

# Tekninen analyysi osakesijoittamisessa

Kansantaloustiede  
Pro gradu -tutkielma  
Kansantaloustieteenlaitos  
Tampereen yliopisto  
2.3.2003  
Henri Kankkunen

Tampereen yliopisto

Kansantaloustieteen laitos

KANKKUNEN, HENRI: Tekninen analyysi osakesijoittamisessa

Pro gradu -tutkielma, 75 s., 4 liites.

Kansantaloustiede, rahoitus

Maaliskuu 2003

---

Tutkielma käsittelee osakekurssien teknistä analyysia ja sen hyödyntämistä sijoitustoiminnassa. Selvitetään, voiko teknisellä analyysillä saavuttaa ylituottoja osakemarkkinoilla ja mikä on teknisen analyysin asema sijoitustoiminnassa. Vastausta ongelmaan etsitään sekä julkaistuista tutkimuksista että kotimaisen havaintoaineiston empiirisestä testauksesta.

Teknisestä analyysistä on julkaistu viime vuosina lukuisia tutkimuksia, samaan aikaan kuin markkinoiden toiminnasta tehdyt havainnot ovat kyseenalaistaneet perinteisiä malleja informaatiotehokkuudesta. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että yksinkertaisilla teknisen analyysin menetelmillä kyetään ennustamaan tuottoja. Yleensä tuotot kulujen jälkeen eivät ole olleet tilastollisesti merkitseviä. Joidenkin huomioiden mukaan tekninen analyysi ei ole toiminut enää parina viime vuosikymmenenä yhtä luotettavasti.

Empiirisessä osuudessa sovellettiin 200 päivän liukuvan keskiarvon strategiaa HEX-indeksiin aikavälillä 19.3.1991–29.11.2002. Strategian kehottaessa sijoittamaan markkinoille, oli päivätuotto keskimäärin 0,10856 % (vuositasolla 27,14 %). Kun strategia suositteli pysymään poissa markkinoilta, päivätuotto markkinoilla oli keskimäärin -0,01013 % (vuositasolla -2,53 %). Nämä tuotot eivät kuitenkaan poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Kaksisuuntainen t-testi antaa p-arvoksi 0,12.

Vaikka kotimaisella aineistolla suoritettu tutkimus ei todistakaan teknisen analyysin toimivuutta, on teknisestä analyysistä mahdollisesti hyötyä sijoitustoiminnassa. Teknistä analyysia voi käyttää fundamenttianalyysin rinnalla. On mahdollista, että tekninen analyysi parantaa kaupankäynnin ajoitusta ja siten myös sijoitustoiminnan tuottoja.

Avainsanat: informaatiotehokkuus, osakemarkkinat, tekninen analyysi

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tutkimuksen rajaus, metodologia ja eteneminen	2
2 OSAKEMARKKINOIDEN TOIMINTAA SELITTÄVÄT MALLIT	4
2.1 Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi ja empiria	4
2.2 Markkinatehokkuuden rajoittuneisuus	13
2.3 Kaaosteoria	18
2.3.1 Fraktaali- ja kaaosteoria	18
2.3.2 Koherenttien markkinoiden hypoteesi	21
3 TEKNISEN ANALYYSIN MENETELMÄT	23
3.1 Filosofia ja taustaoletukset	23
3.2 Dow-teoria ja teknisen analyysin historia	24
3.3 Japanilaiset kynttilät	26
3.4 Hintakuviot	27
3.5 Liukuvat keskiarvot	29
3.5.1 Käyttötapa	29
3.5.2 Laskeminen	31
3.6 Oskillaattorit	33
3.6.1 Käyttötapa	33
3.6.2 Liikevoiman mittaaminen ja hyödyntäminen	34
3.6.3 RSI	35
3.6.4 MACD	37
3.7 Volyymi	38
3.7.1 Osakekaupan volyymin ja hintakäyttäytymisen suhde	38
3.7.2 Nousseiden ja laskeneiden osakkeiden volyymi	39
3.7.3 Pienet ja suuret erät	40
3.8 Lyhyeksi myynnin ja johdannaismarkkinoiden merkitys	41

4 KATSAUS TUTKIMUKSIIN TEKNISESTÄ ANALYYSISTA	43
4.1 Yksinkertaisten menetelmien sovellus Dow Jones -osakeindeksiin	43
4.1.1 Menetelmien perinteinen testaus	43
4.1.2 Bootstrap-testaus	47
4.1.3 Samankaltainen tutkimus toisella aineistolla	49
4.1.4 Täydennys alkuperäiseen tutkimukseen	50
4.2 Uusintatutkimus Dow Jones -indeksillä	51
4.3 Menetelmien soveltaminen Iso-Britannian osakemarkkinoilla	52
4.4 Kehittyvät markkinat	54
4.4.1 Volyymien merkitys niukasti vaihdetuilla osakkeilla	54
4.4.2 Aasia ja Latinalainen Amerikka	55
4.4.3 Trendien tunnistus Hong Kongin osakemarkkinoilla	56
4.5 Kuvioanalyysi	59
4.6 Tekoäly	62
4.6.1 Oppivat ja älykkäät järjestelmät	62
4.6.2 Geneettiset menetelmät	63
4.6.3 Sumeat systeemit	65
5 EMPIIRINEN TESTAUS KOTIMAISELLA PÖRSSIAINEISTOLLA	68
5.1 Aineisto	68
5.2 Testaus	71
6 PÄÄTELMÄT	73
6.1 Tulokset	73
6.2 Jatkotutkimusmahdollisuudet	75
LÄHTEET	76
LIITTEET	80
Liite 1. Päivätuottojen normaalijakautuneisuuden testaus	80
Liite 2. Ehdolliset tuottojakaumat	82

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Tutkimus<sup>1</sup> käsittelee osakekurssien teknistä analyysia. Tekninen analyysi on kurssin, kohteen markkina-arvon, käyttäytymisen ennustamista menneen hinta- ja vaihtohistorian perusteella. Fundamenttianalyysi on kohteen "oikean" arvon määrittämistä analysoimalla kaikkia sijoituskohteen arvoon vaikuttavia tekijöitä. Sijoituskohteen analysoinnissa huomioidaan silloin muiden muassa poliittiset olosuhteet, korot, toimialan näkymät ja kilpailijat. Lista on loputon. Fundamenttianalyysi saattaa tuntua järkevämmältä. Teknisen analyysin harjoittajat kuitenkin huomauttavat, että myös heillä on huomioitu nuo kaikki tulevaisuuden odotukset. Kaikki informaatio on hinnoissa, viimeiseen hintatietoon sisältyy myös tulevaisuuden odotukset. Teknisen analyysin sijoittajat kuitenkin uskovat, etteivät sijoitusmarkkinoilla toimivat tahot pysty täysin rationaaliseen käyttäytymiseen. Tällöin hintoihin on vaikuttanut myös psykologisia seikkoja. Noita epärationaalisen käyttäytymisen aiheuttamia hintavääristymiä ja vääristymien kehityssuuntia yritetään nyt tutkia menneen kurssihistorian perusteella.

Akateemisessa maailmassa tekniseen analyysiin on suhtauduttu perinteisesti erittäin kriittisesti ja hiukan nuivasti. 1950- ja 60-luvuilla kehittyi voimakkaasti tutkimusala markkinoiden informaatiotehokkuudesta. Kehitettiin niin sanottu odotettujen tuottojen malli (rehdin pelin malli). Mallin mukaan informaatiotehokkailla markkinoilla tuotot eivät ole ennustettavissa julkisen informaation avulla, ja markkinoiden toimintaa voidaan kuvata satunnaiskulkuna. Markkinatehokkuuden testauksessa mallille saatiin riittävästi tukea. Faman ja Blumen suorittamat klassiset filterisääntötestit todistivat teknisen analyysin toimimattomuuden.

---

<sup>1</sup> Kiitoksen hyödyllisistä kommentaista tutkimusta koskien ansaitsevat prof. Jouko Ylä-Liedenpohja, dos. Jari Vainiomäki ja dos. Tapio Nummi.

Myöhemmin on esitetty yhä enemmän ja enemmän osakemarkkinoiden toiminnasta havaintoja, jotka ovat ristiriidassa markkinatehokkuuden kanssa. Myös edellä esitellystä mallista on jouduttu luopumaan ja on hyväksytty, että tuottoja pystytään ennustamaan (jossain määrin) useilla eri muuttujilla. On osoitettu, etteivät filterisäännöt ole hyödyttömiä (ks. Sweeney 1988). Viime aikojen merkittävin informaatiotehokkuuden kanssa ristiriidassa olevista havainnoista on momentumstrategian toimivuus. Momentumstrategia on eräs tekninen kaupankäyntisääntö, joka perustuu osakkeen menneeseen hinta- ja volyymin historiaan. Sijoittajat eivät ilmeisesti kykene fundamentti-informaation käsittelyssä ehdottomaan rationaalisuuteen.

## **1.2 Tutkimuksen rajaus, metodologia ja eteneminen**

Informaatiotehokkuuden kritiikin myötä on kasvanut myös tutkimusala teknisen analyysin tehokkuudesta. Tutkimuksia on tehty paljon eri aloilta: osake-, valuutta- sekä hyödyke johdannaismarkkinoista. Tässä työssä rajaudutaan käsittelemään ainoastaan osakemarkkinoita.

Tutkimuksen tehtävänä on selvittää teknisen analyysin hyödyllisyys osakesijoittamisessa. Tuottavatko mekaaniset kaupankäyntisäännöt ylituottoja vai ovatko ne hyödyttömiä? Voiko tekninen analyysi olla hyödyllinen lisä sijoitusprosessissa?

Tutkimus perustuu jo julkaistujen kansainvälisten tutkimustulosten esittelyyn ja omaan empiiriseen testaukseen kotimaisella pörssiaineistolla. Osakemarkkinoiden informaatiotehokkuudesta esitellään tunnetuimmat artikkelit. Teknistä analyysia koskevissa tutkimuksissa rajaudutaan ainoastaan viimeisimpiin tutkimuksiin käsittäen 1990 ja 2000-luvun julkaisut. Kotimaisen aineiston empiirisessä tutkimuksessa mukailaan ulkomaisten tutkimusten toteutusta. Empiirisessä tutkimuksessa tutkitaan yhden teknisen analyysin menetelmän, 200 päivän liukuvan keskiarvon, tuloksellisuutta. Tuloksellisuuden mittaus perustuu tuottojen t-testaukseen ja ehdollisten jakaumien tarkasteluun.

Tutkielma alkaa aiheeseen perehdyttävällä johdannolla. Toisessa luvussa luodaan katsaus informaatiotehokkuuden käsitteisiin ja markkinoiden toimintaa selittäviin malleihin. Perinteisten mallien lisäksi esitellään viimeaikaisia näkemyksiä markkinatehokkuuden rajoittuneisuudesta sekä kaaosteorian näkemys markkinoiden toiminnasta. Kolmannessa luvussa käydään läpi teknisen analyysin historia, taustaoletukset ja joukko menetelmiä. Luku ei ole kattava opas menetelmiin. Tarkoitus on esitellä yleisimmät menetelmät tulkintoineen sekä muutamia erilaisia alueen laajuuden demonstroimiseksi. Neljännessä luvussa perehdytään tutkimustuloksiin teknisestä analyysistä. Luku on kattava esitys viimeaikaisimmista julkaisuista. Brockin, Lakonishokin ja LeBaronin (1992) artikkeli käydään läpi perusteellisesti, koska se on aihepiirin keskeisimpiä. Viidennessä luvussa sovelletaan teknistä analyysia kotimaiseen pörssiaineistoon. Luku selvittää, kuinka valittu menetelmä menestyy Helsingin pörssissä. Tutkielma päättyy kuudennen luvun päätelmiin.

## 2 OSAKEMARKKINOIDEN TOIMINTAA SELITTÄVÄT MALLIT

### 2.1 Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi ja empiria

Yleensä puhuttaessa teknisestä analyysistä, kritisoidaan sitä vetoamalla markkinoiden tehokkuuteen. Näin ei kuitenkaan välttämättä ole, sillä markkinoiden toiminnassa on havaittu useita tehottomuuteen viittaavia piirteitä. Tässä kappaleessa esitellään tehokkuuden käsitteet, mallit ja osakemarkkinoilla vallitseva todellisuus.

Osakemarkkinat toimivat tehokkaasti kun niillä vallitsee yhtäaikaaisesti toiminnallinen, allokaatiivinen ja informaatiotehokkuus. Informaatiotehokkailla markkinoilla osakkeen hinta reagoi välittömästi ja täysin kaikkeen olennaiseen uuteen informaatioon. Hinnan välitön ja täydellinen reagointi informaatioon tunnetaan myös tehokkaiden markkinoiden hypoteesina.

Osakemarkkinoiden informaatiotehokkuutta tutkinut Fama (1970) esittelee artikkelissaan malleja, joilla tehokkaiden markkinoiden hypoteesia voidaan selittää ja samalla informaation vaikutus hintaan saadaan testattavaksi ilmiöksi. Aloitetaan odotetun tuoton tai "rehdin pelin" -mallista (Expected Return, "Fair Game" Model). Mallia voidaan tarkastella joko hintojen tai tuottojen suhteen niiden ollessa analogisia:

$$E(\tilde{p}_{j,t+1}|\Omega_t) = [1 + E(\tilde{r}_{j,t+1}|\Omega_t)]p_{j,t} \quad , \text{ missä} \quad (2.1)$$

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

$\tilde{r}_{j,t+1}$  = osakkeen  $j$  yhden periodin prosentuaalinen tuotto ja

$\Omega_t$  = informaatiokori hetkellä  $t$ .

Yhtälö (2.1) kuvaa mallin ajatusta siitä, että informaatiokori hyödynnetään täysin odotettujen tuottojen tasapainon ratkaisussa ja se siten heijastuu täysin hinnan muodostuksessa. Se, että markkinatasapaino voidaan ilmaista odotettujen tuottojen



avulla, ei kerro vielä mitään markkinoiden tehokkuudesta, koska odotusarvo voi muodostua mistä tahansa tuottojakaumasta. Täytyy olettaa, että markkinatasapaino voidaan esittää odotettujen tuottojen avulla ja, että odotetut tuotot muodostuu käytössä olevan informaatiokorin pohjalta. Nämä oletukset tekevät minkä tahansa käytössä olevaan informaatioon perustuvan kaupankäyntimenetelmän hyödyntämisen mahdottomaksi, sillä minkään menetelmän tuottojen odotusarvo ei voi ylittää markkinatasapainon tuottojen odotusarvoa. Saadaan siis:

$$z_{j,t+1} = r_{j,t+1} - E(\tilde{r}_{j,t+1} | \Omega_t) \quad \text{ja} \quad (2.2)$$

$$E(\tilde{z}_{j,t+1} | \Omega_t) = 0 \quad , \text{ missä} \quad (2.3)$$

$z_{j,t+1}$  = osakkeen  $j$  ylituotto hetkellä  $t+1$ .

Määritelmän mukaan "rehti peli" on nyt  $\{z_{j,t}\}$  huomioiden informaatiokori  $\{\Omega\}$  (Fama 1970, 385). Yhtälön (2.3) mukaan ennusteet ovat siis harhattomia. Mekaanisten kaupankäyntimenetelmien hyödyttömyys johtuu mallin havaintojen lineaarisesta riippumattomuudesta. Lineaarisen riippumattomuuden mukaan havainnot ovat korreloimattomia (2.4), auto- (2.5) ja ristikorreloimattomia (2.6). Nämä voidaan ilmaista:

$$E(z_{i,t+1} z_{j,t+1} | \Omega_t) = 0, \quad (2.4)$$

$$E(z_{i,t+1} z_{i,t} | \Omega_t) = 0 \quad , \text{ sekä} \quad (2.5)$$

$$E(z_{i,t+1} z_{j,t} | \Omega_t) = 0. \quad (2.6)$$

Rehdin pelin eräs laajennus on arvopaperien hintojen tai tuottojen satunnaiskulku (random walk). Rehdin pelin mallihan ilmaisee, kuinka markkinatasapaino voidaan ilmaista odotettujen tuottojen avulla, mutta se ei juurikaan kerro taustalla vaikuttavasta tuottoja generoivasta stokastisesta prosessista. Satunnaiskulun mallin mukaan taustalla vaikuttavat uuden informaation generoiva prosessi ja sijoittajien arvostukset (astes).

Nämä vaikuttajat luovat yhdessä markkinatasapainon, jossa tuottojen jakaumat toistavat itseään yli ajan (Fama 1970, 396). Paitsi että tuotot ovat samoin jakautuneita, ne ovat myös toisistaan riippumattomia. Ensimmäinen on seurausta tilastotieteen keskeisestä raja-arvolauseesta (Central Limit Theorem), jonka mukaan mistä tahansa jakaumasta otettujen satunnaisotoksien summat ovat likimain normaalijakautuneita otoksen ollessa riittävän suuri. Jos siis päivän kaupankäynnit ovat kutakuinkin tasaisesti jakautuneita eri ajanhetkille ja niiden lukumäärä on riittävän suuri, niin edellä mainitun mukaan päivätuotot ovat normaalijakautuneita (Fama 1970, 399). Satunnaiskulkua<sup>2</sup> nimitetään myös martingaleksi. Submartingale sen sijaan tarkoittaa satunnaiskulkua kasvavan trendin ympärillä, jolloin tuotto-odotus on positiivinen.

Edellä mainitut mallit esittelevät hinnan määräytymistä informaatiotehokkailla markkinoilla. Pääomamarkkinoiden informaatiotehokkuuden toteutumisen riittävät ehdot voidaan määrittellä Faman (1970, 378) mukaan kolmella ehdolla. Ehdot ovat:

- ei transaktiokustannuksia arvopaperikaupassa
- informaatio on kustannuksetta kaikkien markkinaosapuolten saatavissa
- yhdenmukaiset näkemykset vallitsevan informaation vaikutuksista nykyisiin hintoihin ja tuleviin hintajakaumiin.

---

<sup>2</sup> Satunnaiskulku voidaan yleisesti määrittellä (Brockwell & Davis 1987, 10):

$$S_0 = 0 \text{ ja}$$

$$S_t = \sum_{i=1}^t X_i, \quad \text{kun } t \geq 1.$$

Olkoon  $\{X_t, t = 1, 2, \dots\}$  jono riippumattomia ja samoin jakautuneita satunnaismuuttujia, joille  $E(X_t) = \mathbf{m}$  ja  $Var(X_t) = \mathbf{S}^2$ . Nyt satunnaisprosessia  $\{S_t, t = 1, 2, \dots\}$  kutsutaan satunnaiskävelyksi. Alkuperäinen sarja saadaan sarjasta  $\{S_t\}$  differoimalla viiveellä yksi.

Satunnaiskulku trendillä voidaan ilmaista (Brockwell & Davis 1987, 15) kuten edellä, mutta nyt

$$X_t = m_t + Y_t, \quad \text{kun } E(Y_t) = 0.$$

Trendikomponentti voi olla esimerkiksi muotoa:  $m_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$ .

Ehdot täyttäviä markkinoita ei todellisuudessa esiinny, mutta se ei ole este tehokkaiden markkinoiden hypoteesin paikkansa pitävyydelle. Ehdot eivät ole välttämättömät. Niin kauan kuin sijoittajat ottavat huomioon kaiken saatavilla olevan informaation, eivät suurelta transaktiokustannukset merkitse sitä, etteivätkö hinnat reagoisi informaatioon täydellisesti transaktion tapahduttua. Samoin markkinat voivat olla tehokkaat vaikkei kaikilla sijoittajilla olisikaan kaikki informaatio saatavilla, kunhan se on "riittävän" suurella osalla saatavissa. Myös informaation vaikutuksesta hintoihin voi sijoittajien keskuudessa olla poikkeavia näkemyksiä niin kauan, kuin ei ole olemassa sijoittajaryhmää, joka systemaattisesti pystyy ylittämään markkinatuoton sijoituksillaan. (Fama 1970, 387-388.)

Edellä on puhuttu markkinatehokkuudesta siinä suhteessa, josko hinnat reagoivat täydellisesti saatavilla olevaan informaatioon. Fama (1970, 388) on jakanut markkinoiden informaatiotehokkuuden kolmeen luokkaan käytettävissä olevien informaatiokorien perusteella. Luokittelu voidaan esittää:

1. heikot ehdot täyttävä tehokkuus: Arvopapereiden kaupankäyntiaineisto on tiedossa ja heijastuu hintoihin.
2. puolivahvat ehdot täyttävä tehokkuus: Hinnat reagoivat välittömästi ja täysin kaikkeen julkiseen informaatioon kuten yritysten tilinpäätöstietojen julkaisut.
3. vahvat ehdot täyttävä tehokkuus: Julkaisematonkin informaatio kuten sisäpiiritieto heijastuu hinnoissa täysin ja viiveettä.

Ensimmäisessä luokassa markkina-aineisto läpäisee testit, jotka mittaavat menneiden hintatietojen hyödynnettävyyttä tulevien hintojen ennustamisessa. Testaus perustuu pitkälti satunnaiskulun mallin sovittamiseen havaintoaineistoon markkinatasapaino huomioiden. Tällöin menneistä havainnoista ei pystytä ennustamaan tulevia arvoja. Markkinatasapainon huomioiminen tarkoittaa satunnaiskulun mallin yhteistestausta markkinamallin<sup>3</sup> kanssa, muutoin saadun tulokset satunnaiskulun suhteen koskisivat

---

<sup>3</sup> Harry Markowitzin esittelemä markkinamalli:  $\tilde{r}_{j,t+1} = \mathbf{a}_j + \mathbf{b}_j \tilde{r}_{M,t+1} + \tilde{u}_{j,t+1}$  (Fama 1970, 403).

vain testattuja yksittäisiä tuottohistorioita (Fama 1970, 401-404). Toisessa luokassa markkinoiden on todettu reagoivan tehokkaasti uuteen informaatioon. Testauksen kohteena on lähinnä hinnan muutoksen nopeus. Muutos nopeutta voidaan tutkia vertaamalla tuottoja ennen ja jälkeen informaation julkitulon. Tavallisesti se tehdään tutkimalla havaintojen ja ennustemallin välisiä residuaaleja, kun ennustemallina on käytetty esimerkiksi markkinamallia (Fama 1970, 405-409). Kolmannessa luokassa on kyse siitä, onko jollakin sijoittajaryhmällä (esim. toimiva johto tai institutionaalinen sijoittaja) yksinoikeus hinnan muodostukseen vaikuttavaan uuteen informaatioon. Tämä ilmenisi heidän saavuttamallaan ylituotoilla. (Fama 1970, 388.)

Myöhemmin Fama (1991, 1576-1577) uudisti ehtojen täytettävyyden taustalla olevaa testien jakoa. Uusi jaottelu on seuraavanlainen:

1. tuottojen ennustettavuuden testit: Aiempien hintatietojen ennustevoiman lisäksi testataan laajemmalti tuottojen ennustettavuutta. Tuottojen ennustettavuutta tutkittaessa huomioidaan myös makro- ja fundamenttimuuttujia kuten osinkotuotto ja korkotasot. Myös erilaiset markkinoiden anomaliat ovat tutkinnan kohteena.
2. tapahtumatutkimukset: Luokka vastaa sisällöltään aiempaa jaottelua eli tutkitaan markkinoiden reagointinopeutta uuteen informaatioon.
3. erityistietämyksen testit: Luokka on sisällöltään aiemman luokittelun mukainen. Testauksen kohteena on joko varsinaisen sisäpiiritiedon tai ulkopuolisen tuottaman oleellisen informaation hyödyntämisen mahdollisuus.

Tuottojen ennustettavuuden testit sisältävät aiemman luokittelun lisäksi ennustettavuuden poikkileikkausaineistossa. Markkinatehokkuuden tutkimuksessa yhteistestaus kiinnittää huomiota juuri tähän. Pelkkä osakkeen hinnan reagoiminen tehokkaasti informaatioon ei riitä, vaan myös markkinatasapainon tulee olla tehokas. Tämä tutkimusalue koskee anomalioiden olemassaolon tutkimuksen sijoitusmarkkinoilla sekä osakkeiden hinnoittelumallien (kuten CAPM) testauksen. Muutoinkin informaatiokorja on laajennettu verrattuna heikkojen ehtojen testeihin, jolloin eksogeenisena muuttujana oli ainoastaan pääomamarkkinoiden kaupankäyntiaineisto. Myös mahdolliset kausivaihtelut ja markkinoiden volatiilisuus ja

sen hyödyntäminen tuottojen ennustamisessa ovat huomion kohteena. Tapahtumatutkimukset ja erityistietämyksen testit ovat verrannollisia aikaisempiin tutkimuksiin. (Fama 1991, 1576.)

Alkuperäisen markkinoiden informaatiotehokkuusjaottelun mukaan tehokkuuden heikot ehdot täyttyvät, mikäli puolivahvat ehdot täyttyvät. Näin näyttikin olevan, sillä sekä heikkojen että puolivahvojen ehtojen testaus antoi tukea markkinatehokkuudelle. Sen sijaan näytti siltä, että yritysten sisäpiiriläisillä ja tietyillä asiantuntijoilla on monopolistinen pääsy johonkin informaatioon ja he pystyvät hyödyntämään sitä ja saavuttamaan ylisuuria tuottoja (Fama 1970, 415). Tässä yhteydessä noilla asiantuntijoilla tarkoitetaan henkilöitä, jotka pääsevät havainnoimaan täytäntöön panemattomia tarjoustasoja arvopaperipörssissä. Jo heikkojen ehtojen täytyminen tekee mekaanisten kaupankäyntimenetelmien, kuten teknisen analyysin hyödyntämisen tuloksettomaksi, sillä tällöin niiden avulla ei pystytä ylittämään markkinoiden tuottoa. Puolivahvojen ehtojen täytyessä myös fundamenttianalyysi käy tarpeettomaksi. Hinnat reagoivat uuteen informaatioon niin nopeasti, ettei uuden informaation analysointia pysty käytännössä hyödyntämään.

Myöhemmät tutkimukset antavat markkinatehokkuudesta hiukan ristiriitaisen kuvan. Tapahtumatutkimusten mukaan osakkeiden hinnat näyttäisivät reagoivan uuteen informaatioon tehokkaasti ja tältä osin tulokset vastaavat jo aiemmin saatuja. Erityistietämyksen testien tulosten mukaan näyttäisi, että yritysten sisäpiiriläisillä on informaatiota joka ei ole heijastunut hinnoissa. Sen sijaan ulkopuolisilla ei näyttäisi olevan erityistietämystä, vaikka tuloksia on saatu sekä puolesta että vastaan. Suurimmat eroavaisuudet suhteessa aikaisempiin tuloksiin ilmenevät tuottojen ennustettavuuden testien tuloksista. Odotettujen tuottojen on havaittu vaihtelevan ajassa ja lisäksi erilaisilla malleilla tuotot ovat jossain määrin ennustettavissa. (Fama 1991, 1603-1610.)

