignaalit eivät ole relevantteja, ellei muutos ilmene molemmissa em. indekseistä. Signaalien ei kuitenkaan tarvitse esiintyä aivan identtisesti ja yhtä aikaa, mutta mitä lähempänä toisiaan ne ovat, sitä varmempana signaalia voidaan pitää. (Murphy 1986: 27; Edwards & Magee 1987: 13.)

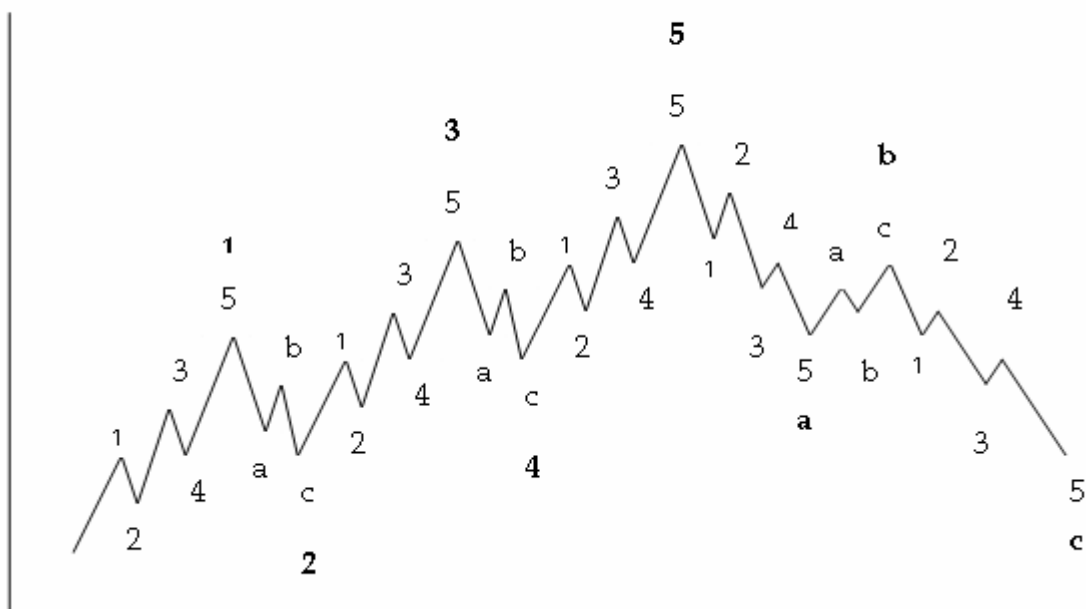
Volyyymi eli vaihdon määrä vahvistaa trendin. Tämän mukaan vaihdon tulisi muuttua indeksin trendin suuntaisesti. Nousuvaiheen aikana kaupankäyntivolyymin tulisi kasvaa ja trendiä vastustavan korjausliikkeen aikana laskea. Vaihdon pieneneminen nousevassa trendissä yleensä ennakoii tulevaa markkinoiden korjausliikettä. (Murphy 1986: 28–29; Edwards & Magee 1987: 19; Ylä-Kauttu 1989: 14–15.)

Trendin oletetaan jatkuvan, kunnes se antaa varman signaalin suunnan muuttumisesta. Tällä olettamalla pyritään varoittamaan ottamasta positiota markkinoita vastaan, eli välttämään virheelliseen informaatioon perustuvia osto- tai myyntitoimeksiantoja. Muutosten ennakoinnissa voidaan käyttää hyväksi useita eri teknisen analyysin indikaattoreita, kuten tuki- ja vastustasot, liukuvat keskiarvot sekä oskillaattorit. (Murphy 1986: 30–31; Edwards & Magee 1987: 20–21; Ylä-Kauttu 1989: 15.)

3.1.3. Elliotin aaltoteoria

Elliotin (1994: 92) mukaan osakekurssit muodostuvat aalloista. Kuten Dow'n teoriassa, Elliotin aaltoteoriassa osakekurssit muodostuvat trendeistä, tässä tapauksessa syklisistä aalloista. Alun perin teoriaa käytettiin hyväksi tutkittaessa suurimpien markkinoiden yleistä kehitystä - käytännössä Dow Jones Industrial Average oli tutkimuksen kohteena oleva indeksi, johon teoriaa sovellettiin. Teorian mukaan täydellinen osakemarkkinan sykli muodostuu kahdeksasta aallosta, viidestä nousevasta ja kolmesta laskevasta aallosta. Trendin pääsuunnan mukaisessa aallossa on viisi vaihetta, joista vaiheet 1, 3 ja 5 ovat trendin pääsuunnan mukaisia ja vaiheet 2 ja 4 trendin pääsuuntaa vastustavia. Trendin pääsuunnan mukaisen viiden vaiheen toteuduttua alkaa kolme aaltoa sisältävä

korjausliike. Nämä korjausliikkeen mukaiset aallot ovat a, b ja c. (Murphy 1986: 373–376; Elliot 1994: 94–95, Frost & Pletcher 1998: 21.)



Kuvio 2. Elliotin aaltoteoria (Murphy 1986: 375).

Kuviossa 2. nähdään kasvava trendi, jonka pääsuunnan mukaiset huiput on merkitty lihavoiduilla numeroilla 1, 3 ja 5. Pääsuunnan korjausliike on merkitty lihavoiduilla kirjaimilla a, b ja c. Tässäkin tapauksessa päätrendi eli niin sanottu primääritrendi sisältää sisä- eli sekundääritrendejä. Sekundääritrendit muodostuvat aaltoteorian mukaisesti vastaavalla syklillä.

Matemaattinen perusta aaltoteorialle löytyy lukusarjasta 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 jne. Tämä lukusarja tunnetaan luonnontieteissä Fibonaccin lukusarjana. Fibonaccin lukusarjassa peräkkäisten lukujen suhde on 1,618 tai 0,618 eli ns. kultaisen leikkauksen suhdeluku. Elliotin aaltoteorian mukaan osakekurssit noudattavat tätä mm. luonnossa, arkkitehtuurissa, musiikissa ja biologiassa esiintyvää suhdetta. (Murphy 1986: 394–395.)

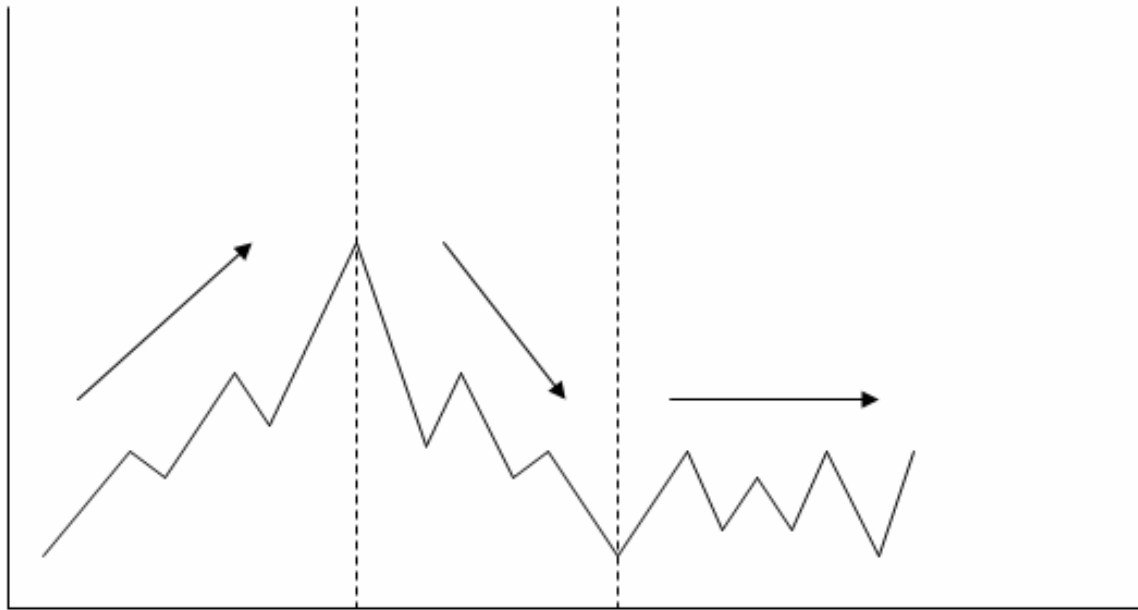
3.2. Teknisen analyysin menetelmät

Arvopaperimarkkinat liikkuvat trendeissä, jotka heijastavat arvopapereihin ja markkinoihin kohdistuvien odotusten ja asenteiden jatkuvasta muutoksesta yhdessä talouden syklien kanssa. Sijoittajien käyttäytyminen ja oletus siitä, että myös arvopaperimarkkinoilla historia toistaa itseään, tekee markkinoiden teknisen analyysin tärkeäksi. Teknisessä analyysissä puhutaan kahdentyyppisestä analysointitavasta: kuvioanalyysi (chartists) ja tekninen analyysi (technicians). Kuvioita analysoitaessa tavoitteena on löytää graafisesti erilaisia toistuvuuksia markkinoilta ja hyödyntää niitä markkinoiden tulevaa kehitystä arvioitaessa. Teknisesti markkinoita analysoitaessa tavoitteena on rakentaa teknistä markkinainformaatiota hyödyntäen automaattinen kaupankäyntimalli, joka toteuttaa osto- ja myyntitoimeksiannot automaattisesti ilman inhimillistä päätöksentekoa. (Pring 1985: 9; Murphy 1986: 12–13.)

Seuraavassa käydään läpi teknisen analyysin menetelmiä. Aluksi perehdytään markkinatrendien muodostumiseen ja trendeihin perustuvaan tuki- ja vastustasomenetelmään. Tämän lisäksi käydään läpi trendien muodostumiseen olennaisesti liittyvän kaupankäyntivolyymin tarjoaman informaation hyödyntämistä teknisessä analyysiprosessissa. Tämän jälkeen perehdytään tavallisimpiin kuvioanalyysin menetelmiin. Wongin ym. (2003: 545) mukaan varsinaiset tekniset indikaattorit jaetaan trendiä seuraaviin ja trendiä vastustaviin indikaattoreihin. Teknisten indikaattorien kirjo on erittäin laaja. Tutkimuksessa ei ole tarkoituksenmukaista syventyä kaikkiin indikaattoreihin, vaan seuraavassa perehdytään trendiä seuraavista indikaattoreista yleisimpään eli liukuviin keskiarvoihin ja trendiä vastustavista indikaattoreista kahteen perinteisimpään oskillaattoriin.

3.2.1. Trendianalyysi

Markkinat ovat jatkuvassa liikkeessä. Usein ajatellaan, että markkinat joko nousevat tai laskevat. Murphyn (1986: 55) mukaan markkinoilla on kolme liikesuuntaa. Laskevan ja nousevan trendisuunnan lisäksi markkinat ovat karkean arvion mukaan kolmasosan ajasta sivuttaisliikkeessä eli niin sanotussa kaupankäyntivälissä. Markkinoiden ollessa sivuttaisliikkeessä osapuolten kysynnän ja tarjonnan välillä vallitsee suhteellinen tasapaino. Kaupankäyntiväli on seurausta yleensä pitkästä lasku- tai nousutrendistä, jolloin markkinoilla on epävarmuutta tulevasta suuntakehityksestä.

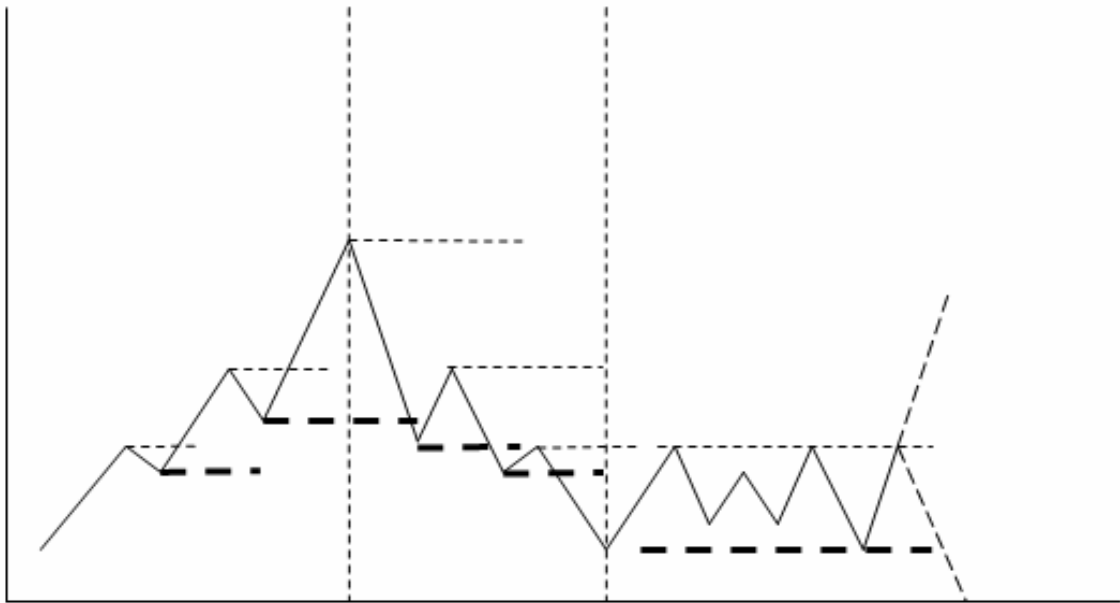


Kuvio 3. Trendin kolme suuntaa.

Kuviossa 3. on havainnollistettu trendisuuntien muodostumista. Ensimmäisessä jaksossa nähdään nouseva trendi. Nousevassa trendissä jokainen uusi huippu on edellistä pohjaa korkeammalla. Seuraavassa jaksossa trendisuunta on laskeva. Laskevassa trendissä muodostuminen tapahtuu päinvastoin. Jokainen pohja on edellistä huippua matalammalla. Sivuttaisliikkeessä eli kaupankäyntivälissä kurssi liikkuu niin, että kehitykselle ei löydy selkeää suuntaa. Jokainen uusi huippu ja pohja ovat keskimäärin samalla tasolla. (Murphy 1986: 53–56; Pring 1985: 41–42, 87–88.)

Trendi rakentuu huipuista ja pohjista. Trendisuunnan teknisessä analysoinnissa pohjia kutsutaan tukitasoiksi ja huippuja vastustasoiksi. Kurssien noustessa jokaisesta uudesta huipusta muodostuu trendin uusi vastustaso ja trendin pääsuuntaa vastustavasta sekundääritrendin pohjasta uusi tukitaso. Laskevassa trendisuunnassa muodostuminen tapahtuu vastaavalla tavalla. Primääritrendiä vastustavan sekundääritrendin huippu on vastustaso ja jokainen laskevan primääritrendin uusi pohja tukitaso. Vastus- ja tukitasoja käytetään analysoitaessa trendin vahvuutta ja jatkuvuutta. Mikäli nousevassa primääritrendissä aikaisempi tukitaso niin sanotusti murtuu – kurssi putoaa edellisen tukitason alapuolelle –, katsotaan se merkiksi mahdollisesta trendin pääsuunnan muutok-

sesta. Tässä tilanteessa edellisestä huipusta muodostuu uusi vastustaso. Teknisesti katsottuna trendin suunnanmuutos saa vahvistuksen, mikäli kurssi ei nouse enää edellisen vastustason yläpuolelle. (Pring 1985: 42–43; Murphy 1986: 58–62; Edwards & Magee 1987: 211–212.)



Kuvio 4. Tuki- ja vastustasot trendianalyysissa.

Kuviossa 4. nähdään tuki- ja vastustasoasettelu jokaisella trendijaksolla. Vastustasoja on kuvattu ohuella ja tukitasoja paksulla katkoviivalla. Nousevassa trendissä havaitaan jokaisen syntyneen vastustason murtuvan, jonka seurauksena kurssin liikesuunnasta tulee nouseva. Toisen jakson alussa nähdään nousutrendin korkeimman huipun taittuvan. Trendin suunnan muutoksesta ensimmäisenä antaa merkkejä aikaisemman tukitason murtuminen. Tämä saa vahvistuksen, kun kurssi ei enää saavuta uutta huippua ja jää selkeästi alle korkeimman huipun asettaman vastustason. Laskevassa trendissä jokainen uusi tukitaso murtuu ja kurssit laskevat uuteen pohja-arvoon. Laskutrendin taittumisesta merkkejä antaisi edellisen vastustason murtuminen. Tämä saisi vahvistusta, mikäli edellinen tukitaso jäisi voimaan. Kuvion kolmannessa jaksossa kurssit liikkuvat kaupankäyntivälissä, jolloin aikaisemmat tuki- ja vastustasot pysyvät keskimäärin voimassa. Uuden trendisuunnan mahdollisesta syntyemisestä sivuttaisliikkeestä antaa merkkejä tuki- tai vastustason selkeä murtuminen. Tämä näkyy voimakkaana kurssien nousuna vastustason yläpuolelle ja laskuna tuki-

tason alapuolelle. Tässäkin vastustason murtuminen kuvastaisi mahdollista nousevaa trendiä ja vastaavasti tukitason murtuminen mahdollista laskevaa trendiä.

