

TAMPEREEN YLIOPISTO
Johtamiskorkeakoulu

**MARKKINATEHOKKUUDEN TESTAAMINEN SUOMEN
OSAKEMARKKINOILLA VUOSINA 1990 - 2014 YKSINKERTAISILLA
LIUKUVAN KESKIARVON MENETELMILLÄ**

Yrityksen laskentatoimi
Pro gradu -tutkielma
Toukokuu 2015
Ohjaaja: Matias Laine

Vili Toivonen

TIIVISTELMÄ

Tampereen yliopisto	Johtamiskorkeakoulu; yrityksen laskentatoimi
Tekijä:	TOIVONEN, VILI
Tutkielman nimi:	Markkinatehokkuuden testaaminen Suomen osakemarkkinoilla 1990 - 2014 yksinkertaisilla liukuvan keskiarvon menetelmillä
Pro gradu -tutkielma	77 sivua, 16 liitesivua
Aika:	Toukokuu 2015
Avainsanat:	markkinatehokkuus, tekninen analyysi, liukuva keskiarvo, osakemarkkinat

Tutkimuksessa selvitetään markkinatehokkuuden toteutumista Suomen osakemarkkinoilla aikavälillä 4.6.1990 - 21.11.2014. Aihe on ollut eräs taloustieteen tutkituimmista Faman (1970) muotoileman tehokkaiden markkinoiden hypoteesin jälkeen. Huolimatta suuresta määrästä tutkimuksia tutkijoilla on edelleen eriäviä mielipiteitä markkinatehokkuuden toteutumisesta. Vahvimmin markkinatehokkuuden kyseenalaistaa 1980-luvun alussa alkunsa saanut behavioristinen rahoitusteoria. Sen mukaan markkinat ovat tehottomat ja tehottomuus on selitettävissä kahdella tekijällä: arbitraasin rajoituksilla ja psykologialla (Shleifer 2000; Barberis & Thaler 2002; Shiller 2003).

Tutkimuksessa markkinatehokkuuden toteutumista selvitetään testaamalla tehokkaiden markkinoiden hypoteesin heikon ehdon totuusarvoa yksinkertaisilla liukuvan keskiarvon menetelmillä. Mikäli jokin menetelmä tuottaa riskikorjattuja tilastollisesti merkitseviä ylituottoja yllä mainitun ajanjakson aikana, on viitteitä Suomen osakemarkkinoiden tehottomuudesta. Aineistona tutkimuksessa on Helsingin pörssin OMXH-yleisindeksin päätöskurssitiedot yllä mainitulta ajanjaksolta.

Tutkimuksen tulosten mukaan yksinkertaiset liukuvan keskiarvon menetelmät eivät tuota riskikorjatusti tilastollisesti merkitseviä ylituottoja yllämainittuna ajanjaksona. Näin ollen Suomen osakemarkkinoiden voidaan katsoa olleen tehokkaat tuona aikana. Parhaiten liukuvan keskiarvon menetelmistä pärjasi 150/5-menetelmä, jonka riskittömän koron ylittävä päivätuotto koko ajanjaksolla oli 0,042 %.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO.....	1
1.1 Aihealueen tausta ja keskeiset käsitteet.....	1
1.2 Tutkimuksen tavoite, metodit ja rajaukset.....	3
1.3 Tutkimuksen kulku.....	7
2 MARKKINATEHOKKUUS.....	8
2.1 Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi.....	8
2.2 Riski rahoitusmarkkinoilla.....	13
2.2.1 Portfolioteoria.....	14
2.2.2 Capital Asset Pricing Model.....	18
2.2.3 Arbitrage Pricing Theory.....	20
2.3 Arbitraasi rahoitusmarkkinoilla.....	22
2.4 Kriittikää markkinoiden tehokkuutta vastaan.....	23
2.4.1 Behavioristinen rahoitusteoria.....	23
2.4.1.1 Arbitraasin rajoitukset.....	26
2.4.1.2 Psykologia.....	29
2.4.2 Todisteita markkinoiden tehottomuudesta.....	34
2.4.2.1 Alireagointi.....	34
2.4.2.2 Ylireagointi.....	35
2.4.2.3 Kuplat.....	37
2.4.2.4 Muita todisteita.....	37
3 TEKNINEN ANALYYSI.....	39
3.1 Tausta ja määrittely.....	39
3.2 Teknisen analyysin menetelmät.....	42
3.2.1 Jako teknisen analyysin menetelmien välillä.....	42
3.2.2 Hintakuviot.....	42
3.2.2.1 Tuki- ja vastustasot.....	42
3.2.2.2 Pää ja olkapäät -hintakuviot.....	43
3.2.3 Indikaattorit.....	44
3.2.3.1 Liukuvat keskiarvot.....	44
3.2.3.2 Muut indikaattorit.....	47
3.3 Riski ja tilastollinen merkitsevyys sijoitussääntöjen tuotoissa.....	47
3.4 Tutkimuksia markkinatehokkuudesta liukuvan keskiarvon menetelmillä.....	49
4 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	54
4.1 Aineisto.....	54
4.2 Menetelmät.....	54
4.3 Analysointi.....	59
5 TULOKSET.....	62
6 POHDINTA.....	68
6.1 Keskeiset johtopäätökset.....	68
6.2 Tutkimuksen rajoitteet.....	69
6.3 Jatkotutkimusaiheet.....	71
LÄHDELUETTELO.....	73