Jo aiemmissa tutkimuksissa havaittiin hiukan autokorreloituneisuutta osakkeiden hinnoissa. Sen katsottiin kuitenkin olevan sen verran vähäistä, ettei ollut tarvetta hylätä tehokkaiden markkinoiden hypoteesia ja oletusta tuottojen vakioisuudesta. Lisäksi hajautettujen portfolioiden tuottojen on havaittu olevan enemmän autokorreloituneita kuin yksittäisten osakkeiden tuotot. Myöhemmin tuottojen autokorreloituneisuuden on vahvistettu olevan olemassa. Lo ja MacKinlay havaitsivat hajautettujen portfolioiden

viikkotuottojen ensimmäisen asteen autokorrelaation vaihtelevan 0,09 ja 0,3 välillä ja ollen positiivista aina neljanteen viiveeseen saakka (Fama 1991, 1579). Heidän aineistonsa käsitti NYSE:ssä noteeratut osakkeet reilun parinkymmenen vuoden ajanjaksolta. Lähes olematonta tuottojen autokorrelaatio oli portfoliolla, joka muodostui suurimpien yritysten desiilistä. Merkittävintä tuottojen autokorreloituneisuus oli puolestaan portfoliolla, joka muodostui pienimpien yritysten neljästä desiilistä. Heidän tulostensa mukaan pienimpien yritysten portfolioiden tuotot ovat paremmin ennustettavissa. Tämä saattaisi mielestäni olla seurausta suurimpiin yrityksiin kohdistuvasta merkittävämmästä mielenkiinnosta sekä analysoinnista ja siten niiden tehokkaammasta hinnan muodostumisesta verrattuna pienimpiin yrityksiin. (Fama 1991, 1578-1580.)

Edellä esitellyt tulokset käsittelevät lyhyiden ajanjaksojen, kuten päivä-, viikko- ja kuukausituottojen autokorreloituneisuutta. Autokorreloituneisuuden on kuitenkin havaittu olevan voimakkaampaa pitempien ajanjaksojen tuotoissa. Useiden vuosien tuottojen on havaittu olevan voimakkaan negatiivisesti autokorreloituneita. Shillerin ja Summersin esittelemien mallien mukaan markkinat ovat tehottomat, vaikka se ei paljastukaan lyhyen aikavälin riippuvuustarkasteluissa. Tilannetta voidaan tarkastella seuraavalla tavalla, osakkeen fundamenttiarvo on vakio ja osakkeen keskihinta ajassa vastaa fundamenttiarvoa. Oletetaan osakkeen päivittäisten noteerausten noudattavan autoregressiivistä prosessia viiveellä yksi eli AR(1)-prosessia<sup>4</sup>. Kun kerroinparametri on hiukan alle yhden, näyttää hintasarja satunnaiskululta ja tuotot ovat hieman autokorreloituneita. Kaikki hinnan muutokset ovat kuitenkin peräisin hitaasta, laajasta heilahtelusta osakkeen fundamenttiarvon ympärillä. Osakkeen hinta poikkeaa heidän

---

<sup>4</sup> AR(1)-prosessi voidaan esittää (Brockwell & Davis 1987, 79-81):

$$X_t = Z_t + \mathbf{f}_1 X_{t-1} .$$

Stationaarinen sarja  $\{X_t\}$  noudattaa AR(1)-prosessia kun,

$$\{Z_t\} \sim IID(0, \mathbf{s}^2),$$

$$|\mathbf{f}_1| < 1, \text{ sekä}$$

$$\text{cov}(X_t, Z_s) = 0, \text{ kun } s > t.$$

mukaansa fundamenttiarvostaan irrationaalisten kuplien ja villitysten (fads) vuoksi. Kuvatunlaista mallia testanneiden Faman ja Frenchin tulokset antavat tukea ilmiön olemassa ololle. Myös he käyttivät testauksessa NYSE:ssä noteeratuista osakkeista muodostettuja hajautettuja portfolioita, kun aineiston pituus oli 60 vuotta. Vaikka lyhyiden tuottoeriodien autokorrelaatio on tulosten mukaan lähellä nollaa, kasvaa autokorrelaatiokerroin -0,25 ja -0,4 välille, kun mitattavaa tuottoeriodia pidennetään käsittämään kolmesta viiteen vuoden ajanjakso. Tulosten vahvuutta heikentää kuitenkin havaintojen pienehkö lukumäärä. Lisäksi ilmiön havaitaan häipyvän kun ensimmäinen neljännes havainnoista jätetään huomioimatta. Ilmiötä voidaan testata myös tutkimalla tuottojen varianssia. Mikäli osakekurssit noudattaisivat satunnaiskävelyä, tulisi varianssin kasvaa lineaarisesti tuoton mittauseriodin kasvaessa<sup>5</sup>. Sen sijaan jos hinnat erkailevat fundamenttiarvosta tilapäisesti aiheuttaen negatiivista autokorrelaatiota tuottoihin, niin tuottojen varianssi kasvaa huomattavasti hitaammin, kuin mitä tuottojen mittauseriodia kasvatetaan. Poterpan ja Summersin tulosten mukaan tämä pitää paikkansa. Heidän tutkimusaineistonsa käsitti 115 vuoden ajanjakson ja testauksessa he käyttivät hajautettujen portfolioiden tuottojaksoja kahden ja kahdeksan vuoden väliltä. (Fama 1991, 1580-1581.)

Faman ja Frenchin mukaan osakkeiden hintojen tilapäiset heilahdukset eivät kuitenkaan välttämättä johdu mistään irrationaalisista kuplista, sillä heilahtelu voidaan selittää rationaalisella vaihtelulla odotetuissa tuotoissa. Oletetaan rationaalisen hinnoittelun merkitsevän autokorreloituneita, mutta keskimääräistyviä (mean-reverting) tuottoja ja odotettuihin tuottoihin vaikuttavien sokkien olevan riippumattomia odotettuihin osinkoihin vaikuttavista sokeista. Tällöin odotettuihin tuottoihin vaikuttava positiivinen sokki ei vaikuta pysyvästi osinko-odotuksiin, diskonttauskorkoihin tai hintoihin. Tilapäisesti se laskee osakkeen hintaa, jotta vaadittu tuotto-odotus kykenee täyttymään. Tämän jälkeen hinnan alennus purkaantuu tilapäisesti suurempina tuottoina. (Fama 1991, 1581.)

---

<sup>5</sup> Kun sarja  $\{S_t\}$  noudattaa satunnaiskulkua, niin  $Var(S_t) = \sum_{i=1}^t Var(X_i) = t\sigma^2$  (Brockwell & Davis 1987, 14).

Tuottojen ennustettavuuden testeissä on noussut autokorrelaatorakenteiden ohella esiin myös anomalioita. Anomaliolla tarkoitetaan osakemarkkinoilla esiintyviä säännöttömyyksiä, jotka ovat vastaan tehokkaiden markkinoiden ajatusta. Joillakin selittäjillä, joista mainitsen tässä kolme tunnetuinta, on havaittu olevan ennustevoimaa tuotoissa. Ensinnäkin yrityksen markkina-arvon on havaittu selittävän tuottoja, sillä pienyrityksillä on havaittu olevan normaalia suuremmat ja suuryrityksillä normaalia pienemmät tuotot, kun riski huomioidaan. Toiseksi E/P -tunnusluku näyttää selittävän tuottoja siten, että suuremman arvon saavilla osakkeilla on suurempi tuotto riski huomioiden. Tunnusluku mittaa yrityksen voittoa suhteessa markkina-arvoon ("earnings to price"). Kolmantena anomaliana on arvo-osakkeista saatava suurempi tuotto verrattuna kasvuosakkeisiin, kun osakkeen riski huomioidaan. Arvo-osakkeilla (kasvuosakkeilla) tarkoitetaan osakkeita, joiden markkina-arvo on alhainen (korkea) suhteessa niiden kirjanpidolliseen omaan pääomaan. (Fama 1991, 1590-1591.)

Tavallaan anomalioihin on luettavissa myös osakemarkkinoiden kausivaihtelu, sillä rahoitusmarkkinoilla tehokkaiden markkinoiden nollahypoteesina voidaan pitää kausivaihtelemattomuutta. Voimakkain löydetty kausivaihtelu osakemarkkinoilla on tammikuuliemiö. Erityisen voimakasta se on pienten yritysten osalta; tammikuussa on havaittu kertyvän yli kolmannes vuotuisista tuotoista. Ilmiö on kuitenkin merkitsevä koko markkinoiden laajuudessa. Tuottojen on havaittu olevan myös normaalia suurempia kansallisten vapaapäivien alla ja kuun viimeisinä päivinä, normaalia pienempiä niiden on havaittu olevan maanantaisin. Kritiikkinä voidaan kuitenkin esittää näiden yksittäisten päivien tuottojen erotus normaalista olevan pienempi kuin keskimääräinen osto- ja myyntitarjouksien erotus. Myös päivänsisäisten tuottojen on havaittu olevan epätasaisesti jakautuneita. Suurin osa tuotoista kertyy päivän alussa ja lopussa. (Fama 1991, 1586-1588.)

Volatiilisuustestauksista mainittakoon, että odotettujen tuottojen on havaittu vaihtelevan inflaatio-odotusten, korkotason ja korkojen aikarakenteen kanssa. Tämä on ristiriidassa oletuksen kanssa, että tuotot ovat vakioisia ja vaihtelevat ainoastaan osinko-odotusten sokeista. (Fama 1991, 1586.)

Edellä on esitelty kriittisiä tuloksia tehokkaiden markkinoiden hypoteesia selittäviä malleja kohtaan. Suurin paino on annettu autokorrelaatorakenteiden tutkimusten



esittelylle, sillä trendien havainnoiminen liittyy olennaisesti teknisen analyysin teoriaan. Tutkimusten mukaan tuottojen on siis havaittu vaihtelevan ja olevan ennustettavissa. Vanha rehdin pelin malli markkinatehokkuudesta vakiotuotto-odotuksineen on siten hylättävä (Fama 1991, 1577). Tuottojen vaihtelu on peräisin joko odotettujen tuottojen rationaalisesta vaihtelusta, hintojen ajoittaisista irrationaalisista erkaantumisista fundamenttiarvostaan tai molempien yhteisvaikutuksesta. Rationaalinen vaihtelu tuotto-odotuksissa on teknologiasokkien tai nykyisten ja tulevien kulutusten välisten makumuutosten aiheuttamaa (Fama 1991, 1609-1610). Kaikki mainitut tulokset ja tutkimukset koskevat Yhdysvaltain osakemarkkinoita, mutta ne ovat yleistettävissä Euroopan ja Suomen osakemarkkinoihin. Ei ole syytä olettaa, että Suomen osakemarkkinat olisivat ainakaan tehokkaammat kuin Yhdysvaltain, joita pidetään kehittyneimpinä.

## **2.2 Markkinatehokkuuden rajoittuneisuus**

Behavioristinen rahoitusteoria on se suuntaus, joka on horjuttanut tehokkaiden markkinoiden hypoteesin johtoasemaa akateemisessa rahoitustutkimuksessa viimeisen parin vuosikymmenen aikana. Aikaisemmin valtavirtateoriaksi muodostuneet markkinatehokkuuden puolesta puhuneet mallit hylätään, ja markkinoiden toimintaa sekä käytöstä lähestytään toisella tapaa. Tämän teorian mukaan markkinat eivät aina ja koko ajan ole hinnoiteltu oikein. Markkinoilla toimivat ihmiset, ja siten heidän käyttäytymisellään on vaikutuksensa markkinoiden tapahtumiin. Niin sanotun markkinapsykologian olemassaolo tunnustetaan.

Jo tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaiset mallit hyväksyivät ajatuksen, että markkinoilla toimii rationaalisten (informoitujen) sijoittajien lisäksi myös informoimattomia; behavioristinen rahoitusteoria pitää tätä lähtökohtana. Grossman ja Stiglitz (1980, 393-395) osoittavat, että tasapainotilanteessa markkinoilla näin on oltava. Lähtökohtalettamuksena heillä kuitenkin on, että informaatio ei ole kustannuksetonta. Tämä eroaa edellä esitetyistä Faman riittävästä ehdoista tehokkaiden markkinoiden hypoteesin toteutumiseksi. Voimme kuitenkin pitää kustannuksina informaation analysointiin käytetyn ajan vaihtoehtoistuottoja. Grossman ja Stiglitz

lähestyvät ongelmaa osoittamalla, ettei kumpikaan seuraava ääripää ole mahdollinen tasapainotila. Jos kaikki markkinoiden toimijat olisivat informoimattomia, kykenisi informaatiota hyödyntämään alkava saavuttamaan ylituottoja. Hän saavuttaisi tuottoja arbitraasista markkinoilla, joilla tuotteiden hinnat eivät vastaa niiden fundamenttiarvoja. Jos taas kaikki osapuolet olisivat informoituja, kannattaisi jonkun heittäytyä informoimattomaksi. Tällöin markkinoilla hinnat vastaavat oikeaa, ja tämä eräs yksilö saavuttaisi markkinatuoton lisäksi säästämälleen ajalle vaihtoehtoistuoton. Kilpailullisesti tehokkailla markkinoilla tasapaino löytyy siis tasolta, jolloin markkinoilla toimii sekä informoituja että informoimattomia sijoittajia. Informoidut sijoittajat saavat informoimattomia suurempia tuottoja, mutta erotus on vain informaation analysointiin käytetyn ajan arvoinen.

Informoimattomien sijoittajien vaikutus markkinoihin eroaa ratkaisevasti tehokkaiden markkinoiden hypoteesin ja behavioristisen rahoituksen teoriakehikossa. Informoimattomat sijoittajat eivät tee markkinoista tehottomia tehokkaiden markkinoiden hypoteesin taustaoletusten mukaan. Ensinnäkin, informoimattomien sijoittajien kaupankäynnin oletetaan olevan umpimähkäistä ja kaupat siten kumoavat toisensa vaikuttamatta hintoihin. Toiseksi, jos heidän kaupankäynti on yhtäläisesti irrationaalista, on se sitä vain siinä määrin, että rationaaliset sijoittajat kykenevät eliminoimaan arbitraasillaan vaikutuksen hintoihin. Informoimattomat sijoittajat vaikuttavat markkinoihin siis ainoastaan lisäten niiden likviditeettiä, hintojen pysyessä kuitenkin lähellä fundamenttiarvojaan. Behavioristisen rahoitusteorian mukaan informoimattomat sijoittajat saattavat merkittävästi heikentää markkinatehokkuutta. Tehokkuus heikkenee arbitraasin rajoittuneisuuden vuoksi, kun lisäksi informoimattomien sijoittajien kaupankäyntistrategiat ovat korreloituneita. (Shleifer 2000, 2-14.)

Yleisen määritelmän mukaan arbitraasi tarkoittaa samanlaisten tai perimmiltään kahden saman arvopaperin samanaikaista myyntiä ja ostoa kahdella eri markkinalla (Shleifer 2000, 3). Se on siis riskitöntä eikä vaadi pääomaa. Käytännössä tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, sillä (päivänsisäistä kaupankäyntiä pidempi) lyhyeksi myynti vaatii aina vakuustilin ylläpidon ja kahden saman kassavirran tuottavaa arvopaperia voi olla mahdoton löytää. Kun näihin realiteetteihin yhdistetään niin sanottujen

kohinasijoittajien (hälykauppias, noise trader) vaikutus markkinoihin, on arbitraasi todellisuudessa riskillistä.

Markkinoilla vaikuttavat kohinasijoittajat eivät suoranaisesti ole informoimattomia sijoittajia samassa merkityksessä kuin edellä esitellyssä Grossman-Stiglitz-informaatiotasapainossa. Edellä informaatio heijastuu hinnan muutosten välityksellä informoiduilta informoimattomille sijoittajille. Sekä informoidut, että arbitraasin harjoittajat ovat rationaalisia sijoittajia. Kohinasijoittajat puolestaan ovat joissain määrin informoituja, mutta käytös on irratiionalista. Kohinasijoittajien käytös ei ole rationaalista normatiivisten talousmallien mielessä, vaan heidän toimintansa ja uskomukset mukaillee psykologisia tuloksia (Shleifer 2000, 11-12). Juuri tämä ilmenee niin sanottuna markkinapsykologiana, puhutaan monesti markkinamielialasta, markkinoiden sentimentistä (investor sentiment). Shleifer (2000, 12) määrittelee markkinasentimentin sijoittajien uskomuksina, jotka perustuvat enempi heuristiikkaan kuin bayesilaiseen rationaalisuuteen. Täytyy kuitenkin mainita, ettei alan terminologia ole täysin vakiintunutta, esimerkiksi kohinasijoittajia ja informoimattomia sijoittajia pidetään joissakin yhteyksissä toistensa synonyymeinä. Tässä työssä määriteltäköön informoimattomien sijoittajien ja kohinasijoittajien merkittävämmäksi eroksi juuri toiminnan riippuvuus ryhmässä, joukkokäyttäytyminen. Informoimattomien sijoittajien toiminta on toisistaan riippumatonta, kun kohinasijoittajien toiminta eroaa rationaalisesta saman suuntaisesti. Heidän uskomuksensa ja kaupankäynti korreloi voimakkaasti ryhmässä.

Shleifer (2000) pitää markkinoiden tehottomuuden syynä edellä mainittuja arbitraasin rajoittuneisuutta ja kohinasijoittajien toimien korreloituneisuutta. Shleifer nimittää tätä kohinasijoittajariskiksi rahoitusmarkkinoilla (noise trader risk). Tämä tarkoittaa kohinasijoittajien luomaa riskiä arbitrointiin. Arbitrointi on juuri se voima, jonka tulisi ajaa markkinoita oikein hinnoitelluiksi ja siten tehokkaiksi. Arbitraasia ei kuitenkaan esiinny riittävästi sen riskillisyyden vuoksi ja markkinat pysyvät tehottomina. Osakkeilla harvoin on vastinetta, joka tuottaisi samat kassavirrat ja lisäisi näin arbitraasin mahdollisuuksia. Esimerkkinä voidaan kuitenkin mainita sijoitusyhtiöt (closed end fund) ja niin sanotut kaksoisosakkeet. Arbitraasi ei tällöinkään ole vielä oppikirja määritelmän mukaista, sillä todellisuudessa arbitraasi tuottaa kuluja ja vaatii poikkeuksetta takuita, eikä siten ole nollapositio. Jos sijoitusyhtiö sijoittaa

noteerattuihin osakkeisiin, on sijoittajilla mahdollisuus generoida täsmälleen vastakkaiset kassavirrat ja yrittää arbitroida sijoitusyhtiöillä yleensä vallitsevaa aliarvostusta substanssiin nähden. Kaksoisosakkeet ovat osakkeita, joita noteerataan kahdella eri markkinalla. Esimerkiksi joitakin suomalaisia yrityksiä noteerataan myös Yhdysvalloissa ADR-todistuksien (American Depositary Receipts) muodossa.

Joillakin yrityksillä kaksoisosakkeen muoto on syntynyt fuusion myötä. Tästä esimerkkinä Shleifer (2000, 29-32) esittelee tunnetun Royal Dutch/Shell tapauksen. Yhtiö on saanut alkunsa kahden yrityksen allianssista vuonna 1907. Yhtiön omistaa hollantilainen Royal Dutch Petroleum ja brittiläinen Shell Transport suhteessa 60:40. Vaikka yritysten tulovirta tulee samasta lähteestä, eroavat niiden noteeraukset huomattavasti. Shell noteerataan Iso-Britanniassa ja Royal Dutch Alankomaissa ja Yhdysvalloissa. Noteeraukset ovat eronneet teoreettisesta pariarvostaan useamman kymmenen prosenttia. Ali- ja yliarvostukset ovat vuorotelleet yhtiöillä jakson kestäessä monesti vuosia. Tämä esimerkki havainnollistaa hyvin kohinasijoittajien luomaa riskiä arbitraattoreille. Oletetaan Shellin olevan kymmenen prosenttia liian kallis suhteessa Royal Dutchiin. Tällöin arbitroijan kannattaa myydä lyhyeksi Shelliä ja sijoittaa vastaavassa suhteessa Royal Dutchiin. Nyt arbitroijan täytyy ylläpitää välittäjälle vakuustiliä alunperin osakelainauksella hankittuja Shellin osakkeita varten. Vakuustilin minimivakuus on jokin kiinteä osuus vallitsevasta markkina-arvosta. Markkinoilla kohinasijoittajien toiminta on kuitenkin samansuuntaista ryhmässä, jolloin joissakin markkinaolosuhteissa osakkeiden välinen arvostusero saattaa vain kasvaa. Arbitroija saattaa huomata varansa liian pieneksi vakuustilin ylläpitoon, kun arvostusero edellisten osakkeiden välillä onkin kasvanut 25 prosenttiin. Tällöin arbitroija joutuu likvidoimaan sijoituksensa. Tällaisessa tilanteessa rationaalinen arbitraattori saavuttaa tehottomilla markkinoilla pienemmän tuoton kuin kohinasijoittaja. Kohinasijoittajariskin vallitessa rahoitusmarkkinoilla voi kohinasijoittaja saada kompensaation riskille, jonka kantaa ja on itse luonut. Aikaisemmin tehokkaiden markkinoiden hypoteesia on puolustettu sillä, että mahdollisten informoimattomien sijoittajien vaikutus markkinoihin heikkenee, sillä heidän joukkonsa kuihtuu heidän saavuttaessa jatkuvasti markkinoita pienempiä tuottoja. Nyt ei näyttäisi olevan noin. (Shleifer 2000, 28-32, 51-52.)

Sen lisäksi, että behavioristinen rahoitus esittää arbitraasin riskillisyyden ja rajoittuneisuuden pitävän markkinoita tehottomina, se esittää toisenlaisen näkemyksen

sijoittajien suhtautumisesta uuteen informaatioon. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan sijoittajat hyödyntävät kaiken relevantin saatavissa olevan informaation, ja se heijastuu välittömästi ja täysin hintoihin. Behavioristisen rahoituksen mukaan sijoittajat eivät osaa arvioida uutta informaatiota välittömästi. Uusi informaatio ei vaikuta hinnanmuodostukseen täysin tai toisaalta informaation merkitys voidaan yliarvioida markkinoiden toimesta.

Tätä uuteen informaatioon yli- ja alireagoimista selitetään sijoittajan asennemallilla (model of investor sentiment). Mallin rakentamiseen ovat vaikuttaneet kokeellisen psykologian tulokset yksilön epäonnistumisesta päätöksenteossa epävarmuuden vallitessa. Taustaoletuksiin kuuluu kaksi sijoittajien käytöstä kuvaavaa psykologian termiä, representatiivisuus ja konservatiivisuus. Representatiivisuudella tarkoitetaan heuristista käytöstä, jossa sijoittaja pyrkii näkemään tapahtumien edustavan jotakin tiettyä luokkaa ja kieltää todennäköisyyksien lait tapahtumien prosessissa. Sijoittajan konservatiivisuus määrittää hänen sijoitusmallinsa hitaana päivittämisenä uusia todisteita kohdatessa. (Shleifer 2000, 113.)

Edellä mainittu ilmenee markkinoilla seuraavasti. Sijoittajilla on jokin aiempi näkemys yhtiön tulevaisuudesta, kun he saavat uutta olennaista informaatiota. Saadessaan uutta informaatiota he eivät kuitenkaan kykene käsittelemään sitä bayesilaisen todennäköisyyden valossa, koska käyttäytyvät taantumuksellisesti. Näin ollen hinta alireagoi uuteen informaatioon oppimisviiveen vuoksi. Jos samasta yrityksestä tulee toistuvasti samansuuntaisia uutisia, siis positiivisia tai negatiivisia, sijoittajat muuttavat arviointimalliaan. He hylkäävät vanhan mallinsa ja ottavat käyttöön uuden, jossa yrityksen tuloksella on tietty kehityssuunta. Tällaisen representatiivisuuden vuoksi hinta nyt ylireagoi. Sijoittajat ovat aliarvioineet mahdollisuuden, että muutamien uutisten virta olisi satunnaisuutta eikä merkki uudesta aikakaudesta. He ovat siis tunnistavinaan trendejä satunnaisuudesta ja yleistävät lyhyitä kehitysjaksoja liian pitkälle tulevaisuuteen. (Shleifer 2000, 112-114.)

Edellisen kaltainen sijoittajien suhtautuminen uuteen informaatioon saa myös empiiristä tukea. Osakkeiden hintojen on havaittu lyhyellä tähtäyksellä alireagoivan ja pitkällä tähtäyksellä ylireagoivan uuteen informaatioon. Lyhyenä ajanjaksona voidaan pitää useiden kuukausien ajanjaksoa ja pitkänä kolmesta viiteen vuotta kestävä jaksota.

Informaatioon alireagoiminen lyhyellä tähtäyksellä mahdollistaa niin sanotun momentumstrategian toimimisen. Jegadeesh ja Titman (1993, 89-90) osoittavat tämän mekaanisen kaupankäyntistrategian toimivan todellisuudessa. Tämä on eräänlainen positiivisen vasteen (positive feedback) strategia, jossa ostetaan viimeisimpiä voittaja osakkeita ja myydään lyhyeksi häviäjiä. Positiota täytyy päivittää jatkuvaan siten, että valitaan esimerkiksi kuuden kuukauden kohteet edellisen kuusikuukautisjakson havaintojen perusteella. Toimivuus perustuu siihen, että informaatioon alireagoimisen vuoksi hinta jatkaa nousuaan tai laskuaan, joka sillä on ollut edeltävänä ajanjaksona. Lyhyellä tähtäyksellä hinnoissa havaitaan momentumia, liikevoimaa. Pitkällä tähtäyksellä informaatioon ylireagoimisesta viestii se tosi seikka, että tuotot ovat negatiivisesti riippuvaisia edeltävän jakson tuotoista. DeBondt ja Thaler ovat osoittaneet niiden osakkeiden tuottojen, jotka ovat menestyneet kaikista parhaiten viimeiset kolmesta viiteen vuotta, olevan alhaisia markkinoihin nähden seuraavina vuosina (Fama 1991, 1581-1582). Vastaavasti heikosti kehittyneiden osakkeiden tuotot ovat vahvoja seuraavina vuosina markkinoihin nähden.

## **2.3 Kaaosteoria**

### **2.3.1 Fraktaali- ja kaaosteoria**

Edellä esiteltyjen teorioiden maailmassa ilmiöt ovat sattumanvaraisia. Tämän takia myös tuotot ovat täysin tai jossain määrin satunnaisia mallista riippuen. Täysin toisenlaisen selityksen markkinoiden tapahtumille tarjoaa kaaosteoria. Kaaosteorian mukaan satunnaiselta näyttävän ilmiön havainnot ovat jonkin deterministisen funktion tuottamia. Epästabiilin deterministisen funktion tapauksessa käytös on kaottista ja satunnaisen näköistä.

Kaaosteorialla on alunperin yritetty selittää ilmiötä, joita perinteisin luonnontieteen keinoin ja lakien voimalla ei ole kyetty selittämään. Esimerkiksi nestevirran turbulenssia fysiikassa selittää paremmin deterministisen kaaoksen dynaaminen systeemi, kuin perinteinen lämpö- ja liikeoppi. Kun muissakin luonnon tapahtumissa havaittiin ilmenevän kaaosta, kasvoi tutkimusalue voimakkaasti. Sittemmin kaaosteoria

on saanut sovelluksia myös taloustieteissä, rahoituksessa sillä voidaan selittää esimerkiksi pörssikurssien käytöstä pörssiromahduksissa. Deterministiselle kaaokselle on ominaista sen alkuarvoherkkyys ja ilmenevyys satunnaisena. Edellisestä seuraa ennustekyvyyttömyys, vaikka deterministinen funktio tunnettaisiinkin. Pienikin mittavirhe nykytilan suhteen johtaa ennustetarkkuuden romahtamiseen lyhyessä ajassa. Jälkimmäisen mukaan havainnot voivat olla deterministisen ilmiön tuottamia, vaikka ne läpäisevätkin perinteiset riippuvuustarkastelut ja muistuttavat vaikkapa valkoista kohinaa. (Brock & Malliaris 1989, 297-303, 325.)

Monista taloudellisista aikasarjoista on etsitty kaaottisuutta. Pörssikurssien osalta tutkimusta on tehnyt muun muassa Edgar Peters (1991). Hänen tutkimustulosten mukaan osaketuotoissa on havaittavissa selvää epälineaarisuutta (1991, 81). Tämä heikentää selkeästi vallitsevien portfolioteorioiden ja johdannaisten hinnoittelumallien pätevyyttä. Epälineaarisuuden lisäksi ainakin suurimmilla osakemarkkinoilla on Petersin (1991, 186) mukaan myös muut kaaottiselta systeemiltä vaadittavat ominaisuudet.