3.2.2. Volyymien ja hinnan suhde

Hinnan ja volyymin välistä suhdetta käytetään teknisessä analyysissä markkinoiden trendin kehityksen vahvistamiseen. Volyymi kuvaa markkinoilla syntyneiden kauppajen määrää tietyllä aikavälillä. Volyymia seurataan yleensä päivätasolla. Pitkän aikavälin trendiä seurattaessa volyymista on myös mahdollista laskea liukuva keskiarvo. Tämän avulla voidaan epäolennaiset volyymipiikit karsia pois ja näin havaitaan volyymin keskimääräinen kehitys suhteessa markkinoihin. Luoman, Nikkisen ja Sahlströmin (2004) mukaan markkinoiden hintataso ja volyyymi käyttäytyvät kausaalisesti seuraavan neljän säännön mukaan:

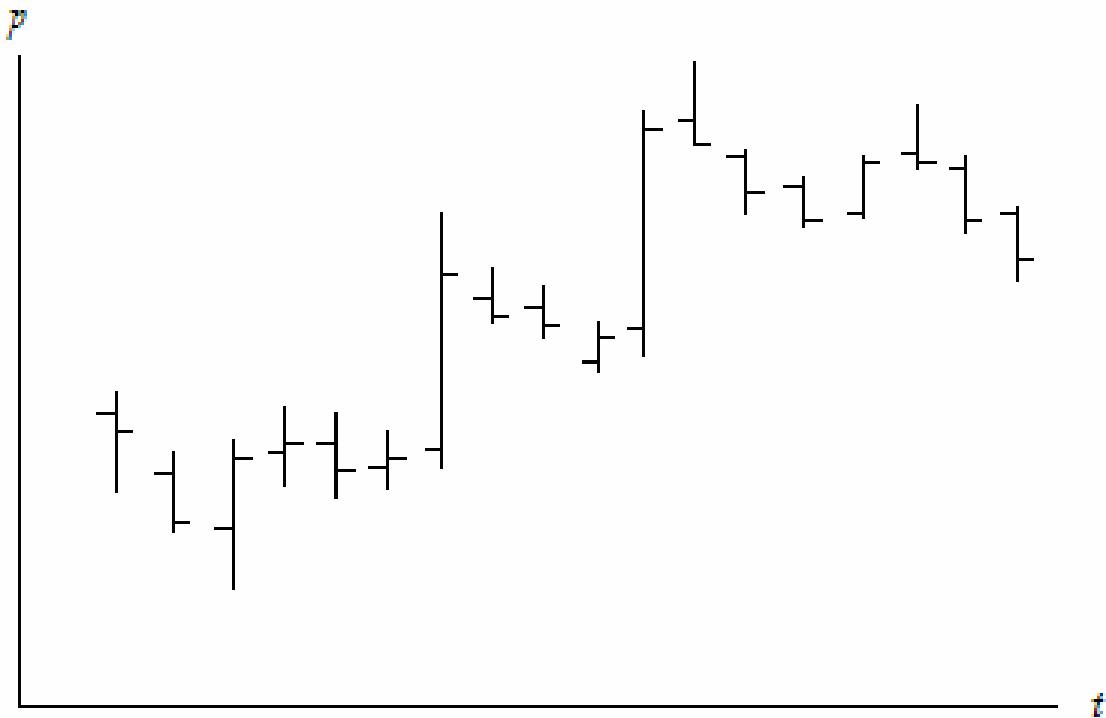
1. Kaupankäyntivolyymin kasvu nousevilla markkinoilla viittaa mahdolliseen positiiviseen hintakehitykseen.
2. Kaupankäyntivolyymin kasvu laskevilla markkinoilla viittaa mahdolliseen negatiivista hintakehitykseen.
3. Laskeva kaupankäyntivolyyymi nousevilla markkinoilla viittaa mahdolliseen hintakehityksen suunnanmuutokseen tai markkinoiden siirtymiseen sivuttaisliikkeeseen.
4. Laskeva kaupankäyntivolyyymi laskevilla markkinoilla viittaa edelleen mahdolliseen hintakehityksen suunnanmuutokseen tai markkinoiden siirtymiseen sivuttaisliikkeeseen.

Murphyn (1986: 181–182) mukaan volyymin tulee kasvaa samaan suuntaan hintakehityksen kanssa. Nousevassa trendissä volyymin tulee kasvaa hintatason kasvun myötä. Niin kauan kun markkinoilla vallitsee kausaalisuus näiden kahden komponentin välillä, sanotaan volyymin vahvistavan markkinatrendin suunnan. Suunnanmuutos näiden välillä antaa viitteitä markkinoiden suunnanmuutoksesta kuten edellisissä neljässä kohdassa todettiin.

Volyymien ja hinnan välistä kehitystä voidaan seurata OBV -menetelmää (On Balance Volume) käyttäen. Tässä menetelmässä positiivisten päivien volyymitaso saa positiivisen arvon. Päivien, jolloin kurssit ovat laskeneet, volyymitaso saa negatiivisen arvon. Aikasarjan edetessä jokaisen uuden päivän volyymi kerätään kumulatiivisesti jo kertyneen aineiston päälle. Näin OBV on itse asiassa seurattavan arvopaperin kumulatiivinen volyymi. Olettamuksena tässä on, että kurssien kääntyessä nousuun volyymi tulee kasvamaan ennen hintojen nousua. Positiivinen OBV -arvo viittaa markkinoiden olevan keräilyvaiheessa. Negatiivinen arvo viittaa markkinoiden olevan jakeluvaiheessa. Mikäli seurattavan arvopaperin hinta muuttuu ennen OBV -menetelmän antamaa informaatiota, menetelmä ei vahvista hintakehityksen suuntaa. Eriävä kehitys hinnan ja OBV -menetelmän välillä viittaa markkinoiden trendisuunnan mahdolliseen muutokseen. (Murphy 1986: 185–190; Ylä-Kauttu 1989: 27.)

3.2.3. Kuvioanalyysi ja hintamuodostelmat

Kuten aikaisemmin on todettu, teknisessä analyysissä pyritään kursseista löytämään erilaisia säännönmukaisuuksia, joiden pohjalta ennakoidaan markkinoiden tulevaa kehitystä. Indeksiliikkeitä kuvataan teknisessä analyysissä erilaisilla indeksikuvaajilla, joista perinteisin on viivakuvaaja (line chart). Viivakuvaajassa jokainen indeksipistearvo kuvaa yhtä arvopäivän tapahtumaa – yleensä kaupankäyntipäivän päätösarvoa. Ajatuksena tässä on että olennaisin markkinoiden tulevan kehityksen arvioimiseen vaikuttava kaupankäyntiarvo on juuri kaupankäyntipäivän päätösarvo. Viivakuvaajan rinnalla teknisessä analyysissä on käytetty kuvioanalyysimenetelmää, joka tarjoaa graafimuodossa yksinkertaista viivakuvaajaa laajemmin informaatiota. Palkkikuvaajamenetelmää (bar chart) havainnollistetaan seuraavassa Kuviossa 5. (Murphy 1986: 35–36.)



Kuvio 5. Palkkikuvaaja.

Palkkikuvaaja rakentuu neljästä komponentista. Kuvaajan päiväarvopalkin vasemmanpuoleinen viiva kuvaa kaupankäynnin avauskurssin tasoa. Kuvaajan pystyviiva kuvaa kaupankäyntipäivän alimman ja korkeimman kurssin tasoa. Kuvaajan oikeanpuoleinen viiva kuvaa kaupankäyntipäivän kurssin päätösarvoa. Kaupankäynnin tiheysasteikko voidaan kuvaajassa asettaa myös muille väleille kuin päiväasteikolle sopivaksi. Kuvaaja on mahdollista mitoittaa sopivaksi niin päivän sisäiseen kauppaan kuin viikko- tai kuukausikauppaan. Tässä tapauksessa kuvaajan avaus ja päätösarvo, sekä matalin että korkein arvo, ovat kyseisen laskentavälin vastaavia arvoja. (Murphy 1986: 48.)

Kuvioanalyysissa pyritään markkinaliikkeistä löytämään graafisesti erilaisia hintamuodostelmia. Yleisin palkkikuvaajalla käytetty menetelmä on käännöspäivämuodostelmat (reversal day). Käännöspäivämuodostelma voi olla päätös joko nousevalle tai laskevalle trendille. Huippukäännösmuodostelma palkkikuvaajassa toteutuu, kun nousevassa trendissä kaupankäyntipäivän aikana syntyy trendin korkein hinta, jota seuraa kaupankäyntipäivän päättyminen edellisen päivän päätösarvon alapuolelle. Pohjakäännösmuodostelma syntyy päinvastaisessa tilanteessa. Laskutrendissä kaupankäyntipäivän aikana saavu-

tetaan trendin matalin hinta, jota seuraa päivän päätösarvon nouseminen edellisen päivän päätösarvon yläpuolelle. Kuviossa 5. voidaan havaita pohjakäännösmuodostelma kolmannen päivän palkin kohdalla. Huippukäännösmuodostelma syntyy kuviossa toista voimakasta kurssinousua seuraavan päivän palkissa. Kun graafin ohella hyödynnetään kaupankäyntivolyymia, voidaan käännösmuodostelman todeta olevan vahvasti trendin suunnanmuutokseen viittavaa, mikäli muodostelma syntyy korkealla kaupankäyntivolyymilla. (Murphy 1986: 94–95.)

Lyhytaikaisten trendien kuvioanalyysissä käytetään erilaisia lippu-, viiri- ja kii-lakuvioita. Ne kehittyvät yleensä pitkän trendin puolenvälin tasalle trendin suvantovaiheeksi. Ne ilmenevät pitkän trendisuunnan keskeytymisenä sivuttaisliikkeeseen, kunnes pääsuunta jatkuu. Markkinoiden kehittymistä kuvioon viittaa sivuttaisliikkeen alussa vallitseva voimakkaan kaupankäyntivolyymin vaihe. Volyymi madaltuu markkinoiden siirtyessä sivuttaisliikkeeseen. Trendin pääsuunnan jatkumiseen viittaa markkinavolyymin voimakas kasvu yhdessä kurssiliikkeen suuntautumisessa päätrendin mukaisesti. Pringin (1985: 70–71) mukaan edellä mainitut kuviovaiheet vallitsevat markkinoilla muutamia viikkoja. Tänä aikana markkinoiden volatilitteetti laskee ja kaupankäyntivolyymi kaventuu. (Pring 1985: 69–72, 77; Murphy 1986: 156–162.)

Pää ja hartiat -kuvio (head & shoulders) on Pringin (1985: 50) mukaan yksi luotettavimmista kuvioanalyysin menetelmistä. Kuvio viittaa päätrendisuunnan käännökseen vastaavalla tavalla kuin käännöspäivämuodostelmat. Kuvio voi tässäkin syntyä sekä laskevassa että nousevassa trendissä. Nousevassa trendissä viitteitä mahdollisesta suunnanmuutoksesta antaa trendin pääsuuntaa vastustavan sekundääritrendin synnyttämä korjausliike. Tätä seuraa primääritrendin säilyminen ja vastustasoksi muodostuneen edellisen huipun muodostaman tason ylittyminen. Näin syntyy ensimmäinen hartiamuodostelma. Kun primääritrendi saavuttaa sen hetkisen uuden huippunsa, mutta korjautuu liikkeellä, joka laskee hinnan lähes samalle tasolle edellisen sekundääritrendin korjausliikkeen tason kanssa, syntyy kuviolle päämuodostelma. Jos tässä tilanteessa markkinat eivät saavuta uudeksi vastustasoksi muodostunutta primääritrendin huippua eli päätä, vaan suunta vaihtuu ja markkinat laskevat alle tukitason, syntyy toinen hartiakuvio. Näin syntynyt pää ja hartiat -kuvio antaa viitteitä primääritrendin suunnanmuutoksesta. (Pring 1985: 50; Murphy 1986: 107–108; Stewart 1987: 16; Lo ym. 2000: 1717; Dawson & Steeley 2003: 265, 267–268.)

Murphy (1986: 172–173) toteaa, että vaikka kuvioanalyysimenetelmiä voidaan toteuttaa suurimmalla osalla markkinoita, eivät kaikki kuviot välttämättä toteudu täysin samalla tavalla kaikilla markkinoilla. Jokaisella markkinalla on oma luonteensa, jonka mukaan hintataso muodostuu. Tämän vuoksi kuvioihin perustuvat analysointimenetelmät tulee optimoida kyseiselle markkinaa kuvaavalle indeksille sopivaksi. Tätä tukevat aikaisemmin esitetyt Lo'n ym. (2000), Dawsonin ja Steeleyn (2003) sekä Wangin ja Chanin (2007) tutkimustulokset, jotka osoittivat, että menetelmien tarjoama lisäarvo saattaa vaihdella markkina- ja menetelmäkohtaisesti.

3.2.4. Liukuvat keskiarvot

Arvopapereiden hinnanmuodostuksen hajonta voi lyhyellä aikavälillä olla erittäin voimakasta. Lyhyellä aikavälillä saattaa olla hankalaa havaita selkeää trendisuuntaa arvopaperin hintavaihtelujen ”kohinasta”. Liukuvien keskiarvojen avulla on mahdollista tasata kohinaa ja helpottaa alla olevan trendin havaitsemista. Tämän vuoksi liukuvia keskiarvoja kutsutaan trendin seuraajiksi (James 1968: 317–318; Murphy 1986: 235). Liukuvat keskiarvot jaetaan Pringin (1985: 89) mukaan yksinkertaisiin, painotettuihin ja eksponentiaalisiin liukuviin keskiarvoihin. Käytetyimpiä ovat yksinkertaiset liukuvat keskiarvot. Yksinkertainen liukuva keskiarvo aikasarjalle n -päivää lasketaan Wongin ym. (2003: 545) mukaan seuraavasti:

$$(10) \quad M_{t,n} = \frac{1}{n} \sum_{i=t-n+1}^t C_i,$$

tämä voidaan kirjoittaa myös muotoon

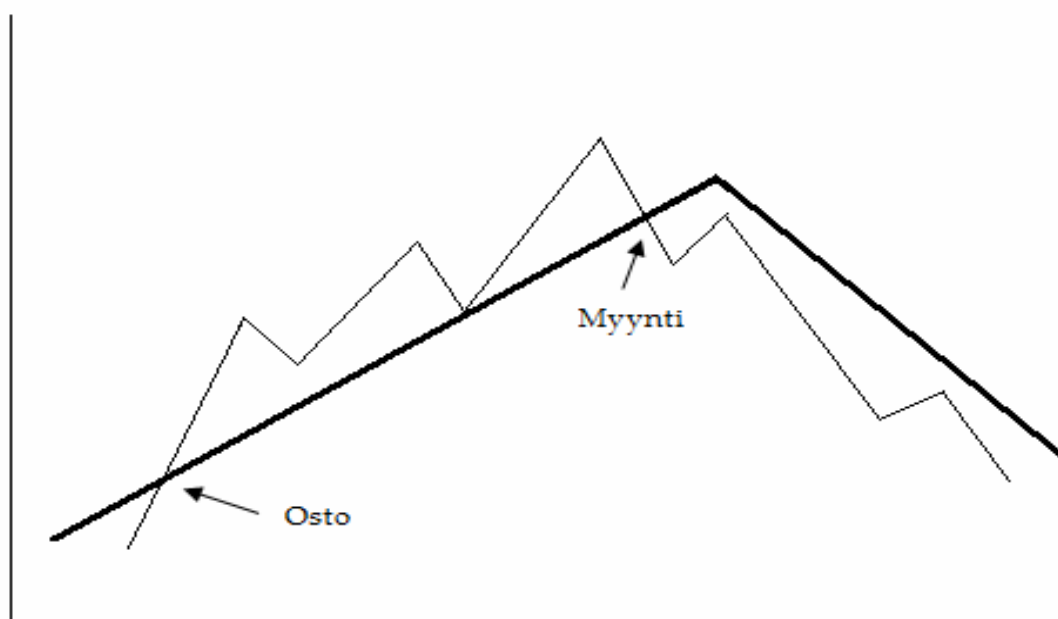
$$(11) \quad M_{t,n} = \frac{(C_t + C_{t-1} + \dots + C_{t-n+2} + C_{t-n+1})}{n},$$

missä $M_{t,n}$ on yksinkertainen liukuva keskiarvo n -päivälle aikavälillä t ja C_i on periodin i päätösarvo. Uusi arvo mukaan laskettaessa ensimmäinen eli vanhin arvo jää pois laskennasta. Näin keskiarvo liikuu eteenpäin. Yksinkertaisen liukuvan keskiarvon ongelma on kuten muissakin teknisen analyysin menetelmissä sen viive suhteessa todelliseen kaupankäyntiarvoon. Yksinkertaisessa liuku-

vassa keskiarvossa jokainen siihen laskettu kaupankäyntiarvo saa saman painotuksen. Usein väitetään, että markkinoiden edetessä viimeisimmillä muutoksilla on eniten vaikutusta hinnan muutokseen nykyhetkellä. Näin myös liukuvissa keskiarvoissa painotus pitäisi olla suurempi viimeisimmissä sen laskentaan sisällytetyissä arvoissa ja matalampi vanhemmissa arvoissa. (James 1968: 321; Pring 1985: 89; Murphy 1986: 235–238.)