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta ja keskeiset käsitteet

Markkinoiden tehokkuus on ollut eräs taloustieteiden tutkituimpia aiheita viimeisten 40 vuoden aikana, eivätkä tutkijat ole vieläkään päässet siitä yksimielisyyteen. Voimakkaimmin markkinatehokkuuden puolesta on argumentoinut Eugene Fama (1965; 1970; 1992) kun taas markkinoiden tehokkuudelle vahvimmin kritiikkiä ovat esittäneet Andrei Shleifer (1997; 2000) ja Robert Shiller (1981; 2000; 2003).

Markkinoiden tehokkuudella tarkoitetaan sitä, että kaikki olemassa oleva informaatio on osakkeiden hinnoissa ja kaikki tuleva informaatio siirtyy niihin välittömästi (Fama 1970). Toisin sanoen kurssit heijastavat jatkuvasti kaiken olemassa olevan informaation ja ovat siten koko ajan oikein hinnoiteltuja. Edellä esitellystä teoriasta käytetään nimitystä tehokkaiden markkinoiden hypoteesi. Koska kaikki informaatio on koko ajan kurseissa ja ne ovat oikein hinnoiteltuja, täytyy niiden tulevien liikkeiden olla satunnaisia (Fama 1970). Kurssien satunnaiskulku on yksi tehokkaiden markkinoiden hypoteesin perusajatuksista. Siihen kuuluu olennaisena osana oletus markkinoilla toimivien agenttien rationaalisuudesta, joka koostuu kolmesta kohdasta (McKenzie ja Lee 2006, 100):

1. Agentilla on selkeästi tunnistettavat preferenssit siitä mitä hän haluaa.
2. Agentti pystyy järjestämään halunsa paremmuusjärjestykseen.
3. Agentti pystyy johdonmukaisesti valitsemaan preferensseistään ne, joiden avulla hän maksimoi hyötyään.

Faman (1970) alun perin muotoileman tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan kaikki markkinoilla toimivat agentit ovat rationaalisia. Grossmanin ja Stiglitzin (1980) tutkimuksen jälkeen teoria markkinoilla toimivien agenttien rationaalisuudesta