Kaaosteorian jatkeena Peters (1991 ja 1994) esittelee fraktaaliteoriaa, ja näistä yhdessä rakennettua mallia, jolla voidaan selittää markkinoiden tapahtumia. Fraktaalilla tarkoitetaan eräänlaista säännöllistä tai epäsäännöllistä geometrista kuviota, jonka rakenteessa samat osat toistuvat äärettömän usein. Esimerkkinä voidaan käyttää puuta, jossa oksat ja niistä lähtevät haaraumat muistuttavat rakenteeltaan sitä kokonaisuutta, mihin itse kuuluvat. Osakemarkkinoilla fraktaalisuus ilmenee hinnoissa, vuoden kurssikäyrät ovat muodoiltaan samanlaisia kuin kuukaudessa tai päivässä muodostuneet kuviot. Ilmiötä kutsutaan itsevastaavuudeksi (self-similar). Muodollisesti fraktaalien ja kaaottisten systeemien välillä ei ole matemaattista yhteyttä. Yhteys tulee kuitenkin esiin, kun tutkitaan kaaottisen systeemin mahdollisten ratkaisujen joukkoa (Peters 1991, 127). Kaaottisuutta mallinnetaan usein logistisilla funktioilla.

Markkinoiden käytöksen perusteella Peters (1994, 49) muodostaa fraktaalimarkkinoiden hypoteesin. Hypoteesin taustaoletuksena on sijoittajien sijoitusjäteiden hajaantuminen pitkälle ajanjaksolle. Markkinoilla toimii yhtäaikaisesti sekä päiväkauppiaita että pitkällä tähtäyksellä toimivia sijoittajia. Näin he luovat likviditeettiä ja tasapainottavat toistensa toimia markkinoiden pysyessä vakaina. Lyhyellä tähtäyksellä painoarvo on

markkinailmapiirillä (laumakäyttäytymisellä) ja teknisillä seikoilla, kun taas sijoitushorisontin pidetessä painoarvo siirtyy fundamentti-informaatiolle. Mikäli sijoittajien sijoitusjäteet yhteneväistyvät, markkinoista tulee epävakaita. Hinnan muodostukseen tulee epäjatkuvuuskohtia ja volatilitteetti moninkertaistuu. Näin voi käydä, kun pitkän sijoitusjätteen sijoittajat luopuvat kaupankäynnistä tai heistä tulee lyhyellä jätteellä operoivia. Tämä on mahdollista, kun he kokevat saamansa informaation epäluotettavaksi tai riittämättömäksi.

Fraktaalimarkkinoiden hypoteesin mukaisilla markkinoilla tuottoja generoiva prosessi on rakenteeltaan kerroksinen. Lyhyellä periodilla dominoi jokin kaupankäyntiprosessi, joka paikallisesti noudattaa jotakin ARCH-prosessia<sup>6</sup>. Näillä paikallisilla prosesseilla on kullakin oma ehdollinen varianssi, joten keskihajontaa voi käyttää riskin mittana ainoastaan tuolle sijoitushorisontille. Yleisimmin tuottoja generoiva prosessi noudattaa Pareto-Levy-jakaumaa. Tälle on ominaista varianssin määrittelemättömyys, sillä se ei konvergoi mihinkään kiinteään arvoon. Erittäin pitkällä aikavälillä, USA-aineistolla yli neljän vuoden ajanjaksolla, dominoiva prosessi on jokin deterministinen epälineaarinen systeemi eli deterministinen kaaos. Tämä piirre ei kuitenkaan esiinny, jos markkinoita hallitsevat sijoittajat, jotka eivät kiinnitä huomiota taustalla vaikuttavan talouden heilahteluun. (Peters 1994, 270.)

Mallin vahvuutena on osakemarkkinoille ominaisten epälineaarisuuksien huomioiminen. Tämä on toisaalta itsestään selvää, sillä malli on rakennettu havaintojen pohjalta ja sovitettu aineistoon. Puutteena voidaan pitää mallin sisäisten suhteiden ja rakenteen todistelemattomuutta. Mallin rakentaminen on vielä kesken, paljon on ainoastaan oletusten varassa.

---

<sup>6</sup> ARCH-mallia (ARCH: autoregressive conditional heteroscedasticity) voidaan käyttää, jos PNS-estimoinnissa heteroskedastisuus on ongelma. ARCH-estimointi voidaan esittää (Greene 1991, 416-417):

$$y_t = \beta' x_t + e_t \text{ ja}$$

$$e_t = u_t [\mathbf{a}_0 + \mathbf{a}_1 e_{t-1}^2]^2, \text{ missä } u_t \sim N(0,1).$$



### 2.3.2 Koherenttien markkinoiden hypoteesi

Jonkinlaisen kaaosteoriaa ja behavioristisen rahoitusteorian oppeja yhdistelevän teorian markkinoiden toiminnasta on esittänyt Tonis Vaga. Vagan (1990) kehittämän mallin, koherenttien markkinoiden hypoteesin (Coherent Market Hypothesis) mukaan osakemarkkinat voivat toisinaan kehittyä kaoottisiksi, vaikka ne eivät sitä deterministisen kaaoksen merkityksessä olekaan.

Vagan (1990) teoriaa voi kuvailla seuraavasti. Olosuhteissa joissa osakemarkkinat noudattavat satunnaiskulkua, ne ovat informaatiotehokkaat. Tietyissä olosuhteissa sijoittajat kuitenkin luopuvat osin itsenäisestä päätöksen teosta ja rupeavat seuraamaan suurta massaa. Tällaisessa epävakaassa siirtymävaiheessa tuotot markkinoilla muodostuvat rajoittuneiksi, riski on kasvanut ja informaatiotehokkuus on laskenut. Kolmannessa vaiheessa joukot käyttäytyvät täysin laumasieluisesti; ryhmän mielipide on muodostunut yhtenäiseksi, koherentiksi. Yleensä koherentti markkinatilanne muodostuu noususuhdanteessa, tällöin tuotot ovat merkittävästi normaalia suurempia riskin kuitenkin ollessa hyvin pieni. Koherentti markkina laskevilla markkinoilla on myös mahdollinen, joskin hyvin harvinainen. Mikäli laumakäyttäytymisen aikana harha fundamenteja kohtaan laskee voimakkaan positiivisesta tai negatiivisesta, markkinat muuttuvat kaoottisiksi. Tällaisilla kvasitehokkailla markkinoilla satunnainen informaatio diskontataan nopeasti, mutta harhaisesti. Lisäksi sijoittajasentimentti saattaa muuttua yhtäkkiä. Kaoottisilla markkinoilla riski on hyvin suuri ja tuottojakauma voi olla kaksihuippuinen.

Vagan (1990) mukaan sekä tekninen että fundamenttianalyysi tuovat lisäarvoa päätöksentekoprosessiin sijoittamisessa. Ensiarvoisen tärkeää on tunnistaa nousevan markkinan joukkokäyttäytyminen ja osallistua silloin markkinoille, muutoin alisuoriutuu markkinoilla pitkällä aikavälillä. Joukkokäyttäytymisen tunnistamiseen voi käyttää erilaisia sentimentti-indikaattoreita. Esimerkkinä voi mainita nousujen ja laskujen volyyymien suhdeluvun sekä nousseiden ja laskeneiden osakkeiden lukumäärien suhdeluvun kehityksen. Talouden fundamenttien seuraaminen on tärkeää, jotta voi tunnistaa mahdolliset siirtymät koherenteista markkinoista kohti kaoottisia markkinoita. Talouden näkymistä on aina sekä positiivisia että negatiivisia uutisia. Joka tapauksessa merkittävät vallitsevan harhan vastaiset uutiset saattavat vähentää harhaa. Siten

esimerkiksi nousevilla joukkokäyttämisen markkinoilla rahapolitiikan kiristys saattaa laukaista siirtymän kaottisiin markkinoihin.

## 3 TEKNISEN ANALYY SIN MENETELMÄ T

### 3.1 Filosofia ja taustaoletukset

Teknisen analyysin menetelmiä käytetään muun muassa osake-, valuutta- että hyödyke johdannaiskaupassa. Suosituinta se on ehkä hyödyke johdannais- ja valuuttakaupassa. Kysely tutkimuksen mukaan Lontoon valuuttakauppiaista 90 % käyttää teknistä analyysia apuna muodostaessaan odotuksiaan ja 60 % pitää menetelmiä vähintään yhtä tärkeinä kuin fundamentteja, kun ennustehorisontti on viikko tai sen alle (Allen & Taylor 1990, 50). Selitys teknisen analyysin suosioon valuuttakaupassa voi olla se, ettei fundamentteihin perustuvilla makromalleilla ole juuri selityskykyä (Bask 1998, 23). Osakemarkkinoilla ainakin useat hedge-rahastot ilmoittavat julkisesti käyttävänsä sijoitustoiminnassa myös tekniseen analyysiin perustuvia strategioita.

Tekninen lähestymistapa markkinoihin perustuu kolmeen olettamukseen (Murphy 1986, 2-4):

1. Markkinat diskonttaavat kaiken. Hinnoissa on huomioitu kaikki hintaan vaikuttavat fundamentaaliset, poliittiset, psykologiset ja muut mahdolliset seikat, ja ne vastaavat siten kunkin ajan hetken odotuksia tulevaisuudesta.
2. Hinnat liikkuvat trendeissä. Liike jatkuu samaan suuntaan kunnes jokin vastakkainen voima alkaa vaikuttamaan. Trendin jatkuminen on siten todennäköisempää kuin kääntyminen.
3. Historia toistaa itseään. On pyrittävä analysoimaan psykologisten seikkojen vaikutusta markkinoiden toiminnassa. Ihmiset toistavat tekemiään virheitä ja toimivat yleensä samalla tavalla kuin menneisydessäkin.

Osakkeiden hintojen oletetaan määräytyvän kysynnän ja tarjonnan perusteella. Markkinaosapuoliksi lukeutuvat siten kaikki kauppaa käyvät sekä ne, jotka harkitsevat

markkinoille tuloa sopivissa olosuhteissa (Pring 1985, 5-6). Hintojen muodostuksessa vaikuttaa fundamenttien ohella psykologiset seikat, kuten paniikki, optimismi, pessimismi ja kateus. Tekninen analyysi sisältää myös työkaluja kaupankäynnin ajoitukseen, mihin fundamenttianalyysi ei ota juuri kantaa (Murphy 1986, 7).

Teknisen analyysin menetelmät eivät ole täysin vakiintuneita, mikä tekee niistä epätieteellisiä. Useissa menetelmissä parametrit ovat itse valittavissa, ja ne antavat siten analyysin tekijälle harkintavaltaa. On myös mahdollista, että kaksi eri menetelmää antavat täysin päinvastaiset signaalit, jolloin pitäisi pystyä lukemaan kokonaisuutta. Samoin lyhyttä ja pitkää aikaväliä koskevat signaalit voivat erota.

Jako teknisen ja fundamenttianalyysin hyödyntämiselle ei kuitenkaan välttämättä ole ehdoton. Monet teknisen analyysin käyttäjät huomioivat myös fundamenteissa tapahtuneita muutoksia, vaikka teknisen analyysin hengen mukaan se tapahtuu epäsuorasti jo hintoja seuraamallakin. Esimerkiksi osingon irtoamiset ovat tarpeen huomioida teknistä analyysia hyödynnettäessä, tällöinhän osakkeen hinta tipahtaa vaikka sijoittajan kannalta tulevaisuuden näkymissä ei ole tapahtunut reaalisesti muutoksia.

### **3.2 Dow-teoria ja teknisen analyysin historia**

Charles H. Dow'ta pidetään yleisesti teknisen analyysin isänä. Monet myöhemmin kehitetyt teknisen analyysin menetelmät perustuvat enemmän tai vähemmän hänen nimellään tunnettuun Dow-teoriaan. Dow-teoria määrittää markkinoiden päätrendejä ja niiden suuntaa, sen sijaan se ei kerro mitään niiden kestosta tai lopullisesta koosta. (Pring 1985, 21.)

Charles Dow ja Edward D. Jones olivat ensimmäiset, jotka alkoivat julkaista keskimääräistä markkinakehitystä kuvaavaa osakeindeksiä vuonna 1884. Indeksiksi muodostui aluksi 11 osakkeesta, joista yhdeksän oli rautatiealan yhtiöitä. Vuonna 1897 indeksi jakaantui kahtia ja seurattavien osakkeiden lukumäärä kasvoi siten, että 12 osaketta muodosti teollisuusosakkeiden indeksin (DJIA) ja 20 osaketta rautatieindeksin.

Vuonna 1928 teollisuusosakkeiden indeksin laskentapohja laajeni 30 yhtiöön ja on sitä tänäkin päivänä. Dow ja Jones myös yhdessä jalostivat pienen "Customer's Afternoon Letter" -tiedotteen The Wall Street Journal sanomalehdeksi vuonna 1889. Tämän lehden pääkirjoituksissa Dow julkaisi markkinoita koskevia katsauksia aina kuolemaansa vuoteen 1902 saakka, ja näistä katsauksista on koottavissa myös hänen teoriansa. (Trumbore, 2000; Murphy 1986, 24-25.)

Dow-teorian kuusi perusoppia ovat (Pring 1985, 22-29; Murphy 1986, 26-32):

1. Markkinaindeksit diskonttaavat kaiken. Indeksit kuvastavat markkinaosapuolten aggregaattituntemukset ja -odotukset.
2. Markkinoilla on kolme trendiä. Pää- eli primääritrendit, jotka tunnetaan karhu- (bear market) ja härkämarkkinoina (bull market), kestävät vajaan vuodesta useampiin vuosiin. Näiden päätrendien lisäksi on sekundaaritrendejä, jotka kestävät muutamasta viikosta useisiin kuukausiin. Nämä ilmenevät merkittävinä pudotuksina härkämarkkinoilla tai suotuisina kehityksinä karhumarkkinoilla. Lisäksi esiintyy vähäpätöisiä trendejä, muutamista tunneista kolmeen viikkoon kestäviä liikehdintöjä, joilla ei ole merkitystä pitkäaikaiselle sijoittajalle.
3. Päätrendeillä on kolme vaihetta. Karhumarkkinat alkavat, kun usko ostettuihin osakkeisiin hylätään. Toiseen vaiheeseen ne kehittyvät taloudellisen toiminnan hiipussa ja voittojen laskiessa. Viimeisessä vaiheessa osakkeita likvidoidaan huolimatta niiden perustavasta arvosta. Markkinoiden nousu eli härkämarkkinat alkavat, kun indeksit ovat diskontanneet huonoimmatkin mahdolliset uutiset ja luottamus tulevaisuuteen alkaa elpyä. Härkämarkkinoiden toisessa vaiheessa osakkeiden hinnat reagoivat tunnettuihin yritysten toimintaedellytyksissä tapahtuneisiin parannuksiin. Kolmas ja viimeinen vaihe kehittyy spekuloinnista ja markkinoiden ylikuottamuksesta tulevaisuuteen. Tällöin osakkeiden hinnat perustuvat laskelmiin, jotka yleensä osoittautuvat perusteettomiksi.
4. Indeksien täytyy vahvistaa toisensa. Tällä Dow tarkoitti teollisuus- ja kuljetusindeksien suhdetta. Päätrendin katsotaan muuttuneen vasta, kun molemmat indeksit ovat sen vahvistaneet. Vahvistuksella tarkoitetaan sitä, että indeksin

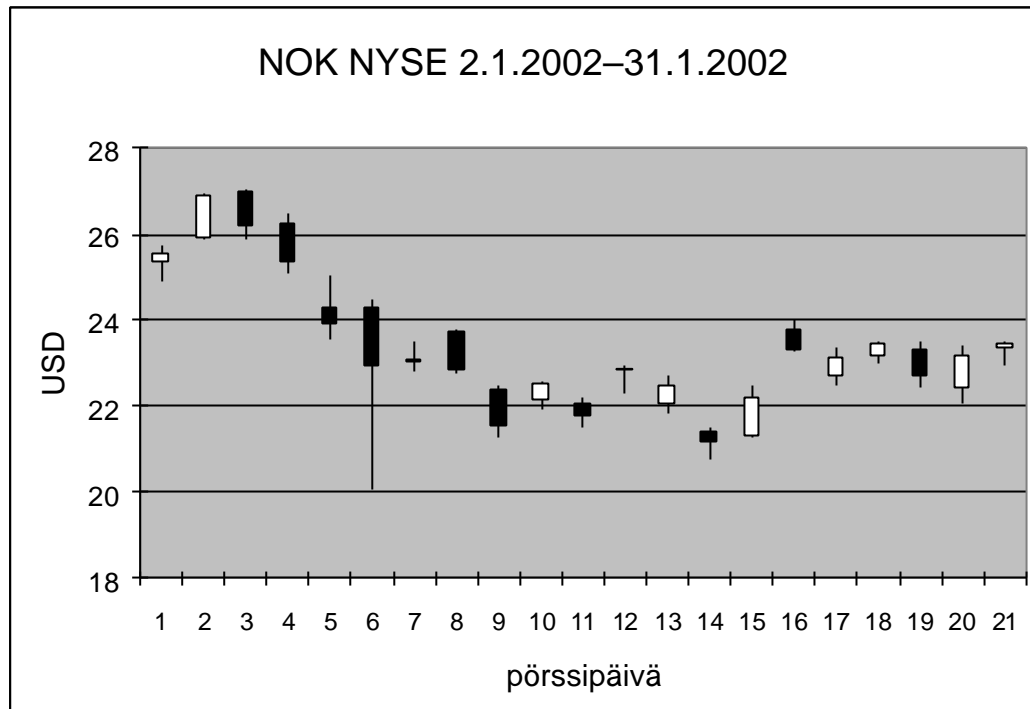
kehitys ohittaa edellisen sekundaaritrendin ääriarvon. Signaalien ei tarvitse esiintyä samanaikaisesti, mutta havaintojen lähekkäisyys vahvistaa signaalia.

5. Volyymi varmentaa trendin. Vaihdon määrä on tärkeä hintakuvioiden luomien signaalien vahvistaja. Normaalisti nousutrendissä volyymi kasvaa kurssien noustessa ja pienenee laskiessa. Vastaavasti laskutrendissä volyymi normaalisti kasvaa kurssipudotuksissa ja pienenee nousuissa. Jos nousutrendissä kurssien noustessa volyymi hiipuu ja kasvaa kurssien laskiessa, voi trendin käänös olla lähellä.
6. Trendin oletetaan jatkuvan kunnes saadaan kiistaton näyttö käänteestä. Vaikeinta on erottaa primääritrendin käänös normaalista sekundaaritrendistä, siksi voittojen maksimoimiseksi pitää yrittää välttää turhia transaktioita.

### **3.3 Japanilaiset kynttilät**

Vaikka Dow-teoriaa pidetään ensimmäisenä osakkeita koskevana teknisen analyysin menetelmänä, voidaan teknisen analyysin kuitenkin katsoa alkaneen jo 1700-luvulla Japanissa. Japanilaiset kehittivät silloin metodin, jolla he pyrkivät ennustamaan riisisopimusten hintaa. Nämä japanilaiset kynttilät (Japanese candlesticks) muodostavat kuviota, jotka osoittavat muutoksia taustalla vaikuttavissa kysynnän ja tarjonnan suhteissa. (Achelis 2000.)

Yhtä periodia koskevat hintahavainnot muodostavat kynttilän, josta ilmenee periodin alin, ylin, avaus- ja päätöskurssi. Esitystapaa havainnollistaa kuvio 1, jossa on kuvattu Nokia Oyj:n päivittäinen kurssikehitys New Yorkissa. Päivän kurssin vaihteluväli muodostaa kuviossa pystyviivan ja päivän avaus- ja päätöskurssit laatikolle kannen ja pohjan. Laatikko on täytetty (tyhjä), jos päivän päätös- on alhaisempi (korkeampi) kuin avauskurssi.



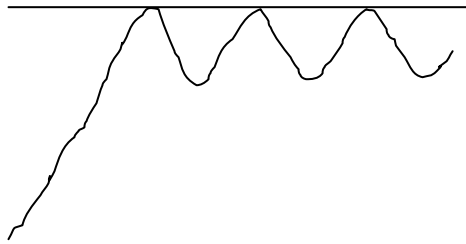
KUVIO 1. Japanilaiset kynttilät (aineisto: www.yahoo.com)

Peräkkäisistä kynttilöistä muodostuu kuviota, joilla on omat nimensä. Signaalien muodostumiseen vaikuttaa sekä kynttilän muoto että sijainti kuviossa. Emme kuitenkaan perehdy tämän enempää tähän teknisen analyysin erikoiseen osa-alueeseen.

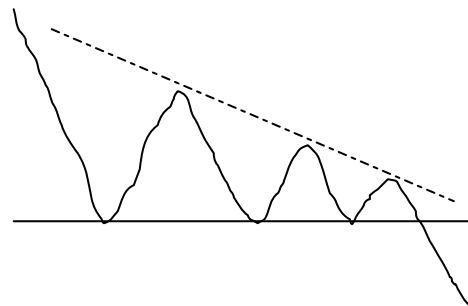
### 3.4 Hintakuviot

Hintakuvioiden perustuvia indikaattoreita käytetään teknisessä analyysissä sekä indekseihin että yksittäisiin osakkeisiin. Niiden soveltamisessa ei tarvita laskentatehoa, vaan pelkkä kuvioden silmämääräinen tutkiminen riittää. Hintakuviot antavat kuvan markkinaosapuolten toiminnasta ja paljastavat heidän reaktionsa markkinatapahtumiin. Kuvioanalyysi on itse asiassa markkinaosapuolten käyttäytymisen tutkimista, tarkastellaan kuinka he reagoivat markkinaolosuhteiden muutoksiin (Murphy 1986, 64). Kuvioden signaalit voivat olla ristiriitaisia, jos tarkasteluperiodia ei huomioida. Yhden kuvion muodostuminen voi kestää viikoista useisiin vuosiin, tosin menetelmiä sovelletaan myös päivänsisäiseen kaupankäyntiin.

Keskeisimpiä käsitteitä hintakuvioiden osalta ovat tukitason ja vastustason käsitteet. Tukitasolla tarkoitetaan hintaa tai pistelukua, jota kehitys ei kykene rikkomään kurssin laskiessa, vaan kurssi vaihtelee sen yläpuolella. Vastaavasti vastustaso on katto kurssinousulle. Kuvitteelliset kuviot 2 ja 3 havainnollistavat näitä käsitteitä. Kuviossa 3 on huomioitavissa myös tukitasosta ja paikallisista huipuista muodostuva kolmio. Tämä indikoi teknisessä mielessä lähestyvää tukitason murtumista, mutta ei ole sen edellytys.



KUVIO 2. Vastustaso



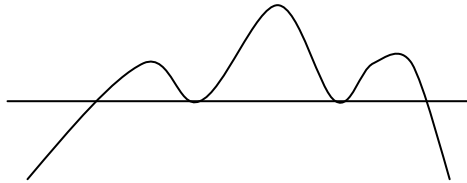
KUVIO 3. Tukitaso

Tasot muodostuvat usein indeksien ja hintojen tasalukujen kohdalle, jotka sijoittajat ovat valinneet osto- tai myyntipäätöksen rajaksi. Taso on sitä merkittävämpi, mitä pidemmän aikaa hinta liikkuu tuolla alueella. Myös suurempi vaihto tekee tasosta merkittävämmän. Tukitason (vastustason) murruttua hinnan odotetaan laskevan (nousevan) voimakkaasti. Usein rikutusta tukitasosta (vastustasosta) tulee myöhemmin vastustaso (tukitaso). (Murphy 1986, 62-64.)

Pää ja olkapäät -hintakuviota (head and shoulders) on klassisimpia ja tunnetuimpia teknisiä kuviota. Sitä pidetään yhtenä luotettavimmista kuvioista, ja sen muodostuminen merkitsee loppua nousutrendille. Ensimmäisen olkapäätä on nousutrendin toiseksi viimeinen merkittävä kurssinousu, kuten kuviossa 4 näkee. Kuvion pään eli nousutrendin lopun jälkeen kurssi ei enää jaksaa nousta edellisen huipun tasolle, vaan muodostaa alhaisemman huipun. Kuvion paikalliset minimi muodostavat niin sanotun kaulalinjan, joka toimii signaalitasona. Kaulalinjan ei välttämättä tarvitse muodostua vaakasuoraan, vaan se voi olla kumpaankin suuntaan tahansa kallistunut. Toisinaan suositellaan signaalitasoksi vasta sitä, että kurssi jatkaa kaulalinjan rikottuaan kehitystään esimerkiksi viisi prosenttia. Tällä voidaan vähentää väärin signaalien määrää, mutta toisaalta menetetään osa signaalin hyödystä verrattuna varhaisempaan



signaaliin. Kuvion muodostumisen ohella on tärkeää huomioida myös vaihdon määrä. Normaalisti vaihto on kaikkein suurinta vasemman olkapään muodostuessa ja pää muodostuu jo hiukan pienemmällä vaihdolla. Todellinen vihje kuvion muodostumiselle on se, että oikean olkan muodostuessa kaupankäynti on selvästi aiempaa vähäisempää. Vastaavasti kuvion käänteinen versio on merkki laskutrendin loppumiselle. (Pring 1985, 50-55.)



KUVIO 4. Pää ja olkapäät

### 3.5 Liukuvat keskiarvot

#### 3.5.1 Käyttötapa

Osakemarkkinoilla esiintyviä trendejä yritetään usein mallintaa liukuvilla keskiarvoilla. Liukuvat keskiarvot suodattavat havaintoaineistosta pois lyhyimmät trendit ja jättävät jäljelle merkittävät markkinoiden vaihtelut. Niiden etuna on helppo testattavuus ja yksinkertaisuus. Siinä missä kuvioanalyysi on hyvin tulkinnanvaraista, liukuvat keskiarvot antavat yksiselitteisiä osto- ja myyntisignaaleja. Signaali syntyy tarkasteltavan hintakuvaajan ja sen liukuvan keskiarvon leikatessa. Jos hinta laskee alle (nousee yli) liukuvan keskiarvon, syntyy käyrien leikkauspisteessä myyntisignaali (ostosignaali). Liukuvia keskiarvoja voi laskea eri pituisina, painotuksella tai ilman, riippuen käyttötarpeesta. Vaikka ne eivät paikallista tarkasti huippuja tai pohjia, antavat ne hyvän kuvan voimassa olevan trendin suunnasta.

Hyödynnettävän liukuvan keskiarvon laskentapituus valitaan sijoitusjänteen mukaan. Lyhyt liukuva keskiarvo reagoi markkinoiden tapahtumiin nopeammin kuin pitkä, mutta antaa toisaalta usein liikaa virheellisiä signaaleja. Yleisesti ottaen signaali on sitä

vahvempi, mitä pidempi käytössä oleva liukuva keskiarvo on. Jos liukuva keskiarvo on laakea tai jo muuttanut suuntaa kun kohde-etuuden hinta leikkaa sen, on se kutakuinkin ratkaiseva merkki siitä, että trendi on muuttanut suuntaa. Päätrendien suunnan muutosten etsimisessä käytetään pitkiä, aina 200 päivään tai 40 viikkoon ulottuvia liukuvia keskiarvoja. Näiden on havaittu olevan optimaalisia käytössä päätrendien suhteen. Pituus takaa sen, ettei virheellisiä signaaleja enää juuri tule ja toisaalta hukata tuottoja myöhäisen signaalin vuoksi. Virheellisten signaalien välttämiseen voi käyttää myös kahden liukuvan keskiarvon menetelmää. Tällöin hyvin terävät ja lyhyet hintaheilahdukset eivät tuota turhia signaaleja. Menetelmässä liukuvaa keskiarvoa verrataan kohde-etuuden hinnan sijasta toiseen lyhyempään liukuvaan keskiarvoon. Esimerkiksi etsittäessä muutoksia päätrendeissä voidaan 200 päivän liukuvaa keskiarvoa verrata 40 päivän liukuvaan keskiarvoon. Sekundaaritrendien määrittämisessä käytetään yleensä 10-50 päivän pituisia liukuvia keskiarvoja. (Pring 1985, 91-92; Murphy 1986, 246.)