Painotetuilla ja eksponentiaalisilla liukuvilla keskiarvoilla laskenta perustuu viimeisimpien laskennassa sisällä olevien arvojen painotukseen. Laskenta tapahtuu kuten yksinkertaisilla liukuvilla keskiarvoilla, mutta laskennassa mukana olevien arvojen paino vähenee joko lineaarisesti tai eksponentiaalisesti painottaen, mitä kauemmas viimeisestä arvosta mennään. Tällä pyritään nopeuttamaan strategian tuottaman osto- ja myyntisignaalin toteutumista suhteessa kohteena olevan arvopaperin hintaliikkeisiin. Arvojen nykyhetken painottaminen aiheuttaa kuitenkin ongelmia strategian hyödyntämisessä johtuen sen korkeasta reagoitiherkkyydestä. Kurssiheilahtelun myötä lineaarisesti ja eksponentiaalisesti painotettujen liukuvien keskiarvojen tuottamien virheellisten osto- ja myyntisignaalien määrä kasvaa. (James 1968: 320–321; Murphy 1986: 238–239.)

Liukuvia keskiarvoja voidaan laskea mille tahansa aikasarjalle. Kaupankäynnissä liukuvien keskiarvojen menetelmiä sovelletaan trendien taitekohtien havaitsemiseen. Brockin ym. (1992: 1735) mukaan liukuvilla keskiarvoilla ostosignaali seurattavalle indeksille tai osakkeelle saadaan, kun sen arvo nousee liukuvan keskiarvon yläpuolelle. Myyntisignaali saadaan päinvastaisessa tilanteessa. Tätä on havainnollistettu kuviossa 6.



Kuvio 6. Liukuvan keskiarvon antamat osto- ja myyntisignaalit.

Liukuville keskiarvoille voidaan laskea eri pituuksia. Lyhyt liukuva keskiarvo tuottaa kaupankäyntisignaaleja huomattavasti herkemmin kuin pitkä liukuva keskiarvo. Etuna tässä on nopea reagointi seurattavan arvopaperin hintaliikkeisiin. Toisaalta tämä tarkoittaa myös virheellisten signaalien määrän lisääntymistä. Pitkä liukuva keskiarvo reagoi maltillisemmin hintaliikkeisiin. Tämän ongelma taas on signaalien myöhästyminen trendin muuttumisen suhteen. Liukuvan keskiarvon pituuteen vaikuttaa kaupankäynnin pituus. Jos kaupankäynnissä pyritään hyötymään primääritrendin muutoksista, tulee liukuva keskiarvo asettaa maltilliseksi. Yleisesti käytettyjä ovat esimerkiksi 150 ja 200 päivän liukuvat keskiarvot. Mikäli strategian tarkoituksena on hyötyä tertiääritrendien muutoksista, tulee liukuva keskiarvo asettaa herkemmäksi hintamuutoksien suhteen. Voidaan siis todeta, että mitä lyhyemmistä trendimuutoksista halutaan hyötyä, sitä lyhyemmäksi tulee liukuva keskiarvokin asettaa. (James 1968: 320; Pring 1985: 92; Murphy 1986: 240; Brock ym. 1992: 1735–1736.)

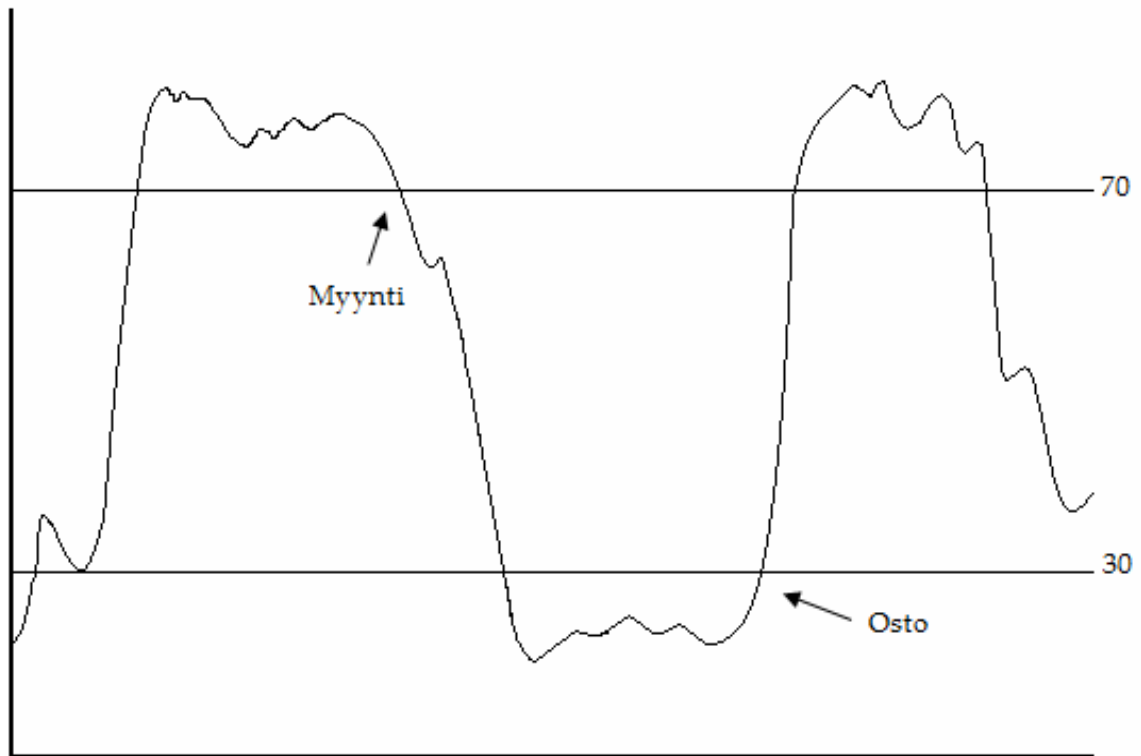
Liukuvia keskiarvoja voidaan käyttää yhdistelemällä pitkiä liukuvia keskiarvoja lyhyiden kanssa. Tällä menetelmällä strategia tuottaa kaupankäyntisignaalin lyhyen liukuvan keskiarvon ylittäessä pitkän liukuvan keskiarvon tason. Ostosignaali toteutuu, kun lyhyt liukuva keskiarvo nousee pitkän liukuvan kes-

kiarvon yläpuolelle. Myyntisignaali syntyy, kun lyhyt liukuva keskiarvo laskee pitkän liukuvan keskiarvon alapuolelle. Menetelmän etuna on kurssien ylilyöntien vaikutuksen vähentäminen kaupankäynnissä. Näin yhdistelemällä liukuvia keskiarvoja lyhyen aikavälin kohinasta johtuvien virhesignaalien määrä laskee. (Pring 1985: 95–97; Murphy 1986: 246–248; Stewart 1987: 95; Brock ym. 1992: 1735–1736.)

3.2.5. Oskillaattorianalyysi

Trendejä seuraavien menetelmien lisäksi teknisessä analyysissä pyritään analysoimaan trendin nopeita suunnanmuutoksia. Oskillaattorit ovat teknisen analyysin menetelmiä, jotka antavat informaatiota mahdollisista trendin suunnanmuutoksista. Ne kuvaavat sitä ovatko markkinat niin sanotusti yliostettuja tai ylimyytyjä. Markkinoiden ollessa sivuttaisliikkeessä oskillaattoreita käytetään trendiä seuraavien menetelmien tukena, jotta mahdollinen uuden trendin syntyminen voitaisiin havaita mahdollisimman aikaisin. (Pring 1985: 105–106; Murphy 1986: 275–276.)

Tavallisesti oskillaattorit ovat skaalattuja asteikolle -1– 1 tai 0–100. Perustapauksessa markkinat ovat ylimyydyssä tilassa, kun oskillaattori on alhaisessa ääripäässä tai alle 30. Oskillaattori antaa viitteitä yliostetusta tilasta, kun se saa arvoja ylimmässä ääripäässä tai tason 70 yläpuolella. Yliostettu ja ylimyyty tilanne tarkoittavat sitä, että seurattavan arvopaperin tai indeksin kurssi on noussut tai laskenut liian nopeasti, ja näin oletuksena on mahdollinen kurssin suunnanmuutos. Ostosignaali näillä raja-arvoilla saadaan, kun oskillaattorin arvo kohoaa tason 0 tai 30 yläpuolelle ja myyntisignaali, kun arvo laskee tason 0 tai 70 alapuolelle. Kuviossa 7. tätä on havainnollistettu oskillaattorikuvaajalla, jossa raja-arvot on asetettu 0–100 asteikolla tasoille 30 ja 70. (Murphy 1986: 290–292; Wong ym. 2003: 545–546.)



Kuvio 7. Oskillaattori ylimyydyn ja yliostetun tilan raja-arvoilla 30 ja 70.

Ehkä tunnetuin ja käytetyin oskillaattori on RSI eli suhteellinen voimaindeksi (Relative Strength Index), joka kertoo analysoitavan indeksiaikasarjan sisäisestä voimasta. Sen on kehittänyt J. Welles Wilder Jr. 1970-luvun lopulla Yhdysvalloissa. Murphyn (1986: 296) mukaan kaavamuodossa RSI voidaan lausua:

$$(12) \quad RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS}$$

Kaavassa RS kuvaa indeksin suhteellista voimakkuutta. Tämä lasketaan suhteuttamalla indeksissä sisällä olevien päivien positiivisten muutosten keskiarvot negatiivisten muutosten keskiarvoihin. Keskiarvot saadaan laskemalla summa sekä positiivista että negatiivisista päivämuutoksista ja jakamalla molemmat seurantajakson pituudella. (Murphy 1986: 296; Wong ym. 2003: 545–546.)

Toinen tunnettu oskillaattori on momentum. Se mittaa seurattavan indeksin tai osakkeen hintojen muutosnopeutta tietyllä aikavälillä. Momentumin laskenta perustuu viimeisimmän hinta-arvon ja määritetyn aikavälin etäisyydellä menneessä kurssiaikasarjassa olevan hinnan erotukseen. Kun sarja liukuu eteenpäin ja jokaiselle uudelle hinnalle lasketaan vastaava erotus, saadaan oskillaattori, joka liikkuu nollan molemmin puolin. Momentum lasketaan kaavalla:

$$(13) \quad M = C - C_t,$$

jossa M kuvaa saatua momentum arvoa, C seurattavan hinta-aikasarjan viimeistä arvoa ja C_t vastaavaa arvoa t päivää sitten. Mikäli viimeisin hinta on suurempi kuin seurantapituuden etäisyydellä oleva hinta, momentum saa positiivisen arvon ja päinvastoin. Näin kasvava momentum-lukema viittaa seurattavan osakkeen tai indeksin nousevaan trendiin. Laskeva momentum-arvo viittaa hinnan muutosnopeuden heikentymiseen ja osakkeen tai indeksin osalta laskevaan trendiin. Yksinkertaisimmassa strategiassa momentum antaa ostosignaalin kun oskillaattorin arvo nousee nollan yläpuolelle ja myyntisignaalin sen laskeessa nollan alapuolelle. (Murphy 1986: 277–280; Ylä-Kauttu 1989: 29.)

Kuten liukuvilla keskiarvoilla, myös oskillaattoreilla pituus tulee asettaa kohteen mukaan sopivaksi. Tässäkin seurantajakson pituus riippuu kaupankäynnin luonteesta. Mitä lyhyemmistä trendimuutoksista pyritään hyötymään, sitä lyhyempi tulee myös oskillaattorin pituuden olla. Ongelmana oskillaattorianalyysissä on sen trendiä seuraavan ominaisuuden puute. Tämän vuoksi oskillaattorin hyödyntämistä ilman trendiä seuraavaa komponenttia ei suositella. Pitkiä trendejä seurattaessa oskillaattoreiden signaalit syntyvät herkästi virheellisesti pitkien trendien pääsuuntaa vastaan. (Pring 1985: 114; Murphy 1986: 298, 311; Wong ym. 2003: 545.)

4. KAUPANKÄYNTISTRATEGIOIDEN EMPIIRINEN TUTKIMUS

Tässä luvussa tutkitaan teknisten kaupankäyntistrategioiden toimivuutta. Ensimmäisessä alaluvussa esitellään ja analysoidaan tutkittava aineisto. Tuottoaikasarjoille lasketaan tilastollisia tunnuslukuja, joilla on informaatioarvoa varsinaisen empiirisen testauksen kannalta. Tämän lisäksi esitellään tutkittavat sijoitusstrategiat sekä niiden avulla saavutettujen tuottojen merkitsevyyden testauksessa käytettävät tilastolliset menetelmät.

Toisessa alaluvussa suoritetaan indeksiaikasarjojen tuotoille normalisuustesti Kolmogorov-Smirnovin ei-parametrisella testillä. Tämän jälkeen suoritetaan varsinainen strategioiden testaus koko tutkittavalla ajanjaksolla. Tilastollinen testaus tehdään *t*-testi menetelmällä sekä Mann-Whitneyn ei-parametrisella testimenetelmällä. Tuottoaikasarjojen vaihtelu ajassa pyritään saamaan esiin jakamalla tutkimusajanjakso kahteen ala-ajanjaksoon. Strategioiden tuottoja laskettaessa otetaan huomioon kaupankäyntikustannukset koko tarkasteluajanjaksolta. Näin nähdään, mitkä voisivat olla maksimikaupankäyntikulut, mikäli strategioita hyödynnettäisiin käytännön sijoittamisessa. Maksimikustannukset B&H -strategiaa paremmin tuottaneille strategioille esitetään viidennessä alaluvussa. Lopuksi saaduista tuloksista tehdään yhteenveto.

4.1. Tutkimusaineisto ja tutkittavat menetelmät

Tutkimusaineistona käytetään maailman neljän suurimman kehittyvän osakemarkkinan Brasilian, Venäjän, Intian ja Kiinan pörssien pääindeksien aikasarjoja. Tutkimusaikaväli jokaisella tutkittavalla aikasarjalla on 29.3.1996–29.12.2006. Varsinainen tutkimusjakso alkaa 2.1.1997. Tutkittavien indeksien – Brasilian Sao Paolon pörssin BOVESPA, Venäjän pörssin RTS, Intian Mumbai pörssin BSE Sensitive ja Kiinan Hong Kongin pörssin Hang Seng – kaupankäyntipäivien päätöshintojen pistearvot on saatu Vaasan Yliopiston Laskentatoimen ja rahoituksen laitoksen tietokannoista. Tutkimusta varten päivittäiset tuotot on johdettu logaritmiseen muotoon.

Tilastollisessa tutkimuksessa tutkittaville aikasarjoille lasketaan tunnuslukuja kuvaamaan tutkittavan aineiston ominaisuuksia. Tunnusluvut voidaan jakaa sijainti- ja hajontalukuihin, sekä jakauman muotoa kuvaaviin vinouden ja hui-

pukkuuden tunnuslukuihin (Heikkilä 2001: 82–83). Indeksiaikasarjoille on taulukossa 1. laskettu havaintojen lukumäärän lisäksi logaritmisten päivätuottojen keskiarvo, tuottojen keskihajonta, tuottojakauman vinous ja vinouden keskivirhe, sekä tuottojakauman huipukkuus ja huipukkuuden keskivirhe.

Taulukko 1. Tilastollisia tunnuslukuja indeksiaikasarjoille.