kuitenkin muuttui. Mikäli kaikki agentit olisivat rationaalisia, osakkeiden hinnat olisivat jatkuvasti oikein hinnoiteltuja, joten siinä tapauksessa kauppaa osakkeilla ei olisi järkeä käydä. Heidän mukaansa markkinoilla täytyy olla jonkin verran irrationaalisia agentteja, jotka aiheuttavat markkinoille hieman tehottomuutta. Mikäli näiden irrationaalisten agenttien toimien takia jonkin osakkeen kurssi hetkellisesti erkanee sen fundamenttiarvosta, rationaaliset agentit korjaavat arbitraasilla kurssin takaisin fundamenttiarvoonsa. Fundamenttiarvo saadaan laskemalla yhteen osakkeen kaikki tulevat osingot ja diskonttaamalla ne korkokannalla (Samuelson 1973). Arbitraasilla tarkoitetaan riskittömän voiton tekemistä. Mikäli osakkeen hinta nousee liian korkeaksi, rationaalinen agentti joko myy tai myy sitä lyhyeksi. Vastaavasti mikäli osakkeen hinta laskee liian matalaksi, rationaalinen agentti ostaa sitä. Grossmanin ja Stiglitzin (1980) mukaan irrationaaliset agentit kattavat rationaalisten agenttien informaation keräämis- ja transaktiokustannukset.

Kaikki tutkijat eivät suinkaan usko markkinoiden tehokkuuteen. 1980-luvulla alkunsa saanut behavioristinen rahoitusteoria haastaa tehokkaiden markkinoiden hypoteesin oletukset markkinoiden tehokkuudesta. Sen mukaan irrationaalisten agenttien toimet markkinoilla aiheuttavat niiden tehottomuuden. Sen mukaan agenttien toimista irrationaalisia tekevät erilaiset heuristiikat ja kognitiiviset vääristymät, jotka saavat irrationaaliset agentit toimimaan samansuuntaisesti. (Shiller 2003; Barberis & Thaler 2002.) Pelkästään edellä mainittu ei vielä johtaisi markkinoiden tehottomuuteen, mikäli arbitraasi toimisi teorian edellyttämällä tavalla. Behavioristisen rahoitusteorian mukaan arbitraasi ei kuitenkaan todellisuudessa toimi lähellekään teorian edellyttämällä tavalla, vaan sen toimivuutta rajoittaa siihen sisältyvä riski, jota ei teorian mukaan pitäisi olla (Shleifer 2000). Arbitraasin riskiin vaikuttavat useat eri tekijät, joita käsitellään tarkemmin toisessa luvussa.

Behavioristinen rahoitusteoria väittää markkinoiden olevan tehottomat, mutta ei väitä tehottomuuden välttämättä olevan hyödynnettävissä ylisuurten voittojen saavuttamiseksi. Ylisuurilla voitoilla tarkoitetaan markkinoilta keskimäärin saatavaa tuottoa tilastollisesti isompaa, riskikorjattua tuottoa. Esimerkiksi osakemarkkinoiden

keskimääräinen vuosittainen tuotto prosentti on noin 8. Mikäli onnistuu saavuttamaan vaikka noin 10 prosentin vuotuisen tuoton, mutta joutuu sen saavuttaakseen kantamaan selvästi isompaa riskiä, ei sitä lasketa ylisuureksi tuotoksi.

Teknisen analyysin kannattajat puolestaan uskovat markkinoiden tehottomuuden olevan hyödynnettävissä ylisuurten voittojen saavuttamiseksi. Teknisellä analyysillä tarkoitetaan aiemman kurssihistorian hyödyntämistä tulevien kurssien ennustamisessa. Teknisen analyysin kannattajat eivät usko kurssien satunnaiskulkuun eivätkä sijoittajien rationaalisuuteen. Sen sijaan he uskovat, että ihmiset käyttäytyvät samantapaisissa tilanteissa samalla lailla, jolloin aiempaa kurssihistoriaa tutkimalla voi päätellä kurssin tulevan suunnan. (Pring 2002.) He uskovat pystyvänsä ennustamaan kurssien tulevaa suuntaa niin hyvin, että pystyvät tekemään sillä ylisuuria voittoja. Sekä tekninen analyysi että kurssien tulevan suunnan ennustamiseen kehitettyjä lukemattomia teknisen analyysin tekniikoita esitellään tarkemmin luvussa kolme.