Tilastollisessa mielessä olisi oikeaoppista keskittää liukuvakeskiarvo. Tällöin liukuva keskiarvo lasketaan kunkin hetken ympäröivistä arvoista, joten se reagoi täsmälleen trendiin, jota se yrittää arvioida. Tällöin ongelmana on viive signaalien hyödyntämisessä, joka on aina puolet laskentaperiodin pituudesta. Viive keskittämisessä aiheutuu siitä, ettei indikaattorin arvoja voida laskea viimeisimmille päiville. Liian suuren viiveen vuoksi keskittämistä ei käytetä kaupankäyntimenetelmien välineenä, mutta sitä voi soveltaa esimerkiksi hyödykejohdannaiskaupan syklianalyysissä. (Murphy 1986, 257-258, 445-448.)

Virhesignaaleja voi yrittää vähentää viemällä liukuvan keskiarvon käyrää edemmäs. Tällöin siis verrataan liukuvan keskiarvon viivästettyä havaintoa vallitsevaan kurssitasoon. Menetelmä viivästyttää hiukan signaalien syntymistä, ja siten suodattaa ajoittaisia voimakkaan kurssiheilahtelun tuottamia virheellisiä signaaleja. Sopiva viivästeen pituus on peukalosäännön mukaan neliöjuuri mittauseriodin pituudesta. Siten esimerkiksi käytettäessä 25 päivän liukuvaa keskiarvoa, verrataan päivän kurssia viisi päivää vanhaan liukuvan keskiarvon arvoon. (Pring 1985, 92-95; Murphy 1986, 257.)

### 3.5.2 Laskeminen

Liukuvia keskiarvoja on useanlaisia, joista tässä käsitellään kolmea tyyppiä. Nämä kolme tunnetuinta ovat yksinkertainen (simple moving average), lineaarisesti painotettu (weighted moving average) ja eksponentiaalisesti painotettu liukuva keskiarvo (exponential moving average). Yleensä laskennassa käytetään havaintoina virallisia päivän päätöskursseja, mutta muihinkin tapoihin, kuten keskikursseista laskettuihin tai päivän ylimmän ja alimman havainnon muodostamiin kanaviin voi törmätä.

Yksinkertainen liukuva keskiarvo (3.1) lasketaan nimensä mukaisesti mittausperiodin aikaisten havaintojen aritmeettisena keskiarvona. Painotetuissa liukuvissa keskiarvoissa annetaan suurempi paino viimeisimmille havainnoille. Tällaisen menettely etuna on indikaattorin herkempi reagointi viime hetkien tapahtumiin ja siten nopeampi signalointi. Lineaarisesti painotetussa menetelmässä (3.2) painotus pienenee lineaarisesti kohti vanhempia havaintoja, kun eksponentiaalisessa painotuksessa (3.3) peräkkäisten havaintojen painojen suhde säilyy vakiona. Siinä missä yksinkertaisessa ja lineaarisesti painotetussa liukuvassa keskiarvossa puhutaan laskentapituudesta, pitäisi eksponentiaalisesti painotetun liukuvan keskiarvon kohdalla puhua painoprosentista. Tämä on seurausta siitä, ettei sillä periaatteessa ole mitään laskennallista pituutta. Se hyödyntää koko käytössä olevaa aineistoa ja sillä on siten ikuinen muisti. Käytännössä tämänkin kohdalla kuitenkin puhutaan pituudesta. Esitetyn pituuden ja painoprosentin välillä on yhteys (3.4), jolla eksponentiaalisen liukuvan keskiarvon pituutta aproksimoidaan. (Achelis 2000, Murphy 1986, 237-239.)

Menetelmien laskentakaavat voidaan esittää seuraavasti:

$$MA_t(n) = \frac{\sum_{i=1}^n P_{t-n+i}}{n}, \quad (3.1)$$

$$WMA_t(n) = \frac{\sum_{i=1}^n iP_{t-n+i}}{\sum_{i=1}^n i} = \frac{2 \sum_{i=1}^n iP_{t-n+i}}{n(n+1)}, \quad (3.2)$$

$$EMA_t(n) = xP_t + (1-x)EMA_{t-1}(n) \text{ ja} \quad (3.3)$$

$$x = \frac{2}{n+1}, \text{ missä} \quad (3.4)$$

$n$  = menetelmän laskentapituus,

$x$  = painoprosentti ja

$P_t$  = osakkeen hinta tai indeksin pisteluku hetkellä  $t$ .

Yleensä eksponentiaalisesti painotettua liukuvaa keskiarvoa ei aleta laskemaan suoraan aineiston toisesta havainnosta, vaan aineiston alusta muodostetaan siemenluku aritmeettisena keskiarvona. Esimerkiksi laskettaessa EMA(200) arvoa, on aineiston 200 ensimmäisestä havainnosta laskettu aritmeettinen keskiarvo, josta eteenpäin menetelmä hyödyntää koko aineiston edellä mainittujen kaavojen (3.3) ja (3.4) mukaisesti.

Edellä esitetty määritelmä painoprosentin ja eksponentiaalisesti painotetun liukuvan keskiarvon pituuden yhteydestä on ehdottomasti yleisin. Joissakin lähteissä yhteydeksi esitetään suoraviivaisesti kaavan (3.5) mukaista tilannetta. Mikäli sijoittajat puhuisivat aidosti painoprosenteista, ei sekaannuksia pääsisi syntymään. Todellisuudessa kuitenkin Internetissä toimivien palveluiden tarjoajien dokumentointi käyttämistään menetelmistä on joko epätarkkaa tai puuttuu kokonaan. Näin ollen menetelmiä hyödyntävä sijoittaja ei voi tietää, mitä on tekemässä, ellei itse laske indikaattoreiden oikeita arvoja. Alla toinen näkemys eksponentiaalisesti painotetun keskiarvon pituudesta:

$$x = \frac{1}{n} . \quad (3.5)$$

## 3.6 Oskillaattorit

### 3.6.1 Käyttötapa

Edellä esiteltyt liukuvat keskiarvot soveltuvat pikemminkin nousu- ja laskutrendien tarkasteluun ja niiden hyödyntämiseen. Markkinoilla, joilla hinnat vaihtelevat hintakanavassa vaakatrendissä, ne antavat kuitenkin lähinnä virheellisiä signaaleja. Tähän ongelmaan teknisen analyysin harjoittajat tarjoavat käytettäväksi oskillaattoreita. Joitakin sovelluksia niillä on myös käytöstä yhdessä liukuvien keskiarvojen kanssa.

Momentumilla, liikevoimalla, mitataan hinnan muutosnopeutta. Oskillaattoreilla tarkoitetaan normalisoitua momentumia ja siitä johdettuja muunnelmia. Niillä yritetään tunnistaa markkinoilla tilanteita, jolloin osake on ylimyöty tai -ostettu. Oskillaattorin arvo vaihtelee koko ajan jollakin, yleensä nollan ja sadan välillä. Signaalin menetelmä antaa ennalta asetetun ylä- tai alarajan rikkoontuessa. Rajat määräytyvät lähinnä kokemuspohjalta.

Menetelmän filosofian mukaan ylimyyntit ja -ostot ovat poikkeustilanteita, ja niiden ajatellaan korjautuvan. Tarkoituksena on siis toimia markkinoita vastaan. Ongelmana on kuitenkin oskillaattorien jatkuva virhesignaali yliostoista nousutrendissä ja ylimyyntistä laskutrendissä, vaikka kehitys jatkaa yhä suuntaansa. Sijoittajan pitäisi siis menetelmää hyödyntäessään olla koko ajan tietoinen, onko vallitseva tilanne vaakatrendi vai onko se kääntynyt. Tämän vuoksi oskillaattoreita ei suositellakaan käytettävän ainoana menetelmänä, vaan muiden menetelmien ohessa pääpainon ollessa trendien muutosten tarkkailussa. Teknisen analyysin asiantuntijoiden mukaan oskillaattoreilla voi kuitenkin olla arvoa kaupankäynnin ajoituksessa myös nousu- ja laskutrendien vallitessa (Murphy 1986, 311). Tällöin jatkuvan virhesignaalitynnyksen vuoksi nousutrendissä on pidettävä arvokkaampana oskillaattorien antamia ostosignaaleja ja laskutrendin vallitessa myyntisignaaleja.

### 3.6.2 Liikevoiman mittaaminen ja hyödyntäminen

Hinnan muutosnopeuden tarkastelusta voi olla apua trendien analysoinnissa. Kuten luvussa 2.2 esitellyt Jegadeeshin ja Titmanin malli momentumstrategiasta sekä DeBondtin ja Thalerin tutkimukset tuottojen käyttäytymisestä osoittavat, eivät osakkeiden tuotot noudata täysin satunnaiskulkua. Siten myöskään olemassa olevat trendit eivät pääsääntöisesti käänny yht'äkkiä. Liikevoiman ja sen muutoksen sanotaan johtavan kurssikehitystä (Pring 1985, 106). Siten hiipuva muutosnopeus on otettava vakavana varoituksena kehityksestä, vaikka kurssi näyttäisi yhä olevankin nousu- tai laskutrendissä. Toisinaan menetelmä epäonnistuu, kun esimerkiksi nousutrendin päätteeksi kohdataan voimakas myyntien tuoma vastus tai ostovoima on tilapäisesti uupunut. (Pring 1985, 105).

Liikevoima (3.6) sinällään on pelkkä nimellismuuttuja, mutta suhteuttamalla se vallitsevaan kurssitasoon, tulee siitä oskillaattori. Muutosvauhti (rate of change, ROC) on tällainen oskillaattori (3.7). Menetelmän laskentaperiodi valitaan sijoitushorisontin perusteella, tyypillisiä arvoja ovat aina kymmenestä päivästä kymmeneen viikkoon. Laskennassa käytetään yleensä päätöskursseja ja tulokset piirretään käyräksi kuvaajaan varsinaisen kurssikehityksen alapuolelle. Käyrän konvergoiminen nollassa tarkoittaa hiipuvaa liikevoimaa. Liikevoima ja muutosvauhti lasketaan yksinkertaisesti (Murphy 1986, 278, 286):

$$M_t(n) = P_t - P_{t-n} \text{ ja} \quad (3.6)$$

$$ROC_t(n) = \frac{P_t - P_{t-n}}{P_{t-n}}, \text{ missä} \quad (3.7)$$

$n$  = menetelmän laskentaperiodin pituus ja

$P_t$  = hinta tai pisteluku hetkellä  $t$ .

### 3.6.3 RSI

Oskillaattoreista yksi tunnetuimpia on suhteellinen voimakkuusindeksi RSI (relative strength index, RSI), jonka julkaisi Welles Wilder Jr. vuonna 1978. Wilder piti perinteisen liikevoiman mittaamisessa kahta ominaisuutta ongelmana. Ensinnäkin suuret muutokset mittauseriodin alkupään havainnoissa saavat aikaan suuren muutoksen momentumissa, vaikka kurssi on kehittynyt rauhallisesti periodin lopulla eli mittaushetkellä. Nämä häiriöt syntyvät aineiston päivittämisestä hylättäessä mittauseriodin vanhin havainto, ja näitä vääristymiä varten oli tarpeen kehittää jonkinlainen tasoitus. Toiseksi saattamalla indeksin yhteismitalliseksi vakiomitta-asteikolla, on vertaileminen mahdollista. Suhteellisen voimakkuusindeksin katsotaan olevan ratkaisu näihin ongelmiin. (Murphy 1986, 295-296.)

Suhteellisen voimakkuusindeksin nimi on itse asiassa harhaan johtava. Puhuttaessa suhteellisesta voimakkuudesta osakemarkkinoiden analyysin yhteydessä, tarkoitetaan sillä jonkin osakkeen, toimialan tai indeksin kehitystä suhteessa verrokkiinsa. Suhteellinen voimakkuusindeksi mittaa kuitenkin osakkeen tai indeksin kehitystä sen omasta kurssista, siten kuvaavampi nimitys olisi sisäinen voimakkuusindeksi. Indeksia lasketaan havaintoaineistosta kaavojen (3.8) ja (3.9) mukaan (Murphy 1986, 296):

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS}, \text{ missä} \quad (3.8)$$

$$RS = \frac{\text{'nousut'}/n}{\text{'laskut'}/n}. \quad (3.9)$$

Mikäli mittauseriodin aikana ei ole ollut yhtään laskupäivää, ei RS ole määritelty. Tällöin voidaan kuitenkin RSI:n katsoa konvergoivan arvoon 100. Laskennassa käytetään laskuista absoluuttisia arvoja, joten RS on aina positiivinen. On tärkeää huomata, että kaavassa (3.9) nousupäivien kurssinousujen ja laskupäivien kurssitappioiden jakajana on  $n$  eikä voitollisten tai tappiollisten päivien lukumäärä. Erittäin useissa lähteissä esitetään virheellisesti laskentatavaksi kurssinousujen keskiarvon suhde kurssilaskujen keskiarvoon. Periaatteessa jakajalla ei ole mitään

merkitystä, sehän supistuu pois kaavasta (3.9). Tälle vakiintuneelle esitystavalle on kuitenkin syynsä. Useat teknisen analyysin ohjelmistot nimittäin käyttävät RS:n laskennassa eksponentiaalista tasoitusta. Niiden laskenta-algoritmi kertoo edellisen päivän RS:n nimittäjän ja osoittajan painolla  $n-1$  ja lisää saatuihin arvoihin päivän uuden havainnon. Nousupäivänä (laskupäivänä) lisäys nimittäjään (osoittajaan) on 0. Proseduurin oletuksissa on joissakin ohjelmistoissa myös vaatimus riittävän pitkstä havainto-aineistosta. Tällöin RS on aina määritelty, sillä pitkään periodiin mahtuu käytännössä aina vähintään yksi laskupäivä. Valmiita proseduureja käyttävän on syytä tarkastaa algoritmin dokumentointi.

Laskentakaavasta (3.8) seuraten RSI voi saada arvoja nollan ja sadan väliltä. Menetelmän hyödyntäjän täytyy nyt päättää laskentaperiodin pituus ja asettaa hälytysrajat. Käytetyimpiä laskentaperiodeja ovat 9 ja 14 päivää. Mitä lyhyempi laskentaperiodi on, sitä herkemmin ja rauhottomammin oskillaattori käyttäytyy. Hälytysrajoiksi on käytössä vakiintunut alarajaksi 30 ja ylärajaksi 70. Lyhyiden laskentaperiodien yhteydessä käytetään yleisesti myös 20 ja 80 pisteen rajoja, samoin kurssin nousutrendin aikana voi olla hyödyllistä asettaa ylärajaksi 80 pistettä ja laskutrendin aikana alarajaksi 20 pistettä. Oskillaattorin ollessa ylärajan yläpuolella, pidetään osaketta yliostettuna ja alarajan alapuolella ollessa ylimyytynä. Menetelmän hyödyntäminen ei kuitenkaan ole yksinkertaista, sillä todelliset osto- ja myyntisignaalit eivät synny suoraan hälytysrajojen rikkoutumisesta. Osakettahan ei kannata myydä ylärajan rikkoontuessa, jos se on yhä nousutrendissä. Oskillaattorin siirtymistä hälytysalueelle on pidettävä vasta ensimmäisenä varoitussignaalina. Tärkeintä on huomioida hälytysalueella mahdollisia oskillaattorin ja varsinaisen kurssikehityksen poikkeamia. Tällainen tilanne syntyy yliostojen tapauksessa, kun kurssikehitys saavuttaa yhä uusia huippuja, mutta oskillaattori ei enää kykene saavuttamaan aikaisempaa huippuaan yläalueella liikuttaessa. Poikkeamat ovat vakava varoitus trendin muutoksesta, jolloin signaali syntyy oskillaattorin leikatessa takaisin normaali-alueelle. (Murphy 1986, 298-303.)



### 3.6.4 MACD

Teknisen analyysin oskillaattoreista toinen hyvin suosittu on Gerald Appelin kehittämä MACD. Tämä oskillaattori on rakennettu erilaisista liukuvista keskiarvoista, joiden erkanemisien ja konvergoimisien (moving average convergence-divergence, MACD) avulla tulevaa kurssikehitystä pyritään ennustamaan. Itse oskillaattori (3.10) muodostuu kahdesta eri pituisesta liukuvasta keskiarvosta, jotka on saatettu oskillaattoriksi vähentämällä lyhyestä liukuvasta keskiarvosta pidempi. Oskillaattorin lisäksi kuvioon piirretään MACD:sta eksponentiaalisesti painotetulla liukuvalla keskiarvolla tasoitettu signaalikäyrä (3.11). Ohessa menetelmän tulkinta ja vakiintuneet parametrit, parametreja voi toki säätää tasapainoillen herkkyyden ja virheellisten signaalien välillä: (Murphy 1986, 312-313; Achelis 2000.)

$$MACD_t = EMA_t(12) - EMA_t(26) \text{ ja} \quad (3.10)$$

$$\text{signaali}_t = EMA_{MACD_t}(9). \quad (3.11)$$

MACD-oskillaattorin kolme käyttötapaa ja tulkintaa:

- Leikkaukset: MACD:n leikkaaminen signaali- tai nollatason yläpuolelle on ostosignaali osakkeelle. MACD:n kohoaminen signaalitason yläpuolelle indikoi positiivista MACD:n kehitystä, joka on hyvin yleinen muttei vielä kovin luotettava signaali. Varmempina signaalina voi pitää MACD:n nousua nollatason yläpuolelle. Tämä on selvä merkki osakkeen momentumin kääntymisestä positiiviseksi ja lupaa kurssinousua. Se kuvastaa myöskin sijoittajien tulevaisuuden odotusten olevan nykyisin (EMA(12)) positiivisempia kuin aiemmin (EMA(26)). Tästä seuraa siirtymä ylöspäin osakemarkkinoiden kokonaiskysynnän ja -tarjonnan kehikossa. Vastaavin perustein leikkaukset toisinpäin ovat osakkeen myyntisignaaleja.
- Suuret muutokset: MACD:n erittäin voimakkaat kasvut tai pudotukset eivät ole luonnollisia tilanteita. Nopea kasvu saattaa olla merkki osakekurssin ylikehittymisestä, jolloin täytyy varautua kurssin palautumiseen takaisin

realistisemmille tasoille. Vastaavasti MACD:n suuri romahdus indikoi ylimyyntejä markkinoilla ja on siten osakkeen ostosignaali.

- Erkanemiset<sup>7</sup>: Osakekurssin ja MACD:n kehitysten erkaneminen on harvinaisin, mutta luotettavin signaali osakekurssin trendin muutoksesta. Vaikka osakekurssi näyttäisi yhä olevan laskutrendissä, mutta MACD ei saavuta enää uusia pohjalukemia vaan lähtee kasvuun, syntyy ostosignaali. Vastaavasti myyntisignaali syntyy, kun osakekurssin nousutrendin loppuvaiheessa MACD ei enää kykene saavuttamaan paikallisia huippujaan.

Vaikka edellä esiteltyt oskillaattorit on alunperin tarkoitettu täsmällisiksi kvantitatiivisiksi menetelmiksi, ei niitä yleensä suositella niin tulkittaviksi. Koska menetelmien hyödyntäminen vaatii myös visuaalista tulkintaa, on oskillaattoreiden hyödyntäminen ja toimivuuden testaaminen hankalaa.

### **3.7 Volyymi**

#### **3.7.1 Osakekaupan volyymin ja hintakäyttäytymisen suhde**

Volyymiä ja sen merkitystä tulevaa kurssikehitystä arvioitaessa on sivuttu jo Dow-teorian ja kuvioanalyysin yhteydessä. Volyymin huomioiminen on olennainen osa teknistä analyysiä, sillä kurssimuutosten ohella toinen puoli käytettävissä olevasta informaatiosta muodostuu vaihdon määrästä.

Hintojen ja vaihdon sanotaan liikkuvan samaan suuntaan, usein volyymin kehityksen johtaessa. Volyymin muutokset voivat siten olla vakava varoitus trendin heikkoudelle ja kääntymiselle. Mahdollisia trendin muutoksia analysoidessa on usein järkevää varmistaa, että volyymin ja hinnan kehitykset varmentavat toisensa. Normaalisti volyymi on heikompaa sekundaaritrendien aikana. Nousukaudella (laskukaudella) volyymi siis heikkenee tilapäisten laskujaksojen (nousujaksojen) ajaksi. (Murphy 1986, 181-185.)

---

<sup>7</sup> Achelisen (2000) esitys on poikkeava, oheisen tiedon olen varmentanut muista Internet-lähteistä.

Esimerkki tavallisesta markkinatilanteesta on nousevat osakekurssit osakevaihdon volyymin kasvaessa, jolloin ei myöskään teknisessä mielessä ole havaittavissa mahdollista muutosta vallitsevalle kehitykselle. Mikäli kuitenkin tilapäisen kurssinotkahduksen jälkeen uusi kurssihuippu kehittyy edellistä huippua pienemmällä vaihdolla, on olemassa selkeä riski ilmaantuvalla trendin käännteelle. Tilanne on verrattavissa edellä esitetyn pää ja olkapäät -hintakuvion ja volyymin suhteeseen. Samoin pitkän laskutrendin lopulla on kurssille suotuisa merkki, mikäli seuraava aallonpohja muodostuu edellistä pienemmällä vaihdolla. Epäsuotuisana merkinä kurssinousulle on pidettävä, mikäli hintakehitys puhkaisee ali trendiviivan, liukuvan keskiarvon tai jonkin teknisen hintakuvion suurella volyyymilla. (Pring 1985, 205-206.)

### 3.7.2 Nousseiden ja laskeneiden osakkeiden volyymi

Kokonaiskuvan markkinoiden trendin laajuudesta saa seuraamalla A/D-käyrää, joka mittaa nousseiden ja laskeneiden (A/D, advance/decline) osakkeiden suhdetta pörssissä. Indikaattorin arvo lasketaan vähentämällä esimerkiksi päivän tai viikon aikana nousseiden osakkeiden lukumäärästä vastaavana ajanjaksona laskeneiden osakkeiden lukumäärä ja lisätään edelliseltä periodilta laskettuun arvoon (Pring 1985, 220). Menetelmä voidaan esittää:

$$A/D - \text{indikaattori}_t = \sum_{i=1}^t (A_i - D_i) , \text{ missä} \quad (3.12)$$

$A_i$  = periodilla  $i$  nousseiden osakkeiden lukumäärä tarkasteltavassa pörssissä ja

$D_i$  = periodilla  $i$  laskeneiden osakkeiden lukumäärä tarkasteltavassa pörssissä.

Saadun indikaattorin arvo on täysin absoluuttinen. Numeerisella arvolla ei ole merkitystä, vaan tarkoitus on tulkita käyrän muodostamia kuviota ja itse kulmakerrointa. Mitä pienempi osa osakkeista kulkee vallitsevan trendin suuntaan, niin sitä suurempi on uhkaavan trendin käänteen todennäköisyys (Pring 1985, 219).

Nousseiden ja laskeneiden osakkeiden suhteen sijasta saattaa olla hyödyllisempää tarkastella niiden volyymien suhdetta (upside/downside volume). Nousseiden ja laskeneiden osakkeiden volyymien suhde lasketaan aivan kuten edellä A/D-indikaattori (3.12), mutta nousseiden ja laskeneiden osakkeiden lukumäärä korvataan niiden volyyymilla. Tämänkin indikaattorin tulkinnassa oleellista on verrata piirtyvää käyrää varsinaiseen kurssikehitykseen ja osakekaupan volyyymiin, eikä niinkään huomioida varsinaista indikaattorin arvoa. Indikaattori saattaa antaa varoituksen mahdollisesta trendin käänteestä, vaikka osakemarkkinoiden trendi ja kokonaisvaihdon volyyymi kehittyisivätkin suotuisasti. Tällaisessa tilanteessa nousevien osakkeiden volyyymi ei siis jaksakaan enää kasvaa tai laskevien osakkeiden volyyymi on lisääntynyt. Nämä molemmat seikat ovat teknisessä mielessä laskua indikoivia. (Pring 1985, 210-211.)

### 3.7.3 Pienet ja suuret erät

Kauppaerän koolla katsotaan olevan informaatioarvoa. Pienillä erillä operoivia pidetään amatööreinä ja huonosti informoituina, joita vastaan kannattaa toimia. Mikäli esimerkiksi alle sadan osakkeen kauppaerillä toimivien aktiivisuus kasvaa osakemarkkinoilla, ovat markkinat ylikuumenneet. Vastaavasti heidän poistuminen markkinoilta indikoi yleensä loppua kurssilaskulle.

Vastaavasti suurilla erillä tapahtuvia kauppvoja operoivia pidetään hyvin informoituina ja niin sanottuna asiantuntijarahana (smart money). Suursijoittajien ja instituutioiden toimet kiinnostavat, sillä heillä katsotaan olevan mahdollisuus vaikuttaa markkinahintoihin suurella osto- ja myyntivoimallaan. Suuren erän eli blokkikaupan<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Helsingin pörssissä on mahdollisuus tehdä suurilla osake-erillä niin sanotun sopimuskauppamenettelyn mukaista kaupankäyntiä, jonka hintaehdot ei ole kuitenkaan rajoitettu. Tätä nimitetään blokkikaupaksi ja se mahdollistaa vallitsevasta kurssitasosta poikkeavan kaupankäynnin ilman varainsiirtoeroa, välittäjät tosin joutuvat maksamaan tästä hiukan normaalia suuremman palkkion pörssille. 1.9.2002 voimaan tulleiden osakkeiden kaupankäyntisääntöjen mukaan blokkikaupaksi voidaan lukea erät, jotka ovat arvoltaan vähintään:

- yksi miljoona euroa ja kauppa sisältää vähintään kaksi prosenttia kyseisen osakelajin osakkeiden lukumäärästä, tai
- kymmenen miljoonaa euroa.

(block trade) raja on epämääräinen, mutta voimme olettaa sen tarkoittavan selvästi miljoonan euron ylittäviä osakekauppoja. Kun blokkikaupat on jaoteltu viimeisintä hintaa korkeampina tai matalampina tapahtuneisiin, näyttäisi Pringin (1985, 215-216) esittelemän periodin mukaan olevan havaittavissa näiden blokkikauppojen suhteen mukailevan yliostojen ja ylimyyntien ajoitusta. Kun siis vallitsevaa kurssitasoa korkeampaan hintaan toteutuvien kauppojen osuus blokkikaupoista kasvaa huippuunsa, korjaavat markkinat kurssitasoa alaspäin. Mielestäni tämä ei kuitenkaan ole välttämättä seuraus blokkikaupoista. On aivan luonnollista, että laskutrendissä suurempi osa blokkikaupoista kuten mistä tahansa muistakin kaupoista tehdään edeltävää kurssia matalampaan ja nousutrendissä korkeampaan hintaan. Blokkikauppojen tulkinta on siis hankalaa, sillä asiantuntijarahen myydessä on toinen asiantuntija ostamassa.