	BOVESPA	RTS	BSE Sensitive	Hang Seng
Havaintojen lukumäärä N	2606	2606	2606	2606
Keskiarvo μ	0,0003092	0,0003767	0,0002421	0,0000689
Keskihajonta σ	0,0098358	0,0118577	0,0068733	0,0071909
Vinous	0,4320	-0,5223	-0,3519	0,1623
Vinouden keskivirhe	0,0480	0,0480	0,0480	0,0480
Huipukkuus	15,3702	6,5943	4,0789	12,0309
Huipukkuuden keskivirhe	0,0959	0,0959	0,0959	0,0959

Keskiarvolla tässä tapauksessa tarkoitetaan päivätuottojen aritmeettista keskiarvoa. Arvo saadaan jakamalla havaintojakson tuottojen summa tuottopäivien lukumäärällä. Keskihajonta kuvaa tuottojen hajontaa keskiarvonsa ympärillä. Arvo siis kuvaa käytännössä indeksin riskitasoa. Vinous ja huipukkuus ovat jakauman muotoa kuvaavia tunnuslukuja. Symmetrinen jakauma saa vinousarvon nolla. Mikäli arvo on negatiivinen, painottuu jakauman arvot vasemmalle, kun taas vinousarvon ollessa positiivinen arvot painottuvat oikealle. Huipukkuus ilmaisee jakauman huipun suhdetta normaalijakauman huippuun verrattuna. Normaalijakauman huipukkuus saa arvon nolla. Mikäli huipukkuuden arvo on negatiivinen, on jakauma matalampi tai useamman huipun omaava normaalijakaumaan verrattuna. Positiivinen huipukkuuden arvo kertoo huipun olevan normaalijakaumaa korkeampi. Vinous ja huipukkuusarvot ovat olennaisia tilastollista tutkimusta tehtäessä, koska monia menetelmiä voidaan soveltaa vain, jos tutkittava aineisto on normaalijakautunut. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että jakauma on lähes normaali, jos vinouden ja huipukkuuden suhde keskivirheisiin on -2 ja 2 välillä. Taulukossa 1. nähdään, että jakauman muotoa kuvaavat vinouden ja huipukkuuden tunnusluvut viittaavat jokaisen indeksiaikasarjan kohdalla poikkeamaan normaalijakaumasta. Tunnuslukujen suhde

niiden keskivirheisiin poikkeaa edellä mainituista raja-arvoista jokaisen indeksiaikasarjan kohdalla. (Heikkilä 2001: 83–88, 103; Gujarati 2003: 886–887.)

Taulukossa esitettyjen tunnuslukujen lisäksi tutkitaan indeksiaikasarjojen autokorrelaatiokertoimia. Autokorrelaatiokerrointestiä käytetään tutkittaessa markkinatehokkuuden heikkoja ehtoja. Autokorrelaatiokertoimet lasketaan eripituisille viiveille. Tässä kertoimet lasketaan 20 päivän viiveellä. Tämä vastaa noin kuukauden mittaista kaupankäyntijaksoa. Autokorrelaatiokertoimet ilmaisevat aikasarjassa tietyn viiveen päässä toisistaan olevien kurssimuutosten välistä korrelaatiota. Tässä tapauksessa autokorrelaation esiintyminen indeksiaikasarjassa tuottohavainnon μ_t ja esimerkiksi μ_{t-20} välillä kertoisi tuottojen olevan toisistaan riippuvia koko indeksiaikasarjassa viiveellä 20. Indeksiarikasarjojen autokorrelaatiokertoimet esitetään liitteissä (Liitteet 5, 6, 7 ja 8) ensimmäisessä differenssissä. Ensimmäisen differenssin muuntoa on käyttänyt tutkimuksessaan esimerkiksi Poshakwale (1996). Ensimmäisen differenssin autokorrelaation testaaminen on tehokasta epästationaarisillakin aikasarjoilla. Tämän vuoksi indeksiaikasarjojen tuotot testataan ensimmäisen differenssin pohjalta. Testit on suoritettu tilastollista SPSS analysointityökalua käyttäen. (Gujarati 2003: 448–449, 808–813; Poshakwale 1996: 613–614.)

Autokorrelaatiokertoimet osoittavat merkitsevää autokorrelaatiota BOVESPA-indeksiaikasarjassa neljällä viiveellä (1, 10, 12, 15). RTS-indeksiaikasarja viittaa autokorrelaatiokertoimien merkitsevyyteen kahdeksalla eri viiveellä (1, 5, 6, 10, 13, 14, 15, 18). Intian markkinoiden BSE Sensitive -indeksiaikasarjan autokorrelaatiokertoimet viittaavat merkitsevään autokorrelaatioon viidellä eri viiveellä (1, 2, 4, 16, 17). Kiinan Hang Seng -indeksiaikasarjan autokorrelaatiokertoimet osoittavat autokorrelaation olevan merkitsevää kuudella eri viiveellä (1, 2, 3, 4, 7, 13). Kaikkien aikasarjojen osalta saatiin näin ollen viitteitä aikasarjahavaintojen eli tuottojen välisestä riippuvuudesta. Tämä antaa viitteitä siitä, että aikasarjat eivät noudattaisi satunnaiskulkua, vaan sisältävät tuottojen välistä riippuvuutta ja näin markkinatehokkuuden heikot ehdot eivät olisi voimassa. Tulokset tukevat näiltä osin teknisten kaupankäyntimenetelmien hyödyntämistä.

Varsinaiset tekniset sijoitusstrategiat käsittävät 10 eri liukuvan keskiarvon yhdistelmää. Muiden muassa Brock ym. (1992) sekä Ratner ja Leal (1998) testasivat liukuvien keskiarvojen yhdistelmiä. Tutkimuksissa lyhyet liukuvat keskiarvot olivat 1, 2 ja 5 päivän liukuvat keskiarvot. Pitkinä liukuvina keskiarvoina käy-

tettiin 50, 150 ja 200 päivän liukuvia keskiarvoja. Yhdistelmät muodostettiin niin, että käytetyimmän 200 päivän liukuvan keskiarvon rinnalla käytettiin sekä varsinaista indeksiä eli 1 päivän liukuvaa keskiarvoa että 2 päivän liukuvaa keskiarvoa. 150 päivän liukuvan keskiarvon ohella lyhyenä liukuvana keskiarvona käytettiin sekä 1 päivän että 5 päivän liukuvaa keskiarvoa. 50 päivän liukuvan keskiarvon ohella käytettiin 1 päivän liukuvaa keskiarvoa. Tässä tutkimuksessa muodostetaan liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallit samoilla yhdistelmillä, jolloin tutkittavina ovat siis yhdistelmät. 1-200, 2-200, 1-150, 5-150 ja 1-50. Näiden lisäksi testataan yhdistelmiä, joissa pitkän liukuvan keskiarvon ympärille on asetettu 1 %:n varmistusväli. Tämän avulla mahdollistetaan niin sanottujen turhien kaupankäyntisignaalien karsiminen, kun lyhyt ja pitkä liukuva keskiarvo kulkevat lähellä toisiaan. Liukuvilla keskiarvoilla muodostettava kaupankäyntimalli – jatkossa liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallin lisäksi samaa asiaa kutsutaan myös liukuvien keskiarvojen strategiaksi – muotoutuu niin, että strategian antaessa ostosignaalin asetetaan pitkä positio indeksiin. Kun strategia antaa myyntisignaalin, indeksiä ei myydä pois, vaan otetaan lyhyt positio indeksistä. Näin siis tavoitellaan jatkuvaa absoluuttista tuottoa markkinan suunnasta riippumatta. Oletuksena on, että sijoitettaessa indeksiin voidaan indeksistä ottaa sekä pitkä että lyhyt positio, ja että kaupankäynti on mahdollista indeksien kaupankäyntipäivien päätösarvoilla ilman likviditeetiongelmia. Liukuvilla keskiarvoilla saadut strategian logaritmiset tuotot ovat kaavamudossa:

$$(14) \quad \mu_{strategia} = \frac{\sum_{t=1}^T r_t d_t}{T},$$

jossa T kuvaa kaupankäyntipäivien lukumäärää ja $r_t = \log(p_t / p_{t-1})$ on indeksin tuotto ajanhetkellä t . Arvo d_t määrittää strategialla muodostettavan markkina-position. Muuttuja saa arvon 1, kun liukuvien keskiarvojen muodostama kaupankäyntimalli antaa signaalin pitkästä positioista. Pitkä positio pidetään lyhyen liukuvan keskiarvon ylittäessä pitkän liukuvan keskiarvon tason. Näin saatava tuotto on indeksin antama tuotto. Mallin antaessa signaalin lyhyestä positioista muuttuja saa arvon -1. Lyhyt positio pidetään päivinä, jolloin lyhyt liukuva keskiarvo alittaa pitkän liukuvan keskiarvon tason. Lyhyen position tuotto on täten indeksituoton vastaluku. Signaali saadaan edellisen päivän arvojen perusteella, jolloin sen tarjoama informaatio on hyödynnettävissä seuraavana

päivänä. Näin ollen signaalissa on yhden päivän viive ja kaupankäyntipäivän positio määräytyy edellisen päivän informaation pohjalta. Aineiston tuottosarjat on laskettu Excel -taulukkolaskentaohjelmalla ja position laskentamallin esimerkkinä on käytetty Gencayn (1998: 251–252) esittämää muotoa rakentaa teknisen sijoitusstrategian kaupankäyntimalli. Liukuvilla keskiarvoilla saavutettujen tuottojen jakaumaa verrataan B&H -strategialla saavutetun indeksituoton tuottojakaumaan. Tilastollinen merkitsevyys testataan ensin yksisuuntaisella t -testillä:

$$(15) \quad t = \frac{\mu_{strategia} - \mu_{B\&H}}{\sqrt{\frac{\sigma_{strategia}^2}{N} - \frac{\sigma_{B\&H}^2}{N}}},$$

jossa $\mu_{strategia}$ ja $\mu_{B\&H}$ kuvaavat liukuvien keskiarvojen strategian ja B&H -strategian päivittäisiä tuottoja. $\sigma_{strategia}^2$ ja $\sigma_{B\&H}^2$ ovat vastaavien tuottojen varianssiarvoja kuvaavat symbolit. Esimerkiksi Brock ym. (1992) tutkimuksessa, testattiin tuottojen merkitsevyyttä myös t -testiä käyttäen. Testissä verrattiin kahden aikasarjan keskiarvoja keskenään ja näin arvioitiin poikkesivatko tuottojakaumat toisistaan. Tutkimustuloksia arvioitiin 5 %:n merkitsevyys- eli riskitasolla α . Tämä vastaa riskin suuruutta, että tutkittavat sarjat poikkeavat toisistaan sattumalta, mikäli nollahypoteesi hylätään. Toisin sanoen mitä pienempi merkitsevyystaso on, sitä merkitsevämpi on saatu tulos. Tuloksen sanotaan olevan merkitsevää 5 % merkitsevyystasolla ja tilastollisesti suuntaa antavaa 10 % merkitsevyystasolla. t -testin edellytyksenä on kuitenkin, että tutkittava muuttuja on normaalijakautunut. Mikäli strategia on tuottava ja tilastollisesti merkitsevää 5 % merkitsevyystasolla, todetaan että tuotot ovat epänormaalien suuria. Tämä viittaisi markkinoiden tehottomuuteen eivätkä markkinat täyttäisi tehokkuuden heikkoja ehtoja. (Heikkilä 2001: 224, 230, Ramanathan 1995: 101–103.)

Indeksisarjojen tunnusluvut viittaavat siihen, että tuotot eivät olisi normaalijakautuneita. Tästä johtuen tuottosarjat testataan Kolmogorov-Smirnovin ei-parametrisella testillä. Tämän avulla voidaan testata, onko poikkeama normaalijakaumasta tilastollisesti merkitsevää, eli poikkeako jakauma normaalijakaumasta niin, että esimerkiksi testit, jotka edellyttävät normaalijakautuneisuutta, eivät ole relevantteja tilastollisia analyysimenetelmiä. Testi suoritetaan tilastollisella SPSS-analysointityökalulla.

Tuottojen tilastollinen merkitsevyys testataan t -testin lisäksi ei-parametrisella Mann-Whitneyn -testillä. Testi on tehokas testattaessa vinoja ja huipukkaita jakaumia koska se ei edellytä aikasarjalta normaalijakautuneisuutta (Heikkilä 2001: 234). Myös tämä testi tehdään aikasarjoille hyödyntämällä tilastollista SPSS-analysointityökalua.

4.2. Indeksisarjojen tuottojen normalisuuden testaaminen

Indeksisarjojen tuottojen normaalijakautuneisuus testataan Kolmogorov-Smirnovin ei-parametrisella tilastollisella testimenetelmällä. Testin tulos tulkitaan niin, että 5 %:n merkitsevyystason alittavat merkitsevyysarvot kertovat poikkeamasta normaalijakaumasta. Siispä nollahypoteesi hylätään alle 5 %:n merkitsevyystasolla ja todetaan, että jakauma poikkeaa merkittävästi normaalijakaumasta. Taulukossa 2 ovat tulokset indeksisarjojen tuottojakaumien Kolmogorov-Smirnovin normalisuustestistä.

Taulukko 2. Kolmogorov-Smirnovin normalisuustestitulokset.

	BOVESPA	RTS	BSE Sensitive	Hang Seng
Havaintojen lukumäärä N	2606	2606	2606	2606
Keskiarvo μ	0,00030920	0,00037668	0,00024210	0,00006891
Keskihajonta σ	0,00983581	0,01185771	0,00687329	0,00719093
Kolmogorov-Smirnov Z	3,31857	4,65964	3,25492	4,44567
Merkitsevyys α	0,000	0,000	0,000	0,000

Taulukon tulokset osoittavat kaikilla indeksisarjoilla, että jakaumat poikkeavat merkittävästi normaalijakaumasta. Kaikkien indeksisarjojen Kolmogorov-Smirnov testitulokset jäävät alle 5 %:n. Tästä kertoo α -arvo, joka on nolla kaikilla indeksisarjoilla. Tuloksista voidaan päätellä, että tilastollisessa testauksessa tuottojen osalta tulisi käyttää tukena testimenetelmää, joka ei edellytä aikasarjalta normaalijakautuneisuutta.

4.3. Liukuvien keskiarvojen strategioiden testaus

Liukuvien keskiarvojen strategioiden tilastollinen testaus suoritetaan tuottojen osalta aikavälillä 2.1.1997–29.12.2006. Pisimmän 200 päivän liukuvan keskiarvon laskenta edellyttää laskentapäiviä ajanjaksoa edeltävältä ajalta. Tämän vuoksi aineisto alkaa indeksisarjojen osalta jo 29.3.1996. Liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallin päivätuottoja verrataan indeksistä koko tarkasteluperiodilta johdetun B&H -strategian tuottoon.

Luku on jaettu viiteen alalukuun, joissa esitetään tulokset jokaiselle indeksistä johdetulle liukuvien keskiarvojen strategialle. Luvut etenevät järjestyksessä niin, että ensin esitetään Brasilian BOVESPA-indeksistä johdettujen strategioiden tulokset. Tämän jälkeen esitetään Venäjän RTS-indeksistä, Intian BSE Sensitive -indeksistä ja Kiinan Hang Seng -indeksistä johdettujen strategioiden tulokset mainitussa järjestyksessä. Viimeisessä alaluvussa otetaan huomioon käytännön sijoittamisessa mukaan laskettavat kaupankäyntikustannukset. Alaluvussa on esitetty maksimikaupankäyntikustannukset kaikille liukuvien keskiarvojen strategioille.

4.3.1. Tulokset Brasilian BOVESPA-indeksistä johdetuilla strategioilla

Taulukossa 3. on esitetty strategioiden arvot Brasilian BOVESPA-indeksistä johdettuina. Taulukon ylimmällä rivillä sarake μ ilmaisee strategioiden keskimääräistä päivätuottoa. Sarake σ ilmaisee tuottojen keskihajontaa eli strategian volatilitteettitasoa. Sarakkeet N pitkä ja lyhyt positio ilmaisevat päivien määrät kyseisille positioille. Transaktioiden eli kauppojen määrä on esitetty sarakkeessa N transaktiot. Viimeisessä sarakkeessa on esitetty yksisuuntaisen t -testin, sekä ei-parametrisen Mann-Whitneyn testin antamat p -arvot strategioille. Vaakariiveillä nähdään kussakin strategiassa käytettyjen liukuvien keskiarvojen pituudet. Esimerkiksi rivillä 1-200 -strategiassa on käytetty 1 päivän liukuvaa keskiarvoa eli indeksiarvoa suhteessa 200 päivän liukuvaan keskiarvoon. 1 % -merkintä liukuvien keskiarvojen perässä tarkoittaa 1 %:n varmistusväliä pitkän liukuvan keskiarvon ympärillä.

Taulukko 3. Tulokset BOVESPA-indeksiainkasarjasta johdettuna.

STRATEGIA BOVESPA	μ	σ	N	N	N	α	
	tuotto	keskihajonta	pitkä positio	lyhyt positio	transaktio	t-testi	M-W
1-200	0,0000553	0,0098405	1732	874	92	0,176	0,165
1-200 1%	0,0000634	0,0098405	1742	864	48	0,184	0,198
2-200	0,0000423	0,0098406	1731	875	72	0,164	0,162
2-200 1%	0,0001040	0,0098401	1731	875	42	0,226	0,235
1-50	0,0002707	0,0098369	1581	1025	162	0,444	0,567
1-50 1%	0,0001949	0,0098387	1566	1040	104	0,338	0,355
1-150	0,0000501	0,0098405	1658	948	116	0,171	0,181
1-150 1%	0,0000682	0,0098404	1651	955	58	0,188	0,205
5-150	0,0001116	0,0098400	1660	946	46	0,234	0,283
5-150 1%	0,0001056	0,0098401	1661	945	28	0,228	0,302

Taulukossa nähdään, että liukuvien keskiarvojen muodostamien kaupankäyntimallien tuotot ovat olleet koko tarkasteluajanjaksolla B&H -strategiaa heikompi. Yksikään strategia ei ole saavuttanut keskimääräiseltä tuotoltaan B&H -strategian keskimääräistä tuottoa parempaa tuottoa koko tarkasteluperiodilla. Osalta koko tarkasteluperiodia 1-50 ja 1-50 1 % -strategiat ovat olleet indeksin B&H -strategiaan verrattuna tuoton osalta parempia. Tämä on nähtävissä liitteessä 1.