1.2 Tutkimuksen tavoite, metodit ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, ovatko Suomen osakemarkkinat olleet tehokkaat aikavälillä 1990 - 2014. Sen selvittämiseksi tutkimuksessa testataan tehokkaiden markkinoiden hypoteesin heikon ehdon paikkansapitävyyttä sijoitusstrategialla. Heikolla ehdolla tarkoitetaan sitä, että kaikki aikaisempi kurssi-informaatio sisältyy osakkeiden kurssiin. Siten aikaisempaa kurssi-informaatiota hyödyntävillä sijoitusstrategioilla ei pitäisi pystyä saavuttamaan tilastollisesti merkitseviä riskikorjattuja ylituottoja. Tutkimukseen valittu sijoitusstrategia on tekniseen analyysiin perustuva yksinkertainen liukuvan keskiarvon menetelmä, joka pyrkii ennustamaan kurssien tulevia liikkeitä aiemman informaation avulla. Mikäli sijoitusstrategia tuottaa tarkasteluajana tilastollisesti ja riskikorjatusti isompia tuottoja kuin markkinat keskimäärin, tulos on ristiriidassa tehokkaiden markkinoiden hypoteesin kanssa.

Tutkimuksessa on käytännössä vain kaksi rajausta: aika ja paikka. Tutkimus rajataan Helsingin pörssin yleisindeksiin eli OMXH:hon. Tutkittavaksi aikaväliksi rajautui 4.6.1990 - 21.11.2014. Aikaväli on yllä mainittu sen takia, että se on pisin päivädata, joka OMXH-indeksistä oli ilmaiseksi saatavana. Data loppuu marraskuun 21. päivään, koska se oli päivä, jolloin data hankittiin.

Suomen osakemarkkinat on tutkimuskohteena mielenkiintoinen vähäisemmän vaihtonsa ja suuremman volatilititeettinsä takia. Isoja osakemarkkinoita suurempi volatilititeetti johtuu osittain pienestä vaihdosta ja osittain ajoittaisesta periferiasyndroomasta, jonka aiheuttavat isot instituutiosijoittajat laumakäyttäytymisellään. Epävarmoina aikoina suurilla instituutioilla on tapana muuttaa sijoituksensa rahaksi ensimmäiseksi periferisillä osakemarkkinoilla. Institutionaalisten sijoittajien osakkeiden myyminen yhdessä Suomen osakemarkkinoiden suhteellisen alhaisen likviditeetin johtaa yleensä suurempiin pudotuksiin hinnoissa kuin kehittyneillä ja vaihdetummilla osakemarkkinoilla. Vastaavasti nousukausilla kurseilla on tapana nousta enemmän vähemmän vaihdetuilla markkinoilla kuin isoilla osakemarkkinoilla. (Pätäri & Vilska 2014.) Tästä syystä johtuen Suomen osakemarkkinoilla pitäisi aktiiviseen kaupankäyntiin perustuvilla sijoitusstrategioilla olla paremmat edellytykset tuottaa ylituottoja kuin isoilla osakemarkkinoilla.

Tutkimus on luonteeltaan kvantitatiivinen, koska siinä selvitetään hypoteesien totuusarvoja suuren empiirisen aineiston avulla. Tutkimuksen aihe sijoittuu liiketaloustieteeseen, joka Neilimon ja Näsin (1980, 2) mukaan keskittyy yrityselämän tieteelliseen tutkimiseen.

Tieteenfilosofisesti määriteltynä tutkimus on positivistinen. Positivismille ominaista on aistihavainnoilla ja kokemuksilla hankittava tieto havainnoitsijasta riippumattomasta todellisuudesta. Todellisuudeksi oletetaan se, mikä on aistein havaittavissa. Positivismille tyypillistä on myös hypoteettis-deduktiivinen ajatusmalli, jonka mukaan tutkimuksen teoreettisessa osassa pyritään deduktiivisesti johtamaan testattavat

hypoteesit ja empiirisessä osassa tutkitaan näiden hypoteesien totuusarvo empiirisen datan avulla. Positivismi pyrkii siten luomaan säännönmukaisuuksia, yleistyksiä tai lainalaisuuksia. Eräs positivismille ominainen piirre on sen määrittelemä suhde tutkijan ja tutkimuskohteen välille. Sen mukaan tutkija on ulkoisessa, neutraalissa suhteessa tutkimuskohteeseensa pysyäkseen tähän nähden objektiivisena. (Neilimo & Näsi 1980, 15 - 22.)