### **3.8 Lyhyeksi myynnin ja johdannaismarkkinoiden merkitys**

Vaikka tiukan määritelmän mukaan teknisen analysoijan informaatiokori muodostuu pelkästään osakkeen hinnoista ja volyymeista, voidaan tulkintaa hieman laajentaa. Osaketta koskevan johdannaiskaupankäynnin, samoin kuin vaikkapa sisäpiirin kaupankäynnin, heijastaman informaation analysointi voidaan liittää lähemmin tekniseen, kuin fundamenttianalyysiin. Teknisessä analyysissä lyhyeksi myyntien määrää ja johdannaismarkkinoiden tilaa tulkitaan oskillaattoreiden kaltaisesti. Niiden arvioidaan ylilyövän toistuvasti ja siten ääritilanteissa sijoittajan olisi järkevää toimia markkinoita vastaisesti.

Lyhyeksi myyntien seuraaminen on samanaikaisesti rahojen virran ja sijoittajien sentimentin analysoimista. Suuri lyhyeksi myyntien määrä kertoo pessimismistä ja sijoittajien epäluottamuksesta kyseistä osaketta kohtaan. Analysoinnissa tunnuslukuna käytetään lyhyeksi myyntien suhdetta (Short interest ratio) keskimääräiseen päivävolyymiin (3.13). Tunnusluku mittaa lyhyeksi myyjien ostovoimaa heidän joutuessa kattamaan lyhyeksi myyntinsä. Suuri ostovoima saattaa piristää osakkeen kurssia myyntejä katettaessa ja johtaa siis heidän kannaltaan epätoivottuun tulokseen. Poikkeuksellisen suuria lyhyeksi myynnin määriä pidetään siis teknisessä mielessä ostosignaalina. Tämän kaltaista osakemarkkinoiden teknistä informaatiota on saatavissa

huomattavasti enemmän ulkomaisilta, varsinkin amerikkalaisilta, osakemarkkinoilta. Vaikka osakelainauksen myötä lyhyeksi myyminen on mahdollista Suomenkin osakemarkkinoilla, ei se ole kuitenkaan lyönyt itseään oikein läpi. Toisaalta tunnusluvun merkitys on vähentynyt menneistä analysoinnin vaikeutuessa, sillä lyhyeksi myynteihin sisältyy nykyään enemmän optio- ja muihin strategioihin liittyviä myyntejä. (Pring 1985, 271-272; Achelis 2000.)

$$\text{Lyhyeksi myytyjen suhde} = \frac{\text{osake}_i \text{ lyhyeksimyyty volyyymi}}{\text{osake}_i \text{ kuukauden keskipäivävolyymi}} \quad (3.13)$$

Johdannaismarkkinoista seurataan teknisessä mielessä eniten myynti- ja osto-optioiden volyymien suhdetta (P/C -suhde, Put/Call ratio) (3.14). Edellisen tavoin menetelmä on sijoittajien sentimentin indikaattori, ja sitä sovelletaan sekä yksittäisiin osakkeisiin että markkinoihin keskimäärin. Nousuun uskovat sijoittajat ostavat osto-optioita ja niitä asetetaan enemmän ja vastaavasti kurssien laskuun uskovat ostavat myyntioptiota. Korkea myynti- ja osto-optioiden suhde viittaa pessimistiseen markkinanäkemykseen ja pelkkä suhdeluvun kasvu viittaa tulevaisuuden näkymien heikentymiseen. Äärimmäisen suuria ja pieniä arvoja pidetään kuitenkin teknisessä mielessä ylilyönteinä odotuksissa markkinoiden kehityksen suhteen. Siten esimerkiksi poikkeuksellisen suurta suhdelukua pidetään markkinapohjien merkinä ja ostosignaalina. Analyysissä on hyödyllistä käyttää tunnusluvusta 5-20 päivän liukuvaa keskiarvoa suuren vaihtelun vuoksi. Ylioptimistisuutena (myynti signaali) voidaan pitää suhdeluvun alle 0,40-0,50 saavuttamia arvoja ja liiallisena pessimistisyytenä (ostosignaali) 0,70-0,80 ylittäviä arvoja. (Murphy 1986, 534-535.)

$$P/C - \text{suhde} = \frac{\text{myyntioptioiden volyyymi}}{\text{osto - optioiden volyyymi}} \quad (3.14)$$

## 4 KATSAUS TUTKIMUKSIIN TEKNISESTÄ ANALYYSISTA

### 4.1 Yksinkertaisten menetelmien sovellus Dow Jones -osakeindeksiin

#### 4.1.1 Menetelmien perinteinen testaus

Erilaisten teknisten analyysimenetelmien tehokkuutta ovat tutkineet muiden muassa William Brockin, Josef Lakonishokin ja Blake LeBaronin muodostama tutkijaryhmä. Brock, Lakonishok ja LeBaron (1992) sovelsivat yksinkertaisimpia tunnettuja menetelmiä hyvin laajaan aineistoon ja saivat tuloksiksi näyttöjä teknisen analyysin menetelmien hyödyllisyydestä. Tuloksia kuitenkin kyseenalaistaa Sullivanin, Timmermannin ja Whiten (1999) uusintatutkimus, jossa he käyttivät kehittyneempiä testausmenetelmiä yhteistestaukseen. Lisäksi Sullivanilla ym. oli käytössään alkuperäistä tutkimusaineistoa seuraava kymmenvuotisperiodi näytteen ulkopuoliseen testaukseen.

Brock ym. (1992) toteuttivat tutkimuksen DJIA-osakeindeksillä vuodesta 1897 vuoteen 1986; aineisto käsitti siis päivähavainnot 90 vuoden ajalta. Tilastollisten tulosten vahvistamiseksi he testasivat koko aineiston lisäksi menetelmät neljään perättäiseen aineistosta jaettuun aliajanjaksoon. Tuloksista ei löytynyt eroavaisuuksia eri periodeista ja koko aineistosta. Testattaviksi he valitsivat kolme erityyppistä teknisen analyysin menetelmää: liukuva keskiarvo, kiinteäpituinen liukuva keskiarvo (fixed-length moving average) ja kaupankäynnin vaihteluvälin murto (trading range break-out). Kummastakin liukuvasta keskiarvosta he käyttivät kymmentä erilaista parametointia ja kaupankäynnin vaihteluvälin murrosta kuutta erilaista, joten testattavana oli yhteensä 26 menetelmää<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Brock ym. (1992, 1739-1742):

Kummankin liukuvan keskiarvon eri parametroidit ovat (lyhyt lka (liukuva keskiarvo), pitkä lka, filteri): (1, 50, 0), (1, 50, 1 %), (1, 150, 0), (1, 150, 1 %), (5, 150,0), (5, 150, 1 %), (1, 200, 0), (1, 200, 1 %), (2, 200, 0) ja (2, 200, 1 %).

Brockin ym. (1992, 1736) kiinteäpituiseksi nimittämä menetelmä eroaa yksinkertaisesta liukuvan keskiarvon menetelmästä siten, että positiota pidetään aina sama kiinteä kymmenen päivää signaalin syntymisestä. Tämän menetelmän takana on ajatus siitä, että tuotot poikkeavat muutaman päivän ajan normaalista signaalin syntyessä. Normaalissa liukuvan keskiarvon menetelmässä kiinteä positiota pidetään niin kauan kuin kurssi tai lyhyempi liukuva keskiarvo on pidemmän yläpuolella. Vastaavasti he muodostivat lyhyeksi myydyin position menetelmän antaessa myyntisignaalin. Kaupankäynnin vaihteluvälin murto perustuu tuki- ja vastustasoihin, jotka muodostuvat paikallisista minimeistä ja maksimeista. Useat sijoittajat yrittävät ostaa halvimpaan hintaan, joten paikallinen minimi muodostaa tukitason. Samoin ylimpään hintaan myyntiä yrittävien toimesta muodostuu kurssille vastustaso edellisestä paikallisesta huipusta. Menetelmä muodostaa siis ostosignaalin (myyntisignaalin), jos valitun tarkasteluperiodin huippukurssi ylitetään (minimikurssi alitetaan). Brock ym. (1992, 1742) tutkivat tämän menetelmän tuottavuutta tarkastelemalla kymmenen päivän tuottoja signaalin syntymisestä.

Käytännössä Brockin ym. (1992) testaukset eivät täysin vastaa menetelmien todellista soveltamista. Tutkimus on toteutettu indeksistä lasketuilla päivätuotoilla, tarkkaan ottaen logaritmoidun sarjan differenssi viiveellä yksi tai kymmenen tutkittavan menetelmän mukaan. Kiinteäpituisen liukuvan keskiarvon menetelmässä he ovat ottaneet huomioon ainoastaan ensimmäisen mahdollisen signaalin kymmenen päivän sisään kullakin ajan hetkellä. Signaalia pikaisesti seuraavat signaalit on siis hylätty ja ilmeisesti samaa periaatetta on käytetty myös kaupankäynnin vaihteluvälin murrossa. Eroavuus yksinkertaisen liukuvan keskiarvon hyödyntämisessä verrattuna käytäntöön syntyy filttareiden käytössä. Menetelmän ideana on ostosignaalin syntyminen, kun kurssi tai lyhyempi liukuva keskiarvo ylittää filterin verran pitkän liukuvan keskiarvon. Vastaavasti positiota pidetään, kunnes pitkä liukuva keskiarvo alitetaan filterin verran. Brockin ym. (1992, 1738-1740) testausalgoritmin teknisen toteutuksen vuoksi tutkimuksen ulkopuolelle jäävät ne päivät, jolloin kurssi liikkuu signaalin jälkeen

---

Vaihteluvälin murren eri parametroidit ovat (tarkastelujakson pituus, filteri): (50, 0), (50, 1 %), (150, 0), (150, 1 %), (200, 0) ja (200, 1 %).



filterialueella. Noina päivinä ei siis ole pitkää tai lyhyttä positiota. Esimerkiksi 200 päivän liukuvan keskiarvon menetelmä yhden prosentin filterillä näyttäisi jättävän reilut kahdeksan prosenttia päivähavainnoista huomioimatta. Brockin ym. tutkimuksessa huomioidaan koko tuotto päiväältä, jona menetelmä on antanut signaalin ostamisesta tai lyhyeksi myymisestä. Ilmeisesti heillä on ollut käytössään indeksin päivän päätösarvot, mikä voi aiheuttaa pientä harhaa. Signaalihan on saattanut syntyä vasta päivän lopulla, vaikka koko päivän tuotto huomioidaan. Tämän merkitystä voidaan kuitenkin pitää olemattomana, sillä testattavat menetelmät muodostavat pitoajaltaan melko pitkiä positioita. Esimerkiksi käytettäessä erittäin lyhyitä liukuvia keskiarvoja saattaisivat tulosten vankkuudet olla kyseenalaisia. Laskelmissa ei ole huomioitu kaupankäyntikuluja.

Kun menetelmiä testataan yksittäin, näyttäisivät tulokset perinteisten t-testien valossa puhuvan teknisen analyysin tehokkuuden puolesta. Kymmenen erilaisen yksinkertaisen liukuvan keskiarvon variaation tuotoista valtaosa on tilastollisesti merkitseviä. Kuusi kymmenestä testatusta menetelmästä tuottaa sijoitukselle merkitsevää ylituottoa verrattuna keskimääräiseen päivätuottoon, kun käytetään kaksisuuntaista t-testiä viiden prosentin merkitsevyytasolla. Loput neljä ovat tilastollisesti lähes merkitseviä viiden prosentin merkitsevyytasolla. Kaikkien kymmenen menetelmän lyhyeksi myyntien aikana päivätuotot ovat negatiivisia ja tilastollisesti merkitsevästi keskimääräisiä päivätuottoja pienempiä. Perinteisten mallien mukaan tehokkailla markkinoilla ei pystytä ennustamaan tuottoja eri ajanhetkille. Voidaan siis asettaa nollahypoteesiksi, että pidä-päivien keskimääräinen päivätuotto vähennettynä lyhyeksi myyntien aikaisella keskimääräisellä päivätuotolla on nolla. Tämä on kuitenkin kaikilla kymmenellä menetelmällä tilastollisesti nolasta poikkeava ja positiivinen. Keskimäärin nämä kymmenen strategiaa tuottivat positiolle 0,042 % ja lyhyeksi myynnille 0,025 % päivässä, kun koko periodin keskimääräinen päivätuotto oli 0,017 %. Vuosituotoiksi muutettuna nämä vastaavat positiolle noin 12 %, lyhyeksi myynnille 7 % ja indeksille eli pitkäaikaiselle osta ja pidä -strategialle 5 % tuottoa. Parhaiten testatuista yksinkertaisista liukuvista keskiarvoista toimi koko aineistolla 50-päiväinen sovellettuna yhden prosentin filterillä. Tämä menetelmä tuotti positiopäivinä keskimäärin 0,067 % ja lyhyeksi myyntien aikana 0,032 % päivässä. Muillakin pituuksilla näyttää yhden prosentin filteristä olevan hyötyä. (Brock ym. 1992, 1738-1740.)

Tulokset ovat samansuuntaisia kymmenelle erilaiselle kiinteäpituiselle liukuvalla keskiarvolle. Positioiden ja lyhyeksi myyntien aikaisten keskimääräisten kymmenen päivän tuottojen erotus on positiivinen. Se on myös tilastollisesti merkitsevä seitsemällä menetelmällä, kolme muuta ovat melkein. Kaikilla kymmenellä menetelmällä positioiden aikaiset kymmenen päivän tuotot ovat positiivisia, mutta ne eivät ole tilastollisesti merkitsevästi keskimääräisiä tuottoja suurempia. Muutammat arvoista ovat lähellä merkitsevää. Lyhyeksi myyntien aikaiset tuotot ovat kaikki negatiivisia ja tilastollisesti merkitsevästi keskimääräisiä tuottoja pienempiä on viisi kymmenestä. Yhden prosentin filteri parantaa tuottoja. (Brock ym. 1992, 1740-1742.)

Myös vaihteluvälin murto kuutena erilaisena sovelluksena osoittautuu tilastollisesti tehokkaaksi, kun testataan osto- ja myyntisignaaleita seuraavien tuottojaksojen erotusta. Tutkittaessa ostosignaaleja erikseen, osoittautuu kolme kuudesta tilastollisesti tehokkaaksi verrattaessa normaalituottoon. Loput kolme ovat lähellä sitä. Myyntisignaaleja seuraavat tuotot markkinoilla ovat negatiivisia. Tilastollisesti markkinatuottoja pienempi on yksi kuudesta, kaksi muuta ovat melkein. Myös tällä menetelmällä yhden prosentin filterin käyttö parantaa saavutettavia tuottoja. (Brock ym. 1992, 1742-1743.)

Edellä esiteltyt testaustulokset koskevat siis kutakin menetelmää yksinään. Menetelmistä perinteinen liukuva keskiarvo on hyvin tunnettu ja käytetty strategia. Kiinteäpituisen liukuva keskiarvo on huomattavasti tuntemattomampi ja varmasti vähemmän käytetty metodi. Osakkeen kaupankäynnin vaihteluvälin murto on melko tunnettu metodi. Jälkimmäisten metodien ongelma on se, että markkinoilla ollaan hyvin vähäisiä jaksoja, jolloin tuotot kokonaisuudessaan jäävät melko vähäisiksi. Testauksessa ongelmia aiheuttavat t-testin taustaoletukset. Ne olettavat havaintojen (päivätuottojen) olevan normaalijakautuneita, stationaarisia ja toisistaan riippumattomia yli ajan. Päivätuotot rikkovat kuitenkin jossain määrin kaikkia noita oletuksia. Kaksisuuntaisen testin käyttö on kuitenkin melko tiukka valitulla merkitsevyytasolla. Lisäksi on mahdollista, että tuloksiin vaikuttaa yksittäisten osakkeiden sijasta käytetty koko markkinoita kuvaava indeksi (Brock ym. 1992, 1743). Mainittujen t-testin ongelmien ja menetelmien yhteistestauksen vuoksi Brock ym. (1992) soveltavat

aineistoon bootstrap-testausta<sup>10</sup> tulosten varmentamiseksi. Bootstrap-metodologian avulla voidaan myös tutkia tuottojen hajontaa positioiden ja lyhyeksi myyntien aikana.

#### 4.1.2 Bootstrap-testaus

Edellä mainittujen t-testauksen ongelmien vuoksi ja tulosten varmentamiseksi sovellettiin menetelmiin parametrissa ja epäparametrissa bootstrap-menetelmää. Epäparametrisessa menetelmässä havainnot, tässä tapauksessa päivätuotot, oletetaan *iid*-jakautuneiksi (esim. satunnaiskulku) ja uudet havainnot voidaan simuloida tekemällä riippumaton otos palauttaen alkuperäisestä aineistosta. Parametrisessa menetelmässä simuloidut otokset luodaan valitun mallin avulla. Aluksi mallin tuntemattomat parametrit estimoidaan alkuperäisestä aineistosta, minkä jälkeen uusia havaintoja voidaan tuottaa käyttämällä estimoitua mallia.

Brock ym. (1992, 1743-1748) käyttivät bootstrap-testauksessa neljää eri nollahypoteesimallia edustavien hintasarjojen simulointiin: satunnaiskulku trendillä, AR(1), GARCH-M ja EGARCH. Satunnaiskulku trendillä on perinteinen oletus hintojen käyttäytymisestä tehokkailla markkinoilla. AR(1)-prosessi edustaa niitä huomioita, että tuotot osakemarkkinoilla ovat jossain määrin positiivisesti autokorreloituneita lyhyillä periodeilla. GARCH-M (generalized autoregressive conditional heteroskedasticity in mean) huomioi sen, että korkean (matalan) volatiliteetin jaksoa seuraa yleensä matalan (korkean) volatiliteetin jakso. Tämän tuottoja generoivan prosessin mukaan volatiliteetti voi vaihdella yli ajan ja odotetut tuotot ovat volatiliteetin sekä menneiden tuottojen funktio. EGARCH (Exponential GARCH) yrittää huomioida volatiliteetin vaikutuksen edellisestä mallista hiukan eroten. Malli kykenee huomioimaan tuottojen vaikutuksen volatiliteettiin eri tavoin niiden

---

<sup>10</sup> Bootstrap on laskennallinen metodologia, jota käytetään tilastolliseen päättelyyn. Menetelmässä suoritetaan uudelleenotanta alkuperäisestä aineistosta, jonka jälkeen noista havainnoista luodaan simuloituja aineistoja suoraan tai johonkin malliin sovittamalla. Nyt tunnusluville voidaan muodostaa empiirisiä jakaumia ja tilastollinen päättely on mahdollista.

Tilastotieteen termille 'bootstrap' ei ole mitään vakiintunutta suomennosta.

vallitsevan etumerkin mukaan. On nimittäin havaittu, että negatiivisia tuottoja seuraa pikemminkin suurempi volatilitteetti kuin positiivinen tuotto. Tämän päivän tuotolla ja ennustettavalla volatilitteetilla on siis käänteinen riippuvuus.

Jokainen simulaatio perustuu nollahypoteesin mukaisen mallin 500 toistoon. Nyt aiemmin esitellyt 26 teknisen analyysin menetelmää on testattu jokaisella aineistolla ja saatu kutakin nollahypoteesimallia kohtaan 500 havaintoa kunkin yksittäisen menetelmän saavuttamille keskimääräisille päivätuotoille positioiden sekä lyhyeksi myyntien aikana. Lisäksi on mahdollista verrata positioiden ja lyhyeksi myyntien aikaisten päivätuottojen hajontoja. Nollahypoteesi hylätään  $\alpha$  prosentien luottamustasolla, mikäli alkuperäisestä sarjasta saavutetut ehdolliset tuotot ovat paremmat kuin parhaimmalla  $\alpha$  prosentilla simuloitujen sarjojen ehdollisia tuottoja (Brock ym. 1992, 1745).

Tulokset myötäilevät perinteisten testien tuloksia. Satunnaiskulkumallin simulaatioihin sovelletut teknisen analyysin menetelmät eivät kykene generoimaan tuottoja kuten alkuperäiseen sarjaan sovellettuina kykenivät. Alle prosentilla<sup>11</sup> sarjoista positioiden aikaiset tuotot ovat menetelmillä parempia kuin todellisella sarjalla. Samoin alle prosentilla sarjoista lyhyeksi myyntien aikaiset osakemarkkinoiden tuotot ovat pienempiä kuin alkuperäisellä sarjalla. Positioiden ja lyhyeksi myyntien aikaisten keskiosaketuottojen erotus ei ole yhdelläkään simuloitulla sarjalla alkuperäistä suurempi, keskimäärin se on nolla. Positioiden aikainen osaketuottojen keskihajonta eli riski on pienempi alle prosentilla simuloituista sarjoista verrattuna alkuperäiseen sarjaan. Lyhyeksi myyntien aikainen riski on kaikilla simuloituilla sarjoilla ja testatuilla menetelmillä suurempi kuin alkuperäisellä sarjalla. Havainnot tuottojen hajonnasta ovat uusia. Paitsi että alkuperäisen sarjan ostosignaalit erottelevat jaksoja, joilla on suurempi tuotto, ne myös valikoivat samalla pienempi riskisiä jaksoja. Tuottojen ennustettavuutta ei siis missään nimessä voi selittää riskitason vaihtelulla. (Brock ym. 1992, 1748-1751.)

Samoin AR(1)-malli ei kykene selittämään testattujen teknisen analyysin menetelmien toimivuutta. Tuotoissa havaittu pieni autokorreloituneisuus pystyy selittämään vain

---

<sup>11</sup> Nämä prosenttiluvut voidaan tulkita eräänlaisina simuloituina p-arvoina.

pienen osan teknisen analyysin menetelmien tunnistamasta kurssien käyttäytymisestä ja tulokset ovat hyvin samankaltaisia satunnaiskulkumallin kanssa. Myöskään GARCH-M-malli ei pysty selittämään teknisen analyysin menetelmien generoimia tuottoja. Lisäksi se ennustaa positioille ja lyhyeksi myynneille suunnilleen samaa riskiä. EGARCH-malli on hiukan parempi. Se epäonnistuu positioiden ja lyhyeksi myyntien aikaisten tuottojen eron selittämisessä, mutta kykenee tuottamaan niiden aikaisille riskeille eroa. Lyhyeksi myyntien ajoiksi se kuitenkin ennustaa liian pientä volatiilisuutta. (Brock ym. 1992, 1749-1758.)

Brock ym. (1992) päätyvät tulokseen, että tekninen analyysi auttaa tuottojen ennustamisessa. Teknisen analyysin löytämiä rakenteita ei pystytä selittämään ensimmäisen asteen autokorrelaatiolla tai volatiliiteetin vaihtelun aiheuttamalla odotettujen tuottojen muutoksella. Osakkeiden tuottoja generoiva prosessi on ehkä monimutkaisempi kuin perinteiset lineaariset mallit väittävät ja tekninen analyysi saattaa tunnistaa näitä piileviä rakenteita. Heidän tutkimus ei kuitenkaan väitä, että heidän tutkimillaan menetelmillä voisi saavuttaa ylituottoja, sillä tutkimus ei huomioi transaktiokustannuksia osakemarkkinoilla.

#### 4.1.3 Samankaltainen tutkimus toisella aineistolla

Samoja testausmenetelmiä teknisen analyysin tutkintaan on käyttänyt myös Kwon ja Kish (2002). Tutkimusaineistona heillä oli New Yorkin pörssin arvopainotettu NYSE-indeksi vuosilta 1962–1996. Testattavat menetelmät poikkesivat Brockin ym. (1992) käyttämisestä: testattavana oli liukuva keskiarvo, liukuvan keskiarvon ja momentumin yhdistelmä sekä liukuvan keskiarvon ja volyymin yhdistelmä. Menetelmien eri parametroidit huomioiden menetelmiä oli yhteensä viisitoista. Myös nollahypoteeseina käytettävät mallit poikkesivat hieman. Kwon ja Kish (2002) käyttivät nollahypoteeseina satunnaiskulun- ja GARCH-M-mallia. GARCH-M-mallia he sovelsivat tavallisena ja instrumenttimuuttujin varustettuna sisältäen osinkotuoton, korkojen aikarakenteen (3 ja 6 kk:n sekä 1 ja 10 vuoden velkakirjojen tuottoero) sekä tammikuuvaikutuksen.

Kwonin ja Kishin (2002) mukaan teknisen analyysin menetelmät kykenevät erottelemaan jaksoja, joilla on sekä suurempi tuotto että pienempi riski verrattuna osta

ja pidä -strategiaan. Menetelmien antamien myyntisignaalien jälkeen markkinatuotot ovat tilastollisesti normaalia pienempiä ja riski on suurempi. Erityinen havainto on volyymin huomioimisen hyödyllisyys, tuottosarjat itsestään eivät paljasta kaikkea informaatiota markkinoista. Teknisen analyysin menetelmät saattavat tunnistaa tuotoissa joitakin epälineaarisia riippuvuuksia tai yhteyden tuottojen ja volyymin välillä. (Kwon & Kish 2002.)

#### 4.1.4 Täydennys alkuperäiseen tutkimukseen

Bessembinder ja Chan (1998) ovat jatkaneet Brockin ym. (1992) tutkimusta ja pystyvät osin selittämään tuon tutkimuksen tuloksia. He testasivat täsmälleen samoja menetelmiä kuin Brock ym. vuosien 1926–1991 DJIA:een. Brockin ym. löytö teknisen analyysin kyvystä ennustaa negatiivisen tuoton jaksoja ei pitäne paikkaansa uudemman tutkimuksen mukaan, negatiivinen riskipreemiohan olisi ristiriidassa kaikkien osakemarkkinoiden toimintaa selittävien mallien kanssa. Ero selittyy kaupankäynnin ajankohdan ja osinkojen huomioimisella. Bessembinder ja Chan suorittivat transaktiot signaalia seuraavana päivänä, joten luvussa 4.1.1 mainittu harha ensimmäisen päivän tuotoissa poistuu. Näiden huomioiden myötä teknisen analyysin myyntisignaaleja seuraavat riskipreemiot markkinoilla eivät ole tilastollisesti merkitsevästi alle nollan.

Lisäksi Bessembinder ja Chan (1998) tutkivat, minkä tasoilla kaupankäynnin kuluilla noiden menetelmien hyödyntäminen on mahdollista. Kokeessa ostosignaalin jälkeen sijoitettiin tietty pääoma ja samansuuruinen vieras pääoma, myyntisignaalin jälkeen maksettiin velka ja talletettiin loput. Sekä lainaus että talletus tapahtui riskittömällä korolla. Näin muodostetun strategian riski jäi hiukan osta ja pidä -strategiaa pienemmäksi. Koko aineistolla kustannusrajaksi transaktiota kohti muodostui yleisesti 0,39 %; liukuvalla keskiarvolla 0,57 %, kiinteäpituuisella liukuvalla keskiarvolla 0,25 % ja vaihteluvälin murrolla 0,14 %. Menetelmien hyödyntäminen kuitenkin tiukentui aineiston loppua kohti. Periodilla 1976–1991 kustannusraja oli 0,22 % ja mikäli transaktio suoritettiin signaalia seuraavana päivänä, niin raja laski 0,11 %:iin. Heidän mukaan vallitseva kustannustaso on ollut vähintään tuota luokkaa, joten teknisellä analyysillä ei ole kyennyt saavuttamaan ylituottoja. Bessembinderin ja Chanin mukaan teknisen analyysin ennustevoiman perusta jää kuitenkin yhä arvoitukseksi.