Strategioiden teho on heikentynyt vuoden 2004 alusta alkaen, jolloin indeksi on ollut sivuttaisliikkeessä ilman selkeää trendisuuntaa. Tästä johtuen strategioiden tuottotaso on laskenut huomattavasti indeksin B&H -strategiaan verrattuna. Sama suunta säilyy tarkastelujakson loppuun saakka, jolloin B&H -strategia osoittautuu parhaimpiakin liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimalleja tuottavammaksi. Riskitasoltaan strategiat ovat lähes samalla tasolla indeksin riskitason kanssa. Tuottojen keskihajonnassa ei ole strategioiden myötä syntynyt merkittävää muutosta. Pitkän ja lyhyen positioiden määrästä voidaan päätellä, että indeksi on noussut tarkastelujakson alusta sen loppuun. Tästä kertoo pitkän position päivien suurempi määrä lyhyen position vastaavaan verrattuna. Kuviosta nähdään myös koko tarkasteluajanjaksolla heikoimmin tuottanut liukuvien keskiarvojen strategia. 2-200 -strategian tuotto on tarkasteluajanjakson päättyessä selkeästi B&H -strategian tuottoa heikompi. Kyseisen strategian pidempi

liukuva keskiarvo liikkuu indeksin suhteen selkeästi myöhässä. Tästä johtuen lyhyet trendisuuntien muutokset sekä selkeitten pitkien trendien puute on johdannut siihen, että strategian tuotto on jäänyt selkeästi B&H -strategiaa heikommaksi. Tämä näkyy erityisesti tarkasteluajanjakson alkupuolella.

4.3.2. Tulokset Venäjän RTS-indeksistä johdetuilla strategioilla

Venäjän RTS-indeksistä johdettujen liukuvien keskiarvojen strategioiden tulokset ovat nähtävissä taulukossa 4. Venäjän osalta strategiat ovat olleet erittäin tuottavia B&H -strategiaan verrattuna. Matalin keskimääräinen päivätuotto on saavutettu 5-150 1 % -strategialla. Tässä tuottoero B&H -strategian keskimääräiseen päivätuottoon on noin puolitoistakertainen. Korkein keskimääräinen päivätuotto on saavutettu 1-50 -strategialla. Riskitaso keskihajonnan osalta on laskenut kaikkien strategioiden myötä B&H -strategiaa alhaisemmaksi. Matalin riskitaso on myös saavutettu 1-50 -strategialla. Pitkien positoiden määrä tarkasteluajanjaksolla on tässäkin selkeästi suurempi kuin lyhyiden positoiden. Tämä kertoo indeksin voimakkaasta noususta tarkasteluajanjakson aikana. Taulukosta voidaan havaita myös transaktioiden määrän kasvu strategian pidemmän liukuvan keskiarvon lyhentyessä. Tämä johtuu siitä, että lyhyt liukuva keskiarvo mukailee nopeammin indeksissä tapahtuvia muutoksia. Lyhyemmissä liukuvissa keskiarvoissa laskennassa mukanaolevien arvopäivien määrä on alhaisempi ja lähempänä nykyhetkeä kuin pidemmissä liukuvissa keskiarvoissa.

Taulukko 4. Tulokset RTS-indeksiaikasarjasta johdettuna.

STRATEGIA RTS	μ	σ	N	N	N	α	
	tuotto	keskihajonta	pitkä positio	lyhyt positio	transaktio	t-testi	M-W
1-200	0,0006205	0,0118474	1867	739	68	0,229	0,974
1-200 1%	0,0006297	0,0118470	1853	753	40	0,220	0,921
2-200	0,0006481	0,0118460	1870	736	50	0,204	0,959
2-200 1%	0,0005900	0,0118490	1849	757	30	0,258	0,857
1-50	0,0008950	0,0118299	1607	999	118	0,057	0,859
1-50 1%	0,0008239	0,0118350	1598	1008	74	0,086	0,979
1-150	0,0006429	0,0118463	1755	851	68	0,209	1,000
1-150 1%	0,0005908	0,0118188	1748	858	52	0,257	0,827
5-150	0,0006130	0,0118478	1759	847	34	0,236	0,801
5-150 1%	0,0005831	0,0118493	1744	862	30	0,265	0,730

Tilastollisen t -testin mukaan merkitseviä tuloksia ei saavuteta millään strategialla koko tarkasteluperiodilla. Tilastollisesti suuntaa antavia tuloksia saadaan 1-50 ja 1-50 1 % -strategioiden osalta. Ei-parametrisella Mann-Whitneyn testillä ei myöskään saavuteta tilastollisesti merkitseviä tuottoja. Tämä tukee t -testin antamia tuloksia. Näin ollen tulokset viittaavat siihen, että kyse ei ole epänormaaleista tuotoista. Tilastollisesti tuottoero johtuu sattumasta ja nollihypoteesi jää voimaan.

4.3.3. Tulokset Intian BSE Sensitive -indeksistä johdetuilla strategioilla

Intian markkinoiden BSE Sensitive -indeksistä johdettujen liukuvien keskiarvojen strategioiden tulokset ovat nähtävissä taulukossa 5. Intian markkinoilla strategioiden tuotot ovat vaihdelleet huomattavasti. Parhaiten ovat tuottaneet lyhyimpien liukuvien keskiarvojen strategiat. 1-50, 1-50 1 % ja 1-150 -strategiat ovat saavuttaneet B&H -strategiaa paremman keskimääräisen tuoton koko tarkasteluajanjaksolla. Muut strategiat eivät ole saavuttaneet B&H -strategiaa parempaa keskimääräistä tuottoa. Riskitaso kaikissa strategioissa on pysynyt kohdalaisen vakaana indekstitasoon verrattuna. Parhaiten tuottaneilla strategioilla riskitaso on hieman laskenut. Tässäkin pitkien positioiden määrä on kaikissa strategioissa suurempi kuin lyhyiden positioiden. Tästä voidaan huomata, että Intian markkinat ovat nousseet tarkasteluajanjakson alusta sen loppuun. Tilastollisten testimenetelmien mukaan B&H -strategiaa paremmin tuottaneiden strategioiden tuotot eivät ole kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä. Yksisuuntaisen t -testin antamat tulokset viittaavat siihen, etteivät tuotot ole epänormaaleja 5 %:n merkitsevyystasolla. Mann-Whitneyn testitulokset tukevat t -testin antamia tuloksia. Näin ollen kyse ei ole epänormaaleista tuotoista, vaan Intiankin osalta nollihypoteesi jää voimaan ja todetaan, että tuotot johtuvat tilastollisesta sattumasta.

Taulukko 5. Tulokset BSE Sensitive -indeksiaikasarjasta johdettuna.

STRATEGIA BSE Sensitive	μ	σ	N	N	N	α	
	tuotto	keskihajonta	pitkä positio	lyhyt positio	transaktio	t-testi	M-W
1-200	0,0001693	0,0068755	1627	979	61	0,351	0,285
1-200 1%	0,0001588	0,0068757	1628	978	33	0,331	0,230
2-200	0,0001763	0,0068753	1636	970	41	0,365	0,299
2-200 1%	0,0000841	0,0068770	1635	971	33	0,203	0,143
1-50	0,0003855	0,0068667	1549	1057	118	0,226	0,944
1-50 1%	0,0003269	0,0068698	1547	1059	68	0,328	0,660
1-150	0,0002548	0,0068728	1625	981	57	0,473	0,515
1-150 1%	0,0002070	0,0068744	1628	978	41	0,427	0,328
5-150	0,0002034	0,0068745	1620	986	31	0,419	0,255
5-150 1%	0,0001809	0,0068752	1620	986	25	0,374	0,218

Liitteestä 2. voidaan huomata, kuinka tarkasteluajanjakson alussa Intian markkinat ovat liikkuneet huomattavasti sivuttain ilman selkeää trendiä. 2000 vuoden alusta vuoden 2003 kevääseen markkinat ovat olleet teknologiaosakkeiden romahduksen myötä lievässä laskutrendissä. Tänä aikana lyhyiden liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallien lyhyet positiot ovat tuottaneet paremmin B&H -strategiaan verrattuna. Trendi ei ole ollut kuitenkaan tarpeeksi selkeä pidempien liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallien kannalta. Näin kyseisten strategioiden tuotot ovat jääneet selkeästi alle B&H -strategian tuoton. Liitteessä tämä nähdään heikoimmin tuottaneen 2-200 1 % -strategian kuvaajasta.

4.3.4. Tulokset Kiinan Hang Seng -indeksistä johdetuilla strategioilla

Kiinan Hang Seng -indeksistä johdettujen liukuvien keskiarvojen strategioiden tulokset on esitetty taulukossa 6. Kiinan osalta kaikkien strategioiden keskimääräiset tuotot ovat olleet parempia kuin B&H -strategian tuotot. Parhaiten strategioista ovat tuottaneet lyhyimpien liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallit. Parhaiten tuottaneen 1-50 -strategian keskimääräinen tuotto on ollut nelinkertainen B&H -strategiaan verrattuna. Heikoimminkin tuottanut 5-150 1 % -strategia on saavuttanut noin puolitoistakertaisen keskimääräisen tuoton B&H -strategiaan verrattuna. Vaikka tuottoerot ovat suuria liukuvien keskiarvojen

strategioiden ja B&H -strategian välillä, eivät ne ole tilastollisesti merkitseviä. Näin ollen tuottoerot johtuvat Kiinankin markkinoiden osalta tilastollisesti satumasta, eikä epänormaalin suurista tuotoista. Tätä tukevat sekä yksisuuntaisen *t*-testin että ei-parametrisen Mann-Whitneyn testin tulokset. Riskitaso kaikilla strategioilla on hiukan laskenut B&H -strategiaan verrattuna. Myös Hang Seng -indeksistä johdetuilla strategioilla on koko tarkasteluajanjaksolla pitkä positio ollut useammin kuin lyhyt positio. Suhde on kuitenkin pienempi kuin muilla edellä käsitellyillä markkinoilla. Tämä johtuu siitä, että Kiinassa tarkasteluajanjaksolla on ollut pitkiä laskutrendejä, joiden aikana strategioissa on ollut lyhyt positio.

Taulukko 6. Tulokset Hang Seng -indeksi-aikasarjasta johdettuna.

STRATEGIA	μ	σ	N	N	N	α	
	tuotto	keskihajonta	pitkä positio	lyhyt positio	transaktio	<i>t</i> -testi	M-W
Hang Seng							
1-200	0,0002106	0,0071882	1583	1023	48	0,238	0,269
1-200 1%	0,0002194	0,0071879	1587	1019	20	0,225	0,198
2-200	0,0002258	0,0071877	1582	1024	30	0,215	0,229
2-200 1%	0,0002158	0,0071880	1583	1023	18	0,230	0,225
1-50	0,0002778	0,0071859	1504	1102	146	0,147	0,331
1-50 1%	0,0002411	0,0071872	1535	1071	72	0,194	0,422
1-150	0,0001650	0,0071894	1517	1089	92	0,315	0,524
1-150 1%	0,0001202	0,0071903	1505	1101	40	0,398	0,668
5-150	0,0001240	0,0071902	1518	1088	46	0,391	0,707
5-150 1%	0,0001063	0,0071905	1503	1103	28	0,426	0,667

Markkinoiden liikkeet ovat selkeästi havaittavissa liitteessä 4. Tähän on otettu esimerkkinä B&H -strategian lisäksi kaksi parasta tuottoa saavuttanutta strategiaa ja heikoimman tuoton saavuttanut strategia. Transaktioiden määrä tässäkin kasvaa, kun liukuvan keskiarvon strategian pituus lyhenee.

4.3.5. Kaupankäyntikustannukset strategioille

Tutkimuksessa testattuja teknisiä sijoitusstrategioita hyödynnettäessä käytännön sijoittamisessa tulee ottaa huomioon osto- ja myyntisignaalien tuottamat positiomuutokset. Nämä osto- ja myyntitoimeksiannot aiheuttavat todellisilla

markkinoilla sijoittajalle kaupankäyntikustannuksia. Kaupankäyntikustannukset riippuvat usein arvopaperivälittäjästä sekä kaupan volyyymistä. Suuri volyyymi laskee yleensä kaupankäyntikustannuksia. Usein kustannukset ovat tietty prosenttiosuus kaupan kokonaisarvosta. Seuraavassa taulukossa on laskettu, kuinka suuret voisivat kaupankäyntikustannukset olla, jotta tuottavat tekniset sijoitusstrategiat olisivat edelleen kannattavia verrattuna B&H -strategiaan. Taulukon 7. arvot ilmaisevat maksimikaupankäyntikustannuksen prosenteissa. Kun kyseinen prosenttiosuus vähennetään jokaisessa toimeksiantotapahtumassa siihen asti kertyneestä tuotosta, saadaan tutkimusperiodin lopussa B&H -strategiaa vastaava tuotto. Näin ollen prosenttiosuutta suuremmat kustannukset olisivat vähentäneet B&H -strategiaa paremmin tuottaneiden liukuvien keskiarvojen strategioiden tuoton tarkasteluajanjakson lopussa alle B&H -strategian tuoton.

Taulukko 7. Maksimikaupankäyntikustannukset strategioilla.

Max. kaupankäyntikulut/ strategia	BOVESPA	RTS	BSE Sensitive	Hang Seng
1-200	-	0,0213	-	0,0176
1-200 1%	-	0,0372	-	0,0442
2-200	-	0,0320	-	0,0309
2-200 1%	-	0,0418	-	0,0478
1-50	-	0,0260	0,0073	0,0085
1-50 1%	-	0,0356	0,0075	0,0142
1-150	-	0,0232	0,0013	0,0062
1-150 1%	-	0,0244	-	0,0077
5-150	-	0,0408	-	0,0072
5-150 1%	-	0,0405	-	0,0080

BOVESPA-indeksistä johdetut strategiat ovat tuotoiltaan B&H -strategiaa heikompiä. Tämän vuoksi strategioille ei ole tarpeenmukaista laskea kaupankäyntikustannuksia, koska niiden tuotot laskisivat entisestään. Venäjän markkinoilla RTS-indeksistä johdettujen liukuvien keskiarvojen strategioiden osalta maksimikaupankäyntikulut on laskettu kaikille strategioille niiden ollessa B&H -strategiaa tuottavampia. Matalin maksimikustannusten raja on ollut 1-200 -strategialla. Kustannukset olisivat voineet olla enintään 2,13 %. Korkein raja, 4,18 %, on ollut 2-200 1% -strategialla. Sijoittajien voidaan hyvinkin olettaa pää-

sevän tämän suuruisiin kaupankäyntikustannuksiin. Intian BSE Sensitive -indeksistä johdetuista strategioista kolmella on saavutettu B&H -strategiaa parempi tuotto koko tarkasteluajanjaksolta. Matalin maksimikustannusten raja, 0,13 %, on ollut 1-150 -strategialla, kun korkein, 0,73 %, on ollut 1-50 -strategialla. Rajat ovat suhteellisen matalat verrattuna esimerkiksi Venäjän markkinoihin. Suurivolyymisten instituutiosijoittajien, kuten rahastojen, voidaan olettaa vielä pääsevän 0,5 % kustannuksiin. Hang Seng -indeksistä johdetuista strategioista kaikki ovat olleet tuotoiltaan B&H -strategiaa parempia. Matalin maksimikustannuksen raja 0,62 % on ollut 1-150 -strategialla. Korkein raja 4,78 % on ollut 2-200 1 % -strategialla. Instituutiosijoittajien voidaan näin olettaa saavuttavan B&H -strategiaa parempia tuottoja kaupankäyntikulut vähennettynä kaikilla strategioilla. 4,78 %:n raja on suhteellisen korkea kaupankäyntikustannusten taso. Matalavolyymisen piensijoittajankin voidaan olettaa pääsevän edullisempiin kaupankäyntikustannuksiin ja liukuvien keskiarvojen strategioiden myötä B&H -strategiaa parempiin tuottoihin koko tarkasteluajanjaksolla.

4.4. Ala-ajanjaksot

Koko tarkasteluajanjakso sisältää kaikilla tutkittavilla markkinoilla karkeasti kaksi erottuvaa vaihetta. Jakson alkuvaihe on jokaisella markkinalla suuntaa hakeva. Maailman osakemarkkinoilla vuonna 2000 alkanut teknologiaosakkeiden lama näkyy selkeästi Brasilian, Intian ja Kiinan indekseissä. Lasku jatkui vuoteen 2003 saakka, jonka jälkeen markkinat ovat olleet selkeästi nousevassa trendissä. Tämän vuoksi on perusteltua tutkia kuinka tämä jakautuneisuus ilmenee strategioiden tuottoaikasarjoissa.