Tutkimuksen tutkimusote voidaan määritellä nomoteettiseksi, joka on yksi viidestä liiketaloustieteessä yleisesti käytetyistä tutkimusotteista (kuvio 1) (Kasanen, Lukka & Siitonen 1991, 317). Nomoteettisen tutkimusotteen taustalla on positivismi ja sen tehtävänä on ilmiöiden sekä niiden välisten kausaalisten yhteyksien selittäminen (Neilimo & Näsi 1980, 67).

	Teoreettinen	Empiirinen
Deskriptiivinen	Käsiteanalyttinen	Nomoteettinen
		Toiminta-analyttinen
Normatiivinen	Päätöksentekometodologinen	Konstruktiivinen

Kuvio 1. Liiketaloustieteen tutkimusotteet (mukaillen Kasanen ym. 1991, 317)

Nomoteettinen tutkimusote voidaan jakaa kahteen, hieman toisistaan eroavaan lähestymistapaan: hypoteettis-deduktiiviseen ja induktiiviseen. Molemmissa on kolme osuutta: käsitteellinen, empiirinen ja käsitteellis-empiirinen osuus. Hypoteettis-deduktiivisessä versiossa käsitteellisessä osuudessa esitellään käsitteitä ja muodostetaan hypoteesit. Empiirisessä osuudessa on laaja-alaisen aineiston hankkiminen sekä sen tiivistys ja analysointi käsitteellisen osuuden sanelemien asioiden suuntaan. Käsitteellis-empiiristä vaihetta voidaan hypoteettis-deduktiivisessä versiossa kutsua myös todisteluvaiheeksi. Siinä pohditaan hypoteesien totuusarvoa empiiristen tulosten valossa. Induktiivisessä versiossa käsitteellinen osuus on paljon suppeampi kuin hypoteettis-deduktiivisessä versiossa. Empiirisessä osuudessa

puolestaan aineiston tiivistys ja analysointi toteutetaan monipuolisen seulonnan kautta, paljon vapaa-muotuisemmin kuin hypoteettis-deduktiivisessa versiossa. Induktiivisessa versiossa käsitteellis-empiiristä osuutta voidaan kutsua myös alkuperäisen mallin tarkennusvaiheeksi, jossa nimensä mukaisesti korjataan ja tarkennetaan aluksi luotua mallia. (Neilimo & Näsi 1980, 70.) Tässä tutkimuksessa edetään hyvin pitkälti hypoteettis-deduktiivisen version rakenteen mukaan.

Nomoteettisen tutkimusotteen valintaa tämän tutkimuksen tutkimusotteeksi voidaan perustella jo pelkästään tutkimusotteiden tehtävien avulla. Käsiteanalyttisen tutkimusotteen tehtävänä on käsitejärjestelmien konstruointi, päätöksentekometodologisen tutkimusotteen tehtävänä ongelmanratkaisumethodien kehittäminen, toimintaa-analyttisen tutkimusotteen tehtävänä sellaisten käsitteiden kehittäminen, joita käyttämällä pyritään ymmärtämään yrityselämää ja konstruktivisen tutkimusotteen tehtävänä reaalimaailman ongelmien ratkaisemiseen tähtäävien konstruktoiden luominen. Koska tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää markkinatehokkuuden toteutuminen Suomen osakemarkkinoilla 1990 - 2014, on ilmiöiden ja kausaalisten yhteyksien selittämiseen tähtäävä nomoteettinen tutkimusote selkeästi näistä viidestä sopivin. (Neilimo & Näsi 1980, 70.)