## 4.2 Uusintatutkimus Dow Jones -indeksillä

Brockin ym. (1992) tutkimustuloksia ovat arvostelleet Sullivan, Timmermann ja White (1999)<sup>12</sup>. He epäilevät, että positiivisten tutkimustulosten takana on aineiston "nuuskinnan" aiheuttama harha (data-snooping bias). Tällä he tarkoittavat sitä, kun aineistoa käytetään useammin kuin kerran tilastollisessa päättelyssä tai mallin valinnassa. Tällöin tulokset saattavat johtua pelkästä sattumasta, eikä mallin ansiokkuudesta selittää ilmiötä. Tässä yhteydessä nuuskinta on rinnastettavissa käsitteeseen tiedon louhinta (data mining) ja sen negatiivisiin assosiaatioihin. Tämän ongelman arvioimiseen on White (2000) kehittänyt työkaluja.

Brock ym. (1992, 1736) ovat tietoisia mahdollisista aineiston väärinkäytön vaaroista ja he vakuuttavat raportoineensa kaikki ne teknisen analyysin menetelmät, joita he ovat aineistolla testanneet. Sullivanin ym. (1999, 1648-1649) mukaan harha onkin saattanut syntyä hienoisesta selviytymisharhasta (survivorship bias). Tällä he tarkoittavat sitä, että aikojen kuluessa on keksitty lukuisia menetelmiä ja niiden parametreja, mutta eniten huomiota saavat historiallisesti hyvin pärjänneet menetelmät ja huonot pyrkivät unohtumaan. Testattavissa menetelmissä on siis mahdollisesti tapahtunut valikoituminen. Sullivan ym. (1999) lähestyvätkin ongelmaa testaamalla huomattavan suurta menetelmien joukkoa: viisi eri menetelmää<sup>13</sup> kaikkine parametreineen muodostavat 7 846 menetelmän joukon. Sullivan ym. pystyvät mittaamaan Whiten kehittämällä testausmenetelmällä valikoitumisen aiheuttamaa harhaa. Kun parhaan mallin merkitsevyyden tarkastelussa otetaan huomioon mallin spesifikaation haku, voidaan se tulkita menetelmien yhteistestaukseksi, eli saavutetaanko teknisen analyysin menetelmillä vertailuindeksiä parempia tuottoja.

---

<sup>12</sup> Heidän tutkijaryhmänsä käyttää Whiten kehittämiä testausmenetelmiä. Whiten oma alkuperäinen tutkimus julkaistiin kuitenkin vasta seuraavana vuonna 2000.

<sup>13</sup> Sullivanin ym. (1999) testaamat menetelmät ovat: filterimenetelmä, liukuvat keskiarvot, tuki- ja vastustasot (vaihteluvälin murto), kanavan murto (Channel Breakout, vaihteluvälin murtoon verrattuna kanavan laajuus on rajoitettu (nyt max. 15 %)) ja volyymitasapaino (OBV, On-Balance Volyme Average).

Esittelemättä sen enempää Whiten todellisen p-arvon ((White's) Reality Check p-value) laskennan matemaattisia perusteita ja toteutusta, voidaan sen määräytymistä kuvailla seuraavasti. Whiten todellinen p-arvo on aina vähintään yhtä suuri kuin perinteinen p-arvo (naive p-value). Kun tutkitaan bootstrap-menetelmällä joukkoa teknisen analyysin menetelmiä, kasvaa todellinen p-arvo asteittain testattavien menetelmien lukumäärän myötä. Näin se huomioi aineiston uudelleen käytön merkityksen. Aina kun löytyy edellisiä menetelmiä tehokkaampi menetelmä, p-arvo laskee. Lasku on seuraus uudesta havainnosta kriittisellä alueella ja siten kasvaa todennäköisyys, että optimaalinen malli sisältää aidosti arvokasta informaatiota ilmiöstä. (Sullivan ym. 1999, 1664; White 2000, 1111-1115.)

Sullivanin ym. (1999) uusintatutkimuksen mukaan alkuperäinen Brockin ym. (1992) tutkimus kestää tarkastelun Whiten menetelmällä. Alkuperäisen tutkimusnäytteen ulkopuolella vuosina 1987–1996 alunperin tutkitut menetelmät eivät kuitenkaan enää näyttäisi tuottavan ylituottoja. Alkuperäisistä 26 menetelmästä viisi on tappiollisia. Parhaiten menestyneen menetelmän p-arvo on yksinään 0,05 ja Whiten todelliseksi p-arvoksi muodostuu 0,15. Tutkijat laskivat p-arvot myös riskisopeutetuille tuotoille. Kun vastaavat luvut lasketaan riski Sharpen mitalla (Sharpe ratio) huomioiden, saa parhaiten menestynyt menetelmä p-arvoksi yksinään 0,12 ja Whiten todelliseksi p-arvoksi 0,72. Myöskään heidän laajempaa menetelmien joukkoa koskeneet testit eivät antaneet tukea tekniselle analyysille. Heidän mukaan on mahdollista, että tekninen analyysi on menneisyydessä tuottanut ylituottoja, mutta sittemmin markkinat ovat tulleet tehokkaammiksi. (Sullivan ym. 1999.)

#### **4.3 Menetelmien soveltaminen Iso-Britannian osakemarkkinoilla**

Hudson, Dempsey ja Keasey (1996) sekä Mills (1997) ovat samanaikaisesti replikoineet Brockin ym. (1992) tutkimuksen Lontoon arvopaperipörssin aineistolla. Kumpikin tutkimus on toteutettu FT30-indeksillä vuoden 1935 alusta tammikuun 1994 loppuun. Sikäli tutkimukset eroavat, että Hudson ym. eivät ole käyttäneet perinteisten testausmenetelmien rinnalla bootstrap-menetelmää. He ovat kuitenkin arvioineet



kaupankäynnin kustannusten vaikutusta teknisen analyysin menetelmien hyödyntämiseen.

Hudson ym. (1996) ovat valinneet Brockin ym. (1992) testaamista yksinkertaisista menetelmistä viisi erilaista liukuvaa keskiarvoa, viisi erilaista kiinteäpituista liukuvaa keskiarvoa ja neljä erilaista vaihteluvälin murtoa<sup>14</sup>. Mills (1997) on puolestaan valinnut Brockin ym. kanssa täsmälleen samat kymmenen erilaista liukuvaa keskiarvoa ja kuusi erilaista vaihteluvälin murtoa, kiinteäpituista liukuvia keskiarvoja hän ei testannut. Aineiston käyttö eroaa tutkimuksissa sikäli, että koko aineiston lisäksi Hudson ym. ovat tutkineet neljää ja Mills kolmea aliperiodia. Mills on jättänyt alusta 200 päivää ja Hudson ym. 50, 150 tai 200 päivää riippuen testattavasta menetelmästä, jotta menetelmien arvot ovat laskettavissa. Erojen ei luulisi juuri vaikuttavan tuloksiin, mutta jostakin syystä koko aineistolla täsmälleen samojen menetelmien välillä on suuriakin eroja tuloksissa ja niiden tilastollisissa merkitsevyyksissä, myös signaalien lukumäärät eroavat. Pääpiirteissään kummankin tutkimuksen tulokset kuitenkin mukailevat Brockin ym. vastaavia.

Kummankin tutkimuksen mukaan testatuilla teknisen analyysin menetelmillä on ollut ennustevoimaa Iso-Britannian osakemarkkinoilla. Menetelmien teho on kuitenkin aikojen saatossa laskenut eikä ole enää tilastollisesti merkitsevä viimeisellä periodilla, Hudsonin ym. (1996) tutkimuksessa vuosina 1981–1994 ja Millsin (1997) 1975–1994. Hudsonin ym. mukaan testattuihin teknisen analyysin menetelmiin perustunut strategia ei ole tuottanut ylituottoja transaktiokulujen jälkeen. Esimerkiksi liukuvien keskiarvojen strategian kustannusraja molemmille transaktiolle yhteensä oli noin 1,13 %, kaikille menetelmille keskimäärin kustannusrajaksi muodostui yhteensä 0,8 %. Kuitenkin Iso-Britanniassa ostoista täytyy maksaa 0,5 %:n leimavero, joten muiden palkkioiden

---

<sup>14</sup> Hudson ym. (1996, 1125-1127):

Kummankin liukuvan keskiarvon eri parametroidit ovat (lyhyt lka, pitkä lka, filteri): (1, 50, 0), (1, 50, 1 %), (1, 150, 0), (5, 150, 0) ja (1, 200, 0).

Vaihteluvälin murron eri parametroidit ovat (tarkastelujakson pituus, filteri): (1, 50, 0), (1, 50, 1 %), (1, 150, 0) ja (1, 200, 0).

jälkeen kuluiksi muodostuu parhaillakin asiakkailta yhteensä yli 0,8 % (Hudson ym. 1996, 1130).

#### **4.4 Kehittyvät markkinat**

##### **4.4.1 Volyymin merkitys niukasti vaihdetuilla osakkeilla**

Blume, Easley ja O'Hara (1994) ovat osoittaneet mallinsa avulla, että volyyymi heijastaa tietoa kaupankävijöiden käyttämän informaation laadusta. Pelkistä hinnoista sitä ei voi havaita. Siten sijoittaja pärjää paremmin, kun hän huomioi volyymin. Lisäksi he pääättelevät, että hintojen ja volyymien seuraaminen olisi erityisen soveltuvaa pienten ja vähän seurattujen yritysten osakkeille. Näiden osakkeiden kohdalla on suurempaa epävarmuutta tulevaisuuden odotuksia kohtaan ja ennustetarkkuus on alhaisempi. Lisäksi kyseisten osakkeiden hintaan saattaa vaikuttaa enemmän erityistietämys kuin julkinen informaatio ja siitä seuraavien signaalien vaikutus on suurempi (Blume ym. 1994, 177).

Antoniou, Ergul, Holmes ja Priestley (1997) ovat testanneet edellä esitettyä ilmiötä joukolla Istanbulin arvopaperipörssissä noteerattuja osakkeita. Tutkimukseen he valitsivat 63 vähävaihtoista osaketta vuosilta 1988–1993, joilla ei ollut käyty kauppaa joka päivä. Niukka vaihto aiheuttaa autokorrelaatiota tuottosarjoihin, jotka muutoin olisivat riippumattomia. Arvioituaan tämän vaikutuksen jäi jäljelle 22 osakkeen tuottosarja, joihin ei heidän mukaansa ollut näyttöä tuottojen ennustettavuudesta. Näillä osakkeilla pelkkää hintasarjaa tutkimalla ei siis kyennyt saavuttamaan ylituottoja. Osakkeet he jakoivat volyymin mukaan neljään eri portfolioon, joiden tuottojen ennustettavuutta nyt tutkittiin hinta- ja volyymisarjojen avulla. Antonioun ym. tulokset ovat yhdenmukaisia Blumen ym. esittämien kanssa. Kun volyyymi huomioidaan, on yli puolessa yksittäisiä tuottosarjoja ennustettavuutta. Tuloksia tukee myös tarkastelut muodostettujen portfolioiden tasolla; vähiten vaihdettujen kohdalla volyymin huomioiminen on tärkeintä.

#### 4.4.2 Aasia ja Latinalainen Amerikka

Ratner ja Leal (1999) tekivät kattavan tutkimuksen liukuvien keskiarvojen soveltamisesta kehittyvien maiden osakemarkkinoilla. Testattavana olivat indeksit<sup>15</sup> kymmenestä eri markkinasta, jotka kattoivat yli 70 % maailman kehittyvien maiden osakkeiden markkina-arvosta. Lisäksi he valitsivat verrokeiksi Yhdysvallat (S&P 500 -indeksi) ja Japanin (Nikkei 225 -indeksi). Tarkastelujakso on vuoden 1982 alusta huhtikuuhun 1995. Koska kehittyviä maita on yhdistänyt korkea inflaatio, on indekseistä käytetty inflaatiokorjattuja arvoja.

Testattaviksi menetelmiksi Ratner ja Leal valitsivat viisi erilaista Brockin ym. (1992) käyttämää liukuvan keskiarvon menetelmää<sup>16</sup> sovellettuina filterillä ja ilman. Tuloksellisuuden mittaamisessa sijoitettiin positio ostosignaalia seuraavana päivänä ja se realisoitiin myyntisignaalia seuraavana päivänä, lyhyeksi myyntiä ei tapahtunut. Koska käytössä oli inflaatiokorjattu sarja, ei väliaikoina ole tehty talletusta riskittömällä korolla. Menetelmä on tuloksellinen, jos ostosignaaleja seuraavat tuotot ovat tilastollisesti merkittävästi myyntisignaaleja seuraavia tuottoja suurempia ja menetelmän tuotto on arvioitujen transaktiokulujen jälkeen osta ja pidä -strategiaa suurempi. Markkinoilla olon ja poissaolon aikaisten tuottojen eron merkitsevyys on varmennettu bootstrap-metodologialla. (Ratner & Leal 1999, 1891-1894.)

Kun tarkastellaan menetelmiä ilman filterin käyttöä, 92 % (46/50) menetelmistä kehittyvillä markkinoilla generoi eroja markkinoilla olon ja poissaolon aikaisiin tuottoihin ja 28 % menetelmistä on tilastollisesti merkitseviä viiden prosentin

---

<sup>15</sup> Ratner ja Leal (1999) tutkivat seuraavia osakemarkkinoita: Argentiina (Bolsa Indice General), Brasilia (Indice BOVESPA), Chile (Indice General de Precios), Intia (Bombay Sensitive), Korean tasavalta (Seoul Composite Index), Malesia (Kuala Lumpur Composite Index), Meksiko (Indice de Precios y Cotaciones), Filippiinit (Manila Composite Index), Taiwan (Taipei Weighted Price Index) ja Thaimaa (Bangkok S.E.T.).

<sup>16</sup> Testatut liukuvat keskiarvot ovat: (1, 50, 0), (1, 50, 1 std.), (1, 150, 0), (1, 150, 1 std.), (5, 150, 0), (5, 150, 1 std.), (1, 200, 0), (1, 200, 1 std.), (2, 200, 0) ja (2, 200, 1 std.). Koska markkinoiden välillä oli suuria eroja volatiilisuudessa, perinteisen yhden prosentin sijasta oli käytössä yhden keskihajonnan suuruinen filteri. (Ratner & Leal 1999, 1891-1894.)

merkitsevyytasolla. Kehittyneillä markkinoilla luvut ovat 40 % (4/10) ja 10 %. Kun menetelmässä käytetään yhden hajonnan suuruista filteriä, ovat vastaavat luvut kehittyville markkinoille 62 % ja 16 % sekä kehittyneille markkinoille 50 % ja 0 %. Liukuvan keskiarvon menetelmät ovat keskimäärin tuottaneet osta ja pidä -strategiaa enemmän kahdeksassa tapauksessa kymmenestä kehittyvällä markkinalla ja kulujen jälkeenkin neljässä (Korean tasavalta, Taiwan, Thaimaa ja Meksiko). Liukuvat keskiarvot yhden hajonnan filterillä ovat vastaavasti tuottaneet passiivista strategiaa enemmän seitsemässä kehittyvässä maassa ja kulujen jälkeen neljässä (Korean tasavalta, Taiwan, Filippiinit ja Meksiko). Pienet erot selittyvät sillä, että filterin käyttö ja sen myötä vähäisempi kaupankäynti näyttäisi toimivan paremmin markkinoilla, joilla on suuret transaktiokustannukset. (Ratner & Leal 1999, 1894-1903.)

Kymmeneen maahan testatusta kymmenestä menetelmästä on tuloksellisia kaksikymmentäyksi tapausta edellä esitettyjen rajoitusten mukaan, menestyksellisyys kuitenkin keskittyy tietyille markkinoille. Ratner ja Leal (1999) toteavatkin, että yksinkertaisilla liukuvien keskiarvojen strategioilla saattaa saavuttaa osta ja pidä -strategiaa suurempia tuottoja Meksikon, Taiwanin ja Thaimaan osakemarkkinoilla. Pääsääntöisesti kehittyvillä markkinoilla, varsinkaan transaktiokulujen jälkeen, noilla strategioilla ei kuitenkaan kyetä voitollisesti ennustamaan osakekurssien kehitystä. Myöskään kehittyneillä markkinoilla ei menetelmillä ollut ennustevoimaa valitulla periodilla 1982–1995, toisin kuin pidemmällä aineistoilla on joskus havaittu.

#### 4.4.3 Trendien tunnistus Hong Kongin osakemarkkinoilla

Teknisen analyysin toimivuutta Hong Kongin osakemarkkinoilla ovat tutkineet Coutts ja Cheung (2000) sekä Wong (1997). Kummatkin ovat toteuttaneet tutkimuksen Hang Seng -osakeindeksillä, joka kuvaa arvopainotettuna 33 suuryrityksen (blue chips) arvon kehitystä. Indeksillä kattaa yli 60 % Hong Kongin pörssin arvosta. Wongin tutkimus selvittää liukuvien keskiarvojen hyödyntämistä salkun hallinnassa, Coutts ja Cheung puolestaan ovat replikoineet soveltavasti Brockin ym. (1992) tutkimuksen.

Wong (1997) testasi vuosien 1980–1991 indeksiaineistoon neljää eri kriteerein johdettua salkkua. Ensimmäisen salkun kaupankäynti perustui 20 päivän liukuvaan

keskiarvoon, toisen 50 päivän, kolmannen 200 päivän ja neljäs salkku oli edellisistä tasaosuuksin muodostettu. Sijoitus tehdään joko indeksiin tai riskittömään korkopaperiin ja transaktioista vähennetään 1 % salkun arvosta. Wong perustelee, että reaali maailmassa salkunhoidon kyvykkyyttä mitataan alle viiden vuoden horisontilla, eikä vuosikymmenien jaksoilla kuten useimmat tutkimukset on tehty. Niinpä hän on muodostanut kahden, kolmen, neljän ja viiden vuoden osittain päällekkäin rullaavia periodeja, joille portfolioita testataan. Nyt voidaan selvittää, kuinka suurelle osalle periodeja markkina-ajoituskyky on merkittävästi positiivinen ja kuinka suurelle merkittävästi negatiivinen.

Tutkimusjaksolle osuu lokakuussa 1987 tapahtunut pörssiromahdus. Romahduksen aikana Hong Kongin pörssi laski yli 30 %, kunnes se taas seuraavina kuukausina nousi tasaisesti. Tätä jaksoa Wong (1997) pitää poikkeuksellisen havaintona, jonka hän on jättänyt varsinaisen tutkimuksen ulkopuolelle. Hän epäilee, että poikkeuksellisen tapahtuma aiheuttaisi mahdollisesti harhaa tutkimukseen, koska monet trendiä tarkkailevat menetelmät likvidoivat position hyvin matalilla hinnoilla. Näin portfolioiden suoritus olisi muodostunut hyvin vaatimattomaksi. Mielestäni kyseisen jakson pois jättäminen on hyvin kyseenalaista. Sijoittajan käyttämä strategia on arvokas ainoastaan, jos se toimii riittävän luotettavasti yllätyksellisissäkin tilanteissa.

Wongin (1997) tulosten mukaan osalla menetelmiä voidaan saavuttaa merkittävä kaupankäynnin ajoituskyky. Lisäksi muodostettujen portfolioiden riski on huomattavasti markkinaportfoliota pienempi. Parhaiten menestyvät 20 ja 50 päivän liukuviin keskiarvoihin perustuvat salkut. Ainoastaan 200 päivän liukuvaan keskiarvoon perustuva strategia näyttäisi tuottavan negatiivista ajoituskykyä kolmesta viiteen vuoden sijoitushorisonteilla. Wong päättelee, että trendejä tunnistavilla menetelmillä voidaan saavuttaa ylituottoja sijoitusprosessissa Hong Kongin osakemarkkinoilla, ellei satu vuoden 1987 kaltaista pörssiromahdusta. Mikäli tarkastellaan koko alkuperäistä pörssiaineistoa, tulokset kyseisten menetelmien puolesta vähenevät huomattavasti. Sijoitushorisontin kasvaessa kohti viittä vuotta, kasvaa todennäköisyys, että menetelmät tuottavat merkitsevän huonon ajoituskyvyn.

Osin tukea teknisen analyysin hyödyllisyydelle Hong Kongin osakemarkkinoilla antaa myös Couttsin ja Cheungin (2000) tutkimus. Coutts ja Cheung valitsivat testattavaksi

Brockin ym. (1992) käyttämiä menetelmiä lisäten niihin muutaman erilaisen parametroidin<sup>17</sup>, valinnat myös mukailevat Millsin (1997) tekemiä. Tutkimus koskee vuosia 1985–1997 ja tarkastelu on tehty myös jakson alku- ja loppupuoliskolle erikseen.

Liukuvien keskiarvojen tuloksellisuus mukailee Couttsin ja Cheungin (2000) mukaan Brockin ym. (1992) ja Hudsonin ym. (1996) tuloksia. Ilman transaktiokulujen huomioimista liukuvien keskiarvojen strategioilla voidaan saavuttaa ylituottoja markkinoilla. Kaupankäynnin vaihteluvälin murron osalta tulokset hieman poikkeavat edellisistä. Se osoittautuu erittäin vahvaksi menetelmäksi ja sen osalta kaikki tulokset ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Ostosignaalia seuraavan kymmenen päivän aikana kurssit nousevat keskimäärin 1,6 % ja myyntisignaalin jälkeen laskevat 5 %. Tutkimustulokset poikkeavat muista myös siinä, että menetelmien tehokkuus ei ole heikentynyt aikojen kuluessa, kun verrataan aineiston alku- ja loppupuoliskoa. Tulokset eivät myöskään muutu, mikäli vuoden 1987 romahdus irrotetaan aineistosta. Mikäli menetelmiä tarkastellaan kulujen jälkeen, ei niillä kuitenkaan saavuteta ylituottoja. Coutts ja Cheung (2000) päätyvät käyttämään verraten korkeita, vähintään kuuden prosentin kaupankäyntikuluja. Tätä perustellaan vaihtoehtokustannusten sisällyttämällä transaktiokuluihin. Varsinaiset kustannukset ovat alle prosentin ja loput muodostuvat portfolion uudelleen tasapainottamisesta, riskirasitteesta, ettei hallitsekaan tehokasta portfoliota, poikkeamisesta ennalta-asetetusta strategiasta ja riskistä, etteivät havaitut trendirakenteet jatkukaan tulevaisuudessa.

---

<sup>17</sup> Coutts ja Cheung (2000, 582-584):

Liukuvan keskiarvon menetelmän eri parametroidit ovat (tarkastelujakson pituus, filteri): (1, 50, 0), (1, 50, 1 %), (1, 100, 0), (1, 100, 1 %), (1, 150, 0), (1, 150, 1 %), (5, 150, 0), (5, 150, 1 %), (1, 200, 0), (1, 200, 1 %), (2, 200, 0) ja (2, 200, 1 %).

Vaihteluvälin murron eri parametroidit ovat (tarkastelujakson pituus, filteri): (1, 50, 0), (1, 50, 1 %), (1, 100, 0), (1, 100, 1 %), (1, 150, 0), (1, 150, 1 %), (1, 200, 0), (1, 200, 1 %), (2, 200, 0) ja (2, 200, 1 %).

## 4.5 Kuvioanalyysi

Aivan viimeaikaisimmista tutkimuksista merkittävin on Lon, Mamayskyn ja Wangin (2000) raportti kuvioihin pohjautuvasta teknisestä analyysistä. Se on ensimmäinen merkittävä kyseisen aiheen tutkimus koskien osakemarkkinoita, jossa testaus on suoritettu hyvin laajalla aineistolla. Kuvioanalyysille on ominaista se, että niiden sanotaan esiintyvän katsojan silmässä. Tekniset kuviot eivät ole lainkaan yksiselitteisiä, joten täsmällinen ilmiön testaaminen on hankalaa. Lo, Mamaysky ja Wang ovat kuitenkin kehittäneet algoritmin, jolla kuvioita voidaan tarkastella automatisoidusti aineistosta. Tutkimus ei ota suoraan kantaa kuvioanalyysin menestyksellisyyteen, vaan pyrkii arvioimaan kuvioiden esiintyvyyttä vaikutuksineen ja niiden informaatioarvoa.

Kuvioanalyysin automatisointi perustuu alkuperäisen aineiston tasoittamiseen ja kuvioiden muodon määrittelyyn paikallisten minimien ja maksimien avulla. Aineiston tasoittamisella pyritään pääsemään eroon satunnaisesta kohinasta ja jäljittelemään siten ihmisen silmämääräistä arviointia. Tasoittamiseen tutkijat ovat käyttäneet epäparametrista kernelregressiota (nonparametric kernel regression), joka määrittää paikallisen keskiarvon painottaen lähimpiä havaintoja. Mikäli käytetään vain hyvin paikallisia arvoja, on tuloksena liian epävakaata signaali, liian laajalta alueelta keskimääräistettäessä käyrä on puolestaan liian laakea ja informaatiota menetetään. Tähän kaistanleveyden määrittämiseen on olemassa valideja metodeja ja optimaalinen kaistanleveys  $h^*$  voidaan määrittää esimerkiksi siten, että etsitään jäännöseliösumman mielessä paras ennuste kullekin havainnolle  $P_i$ , kun kyseistä havaintoa ei käytetä estimaattorin muodostamisessa. Tällainen validi kaistanleveys ei kuitenkaan ollut toimiva teknisten kuvioiden tunnistamisessa, sillä se tasoitti kurseja liikaa. Kokeilujen ja teknisen analyysin asiantuntijoiden konsultaation jälkeen tutkijat päätyivät (subjektiivisesti) valitsemaan kaistanleveydeksi  $0,3h^*$ . (Lo ym. 2000, 1708-1714.)

Myös kuvioiden matemaattisissa määrittelyissä on jouduttu tekemään joitakin subjektiivisesti valittuja rajoitteita esimerkiksi sen suhteen, kuinka paljon paikalliset pohjat saavat poiketa toisistaan tai kuinka kaukana toisistaan ajallisesti niiden tulee vähintään olla. Testattavana on viisi erilaista hintakuviota vastatapahtumiseen: pää ja olkapäät, käännteinen pää ja olkapäät, laajenevat huiput ja pohjat (broadening tops and bottoms), kolmiohuiput ja -pohjat (triangle tops and bottoms), suorakaidehuiput ja -

pohjat (rectangle tops and bottoms) sekä kaksoishuiput ja -pohjat (double tops and bottoms). Kokonaisuudessaan kuvion täytyy muodostua 35 päivässä, jonka perään on varattu kolme päivää kuvion tunnistukseen, kunnes yhden päivän tuotto mitataan. Tutkimuksessa on siis rajauduttu lyhyeen aikaväliin ja aktiiviseen kaupankäyntiin, samaiset kuviothan voivat teknisen analyysin mukaan muodostua useidenkin kuukausien aikana. Kaikki testattavat kuviot on esitelty jo vuonna 1966 julkaistussa teknisen analyysin kirjassa ja testaus tapahtuu käytännössä tämän jälkeisellä periodilla. Tulosten pitäisi siis siltä osin olla vankkoja. (Lo ym. 2000, 1716-1720.)

Tutkimusaineiston muodostavat otokset NYSE ja AMEX arvopaperipörsseistä sekä Nasdaqista vuosilta 1962–1996. Tutkimusperiodi on jaettu seitsemään viiden vuoden aliperiodiin. Kullakin periodilla on otettu kymmenen osakkeen otos kustakin markkina-arvojärjestyksen mukaisesta kvinttiilistä, siten otoksessa on edustettuna jatkuvasti 50 eri osaketta. Ensimmäisen ryhmän muodostaa otos NYSE:ssä ja AMEX:ssa noteeratuista osakkeista ja toisen ryhmän otos Nasdaqissa noteeratuista osakkeista. Tarkastelun alla on siis kullakin hetkellä 100 osakkeen kurssikäyttäytyminen ja se, muodostaako jokin niistä kuvion etsityistä kymmenestä kuviosta. Varsinaiset tutkimustulokset on varmennettu vielä toisella vastaavalla otannalla ja niiden raportoidaan olevan linjassa varsinaisten tulosten kanssa. (Lo ym. 2000, 1728.)