Seuraavaksi markkinat on jaettu kahteen ala-ajanjaksoon 2.1.1997–31.12.2001 sekä 1.1.2002–29.12.2006. Tulokset esitetään taulukoissa samalla tavalla kuin tarkasteltaessa koko tutkittavaa ajanjaksoa. Ensin esitetään ala-ajanjakson B&H -strategian keskimääräinen tuotto ja keskihajonta. Tämän jälkeen esitetään kaikkien tutkittavien strategioiden tuotto ja keskihajonta, sekä tilastollisten menetelmien antamat tulokset. Taulukko sisältää jokaisella markkinalla molempien ala-ajanjaksojen strategioiden tulokset.

Taulukossa 8. BOVESPA-indeksin osalta nähdään selkeästi ajanjaksojen vaikutus tuotoissa. Ensimmäisellä ala-ajanjaksolla on kaksi liukuvan keskiarvon kaupankäyntimallia (1-50 ja 1-50 1 %), jotka saavuttavat paremman keskimääräisen tuoton verrattuna B&H -strategiaan. Toisella ala-ajanjaksolla strategioiden teho on heikentynyt ja kaikkien keskimääräinen tuotto on jäänyt selkeästi B&H -strategian alle. Tästä johtuen koko tarkasteluajanjakson tuotto liukuvien keskiarvojen strategioiden osalta ei ole saavuttanut B&H -strategian tuottotasoa. Riskitaso keskihajonnan osalta pysyy lähes samalla tasolla kaikilla strategioilla. Ensimmäisen ala-ajanjakson osalta voidaan kuitenkin havaita, että riski on laskenut B&H -strategiaa paremmin tuottaneiden liukuvien keskiarvojen strategioiden osalta. Tilastollisten testien jälkeen tuottavien liukuvien keskiarvojen strategioiden saavuttama tuottoero B&H -strategiaan verrattuna ei ole ollut tilastollisesti merkitsevää kummallakaan testimenetelmällä. Näin ollen tuottoero johtuu tilastollisesti sattumasta, eikä kyse ole epänormaaleista tuotoista. Nollahypoteesi jää voimaan.

Taulukko 8. Tulokset BOVESPA-indeksi-aikasarjasta ala-ajanjaksoille.

STRATEGIA	3.1.1997–31.12.2001				1.1.2002–29.12.2006			
	μ tuotto	σ keskihajonta	α p-arvo		μ tuotto	σ keskihajonta	α p-arvo	
BOVESPA			t-testi	M-W			t-testi	M-W
B&H	0,0002231	0,0118786			0,0003952	0,0072466		
1-200	0,0000931	0,0118803	0,390	0,598	0,0000176	0,0072574	0,092	0,146
1-200 1%	0,0000977	0,0118803	0,394	0,634	0,0000291	0,0072573	0,099	0,176
2-200	0,0000805	0,0118804	0,380	0,604	0,0000042	0,0072574	0,084	0,137
2-200 1%	0,0001892	0,0118791	0,471	0,766	0,0000189	0,0072574	0,093	0,160
1-50	0,0005034	0,0118700	0,274	0,517	0,0000383	0,0072573	0,105	0,108
1-50 1%	0,0003364	0,0118759	0,404	0,868	0,0000537	0,0072572	0,115	0,112
1-150	-0,0000578	0,0118805	0,273	0,385	0,0001578	0,0072557	0,202	0,318
1-150 1%	-0,0000445	0,0118806	0,283	0,416	0,0001808	0,0072552	0,225	0,339
5-150	0,0000117	0,0118806	0,325	0,525	0,0002113	0,0072543	0,259	0,387
5-150 1%	-0,0000362	0,0118806	0,289	0,459	0,0002472	0,0072532	0,301	0,496

RTS-indeksistä johdettujen liukuvien keskiarvojen strategioiden tuotot olivat koko tarkasteluajanjaksolla selkeästi B&H -strategiaa parempia. Jakamalla tarkastelu-periodi kahteen ala-ajanjaksoon voidaan havaita, että strategioiden tuottoero B&H -strategiaan verrattuna syntyy ensimmäisellä ala-ajanjaksolla. Tu-

lokset ovat nähtävissä taulukossa 9. Ensimmäisellä ala-ajanjaksolla heikoimmin tuottaneen 2-200 1 % -strategian tuotto on noin yhdeksänkertainen B&H -verrattuna. Parhaiten tuottaneen 1-50 -strategian tuotto on lähes neljätoistakertainen verrattuna B&H -strategiaan. Suuret tuottoerot syntyvät lokakuussa 1997 alkavassa osakemarkkinoiden jyrkässä laskussa, joka päättyy lokakuussa 1998. Trendi on niin selkeä ja jyrkkä, että teknisten strategioiden lyhyet positiot tekevät erittäin suuren tuottoeron B&H -strategiaan verrattuna. Ensimmäisellä ala-ajanjaksolla riskitaso on madaltunut kaikilla liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimalleilla. Toisella ala-ajanjaksolla riskitaso on hieman noussut 5-150 -strategiaa lukuun ottamatta. Ensimmäisen ala-ajanjakson tuotot ovat *t*-testin mukaan merkitseviä kolmella strategialla ja kuudella tilastollisesti suuntaa antavia. Tämä viittaa siihen, että *t*-testin mukaan osa strategioiden tuottoeroista B&H -strategiaan verrattuna olisi poikkeavan suuria ja mahdollisesti epänormaaleja. Tämä viittaa nollahypoteesin hylkäämiseen. Mann-Whitneyn testitulokset ovat kuitenkin ristiriidassa *t*-testin antamien tulosten kanssa. Ei-parametrisen testin tulokset puoltavat nollahypoteesia. Näin ollen kyse ei olisi epänormaaleista tuotoista.

Taulukko 9. Tulokset RTS-indeksi-aikasarjasta ala-ajanjaksoille.

STRATEGIA	3.1.1997–31.12.2001				1.1.2002–29.12.2006			
	μ RTS tuotto	σ keskihajonta	α p-arvo		μ tuotto	σ keskihajonta	α p-arvo	
			<i>t</i> -testi	M-W			<i>t</i> -testi	M-W
B&H	0,0000867	0,0148958			0,0006662	0,0077064		
1-200	0,0008793	0,0148701	0,087	0,271	0,0003621	0,0077267	0,157	0,169
1-200 1%	0,0008627	0,0148711	0,092	0,282	0,0003971	0,007725	0,187	0,214
2-200	0,0009354	0,0148667	0,073	0,275	0,0003611	0,0077268	0,156	0,183
2-200 1%	0,0008090	0,0148741	0,108	0,402	0,0003713	0,0077263	0,165	0,160
1-50	0,0012119	0,0148467	0,027	0,242	0,0005787	0,0077135	0,386	0,242
1-50 1%	0,0011517	0,0148515	0,034	0,229	0,0004967	0,0077192	0,287	0,143
1-150	0,0010150	0,0148614	0,056	0,206	0,0002713	0,0077304	0,096	0,104
1-150 1%	0,0008974	0,0148374	0,082	0,313	0,0002848	0,0076982	0,103	0,099
5-150	0,0010507	0,0148590	0,049	0,231	0,0001760	0,0077332	0,053	0,053
5-150 1%	0,0010240	0,0148608	0,054	0,260	0,0001429	0,0077339	0,042	0,048

BSE Sensitive -indeksistä johdettujen liukuvien keskiarvojen strategioiden tuotto on ollut parempaa ensimmäisellä ala-ajanjaksolla B&H -strategiaan. Tämä

ilmenee taulukosta 10. Intian markkinoilla keväästä 2000 vuoden 2001 loppuun saakka kestäneestä laskusta johtuen liukuvien keskiarvojen strategiat ovat lyhyiden positioiden myötä saavuttaneet B&H -strategiaa paremman keskimääräisen tuoton. Toisella ala-ajanjaksolla vain kahdella strategialla (1-50 ja 1-50 1 %) tuotto on ollut B&H -strategiaa parempi. Koko ajanjakson kestänyt markkinoiden voimakas nousutrendi ei ole tarjonnut B&H -strategiaa parempia tuottoja pisimmillä liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimalleilla. Lyhyet strategiat ovat kasvattaneet tuottoeroa mukaillemalla tehokkaasti jakson aikana tapahtuneita markkinoiden pääsuuntaa vastustavia korjausliikkeitä. Tämä ilmenee hyvin liitteestä 3. Riskitaso on laskenut ensimmäisellä ala-ajanjaksolla 1-200 -strategiaa lukuun ottamatta. Toisella ala-ajanjaksolla riskitason madaltuminen on saavutettu strategioilla, joilla on saavutettu B&H -strategiaa parempi tuotto. Tilastolliset testimenetelmät kuitenkin puoltavat nollahypoteesia niin, että mikään strategioiden tuotoista ei olisi ollut tilastollisesti merkitsevästi suurempaa. Näin teknisten strategioiden B&H -strategiaa paremmat tuotot johtuisivat satumasta.

Taulukko 10. Tulokset BSE Sensitive -indeksiainkasarjasta ala-ajanjaksoille.

STRATEGIA	3.1.1997–31.12.2001				1.1.2002–29.12.2006			
	μ tuotto	σ keskihajonta	α p-arvo		μ tuotto	σ keskihajonta	α p-arvo	
BSE Sensitive			t-testi	M-W			t-testi	M-W
B&H	0,0000038	0,0078549			0,0004800	0,0057211		
1-200	0,0000134	0,0078549	0,488	0,590	0,0003250	0,0057320	0,245	0,307
1-200 1%	0,0000828	0,0078544	0,399	0,727	0,0002347	0,0057364	0,137	0,151
2-200	0,0000621	0,0078546	0,425	0,678	0,0002903	0,0057338	0,199	0,267
2-200 1%	0,0000223	0,0078548	0,476	0,562	0,0001458	0,0057393	0,068	0,118
1-50	0,0002251	0,0078516	0,236	0,877	0,0005456	0,0057152	0,385	0,768
1-50 1%	0,0001151	0,0078540	0,359	0,784	0,0005383	0,0057159	0,397	0,711
1-150	0,0001388	0,0078536	0,331	0,910	0,0003707	0,0057292	0,313	0,389
1-150 1%	0,0001202	0,0078539	0,353	0,853	0,0002936	0,0057337	0,203	0,199
5-150	0,0001112	0,0078541	0,364	0,740	0,0002954	0,0057336	0,205	0,179
5-150 1%	0,0000884	0,0078544	0,392	0,695	0,0002733	0,0057347	0,178	0,154

Taulukossa 11. esitetään kahden ala-ajanjakson tulokset Kiinan markkinoiden osalta. Hang Seng -indeksistä johdetuilla teknisillä kaupankäyntistrategioilla ensimmäisen ajanjakson osalta kaikki liukuvien keskiarvojen strategiat tuottivat

B&H -strategiaa paremmin. Liitteestä 4. voidaan nähdä, että periodi alkoi indeksin osalta jyrkällä pudotuksella, joka kesti elokuuhun 1998 saakka. Ajanjakso sisälsi laskevaa primääritrendin suuntaa vastustavia nousevia sekundääritrendejä. Tämän tyyppisessä kaupankäyntiympäristössä lyhyiden liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallit olivat tuottavia. Koko ensimmäisen ala-ajanjakson osalta parhaiten tuottivat juuri 1-50 ja 1-50 1 % -strategiat. Myös pidempien liukuvien keskiarvojen strategiat tuottivat lyhyiden positioiden myötä B&H -strategiaa paremmin ensimmäisellä ala-ajanjaksolla. Ensimmäisen ala-ajanjakson lopulla teknologiaosakkeiden käynnistämä markkinoiden jyrkkä alamäki näkyi liukuvien keskiarvojen strategioiden korkeina tuottoina.

Taulukko 11. Tulokset Hang Seng -indeksi-aikasarjasta ala-ajanjaksoille.

STRATEGIA	3.1.1997–31.12.2001				1.1.2002–29.12.2006			
	μ tuotto	σ keskihajonta	α p-arvo		μ tuotto	σ keskihajonta	α p-arvo	
Hang Seng			t-testi	M-W			t-testi	M-W
B&H	-0,0000491	0,0092405			0,0001867	0,0042539		
1-200	0,0002442	0,0092374	0,209	0,235	0,0001770	0,0042543	0,477	0,695
1-200 1%	0,0002243	0,0092379	0,225	0,243	0,0002145	0,0042525	0,434	0,469
2-200	0,0002557	0,0092371	0,200	0,229	0,0001959	0,0042535	0,478	0,582
2-200 1%	0,0002256	0,0092379	0,224	0,260	0,0002059	0,0042530	0,454	0,500
1-50	0,0003415	0,0092343	0,140	0,285	0,0002142	0,0042526	0,434	0,778
1-50 1%	0,0003169	0,0092352	0,156	0,304	0,0001654	0,0042547	0,449	0,952
1-150	0,0001755	0,0092390	0,268	0,427	0,0001546	0,0042552	0,424	0,905
1-150 1%	0,0001013	0,0092401	0,339	0,573	0,0001391	0,0042557	0,388	0,933
5-150	0,0001211	0,0092399	0,319	0,586	0,0001269	0,0042561	0,360	0,970
5-150 1%	0,0000884	0,0092402	0,352	0,532	0,0001242	0,0042562	0,354	0,979

Tarkasteltavat kaupankäyntimallit ovat selkeän laskevan trendin myötä olleet erittäin tuottavia B&H -strategiaan verrattuna. Strategioiden riskitaso on kaikkien kaupankäyntimallien osalta B&H -strategiaa matalampi. Toisen ala-ajanjakson osalta neljällä strategialla keskimääräinen tuotto on ollut B&H -strategiaa suurempi. Riskitaso on tässäkin madaltunut kaikkien B&H -strategiaa paremmin tuottaneiden liukuvien keskiarvojen strategioiden osalta. Tilastollisesti tarkasteltuna kummallakaan ala-ajanjaksolla saavutetut tuotot eivät ole olleet merkitseviä. Näin ollen nollahypoteesi jää voimaan ja tuotot johdetaan tilastollisesti sattumasta.

4.5. Yhteenveto

Tutkielman empiriaosassa on testattu teknisten kaupankäyntistrategioiden toimivuutta maailman neljän suurimman kehittyvän osakemarkkinan Brasilian, Venäjän, Intian ja Kiinan pörssien pääindeksien aikasarjoilla. Strategioiden saavuttamia tuottoja verrattiin kyseisten markkinoiden pääindeksien B&H -strategian saavuttamiin tuottoihin. Teknisinä kaupankäyntistrategioina käytettiin liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimalleja kymmenellä eri liukuvan keskiarvon yhdistelmällä. Tutkimusaikavälinä jokaisella tutkittavalla aikasarjalla oli 29.3.1996–29.12.2006. Koska pisimmän (200 päivän) liukuvan keskiarvon laskenta edellytti laskentapäiviä ajanjaksoa edeltävältä ajalta, varsinainen tutkimusjakso alkoi 2.1.1997. Oletuksena strategioiden testauksessa oli, että sijoitettaessa indeksiin voitiin siitä ottaa sekä pitkä että lyhyt positio, ja että kaupankäynti oli mahdollista indeksien kaupankäyntipäivien päätösarvoilla ilman likviditeettiongelmia.

Luvun aluksi indeksien tuottoaikasarjoille laskettiin tilastolliset jakaumatunnusluvut, jotta saatiin selvitettyä onko niiden antaman informaation pohjalta perusteltua testata teknisiä kaupankäyntistrategioita. Tunnuslukujen perusteella testattiin aluksi jokaisen indeksiaikasarjan tuottojakauman normaalisuus. Kolmogorov-Smirnovin ei-parametrisen tilastollisen testimenetelmän antamat tulokset osoittivat tuottojakaumien muodon poikkeavan merkitsevästi normaalijakaumasta. Normaalisuustestin lisäksi laskettiin indeksiaikasarjoille autokorrelaatiokertoimet. Tämän tarkoituksena oli saada selville aikasarjoissa tietyn viiveen päässä toisistaan olevien kurssimuutosten välinen korrelaatio. Kaikkien indeksiaikasarjojen osalta saatiin viitteitä aikasarjahavaintojen eli tuottojen välisestä riippuvuudesta. Tulokset tukivat osaltaan teknisten kaupankäyntimenetelmien tutkimista.

Varsinainen teknisten kaupankäyntistrategioiden testaaminen suoritettiin ensin koko tutkimusajanjakson osalta. Teknisillä kaupankäyntistrategioilla saavutettiin B&H -strategiaa parempia tuottoja kaikkien liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallien osalta Venäjän ja Kiinan markkinoilla. Intian markkinoilla kymmenestä strategiasta kolme oli B&H -strategiaa tuottavampia. Brasiliassa strategioiden tuotot jäivät B&H -strategia tuottojen alle kaikilla strategioilla. *t*-testin ja ei-parametrisen Mann-Whitneyn testin antamat tulokset tuottojen tilastollisesta merkitsevyydestä puolsivat tilastollista nollahypoteesia. Testien an-

tamien tulosten mukaan tuottoerot johtuivat sattumasta kaikilla strategioilla. Koko tutkimusajanjaksolla Venäjän RTS-indeksiaikasarjasta johdetuilla strategioilla saavutettiin *t*-testin mukaan tilastollisesti suuntaa antavia tuloksia (10 %:n merkitsevyystasolla) kahdella kaupankäyntimallilla.

Tämän jälkeen strategioiden tuottoihin otettiin mukaan kaupankäyntikustannukset. Näin saatiin selvitetyksi, kuinka suurilla kaupankäyntikustannuksilla teknisten kaupankäyntistrategioiden tuotot olisivat olleet edelleen B&H -strategian tuottoa vastaavia. Brasilian markkinoille ei laskettu kaupankäyntikustannuksia lainkaan, koska kaikkien strategioiden tuotot jäivät alle B&H -strategian tuoton. Venäjän markkinoilla maksimikustannukset olivat strategioilla 2,13–4,18 %, Intiassa 0,13–0,73 % ja Kiinassa 0,62–4,78 %. Instituutiosijoittajien voitiin hyvinkin olettaa saavuttavan näitä vastaavat kaupankäyntikustannusten tasot. Näin ne tekniset kaupankäyntistrategiat, jotka tuottivat koko tutkimusajanjaksolla B&H -strategiaa paremmin, olisivat olleet B&H -strategiaa huomattavasti tuottavampia myös kaupankäyntikustannukset huomioon ottaen. Matalavolyymisen piensijoittajankin voitiin olettaa pääsevän edullisempiin kaupankäyntikustannuksiin ja liukuvien keskiarvojen strategioiden myötä B&H -strategiaa parempiin tuottoihin koko tarkasteluajanjaksolla useimmilla B&H -strategiaa paremmin tuottaneilla teknisillä kaupankäyntimalleilla.

Lisäksi tutkittiin teknisten kaupankäyntistrategioiden tuottoja jakamalla koko tutkimusperiodi kahteen ala-ajanjaksoon. Tulosten mukaan ensimmäisellä ala-ajanjaksolla tekniset kaupankäyntistrategiat tuottivat B&H -strategiaa paremmin Venäjän, Intian ja Kiinan markkinoilla kaikilla strategioilla. Brasiliassa tuotot olivat parempia kahdella kaupankäyntimallilla. Tilastollista merkitsevyyttä löytyi kolmella teknisellä kaupankäyntistrategialla Venäjän markkinoilla *t*-testillä mitaten. Tilastollisesti suuntaa antavia tuloksia saavutettiin kuudella kaupankäyntistrategialla. Toisella ala-ajanjaksolla tuotot tasaantuivat markkinoiden kääntynyt primääritrendin osalta voimakkaaseen nousuun. Voimakkaassa nousutrendissä kaupankäyntimallit eivät saavuttaneet B&H -strategiaa parempia tuottoja kuin Intian ja Kiinan markkinoilla. BSE Sensitive -indeksistä johdetuista kaupankäyntistrategioista kaksi lyhyintä liukuvan keskiarvon strategiaa ja Hang Seng -indeksistä johdetuista strategioista neljä tuottivat B&H -strategiaa paremmin. Yleisesti voitiin havaita, että primääritrendin ollessa voimakkaasti nouseva, vain lyhyimmät liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallit saattoivat tuottaa paremmin kuin B&H -strategia. Pitkien liukuvien keskiarvojen kaupankäyntimallit tuottivat indeksiä paremmin toisella ala-ajanjaksolla

vain Hang Seng -indeksistä johdetuilla kolmella eri yhdistelmällä. Toisella alajanjaksolla teknisten kaupankäyntistrategioiden tuotot eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä.

Laajaa markkinoiden tehottomuutta ei tutkimuksessa pystytty tilastollisesti todistamaan merkitseviä ylimääräisiä tuottoja saavuttaneiden kaupankäyntistrategioiden määrän jäätyä suhteellisen vähäiseksi. Vastaaventyypisiin tuloksiin päätyivät esimerkiksi Ratner ja Leal (1998), joiden tutkimuksessa liukuvien keskiarvojen strategiat eivät tuottaneet laaja-alaisesti lisäarvoa kehittyvillä markkinoilla tutkimallaan aikavälillä. Gunasekaragen ja Powerin (2001) tutkimuksessa testatuista strategioista tulokset olivat vastaavia tässä tutkimuksessa saatujen tulosten kanssa liukuvien keskiarvojen strategioiden pituuden osalta. Heidän tutkimuksessa todettiin myös lyhyen 1–50 -strategian saavuttaneen strategioista parhaita tuloksia. Näin tässä tutkielmassa saadut tulokset ovat linjassa aikaisempien tutkimusten tulosten kanssa. Tulokset osoittivat teknisten kaupankäyntistrategioiden tarjonnan markkinoita ennakoivia ominaisuuksia, mutta laaja-alaisesti epänormaalin suuriin tuottoihin ei tutkimuskohteena olleista indeksiaikasarjoista johdetuilla kaupankäyntistrategioilla päästy.

5. LOPPUPÄÄTELMÄT

Tutkielman aiheena oli testata teknisten kaupankäyntistrategioiden toimivuutta kehittyvillä markkinoilla. Tekniset kaupankäyntistrategiat perustuvat menneen markkinainformaation pohjalta rakennettavaan kaupankäyntimalliin. Markkinainformaatiota tutkimalla pyritään havaitsemaan kurssikehityksen pääsuuntia eli trendejä. Tämä tapahtuu mennyttä kurssikehitystä ja vaihdon määrää analysoimalla. Työkaluina näiden muutosten tutkimiseen käytetään erilaisia teknisiä indikaattoreita ja kurssigraafeja. Tunnetuimpia ovat erityyppiset liukuvat keskiarvot.

Tekninen analyysi on ristiriidassa tehokkaiden markkinoiden käsitteen kanssa. Markkinatehokkuuden käsite jaetaan kolmeen osaan: markkinatehokkuuden heikot, keskivahvat ja vahvat ehdot. Tehokkuuden heikot ehdot täyttävillä markkinoilla kaikki mennyt markkinainformaatio, kuten arvopaperin hintakehitys, kaupan volyymi tai lyhyet korot sisältyvät arvopaperin hinnoitteluun. Tehokkailla markkinoilla hintojen sanotaan heijastavan kaikkea arvopaperiin liittyvää informaatiota. Näin menneen markkinainformaation tutkiminen ei siis mahdollistaisi epänormaalin suuria voittomahdollisuuksia. Tästä johtuen esimerkiksi tekniset kaupankäyntistrategiat ovat tehokkaiden markkinoiden teorian mukaan hyödyttömiä.

Teknisiä kaupankäyntistrategioita on tutkittu laajasti rahoituksen teoriassa. Tutkimusten tulokset ovat ristiriidassa keskenään. Osassa tutkielmassa käsitellyistä aikaisempien tutkimusten tuloksista havaittiin teknisistä menetelmistä olevan suurta hyötyä sijoitustoiminnassa, kun taas osassa menetelmien todettiin tuottavan sijoitusprosessissa lisäarvoa, mutta ei niin sanottuja ylimääräisiä tuottoja. Esimerkiksi Brock ym. (1992) saivat teknisiä menetelmiä tukevia tuloksia Yhdysvaltain markkinoilla. Heidän tutkimusmenetelmiä sovellettiin sittemmin usealla eri markkinalla ja aikaperiodilla. Hudsonin ym. (1996) mukaan Lontoon pörssin aineistolla tehdyn tutkimuksen tulokset osoittivat menetelmillä olevan ennakoitukykyä, mutta kaupankäyntikustannukset huomioiden menetelmät eivät olisi olleet suoraan sovellettavissa käytäntöön. Bokharin ym. (2005) saamat tulokset samalta markkinalta, uudempaa aineistoa käyttämällä, eivät osoittaneet teknisillä menetelmillä olevan lisäarvoa sijoitusprosessissa ja markkinatehokkuuden heikkojen ehtojen todettiin olleen voimassa. Aikaisemmista tutkimuksista voidaan todeta, että teknisten strategioiden tehokkuus on

tutkimusten osoittamien tulosten mukaan yleisesti ottaen heikentynyt maailman teknologisoitumisen ja globalisoitumisen myötä. Tutkimusten tulokset ovat olleet teknisiä strategioita tukevia voimakasta teknologisoitumista edeltävän aikakauden tutkimusaineistolla tarkasteltuna. Teknologisoitumisen myötä erityisesti kehittyneiden markkinoiden voidaan todeta tehostuneen. Tämä johtuu todennäköisesti tiedonkulun voimakkaasta nopeutumisesta. Toisella puolella maapalloa sattunut arvopaperia koskettava tapahtuma on nykyisin saatavissa reaaliajassa käyttöön toisella puolella maapalloa. Markkinoita koskevan lainsäädännön kehittyminen ja talouden voimakas integroituminen ovat myös vaikuttaneet osaltaan markkinoiden tehostumiseen. Viime vuosikymmenien ajalta tehdyissä tutkimuksissa teknisiä strategioita tukeneet tutkimustulokset ovat peräisin erityisesti kehittyviltä markkinoilta. Tämä johtuu erittäin todennäköisesti perinteisistä kehittyvien ja kehittyneiden markkinoiden eroista (Lainsäädäntö, infrastruktuuri, kulttuuriset tekijät, yhteiskuntaluokkaerot, korruptio jne.). Kehittyneiden markkinoiden tutkimustulokset ovat osoittaneet menetelmällä olevan markkinoita ennakoivia, mutta ei enää niin sanottuja epänormaaleja tuottoja tarjoavia ominaisuuksia.

Tutkielman teoriaosassa perehdyttiin tehokkaiden markkinoiden käsitteen osalta arvopaperin hinnanmuodostumisprosessiin tehokkailla markkinoilla, markkinatehokkuuden kolmijakoon ja keskeisimpiin tehokkaita markkinoita kuvaaviin matemaattisiin malleihin. Markkinatehokkuuden kolmijaon heikot ehdot täyttävillä markkinoilla kaikki mennyt markkinainformaatio heijastuu arvopaperin hinnassa. Tutkimuksen perusasetelma oli juuri tutkia teknisten kaupankäyntistrategioiden kautta markkinatehokkuuden heikkojen ehtojen toteutumista. Teknisen analyysin osalta tutustuttiin aluksi teknisen analyysin oletuksiin ja ehtoihin. Tämän jälkeen perehdyttiin teorioihin, jotka ovat teknisen analyysin perustana. Lopuksi käytiin läpi keskeisimpiä teknisen analyysin menetelmiä ja työkaluja.

Tutkimuksen empiirisessä osassa testattiin, toteutuvatko markkinatehokkuuden heikot ehdot näissä niin kutsutuissa BRIC-maissa (Brazil, Russia, India, China) ja onko näillä markkinoilla mahdollista saavuttaa epänormaaleja tuottoja teknisiä kaupankäyntistrategioita hyödyntämällä verrattuna B&H -strategiaan. Tutkimusaineisto koostui maailman neljän suurimman kehittyvän osakemarkkinan Brasilian, Venäjän, Intian ja Kiinan pörssien pääindeksien aikasarjoista. Tutkimusaikaväli jokaisella tutkittavalla aikasarjalla oli 29.3.1996–

29.12.2006. Varsinainen tutkimusjakso alkoi kuitenkin 2.1.1997., koska pisimmän 200 päivän liukuvan keskiarvon laskenta edellytti laskentapäiviä myös varsinaista tutkimusajanjaksoa edeltävältä ajalta.

Strategioiden testaamisessa käytettiin kymmenen eri liukuvan keskiarvon yhdistelmistä muodostettavia kaupankäyntimalleja. Indeksiaikasarjoista tehtyjen tilastollisten testien jälkeen testattiin liukuvien keskiarvojen strategioiden tuotot koko tutkimusajanjaksolta jokaisella markkinalla. Koko tutkimusajanjakson osalta strategiat tuottivat B&H -strategiaa paremmin Venäjän ja Kiinan markkinoilla kaikilla strategioilla. Intian osalta B&H -strategiaa paremmin tuotti kolme liukuvan keskiarvon strategiaa, kun Brasilian osalta teknisten strategioiden tuotot olivat B&H -strategiaa matalampia kaikilla yhdistelmillä. Tilastollista merkittävyyttä B&H -strategioita paremmin tuottaneiden teknisten strategioiden osalta ei kuitenkaan löytynyt. Venäjän markkinoilla kolmella menetelmällä saavutetut B&H -strategiaa paremmat tuotot olivat tilastollisesti suuntaa antavia.

Tutkimusaineisto jaettiin kahteen ala-ajanjaksoon, jotta saatiin aikasarjojen ajanjaksojen eroavaisuudet ja strategioiden toimivuus erilaisessa markkinaympäristössä eri ajanjaksolla esiin. Ensimmäisellä ala-ajanjaksolla nähtiin kaikilla markkinoilla voimakasta arvon heilahtelua. Ensimmäisen ala-ajanjakson osalta tekniset kaupankäyntistrategiat olivat B&H -strategiaa tuottavampia kaikilla markkinoilla Brasiliaa lukuun ottamatta. Brasilian osalta strategiat olivat tuottavampia kahdella kaupankäyntimallilla. Toisella ala-ajanjaksolla markkinoiden suunta oli primääritrendin osalta yleisesti voimakkaasti nouseva. Tästä johtuen strategioiden tuotot heikkenivät B&H -strategiaan verrattuna kaikilla markkinoilla. Tilastollisesti merkitseviä tuottoja saavutettiin ensimmäisellä ala-ajanjaksolla kolmella RTS-indeksistä johdetulla strategialla. Tilastollisesti suuntaa antavia tuloksia saavutettiin kuudella strategialla. Toisella ala-ajanjaksolla teknisten kaupankäyntistrategioiden tuotot eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä millään markkinoilla. Tuloksista voidaan päätellä strategioiden toimivan yleisesti ottaen paremmin tilanteessa, jossa markkinat ovat primääritrendin osalta selkeästi laskevia, tai kun primääritrendi sisältää voimakkaita pääsuuntaa vastustavia sekundääritrendejä. Markkinatehokkuuden näkökulmasta markkinatehokkuuden heikkojen ehtojen voidaan todeta olleen voimassa koko tutkimusajanjakso huomioiden, eikä markkinatehokkuuden heikkoja ehtoja voida tulosten perusteella kumota. Jaettaessa tutkimusaineisto ala-ajanjaksoihin havaittiin strategioiden tehokkuuden parantuvan ja voitiin osoit-

taa menetelmien tarjoavan markkinoita ennakoivia ominaisuuksia. Laaja-alaista markkinoiden tehottomuutta ei kuitenkaan edelleenkään voitu osoittaa. Tulosten perusteella tekniset menetelmät antavat lisäarvoa käytännön sijoitusproses-
sissa ja ne ovat hyvä lisä markkinoiden analysointiin.

Jatkotutkimuksen kannalta olisi mielenkiintoista tutkia aikakausien merkitystä tarkemmin kyseisillä markkinoilla. Millä tavalla strategioiden tuotot muuttuvat eri aikakausina ja sisältävätkö markkinat markkinatehokkuuden kannalta selkeitä tehokkaita ja tehottomia periodeja, jotka heijastuvat teknisten strategioiden epänormaalin suurina tuottoina? Toinen jatkotutkimuksen kannalta mielenkiintoinen selvittettävä asia on, millä tavalla strategioiden tehokkuus muuttuu, kun tutkimusaineisto jaetaan positiivisten tuottojen ja negatiivisten tuottojen jaksoihin? Näin olisi mahdollista havaita heijastuvatko markkinoiden primääritrendin laskevat ja nousevat jaksot suoraan strategioiden tuotoissa.

LÄHDELUETTELO

- Blume, L., D. Easley & M. O'Hara (1994). Market Statistics and Technical Analysis. The Role of Volume. *The Journal of Finance*. 49: 1, 153–181.
- Bodie, Z., A. Kane & A. J. Marcus (2005). *Investments*. 6. Painos. Singapore: McGraw-Hill Companies Inc.
- Bokhari, J., C. Cai, R. Hudson & K. Keasey (2005). The predictive ability and profitability of technical trading rules: does company size matter? *Economic Letters*. 86, 21–27.
- Brock, W., J. Lakonishok & B. LeBaron (1992). Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns, *The Journal of Finance*. 47:5, 1731–1764.
- Campbell, J. Y., S. J. Grossman & J. Wang (1993). Trading Volume and Serial Correlation in Stock Returns. *The Quarterly Journal of Economics*. 108: 4, 905–939.
- Campbell, J. Y., A. W. Lo & A. C. MacKinlay (1997). *The Econometrics of Financial Markets*. 2. Painos. Princeton: Princeton University Press.
- Chan, K., A. Hameed & W. Tong (2000). Profitability of Momentum Strategies in the International Equity Markets. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 35: 2, 153–172.
- Conrad, J. & G. Kaul (1998). An Anatomy of Trading Strategies. *The Review of Financial Studies*. 11: 3, 489–519.
- Cuthbertson, K. & D. Nitzsche (2005). *Quantitative Financial Economics*. 2. Painos. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Dawson, E. R. & J. M. Steeley (2003). On the Existence of Visual Technical Patterns in the UK Stock Market. *Journal of Business Finance & Accounting*. 30, 263–293.