Tarkastelun alla eivät ole absoluuttiset tuotot kuvioden jälkeen vaan tuottojen jakaumat, joista voidaan päätellä kuvioden informaatioarvosta. Mikäli kuviot eivät sisällä mitään informaatiota tai informaatio on jo sisällytetty tuottoihin, eivät myöskään kuvioden jälkeiset ehdolliset tuotot poikkea ehdottomista merkittävästi. Mikäli ehdolliset tuotot poikkeavat ehdottomista merkittävästi, voidaan sitä pitää kuvioden informaatioarvon merkinä. Vaikka tällainen informatiivisuus ei vielä takaakaan tuottavan kaupankäyntistrategian olemassaoloa, voidaan lähestymistapaa kuitenkin pitää teknisen analyysin kvantitatiivisena arviointina. Kahden jakauman välisessä vertailussa Lo ym. käyttävät kahta erilaista yhteensopivuustestiä (goodness-of-fit tests). Ensimmäinen tutkijoiden esittelemä yhteensopivuustesti vertaa ehdollisten ja ehdottomien tuottojen kvintiileja toisiinsa. Toinen testi, Kolmogorov-Smirnov-testi, perustuu tuottojakaumien kertymäfunktioiden vertailuun. Molemmat testit edellyttäisivät periaatteessa tuotoilta *iid*-jakautuneisuutta, joka ei kuitenkaan ole uskottavaa tuottosarjoissa. Ongelman lievittämiseksi jokaisesta osakkeesta käytetään



(aliperiodi kohtaisesti) standartoituja tuottoja, mikä ei tosin poista tuottojen riippuvuutta tai heterogeenisuutta. Ehdollisten ja ehdottomien tuottojakaumien eroavuus voi olla seurausta mistä tahansa jakauman neljästä ensimmäisestä momentista: keskiarvo, hajonta, vinous ja huipukkuus. (Lo ym. 2000, 1726-1728.)

Tutkimustulosten perusteella jakaumissa näyttää olevan eroja. Myös kuvioiden määrä aineistossa poikkeaa verrattuna yksittäiseen generoituun satunnaiskulun sarjaan (geometric Brownian motion). Esimerkiksi NYSE ja AMEX arvopaperipörssiä muodostetussa otoksessa on 1611 pää ja olkapäät -hintakuviota, kun vastaavassa satunnaiskulun sarjassa niitä esiintyy 577. Joillakin kuvioilla erot ovat vielä suurempia, toisilla kuvioilla taas satunnaissarjassa esiintyvyys on alkuperäistä suurempi tai esiintyvyyksien välillä ei ole eroja. On myös havaittavissa, että NYSE ja AMEX -ryhmässä kuvioita on muodostunut huomattavasti enemmän kuin Nasdaq-ryhmässä. Kuviot näyttäisivät jakaantuneen ajan ja markkina-arvokvintiilien suhteen melko tasaisesti. Ensimmäisen yhteensopivuustestin mukaan NYSE ja AMEX -ryhmän ehdollisten tuottojen jakaumat poikkeavat ehdottomista seitsemän kuvion kohdalla, kolmen muun kuvion osalta poikkeavuus ei ole merkitsevää (p-arvot: 0,051; 0,166 ja 0,212). Kolmogorov-Smirnov-testin mukaan tuottojakaumat eroavat viiden kuvion osalta ja loppujen viiden osalta eroavuus ei ole merkitsevää (p-arvot: 0,104-0,393). Vaikka Nasdaq-ryhmässä kuvioita on muodostunut vähemmän, on tuki niiden informatiivisuutta kohtaan vankempaa. Sekä ensimmäisen että Kolmogorov-Smirnov-testin mukaan kaikkien kymmenen kuvion osalta ehdolliset ja ehdottomat tuottojakaumat eroavat erittäin merkitsevästi. Lo ym. ovat tutkineet myös tuottojen ehdollistamista volyymille kuvioittain, volyymillahan on huomattava rooli teknisessä analyysissä. Mielestäni tämän osan tutkimusta voi kuitenkin jättää vähemmälle huomiolle sen toteutuksen vuoksi. Tutkijat ovat jakaneet osakkeet kolmeen ryhmään sen mukaan, onko volyymi kasvanut tai vähentynyt yli viidenneksellä vai pysynyt ennallaan. Volyymin muutoksen he ovat kuitenkin mitanneet koko aliperiodin ajalta, vaikka kuvioiden muodostumista tarkkaillaan reilun kuukauden jaksolla. Tämä toteutus ei ole teknisen analyysin alkuperäisen hengen mukainen. (Lo ym. 2000, 1729-1763.)

Edellisestä tutkijat päättävät, että kuvioista saadaan lisäinformaatiota. Vaikka pelkkien kuvioiden pohjalta ei pystyisikään muodostamaan tuottavaa sijoitusstrategiaa, se ei tarkoita, etteikö teknisen analyysin huomioiminen voisi tuoda lisäarvoa

sijoitusprosessiin. Heidän mukaan teknistä analyysiä voidaan täydentää käyttämällä kyseisiä automatisoituja algoritmeja ja perinteisten hintakuvioiden ei tarvitse olla optimaalisia, vaikka ne ovat toisinaan tehokkaita. Saattaa jopa olla mahdollista määrittää "optimaalisia" hintakuviota joidenkin ilmiöiden, kuten volatiilisuusrakenteiden, havaitsemiseen. Kuitenkaan epäsäännöllisten ilmiöiden selvittämisessä optimaaliset menetelmät eivät välttämättä ole optimaalisia kaupankäyntistrategioissa. (Lo ym. 2000, 1753.)

## **4.6 Tekoäly**

### **4.6.1 Oppivat ja älykkäät järjestelmät**

Tietotekniikan kehittyminen ja laskentatehon halpeneminen ovat mahdollistaneet teknisen analyysin kehittymisen. Menetelmien joukko on kuitenkin niin suuri, ettei käyttäjä välttämättä pysty muodostamaan niistä tarvittavaa kokonaiskuvaa. Kognitiivisen psykologian tutkimustulosten mukaan ihmisellä on vaikeuksia käsitellä samanaikaisesti useamman kuin kolmen muuttujan keskinäisiä yhteyksiä (Murphy 1986, 483-484). Tähän ongelmaan saattaa löytyä ratkaisu oppivista ja älykkäistä järjestelmistä, joissa voidaan hyödyntää geneettisiä algoritmeja, sumeaa logiikkaa ja neuroverkkoja.

Geneettiset algoritmit ovat etsintä-, sovitus- ja optimointimenetelmien joukko, jotka käyttävät hyväkseen luonnon evoluution periaatteita. Menetelmässä ratkaisuehdokkaita risteytetään keskenään tai niihin tehdään satunnaisia muutoksia eli mutaatiota. Näin voidaan saavuttaa optimaalinen tai riittävän hyvä ratkaisu ongelmaan. Sumea logiikka ratkaisee ongelmia epämääräisten ja epätäsmällisten tekijöiden pohjalta ja jäljittelee siten ihmisen epätäsmällistä ajattelutapaa ongelman ratkaisussa. Sen avulla sääntöjä voidaan yleistää ja toisaalta hallita sääntökannan ristiriitaisuuksia. Neuroverkko on verkko solmuja (keinotekoisia hermosoluja), jotka on kytketty toisiinsa ja nyt tietojenkäsittely tapahtuu näiden kytkentöjen välityksellä. Verkon rakennuksessa määritellään kerroksien ja neuronien lukumäärä, verkon painokertoimet sekä eteenpäin että takaisinkytkennät. Nyt verkko kykenee tunnistamaan monimutkaisia

vuorovaikutuksia ja oppimaan itsenäisesti muuttamalla verkon painokertoimia. Syöttämällä uutta dataa verkkoon voidaan tuottaa ennusteita valitulle muuttujalle, kuten pörssikurssille. Viime aikoina on kehitelty myös niin sanottuja hybridijärjestelmiä, joissa pyritään hyödyntämään esimerkiksi sumean logiikan ja neuroverkkojen hyviä puolia.

Tekoäly valitsee käyttämänsä teknisen analyysin menetelmät vankalla ja järkevällä tavalla ja se ei siten ole niin altis kritiikille tiedon louhinnasta (data mining) kuin mallinvalinta perinteisemmissä teknisen analyysin tutkimuksissa. Skourasin (2001) mukaan nämä menetelmät ovat myös perinteisiä tehokkaampia. Lisäksi tekoälyä voidaan käyttää markkinatehokkuuden määrittelyssä heikkojen ehtojen suhteen. Oletetaan, että markkinatehokkuus ja teknisen analyysin toimivuus ovat käänteisesti riippuvaisia ja on olemassa sijoittajaryhmä, joka hyötyy preferenssiensä ja alhaisen transaktiokulujen tasonsa vuoksi teknisen analyysin käytöstä. Nyt tämän sijoittajaryhmän edustavuus voidaan tulkita markkinatehokkuuden mittana. (Skouras 2001.)

#### 4.6.2 Geneettiset menetelmät

Geneettisen ohjelmoinnin, joka on geneettisten algoritmien yksi haarauma, hyödyntämisestä ovat tutkineet Allen ja Karjalainen (1999) sekä Fyfe, Marney ja Tarbert (1999). Allen ja Karjalainen pyrkivät selvittämään, voiko geneettisillä algoritmeilla muodostaa kaupankäyntistrategioita, jotka päihittävät markkinatuoton. Kun perinteisiä tutkimuksia on kritisoitu datan nuuskinnan aiheuttamista harhoista, ei tätä ongelmaa ole käytettäessä geneettisiä algoritmeja. Geneettiset algoritmit hakevat optimaalisen strategian saatavilla olevasta aineistosta ja testaavat strategian toimivuutta alkuperäisen aineiston ulkopuolisella näytteellä. (Allen & Karjalainen 1999, 245-246.)

Allen ja Karjalainen (1999) määrittivät alkuperäiseksi avaruudeksi joukon yksinkertaisten sääntöjen loogisia kombinaatiota, jotka tutkivat liukuvia keskiarvoja ja paikallisia minimi- ja maksimihintoja. Geneettisten algoritmien riskinä on kuitenkin kehittää yli-istuvuus harjoitteluaineistoon, jolloin se sovittaa mallin (oletettujen) todellisten säännönmukaisuuksien lisäksi vallitsevaan kohinaan. Yli-istuvuutta voidaan

hallita rankaisemalla mallin kompleksisuudesta sekä minimoimalla mallin ja aineiston selostamiseen tarvittavaa informaatiota. Menetelmien soveltuvuutta mitataan niiden saavuttamalla ylituotolla kulujen jälkeen verrattuna osta ja pidä -strategiaan. Tutkijoilla oli käytössä S&P 500 -indeksi vuosilta 1928–1995, jota he vyöryttivät siten, että ensimmäiset viisi vuotta muodostavat menetelmien harjoitteluperiodin, seuraavat kaksi vuotta menetelmien valintaperiodin ja loppuaineisto käytetään parhaan strategian testaukseen. Jokaisen sukupolven parasta menetelmää verrataan valintaperiodilla parhaaseen vallitsevaan menetelmään ja voittaja saa jatkaa. Harjoitteluperiodit eivät ole päällekkäisiä. (Allen & Karjalainen 1999, 250-257.)

Tulokset testausperiodeilta ovat hyvin saman suuntaisia kuin monessa muussakin esitellyistä tutkimuksista tähän saakka, eli jonkin tasoista ennustevoimaa on havaittavissa, vaikka kulujen jälkeen se ei ole suoraan hyödynnettävissä. Sadalle testaukselle valikoitui 89 erilaista strategiaa, voittopuolisesti niiden ylituotto jää kuitenkin negatiiviseksi testausperiodilla. Pääsääntöisesti menetelmät kuitenkin onnistuvat sijoittamaan (poistumaan markkinoilta) jaksoina, jolloin tuotot ovat suurempia (pienempiä) ja riski normaalia pienempi (suurempi). Neljälläkymmenellä prosentilla menetelmistä tuottoerot markkinoilla ololle ja poistumiselle ovat tilastollisesti merkitseviä. Suurin osa tuottojen ennustettavuudesta nähtävästi perustuu matala-asteiseen autokorrelaatioon tuottosarjoissa, jonka menetelmät kykenevät hyödyntämään. Käytetyt algoritmit olivat kuitenkin hyvin yksinkertaisia. Niiden kehittäminen ja varsinkin käytetyn informaation laajentaminen fundamentteihin on mielenkiintoinen tulevaisuuden tutkimusalue. (Allen & Karjalainen 1999, 257-269.)

Fyfen ym. (1999) tutkimus on toteutettu hiukan toisella tapaa. Tutkimuksessa on käytetty yhden yksittäisen yrityksen, Lontoon arvopaperipörssissä noteeratun Land Securities plc:n hintasarjaa vuoden 1980 alusta vuoden 1997 puoliväliin. Aineiston ensimmäiset viisisataa havaintoa he varasivat menetelmien luomiseen, jonka jälkeen uusien menetelmien kehittäminen tapahtui seuraavalla viidensadan havainnon periodilla. Kehitettyjen strategioiden soveltuvuuden arvioinnissa he käyttivät mittana tuottoa, kun yhden prosentin transaktiokulut suuntaansa on huomioitu. Tulosten todenmukaisuus on varmennettu bootstrap-menetelmällä käyttäen AR(1)- ja ARCH-malleja.

Tutkimuksessa käytetty algoritmi generoi soveliaimmaksi strategiaksi menetelmän, joka ei tutkimuksen aikana antanut yhtään myyntisignaalia, ei edes vuoden 1987 romahduksen aikana. Tämä on siis verrattavissa osta ja pidä -strategiaan, jossa ostohetki määritetään tietyllä teknisen analyysin menetelmällä. Kun viidensadan päivän tuotto osakkeelle oli tutkimuksen aikana keskimäärin 20,9 %, kykeni kyseisellä menetelmällä saavuttamaan 25,5 %:n tuoton. Saavutettua ylituottoa Fyfe ym. eivät kuitenkaan pidä tehokkaiden markkinoiden hypoteesin kritiikkinä. Heidän mielestään markkinat voivat pääpiirteittäin olla tehokkaat, vaikka ne eivät sitä universaalisti olekaan. Tutkimassaan algoritmissa saattaisi heidän mukaan olla hyödyllistä ottaa mallin soveltuvuuden arvioinnissa huomioon hyväksyttävissä oleva tappio. Joka tapauksessa he pitävät geneettistä ohjelmointia erinomaisena lähestymistapana tutkia teknisen analyysin tuloksellisuutta. Ensinnäkin, tiedon louhinnan aiheuttamia ongelmia ei esiinny, koska menetelmät testataan mallin valinnan ulkopuolisella näytteellä. Toisekseen, perinteisiä tutkimuksia kritisoidaan (tiedemaailman ulkopuolella) paljon väärin menetelmien testaamisesta. Geneettisillä menetelmillä voidaan testata huomattavasti lukuisampaa joukkoa ja kompleksisempia menetelmiä. (Fyfe ym. 1999.)

#### 4.6.3 Sumeat systeemit

Sumealla logiikalla voidaan mallintaa inhimillistä käyttäytymistä rahoituselämässä. Tätä ja teknisen analyysin hyödyntämistä ovat tutkineet Dourra ja Siy (2001). Koska kaikilla erilaisilla teknisen analyysin menetelmillä on omat rajoituksensa, voidaan paras tulos saavuttaa yhdistämällä samanaikaisesti useampia menetelmiä ja analysoimalla niiden tulokset kollektiivisesti. Dourra ja Siy tekivät useasta teknisen analyysin menetelmän tuloksesta syötteen rakentamaansa sumean logiikan systeemiin, joka antaa tulokseksi yksittäisen lukuarvon. Menetelmän tuloste voi saada arvoja 0:n ja 100:n väliltä, missä pieni arvo tarkoittaa erinomaista myyntitilaisuutta ja suuri arvo ostotilaisuutta. Dourra ja Siy jaottelevat päätöksenteon kolmeen luokkaan: riskitön valinta, päätöksenteko epävarmuuden vallitessa ja riskialtis valinta. Eron epävarmuuden ja riskin välillä he selittävät sillä, ovatko tapahtumien todennäköisyydet tiedossa tarkalleen vai sisältykö niiden arvioihin päätöksentekijästä johtuvaa epätarkkuutta. (Dourra & Siy 2001, 585-594.)

Tutkimuksessaan Dourra ja Siy (2001) pyrkivät käsittelemään sumealla systeemillään päätöksentekoa epävarmuuden vallitessa. Sijoitustoiminnassa riski ja tuotto-odotus ovat aina sidoksissa, suurempaa tuottoa tavoitellessa ovat myös vallitseva riski ja epävarmuus suurempia. Riskitekijän tutkijoiden sumean logiikan systeemi huomioi laukaisutason määrittelyssä. Systeemi analysoi seuraavien teknisen analyysin menetelmien tuloksia: momentum mitattuna muutosnopeudella, stokastinen momentum sekä tuki- ja vastustasot toteutettuna Bollingerin kaistalla (Bollinger bands). Tutkimuksessa kyseisten menetelmien parametointi on toteutettu 30 päivän jaksolla. Systeemillä toteutettiin seuraavanlaista strategiaa, laukaisutasot määritetään tietyin väliajoin siten, että uudella periodilla käytetään tasoja jotka olisivat maksimoineet voiton kuluneella periodilla. Periodin pituuden määrittely, eli riskitekijän huomioiminen, perustuu sijoittajan valitsemaan riskitasoon, osakkeen pitkän aikavälin trendiin ja osakkeen volatilitettiin. Tutkijat valitsivat tasojen määrittelyn periodiksi 30 päivää. Kaupankäynnin ajoitus perustuu systeemin tuottaman signaalin ja laukaisutason leikkaamiseen. (Dourra & Siy 2001, 588-599.)

Varsinaiseen systeemin testaukseen oli valittu kolmen vuoden ajalta neljä eri tavoin kehittyntä osaketta: General Motors, Compaq Computer, Intel ja Western Digital. Dourran ja Siyn mukaan menetelmä on tehokas ja sijoitustuotot ovat erinomaisia, tulosten raportointi on kuitenkin heikkoa. Kauppojen lukumäärä eri osakkeilla vaihtelee kyseisellä jaksolla 39:n ja 82:n välillä ja kaupankäyntikustannuksiksi he ovat määrittäneet 10 dollaria kaupalta. Position koosta laskelmissaan he eivät kuitenkaan mainitse mitään, joten kulujen kokonaisvaikutus tuottoihin jää arvailujen varaan. Systeemin generoimaksi tuotoksi kulujen jälkeen Dourra ja Siy raportoivat Western Digitalille 130 %, Intelille 320 %, Compaq Computerille 360 % ja General Motorsille 102 %. Vastaavia osta ja pidä -strategian tuottoja he eivät julkaisseet<sup>18</sup>. Raportoidessaan 102 %-360 % tuotoista tutkijat toteavat, että kyseiselle kolmen vuoden periodille useimmat sijoittajat pitävät yli 50 %:n tuottoa kelpollisena. Täytyy kuitenkin muistaa, että kyseinen saavutettu tuotto ei ole pelkästään systeemin ansiota, vaan lähes samaan tuottoon olisi päässyt myös osta ja pidä -strategialla. Sijoittamalla alunperin tasasummat

---

<sup>18</sup> Tutkimuksessa ei myöskään kerrottu valitun kolmen vuoden tarkkaa ajankohtaa, joten tarkistaminen on mahdotonta. Oma karkea arvioni tuotoista osta ja pidä -strategialle on julkaistujen graafien perusteella: Western Digital (-30 %), Intel (480 %), Compaq Computer (200 %) ja General Motors (120 %).

kyseisiin neljään yhtiöön, olisi Dourran ja Siyn systeemillä saavuttanut kolmessa vuodessa 228 %:n tuoton ja osta ja pidä -strategialla karkean arvioni mukaan 190 %:n tuoton. Käytetyn strategian riskisyyttä suhteessa osta ja pidä -strategiaan tutkijat eivät erikseen kommentoi. Tuotot eri osakkeilla ovat kuitenkin tasaisemmin jakautuneita käytettäessä systeemiä kuin osta ja pidä -strategialla ja siten on mahdollista, että se on myös vähemmän riskialtis. (Dourra & Siy 2001, 598-601.)

## 5 EMPIIRINEN TESTAUS KOTIMAISELLA PÖRSSIAINEISTOLLA

### 5.1 Aineisto

Tarkoitus on testata yhden perinteisimmän teknisen analyysin menetelmän toimivuutta kotimaisella pörssiaineistolla. Testattava menetelmä on 200 päivän yksinkertainen liukuva keskiarvo. Menetelmä on hyvin tunnettu ja on ollut yleisesti tiedossa jo näyteperiodin alkaessa. Tältä osin aineiston nuuskintaa ei ole siis tapahtunut ja tilastollinen päättely on harhatonta.

Tutkimusaineisto on kerätty Etlan tietokannasta. Aineisto<sup>19</sup> on Helsingin pörssin HEX-yleisindeksi ajanjaksolta 4.6.1990–29.11.2002. Tämä 12 vuoden ja 6 kuukauden sarja oli tutkimushetkellä pisin lähteestä saatavilla oleva Suomen osakemarkkinoita koskeva päivähavaintojen sarja. Tutkimus olisi kuitenkin ollut mielekkäämpää toteuttaa painorajoitettulla portfolioindeksillä, mutta tästä on luovuttu kyseisen aikasarjan lyhyiden vuoksi.

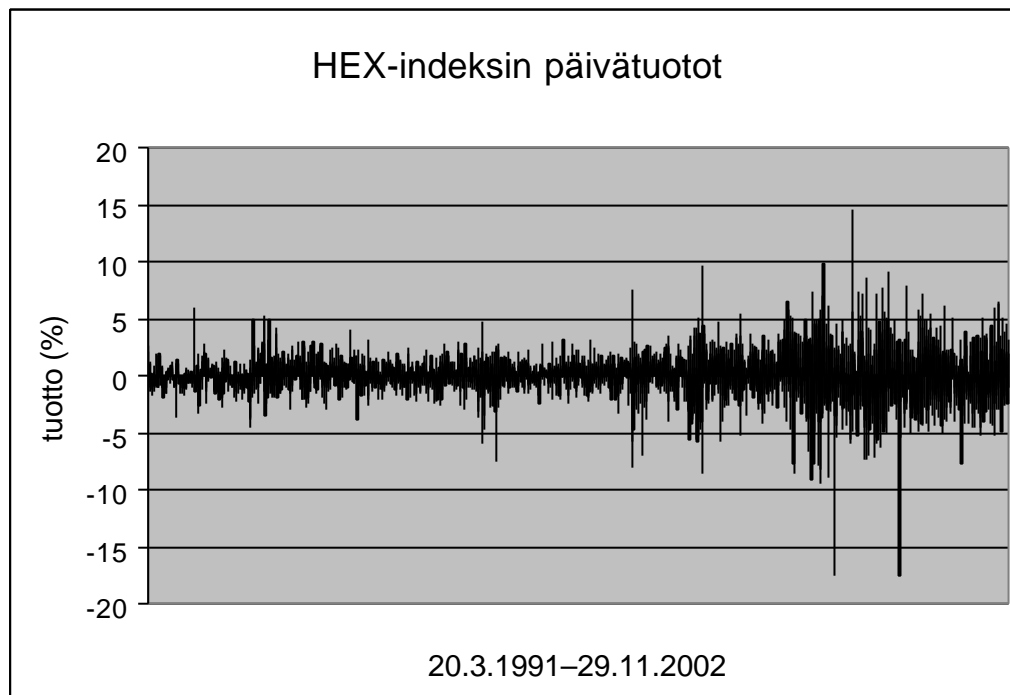
Kokonaisuudessaan aineistossa on 3 118 havaintoa, joista ensimmäiset 200 havaintoa jäävät testauksen ulkopuolelle liukuvan keskiarvon muodostumisen takia. Havainnot ovat päivän virallisia päätöslukemia, jotka lasketaan kello 18.00. Mikäli kyseisellä hetkellä ei ole positiota (on positio) ja indeksi on liukuvan keskiarvonsa yläpuolella (alapuolella), suoritetaan ostotoimeksianto (myyntitoimeksianto) päivän kurssiin. Käytännössä edellinen ehto ei ole aukottomasti toteutettavissa, sillä mahdollinen äärimmäisen pieni piste-ero indeksin ja liukuvan keskiarvon välillä tekee päätöksenteon ja samanhetkisen toimeksiannon toteuttamisen mahdottomaksi. Näillä yksittäisillä tapauksilla ei ole kuitenkaan kokonaisuuden kannalta mitään merkitystä. Tutkimuksen toteutus siis poikkeaa hieman Brockin ym. (1992) toteutuksesta, sillä tuottojen tarkastelussa on yhden pituinen viive signaalin syntymisestä.

---

<sup>19</sup> Alkuperäisessä sarjassa on yksi puuttuva havainto 8.11.1994. Havainnon olen korvannut edeltävän ja seuraavan havainnon aritmeettisella keskiarvolla 1918,88.



Päivätuotot on laskettu ottamalla sarjasta luonnollinen logaritmi ja differoimalla kyseinen sarja viiveellä yksi. Näin lasketuilla logaritmisilla tuotoilla on muutamia matemaattisesti hyödyllisiä ominaisuuksia, ja ne vastaavat likimäärin perinteisesti laskettuja tuottoja. Tuottosarja on kuvattuna kuviossa 5, josta on havaittavissa volatilitietin kasvu. Osin tämä on seurausta Nokia Oyj:n arvon voimakkaasta noususta, jolloin sen painoarvo indeksissä kasvoi ja indeksi alkoi muistuttaa ominaisuuksiltaan enemmän yksittäistä osaketta.



KUVIO 5. Tutkimusaineiston päivätuottojen kehitys

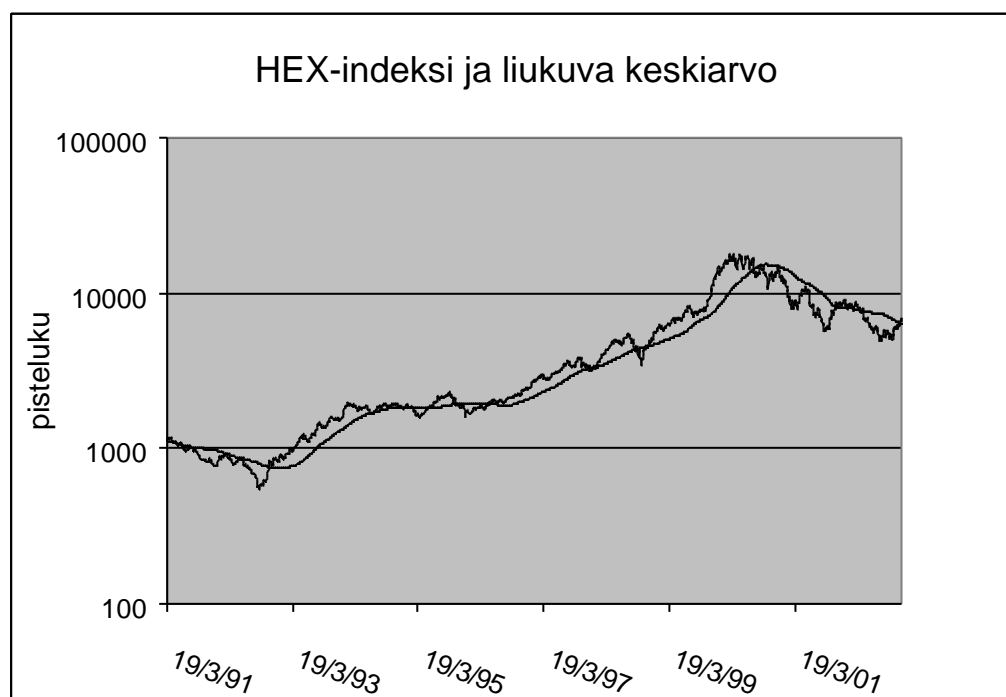
Keskeiset tunnusluvut tutkimusaineistosta on esitetty taulukossa 1. Arvoista voi havaita, että tuottosarjassa on joitakin tilastollisesti merkitseviä autokorrelaatorakenteita. Suuremmilla viiveillä autokorrelaatioissa ei ollut poikkeavaa raportoitavaa. Samoin havaitaan, että standartoitu vinous ja huipukkuus poikkeavat normaalijakauman teoreettisista arvoista. Normaalijakaumasta lasketun standartoidun vinouden odotusarvo on nolla ja standartoidun huipukkuuden kolme. Testauksen mukaan (liite 1) päivätuotot eivät ole normaalijakautuneita. Keskimääräinen päivätuotto on 0,06240 %, joka vastaa 250 pörssipäivän mukaan 15,60 %:n vuotuista tuottoa

TAULUKKO 1. Päivätuotot

tunnusluku		autokorrelaatio	
n	2918	$\rho(1)$	0,05316 **
keskiarvo	0,06240	$\rho(2)$	-0,02404
mediaani	0,05927	$\rho(3)$	-0,00535
keskihajonta	2,02960	$\rho(4)$	0,01146
stand. vinous	-0,40126	$\rho(5)$	0,00761
stand. huipukkuus	9,79298	$\rho(6)$	-0,04375 *

\*\*  $p < 0,01$ ; \*  $p < 0,05$  merkitsevyystaso kaksisuuntaisessa testissä

Tutkimusaineisto on kuvattu kuviossa 6 suhdelukuasteikolla. Epävakaampi käyrä on HEX-indeksi ja laakeampi käyrä on sen 200 päivän yksinkertainen liukuvakeskiarvo. Pienimmän arvon HEX-indeksi saa 7.9.1992 pisteluvulla 541,07 ja suurimman arvon 2.5.2000 pisteluvulla 18 303,60. Jakson alussa 19.3.1991 indeksi (1 101,80 pist.) on liukuvan keskiarvonsa alapuolella, mutta ensimmäinen leikkaus tapahtuu jo kolmantena päivänä. Positioiden kestot vaihtelevat 1-420 pörssipäivän välillä. Yhtäjaksoinen markkinoilta poissaolo vaihtelee 1-230 pörssipäivän välillä. Liukuva keskiarvo antaa useaan otteeseen virhesignaaleja, jotka menetelmä joutuu korjaamaan muutamassa päivässä vastakkaisella transaktiolla. Jakson päättyessä 29.11.2002 indeksi (6 805,05 pist.) on liukuvan keskiarvonsa yläpuolella.



KUVIO 6. Tutkimusaineisto: HEX-indeksi ja 200 päivän liukuvakeskiarvo

## 5.2 Testaus

Tutkimustulosten testauksessa on käytetty t-testiä<sup>20</sup>. Testin taustaoletuksiin kuuluu jakaumien normalisuus, stationaarisuus ja aikariippumattomuus. Osaketuottojen käyttäytyminen rikkoo yleisesti noita oletuksia. Kuten edellisestä aineiston kuvailusta voimme päätellä, rikotaan tässä tutkimuksessa noita testin taustaoletuksia. Puutteistaan huolimatta t-testi on yleisesti käytössä tutkimusalalla. Juuri noiden puutteiden ja muutamien muiden lisähyötyjen vuoksi on tutkimusalalla käytetty t-testien tukena myös bootstrap-metodologiaa. Toisaalta Brockin ym. (1992) tutkimusta replikoineista osa (esim. Hudson ym. (1996) sekä Coutts ja Cheung (2000)) on tyytynyt pelkkään t-testaukseen. Myös tässä tutkimuksessa rajoitutaan t-testin käyttöön.

Tutkimustulokset on raportoitu taulukossa 2. Taulukossa päivät on jaettu kahteen ryhmään: osto ja myynti. Osto-ryhmän muodostaa ne päivät, jolloin liukuvan keskiarvon strategian mukaisesti toimivalla sijoittajalla on positio. Vastaavasti myynti-ryhmään kuuluu ne päivät, jolloin sijoittaja on poissa osakemarkkinoilta. Noiden päivien päivätuotoista on nyt laskettu taulukon 2 tunnusluvut. Tarkasteltaessa taulukon absoluuttisia tunnuslukuja, havaitaan että tutkimusjaksolla osto-päivinä päivätuotto on ollut 0,10856 %, joka vastaa 27,14 %:n vuosituottoa. Myynti-päivinä markkinatuotto sen sijaan on ollut negatiivinen päivätuoton ollessa keskimäärin -0,01013 %, joka vastaa vuositasolla -2,53 %. Ryhmäkohtaisissa keskihajonnoissa, riskissä, näyttäisi olevan eroja absoluuttisten lukujen perusteella. Osto-päivistä yli puolella päivätuotto on positiivinen, myynti-päivistä sen sijaan alle puolella.

---

<sup>20</sup> Testauksessa on käytetty Brockin ym. (1992) määrittelemiä t-testejä:

$$t = \frac{m_o - m}{\sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^2}{n_o}}}, \quad t = \frac{m_m - m}{\sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^2}{n_m}}} \quad \text{tai} \quad t = \frac{m_o - m_m}{\sqrt{\frac{S^2}{n_o} + \frac{S^2}{n_m}}}, \quad \text{missä}$$

$m$  = keskimääräinen päivätuotto ryhmässä 'osto', 'myynti' tai kaikki havainnot,

$n$  = havaintojen lukumäärä ryhmässä 'osto', 'myynti' tai kaikki havainnot ja

$S$  = keskihajonta kaikista havainnoista.

TAULUKKO 2. Päivätuotot ryhmittäin

	osto	myynti	osto-myynti
n	1783	1135	
keskiarvo	0,10856	-0,01013	0,11869
t-testisuure	0,75675	-1,02149	1,54009
p-arvo*	(0,45)	(0,31)	(0,12)
mediaani	0,12562	-0,05275	
keskihajonta	1,82854	2,30939	
r>0	0,54010	0,48722	

\* kaksisuuntainen t-testi

Absoluuttisen lukujen valossa tulokset ovat hyvin samankaltaisia Brockin ym. (1992) saamien tulosten kanssa. Tässä tapauksessa tulokset eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä. Osto- tai myynti-ryhmän päivätuotot eivät tilastollisesti poikkea normaalituotoista. Samoin ryhmien keskituotot eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Eroja ryhmäkohtaisissa hajonnoissa (riskeissä) ei voi arvioida ilman bootstrap-testausta. Tilastollisen päättelyn mukaan 200 päivän liukuvan keskiarvon strategialla ei siis voida saavuttaa ylituottoja Helsingin pörssissä, ja tuotot eivät ole ennustettavissa.

Lo ym. (2000) testasivat teknisen kuvioanalyysin tutkimuksessa tuottojakaumien poikkeavuutta. Kun samalla Kolmogorov-Smirnov-testillä testataan osto- ja myynti-ryhmien tuottojakaumat, havaitaan niiden poikkeavan toisistaan (liite 2). Löytöä ei voi kuitenkaan yksinään pitää kovin merkittävänä todisteena markkinatehottomuudesta.

## 6 PÄÄTELMÄT

### 6.1 Tulokset

Tutkielmassa selvitettiin aiempien julkaisujen ja empiirisen testauksen avulla teknisen analyysin asemaa sijoitusprosessissa. Tutkimusongelmaan etsityt vastaukset jäävät varauksellisiksi. Ehdotonta totuutta ei kyetty löytämään.

Useat tutkimustulokset osoittavat teknisellä analyysillä olevan ennustevoimaa, mutta pelkkiin yksinkertaisiin sääntöihin perustuvat strategiat eivät pääsääntöisesti päihitä osta ja pidä -strategiaa kaupankäyntikulujen jälkeen. Lisäksi joissakin tutkimuksissa on raportoitu, etteivät testatut menetelmät (usein liukuvat keskiarvot) ole toimineet enää aivan viime vuosikymmeninä yhtä luotettavasti.

Akateemisia tutkimuksia on arvosteltu käytännön maailman puolelta väärin menetelmien testaamisesta. Esitellyissä tutkimuksissa on kuitenkin mukana myös oppivilla ja älykkäillä järjestelmillä toteutettuja tutkimuksia. Näissä testattavien menetelmien joukko saadaan suureksi ja niiden voidaan katsoa jäljittelevän teknisen analyysin menetelmien inhimillistä soveltamista. Myös näiden tutkimusten tulokset myötäilevät tuloksia yksinkertaisista menetelmistä. Tekoäly on voimakkaasti kehittyvä tieteen haara ja on mahdollista, että tulevaisuudessa onnistutaan rakentamaan parempia täysin automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä.

Kotimaisella tutkimusaineistolla tulokset olivat osin yhteneviä muualla saatuihin tuloksiin. Sikäli testaus antoi heikkoa tukea teknisen analyysin puolesta, että 200 päivän liukuva keskiarvo erotteli tutkimuskaudella jaksoja, joiden tuotot olivat erisuuruisia. Mitatut erot tuotoissa eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä. Kaksisuuntaisella t-testillä saatu p-arvo 0,12 olisi yksisuuntaisessa testissä hyvin lähellä merkitsevää. Kaksisuuntaisessa testissä on pitäydytty kriittisyyden vuoksi, koska havaintoaineiston ominaisuudet rikkovat jonkin verran t-testin taustaoletuksia. Huolimatta havainnoista, etteivät liukuvat keskiarvot olisi toimineet viime vuosina enää

kovin luotettavasti, on myös havaintoja tuoreella aineistolla, että liukuva keskiarvo toimii luotettavimmin riittävän pitkällä aikavälillä. Onko reilun 11 vuoden tutkimusaineisto liian lyhyt 200 päivän liukuvan keskiarvon testaamiseen? Olettaen osakemarkkinoiden olevan syklisiä, ei koko sykli mahdollisesti mahdu kokonaan tutkimusperiodille. Tutkimusjaksoa leimaa erittäin pitkä nousukausi, jota on seurannut ennätysellinen laskukausi. Kun tarkastellaan liukuvaa keskiarvoa, laskukausi näyttäisi yhä jatkuvan tutkimusjakson päättyessä.

Alkuperäisten informaatiotehokkuuden mallien mukaan tekninen analyysi on hyödyttömiä, mikäli markkinat läpäisevät puolivahvat ehdot ja tapahtumatutkimukset. Behavioristisen rahoitusteorian mallien mukaan tilanne ei ole noin rajoittunut. Tapahtumatutkimukset mittaavat informaation heijastumista kursseihin kapeassa aikaikkunassa. Ne eivät kykene testaamaan pidemmällä aikavälillä mahdollisesti syntyvää harhaa (yli- tai alireagoiminen informaatioon) useamman perättäisen uutisen tulkinnassa. Soveltamalla behavioristisen rahoitusteorian oppeja, voimme päätellä, että teknistä analyysia voidaan käyttää fundamenttianalyysin rinnalla.

Viimeisin näkemys on, että tekninen analyysi saattaa luoda lisäarvoa sijoitusprosessiin. Vaikka tekninen analyysi ei yksinään kykenisi tuottamaan ylituottoja kulujen jälkeen, saattaa siitä olla hyötyä kaupankäynnin ajoittamisessa. Tämä hypoteesi saa tukea Fyfen, Marneyn ja Tarbertin (1999) toteutuksesta geneettisillä menetelmillä: tutkimuksessa menestyksekkäimmäksi strategiaksi muodostui pitkäaikaissijoittaminen yhdistettynä ostopäätöksen ajoittamiseen teknisellä analyysillä. Kyseinen menetelmä antaa teoriassa myös myyntisignaaleja, mutta niiden syntymiseen vaaditaan ilmeisen poikkeuksellinen kurssikehitys.

Tutkimuksista löytyi erilaisia näkemyksiä, kuin mitä teknisen analyysin kirjallisuudessa esitetään. Yleensä teknisen analyysin sanotaan toimivan osakkeilla, joilla on kunnollinen vaihto. Tutkimusten mukaan tekninen analyysi voi olla hyödyllistä myös erittäin vähävaihtoisilla osakkeilla. Niin sanottujen kuolleiden osakkeiden kohdalla on erityisen tärkeää seurata vaihdon mahdollista heräämistä, jonka jälkeen kannattaa seurata trendiä.

Oli tiedossa, että tekninen analyysi ei ole kovinkaan täsmällinen oppiaine. Yllätys oli kuitenkin useiden lähteiden ristiriitaisuus. Täysin samalla nimellä saatetaan esitellä eri lähteissä aivan erilaiset menetelmät. Myös hyvin tunnetuista metodeista voi nähdä esitettävän virheellisiä määritelmiä. Teknisen analyysin harjoittajilta vaaditaan tarkkaavaisuutta, kun käytetään valmiita ohjelmistoja tai Internet-palveluita.

## **6.2 Jatkotutkimusmahdollisuudet**

Tutkimus on suoritettava mahdollisuuksien mukaan pitkällä, mutta tuoreella havaintoaineistolla. Useilla markkinoilla on osoitettu, että liukuvat keskiarvot ovat ainakin menneisyydessä toimineet tehokkaasti. Sijoittajaa kiinnostaa kuitenkin tietää, toimivatko menetelmät yhä. Lähimenneisyyttä voidaan pitää kohtuullisena ennusteena tulevalle. Toimintaympäristön voidaan katsoa vakiintuneen. Julkinen informaatio leviää nykyään äärimmäisen nopeasti kaikille sijoittajaryhmille, ja lähes kaikkien saatavilla on kehittyneet yhteydet kaupankäyntijärjestelmiin.

Tutkimuksessa kannattaa hyödyntää bootstrap-metodologiaa. Metodien käyttö varmentaa tilastollista päättelyä tuotoista ja mahdollistaa volatiilisuuden testauksen. Ohjelmoituaan testin, on helppo suorittaa samalla useamman eri teknisen analyysin testaus. Testattaessa useampaa menetelmää yhtä aikaa, on syytä kiinnittää huomiota yhteistestaukseen. Tätä tarkoitusta varten on kehitetty aivan viime vuosina edistyksellisiä menetelmiä.

## LÄHTEET

- Achelis, S.B. (2000). *Technical Analysis from A to Z*. <http://www.equis.com/free/taaz/>. Helmikuu 2002.
- Allen, F. & Karjalainen, R. (1999). Using Genetic Algorithms to Find Technical Trading Rules. *Journal of Financial Economics*, 51, no. 2, 245-271.
- Allen, H. & Taylor, M.P. (1990). Charts, Noise and Fundamentals in the London Foreign Exchange Market. *Economic Journal*, 100, no. 400, 49-58.
- Antoniou, A., Ergul, N., Holmes, P. & Priestley, R. (1997). Technical Analysis, Trading Volume and Market Efficiency: Evidence from an Emerging Market. *Applied Financial Economics*, 7, no. 4, 361-365.
- Bask, M. (1998). Essays on Exchange Rates: Deterministic Chaos and Technical Analysis. *Umeå Economic Studies*, no. 465, Uumaja.
- Bessembinder, H. & Chan, K. (1998). Market Efficiency and the Returns to Technical Analysis. *Financial Management*, 27, no. 2, 5-17.
- Blume, L., Easley, D. & O'Hara, M. (1994). Market Statistics and Technical Analysis: The Role of Volume. *Journal of Finance*, 49, no. 1, 153-181.
- Brock, W.A. & Malliaris, A.G. (1989). *Differential Equations, Stability and Chaos in Dynamic Economics*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Brock, W., Lakonishok, J. & LeBaron, B. (1992). Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *Journal of Finance*, 47, no. 5, 1731-1764.



Brockwell, P.J. & Davis, R.A. (1987). *Time Series: Theory and Methods*. New York: Springer-Verlag.

Coutts, J.A. & Cheung, K.-C. (2000). Trading Rules and Stock Returns: Some Preliminary Short Run Evidence from the Hang Seng 1985-1997. *Applied Financial Economics*, 10, no. 6, 579-586.

Dourra, H. & Siy, P. (2001). Stock Evaluation Using Fuzzy Logic. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 4, no. 4, 585-602.

Fama, E.F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, 25, no. 2, 383-417.

Fama, E.F. (1991). Efficient Capital Markets: II. *Journal of Finance*, 46, no. 5, 1575-1617.

Fyfe, C., Marney, J.P. & Tarbert, H.F.E. (1999). Technical Analysis Versus Market Efficiency - A Genetic Programming Approach. *Applied Financial Economics*, 9, no. 2, 183-191.

Greene, W.H. (1991). *Econometric Analysis*. New York: Macmillan.

Grossman, S.J. & Stiglitz, J.E. (1980). The Impossibility of Informationally Efficient Markets. *American Economic Review*, 70, no. 3, 393-408.

Hudson, R., Dempsey, M. & Keasey, K. (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, no. 6, 1121-1132.

Jegadeesh, N. & Titman, S. (1993). Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. *Journal of Finance*, 48, no. 1, 65-91.

Kwon, K.-Y. & Kish, R. J. (2002). Technical Trading Strategies and Return Predictability: NYSE. *Applied Financial Economics*, 12, no. 9, 639-653.

Lo, A., Mamaysky, H. & Wang, J. (2000). Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation. *Journal of Finance*, 55, no. 4, 1705-1765.

Mills, T.C. (1997). Technical Analysis and the London Stock Exchange: Testing Trading Rules Using the FT30. *International Journal of Finance and Economics*, 2, no. 4, 319-331.

Murphy, J.J. (1986). *Technical Analysis of the Futures Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications*. New York: Prentice-Hall.

Peters, E.E. (1991). *Chaos and Order In the Capital Markets*. New York: Wiley.

Peters, E.E. (1994). *Fractal Market Analysis*. New York: Wiley.

Pring, M.J. (1985). *Technical Analysis Explained* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.

Ratner, M. & Leal, R.P.C. (1999). Tests of Technical Trading Strategies in the Emerging Equity Markets of Latin America and Asia. *Journal of Banking and Finance*, 23, no. 12, 1887-1905.

Shleifer, A. (2000). *Inefficient Markets: An Introduction to Behavioral Finance*. New York: Oxford University Press.

Skouras, S. (2001). Financial Returns and Efficiency as Seen by an Artificial Technical Analyst. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 25, no. 1-2, 213-244.

Sullivan, R., Timmermann, A. & White, H. (1999). Data Snooping, Technical Trading Rule Performance, and the Bootstrap. *Journal of Finance*, 54, no. 5, 1647-1691.

Sweeney, R.J. (1988). Some New Filter Rule Tests: Methods and Results. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 23, no. 3, 285-300.

Trumbore, B. (2000). *Dow Jones Bergstresser Industrial Average*.  
<http://www.buyandhold.com/bh/en/education/history/2000/dowjones.html>. Helmikuu  
2002.

Vaga, T. (1990). The Coherent Market Hypothesis. *Financial Analysts Journal*, 46, no.  
6, 36-49.

White, H. (2000). A Reality Check for Data Snooping. *Econometrica*, 68, no. 5, 1097-  
1126.

Wong, M.C.S. (1997). Fund Management Performance, Trend-chasing Technical  
Analysis and Investment Horizons: a Case Study. *Omega the International Journal of  
Management Science*, 25, no. 1, 57-63.

## LIITTEET

### Liite 1. Päivätuottojen normaalijakautuneisuuden testaus

Päivätuottojen jakaumaa on testattu Shapiro-Wilk-normaalisuustestillä. Testi mittaa jakauman vastaavuutta normaalijakaumaan. Alla esitetyn tulosteen mukaan testattu aineisto BH ('buy and hold', koko testausjakson tuottosarja) ei ole normaalijakautunut. Testi antaa p-arvoksi alle 0,05, joten nollahypoteesi normaalijakautuneisuudesta on hylättävä.

Tuloste R-ohjelmistosta:

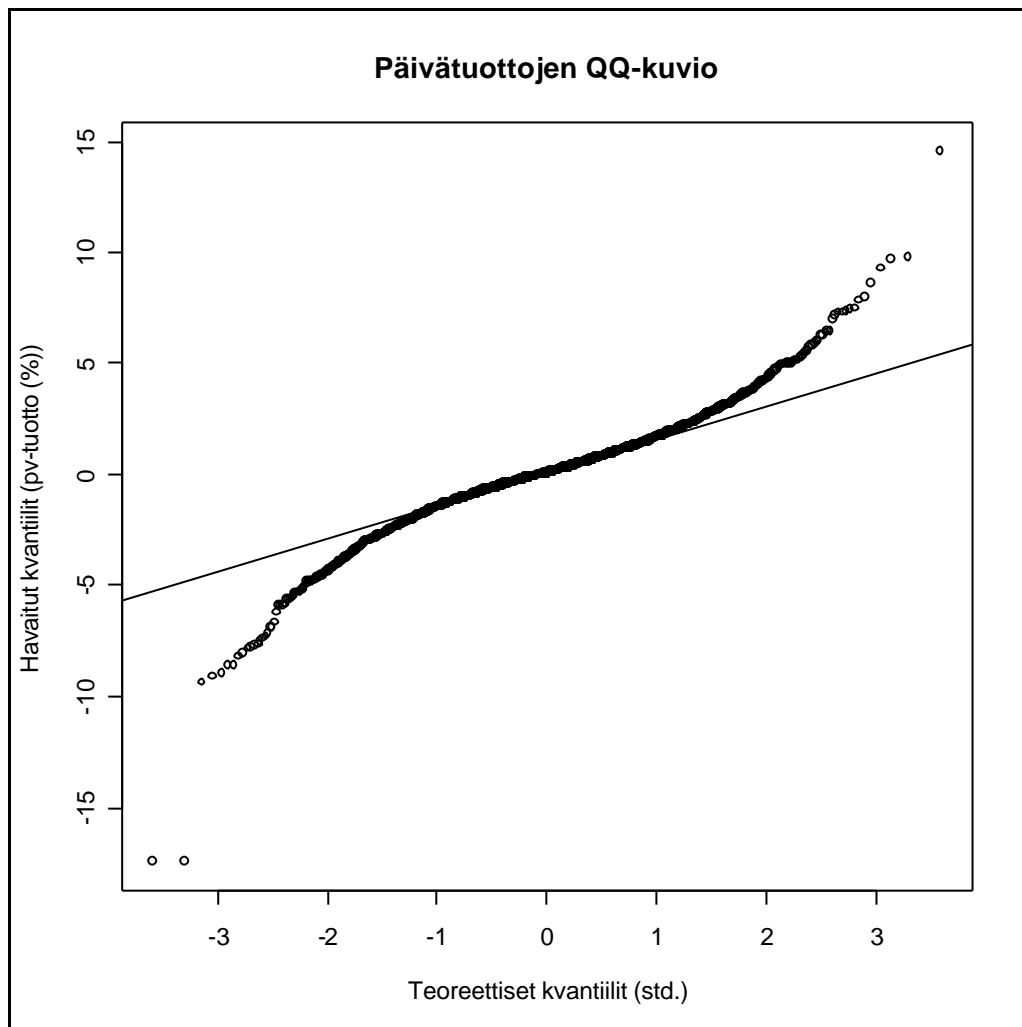
```
>library(ctest)
>shapiro.test(BH)
```

*Shapiro-Wilk normality test*

*data: BH*

*W = 0.9379, p-value = < 2.2e-16*

Normaalijakautuneisuutta voidaan tarkastella myös niin sanotun qq-kuvion (quantile-quantile plot) avulla. Kuviossa aineiston havainnot on asetettu järjestykseen ja niille järjestetään parit normaalijakaumaotoksesta. Parien muodostama pisteparvi asettuu suoralle mikäli tutkittava aineisto on normaalijakautunut. Kuvion 7 perusteella päivätuottojen tuottosarjaa ei voida pitää normaalijakautuneena.



KUVIO 7. Päivätuottojen jakautuneisuuden graafinen normaalisuustesti

## Liite 2. Ehdolliset tuottojakaumat

Tuottojakaumia ryhmittäin on vertailtu kaksisuuntaisella Kolmogorov-Smirnov-testillä. Testi perustuu tuottojakaumien kertymäfunktioiden maksimipoikkeaman mittaamiseen. Jakaumien poikkeavuuteen voi siten vaikuttaa jakaumien kaikki neljä ensimmäistä momenttia. Seuraavan tulosteen mukaan päivätuottojen ryhmät 'short' ja 'long' (ilman positiota ja positio) eivät ole samoin jakautuneita. Alle 0,05 p-arvon perusteella nollahypoteesi samoin jakautuneisuudesta on hylättävä. Ohjelma varoittaa epätarkasta p-arvosta, koska testattavana on epäjatkuvat jakaumat. Tältä osin tulosta voidaan kuitenkin pitää luotettavana suuren otoskoon vuoksi. Huomautettakoon, että testauksessa rikotaan taustaoletusta havaintojen *iid*-jakautuneisuudesta. Testatut jakaumat on esitetty kuviossa 8. Tiheysfunktioiden muodon määrittelytarkkuus kuviossa perustuu R-ohjelmiston vakioasetuksiin.

Tuloste R-ohjelmistosta:

```
>library(ctest)
```

```
> ks.test(short,long)
```

*Two-sample Kolmogorov-Smirnov test*

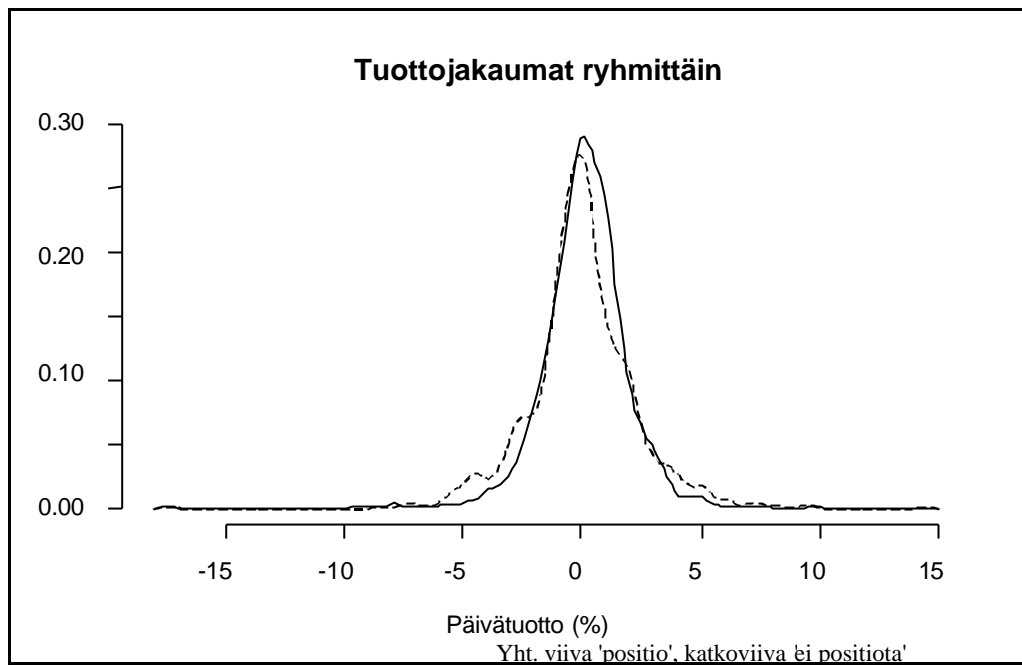
*data: short and long*

*D = 0.0719, p-value = 0.001542*

*alternative hypothesis: two.sided*

*Warning message:*

*cannot compute correct p-values with ties in: ks.test(short, long)*



KUVIO 8. Tuottojakaumien vertailu