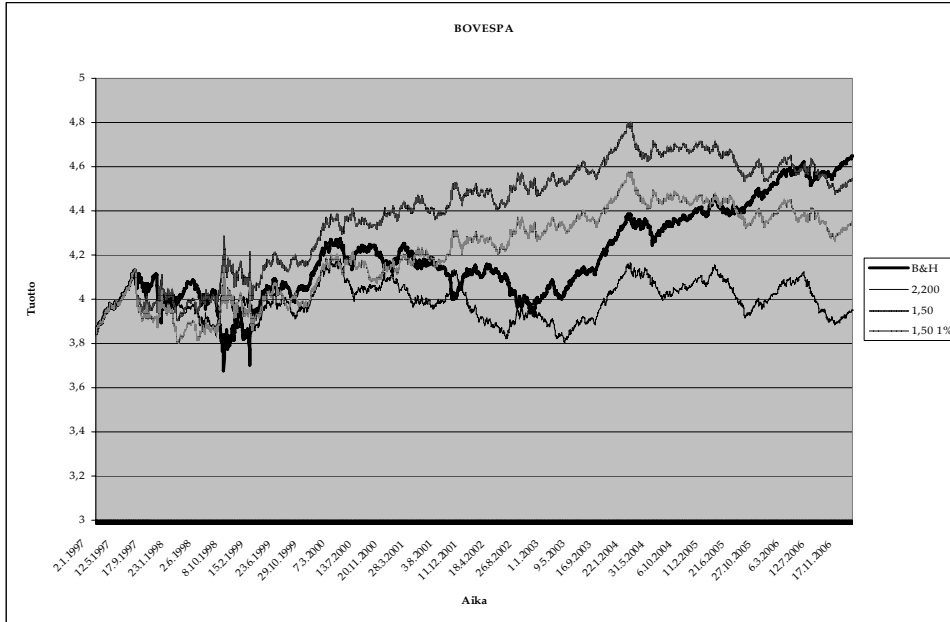
- Edwards, R. D. & J. Magee (1987). *Technical Analysis of Stock Trends*. Boston: John Magee Inc.
- Elliot R. N. (1994). The Wave Principle. Kirjassa: *R. N. Elliot's Masterworks: The Definite Collection*, 85–153. Toimittaja: Pretcher, R. R. Elliot Wave International Inc.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*. 25: 2, 383–417.
- Fama, E. F. (1991). Efficient Capital Markets: II. *The Journal of Finance*. 46: 5, 1575–1617.
- Frost, A. J. & R. R. Prechter (1998). *Elliot Wave Principle: Key to Market Behaviour*. Elliot Wave Theory Inc.
- Gencay, R. (1998). Optimization of technical trading strategies and the profitability in security markets. *Economic Letters*. 59, 249-254.
- Gujarati, D. M. (2003) *Basic Econometrics*. 4. Painos. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Gunasekarage A. & D. M. Power (2001). The profitability of moving average trading rules in South Asian stock markets. *Emerging Markets Review*. 2, 17–33.
- Haugen, R. A. (1997). *Modern Investment Theory*. 4. Painos. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Heikkilä, T. (2001). *Tilastollinen tutkimus*. Helsinki: Edita.
- Hudson, R., M. Dempsey & K. Keasey (1996). A note on the weak form efficiency of capital markets: The application of simple technical trading rules to UK stock prices - 1935 to 1994. *Journal of Banking and Finance*. 20, 1121–1132.

- James, F. E. (1968). Monthly Moving Averages - An Effective Investment Tool? *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 3: 3, 315–326.
- Keown, A. J, & J. M. Pinkerton (1981). Merger Announcements and Insider Trading Activity: An Empirical Investigation. *The Journal of Finance*. 36: 4, 855–869.
- Lo, A. W., H. Mamaysky & J. Wang (2000). Foundations of Technical Analysis. Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation. *The Journal of Finance*. 55: 4, 1705–1765.
- Luoma, M. (2001). Arvopaperimarkkinoiden teknisestä analyysistä. Kirjassa: *Mies ja alue*, 60–67. Toimittaja: Katajamäki, H. Vaasan Yliopisto.
- Luoma, M., J. Nikkinen & P. Sahlström (2004). *The price-volume behavior of an equity: theoretical approach*. Acta Wasaensia. 122. Vaasa: Vaasan Yliopisto. 95–105.
- Malkiel, B. G. (2003). The Efficient Market Hypothesis and Its Critics. *The Journal of Economic Perspectives*. 17:1, 59–82.
- Marshall, B. R. & R. H. Cahan (2005). Is technical analysis profitable on a stock market which has characteristics that suggest it may be inefficient? *Research in International Business and Finance*. 19, 384–398.
- Murphy, J. J. (1986). *Technical Analysis of the Futures Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications*. New York: Prentice Hall Company.
- Nikkinen, J., T. Rothovius & P. Sahlström (2002). *Arvopaperisijoittaminen*. WSOY.
- Poshakwale, S. (1996). Evidence on Weak Form Efficiency and Day Of The Week Effect in the Indian Stock Market. *Finance India*. 10:3, 605-616.
- Pring, M. J. (1985). *Technical Analysis Explained. The Successful investor's guide to spotting investment trends and turning points*. 2. painos. New York: McGraw-Hill Book Company.

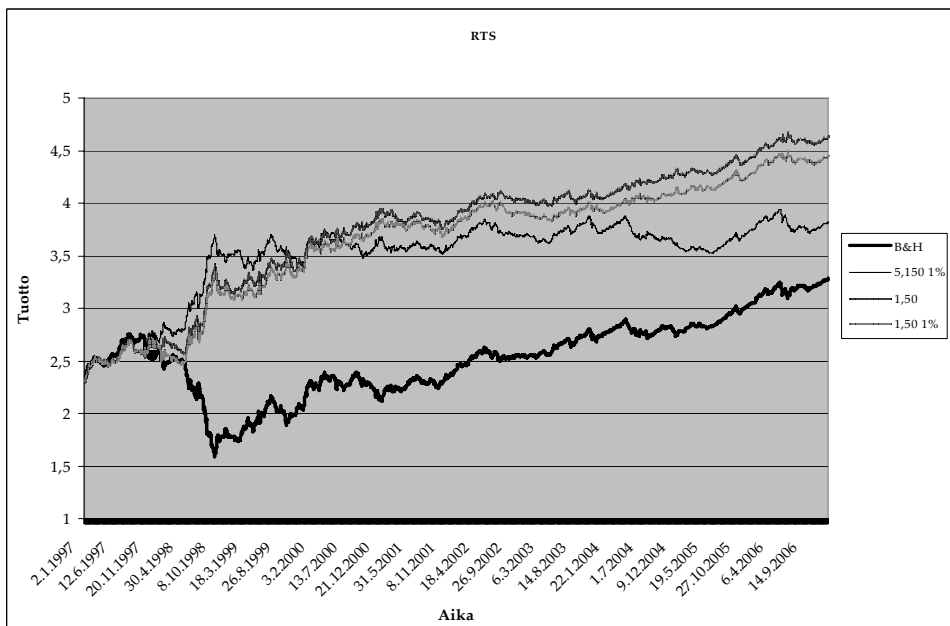
- Ramanathan, R. (1995). *Introductory Econometrics with Applications*. 3. Painos. Orlando: The Dryden Press.
- Ratner, M. & R. P. C. Leal (1998). Tests of Technical Trading Strategies in the Emerging Equity Markets of Latin America and Asia. *Journal of Banking & Finance*. 23:12, 1887–1905.
- Saario, S. (1999). *Miten Sijoitan Pörssiosakkeisiin?* 6. painos. WSOY
- Wang J. & S-H. Chan (2007). Stock market trading rule discovery using pattern recognition and technical analysis. *Expert Systems with Applications*. 33, 304–315.
- Wong, W-K., M. Manzur & B-K. Chew (2003). How Rewarding is Technical Analysis. Evidence from Singapore Stock Market. *Applied Financial Economics*. 13:7, 543–551.
- Ylä-Kauttu, A. (1989). Teknisen analyysin perusteet. Kirjassa: *Tekninen Osake-analyysi*, 7–42. Toimittaja: Ykspuu, E. Helsinki: Suomen Pörssimedit Oy.

LIITTEET

Liite 1. BOVESPA-indeksi.



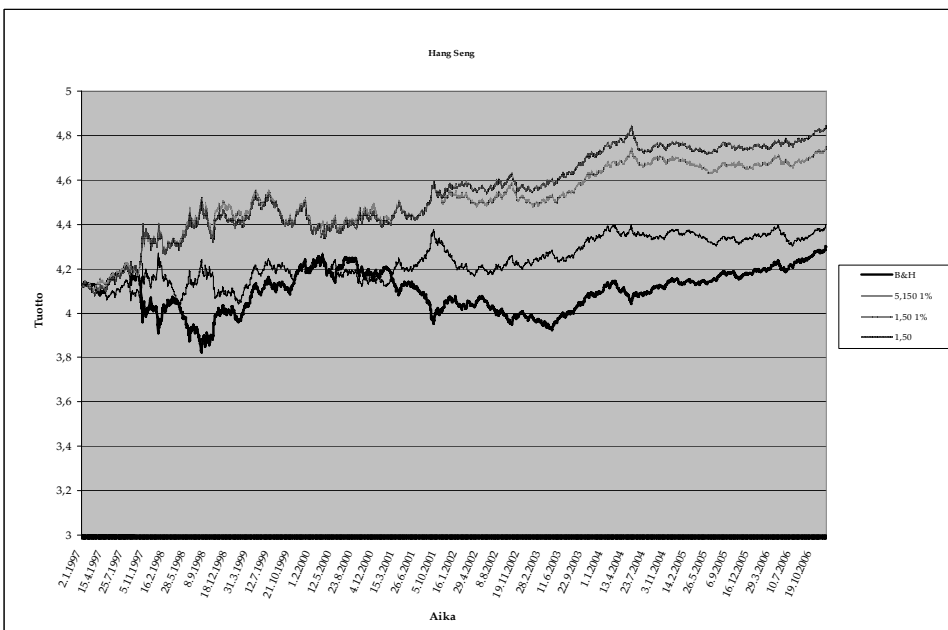
Liite 2. RTS-indeksi.



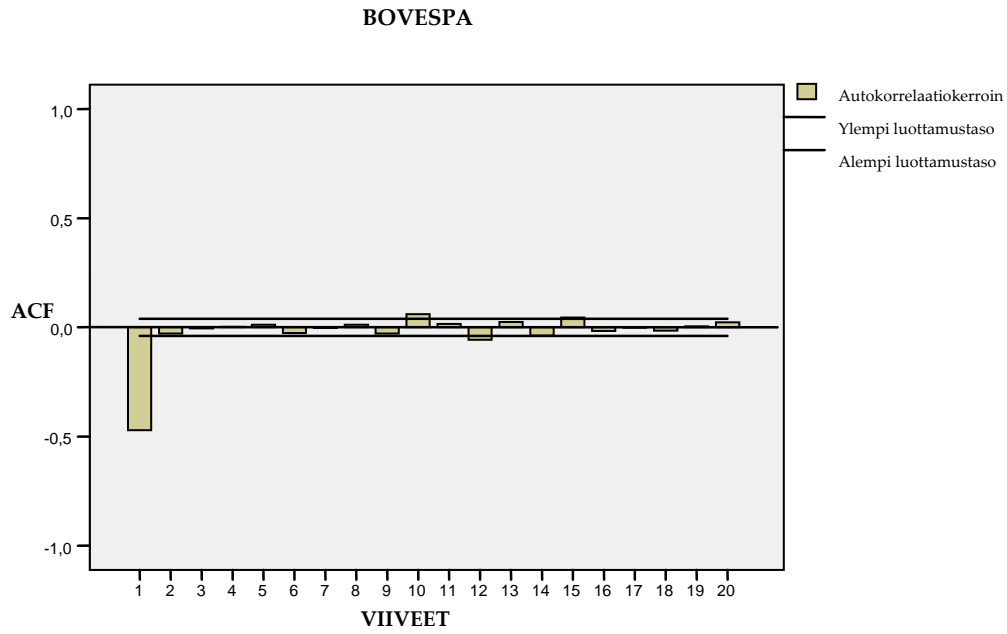
Liite 3. BSE Sensitive -indeksi.



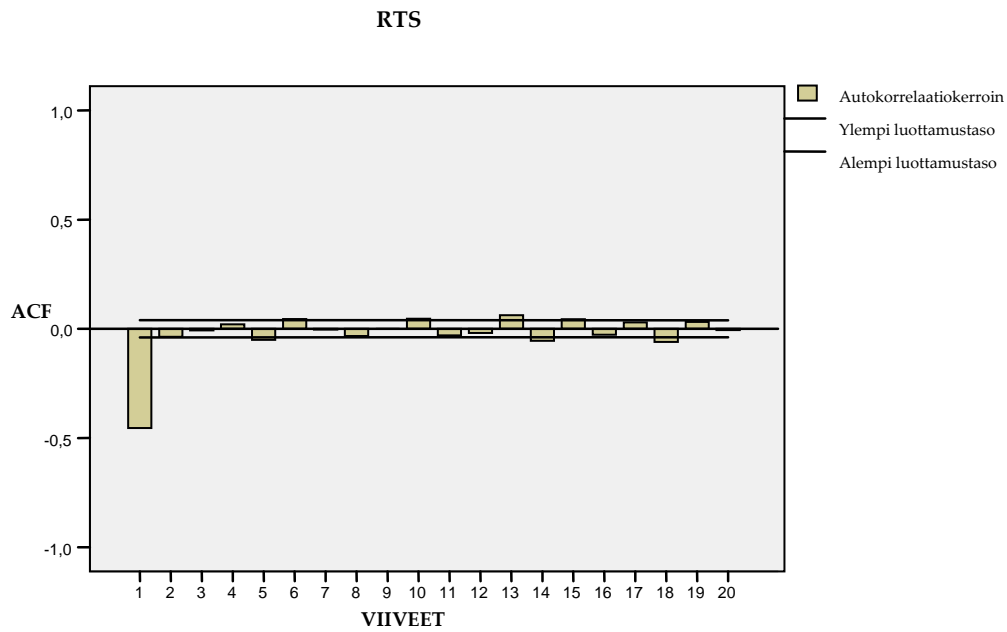
Liite 4. Hang Seng -indeksi.



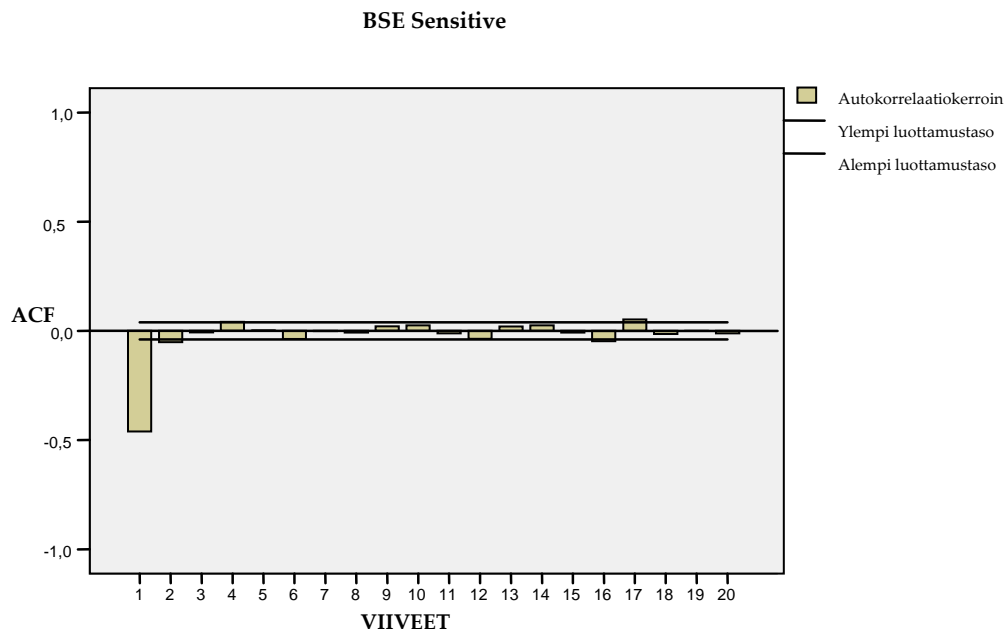
Liite 5. BOVESPA-indeksin autokorrelaatiokertoimet viiveellä 20.



Liite 6. RTS-indeksin autokorrelaatiokertoimet viiveellä 20.



Liite 7. BSE Sensitive -indeksin autokorrelaatiokertoimet viiveellä 20.



Liite 8. Hang Seng -indeksin autokorrelaatiokertoimet viiveellä 20.