Nomoteettisen tutkimusotteen sopivuutta tämän tutkimuksen tutkimusotteeksi voidaan tarkastella Neilimon ja Näsin (1980, 74) nomoteettiselle tutkimusotteelle hahmottelemien käyttövaatimusten kautta. Niitä ovat vahva teoreettis-metodologinen tietovarantotausta, laaja empiirinen daatasto, tutkittavien ilmiöiden välisten relaatioiden kohtuullinen stabiilisuus, tilastollisten tutkimusmenetelmien käyttökyky ja käyttäytymisen ulkoisten ilmenemismuotojen havainnoitavuus. Nämä vaatimukset on voitava Näsin ja Neilimon (1980, 74) mukaan siedettävästi täyttää sovellettaessa nomoteettista tutkimusotetta yrityksen taloustieteessä.

Teoreettis-metodologisen tietovarantotaustan vaatimus täyttyy helposti, sillä tutkimuksen aihe on eräs taloustieteen tutkituimmista. On hankalaa määritellä siihen eniten vaikuttaneita tutkijoita, mutta merkittävästi siihen ovat vaikuttaneet ainakin

Samuelson (1965), Fama (1970), Grossman ja Stiglitz (1980), Black (1986) ja Shiller (2003). Tässä tutkimuksessa on käytössä 6135 havaintoa sisältävä aikasarja-aineisto, joten laajan empiirisen daataston vaatimus voitaneen katsoa täytetyksi. Tutkimuksessa on vain yksi tutkittava ilmiö, mutta sen ei voida katsoa olleen stabiili, koska aiemmat tutkimukset ovat ristiriitaisia (Fama 1970; De Bondt & Taler, 1985; Hudson, Dempsey & Keasey 1996; Shiller 2003). Tilastolliset tutkimusmenetelmät ovat tässä tutkimuksessa paitsi käyttökykyisiä, myös lähes välttämättömiä. Niistä on kirjoittanut muiden muassa Fama (1970). Käyttäytymisen ulkoiset ilmenemismuodot ovat helposti havainnoitavia, koska kaikki tässä tutkimuksessa tarvittava aineisto on hankittavissa sähköisessä muodossa tietokannoista (ETLA, St. Louis Fed).

Nomoteettista tutkimusotetta voidaan siis pitää tälle tutkimukselle sopivana, sillä sen tehtävä vastaa liiketaloustieteessä käytetyistä tutkimusotteista parhaiten tämän tutkimuksen tavoitetta. Tämä tutkimus myös täyttää Neilimon ja Näsin (1980, 74) nomoteettisen tutkimusotteen käytölle asettamat käyttövaatimukset vähintäänkin siedettävästi, sillä stabiilisuus on ainoa käyttövaatimus, jonka ehto ei täyty kunnolla.

1.3 Tutkimuksen kulku

Toisessa ja kolmannessa luvussa esitellään tutkielman teoria. Toisessa luvussa esitellään ensin tehokkaiden markkinoiden hypoteesi. Sen jälkeen esitellään empiirisiä todisteita sitä vastaan sekä markkinoiden tehottomuuteen uskova teoria, behavioristinen rahoitusteoria. Kolmannessa luvussa esitellään aluksi tekninen analyysi ja sen tärkeimpiä menetelmiä. Lopuksi esitellään liukuvan keskiarvon menetelmällä tehtyjä tutkimuksia markkinoiden tehottomuudesta. Neljäs, viides ja kuudes luku ovat tutkielman empiiristä osuutta varten. Neljännessä luvussa esitellään tutkielman aineisto ja käytettävät menetelmät. Viides luku esittelee tulokset ja kuudes luku on pohdintaa.

2 MARKKINATEHOKKUUS

2.1 Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi

Markkinoiden sanotaan olevan tehokkaat, kun tehokkaiden markkinoiden hypoteesi pätee. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan osakkeiden hinnat sisältävät aina kaiken saatavilla olevan informaation (Fama 1970, 378). Osakkeiden hinnat eivät siten muuttuisi, vaikka kaikki osakkeisiin liittyvä informaatio paljastettaisiin kaikille markkinoilla toimiville osapuolille (Malkiel 1992). Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin alkuperä voidaan ajoittaa ainakin 1800-luvun puolelle. Sewellin (2011) mukaan Gibson totesi vuonna 1889, että ”osakkeiden tullessa julkisesti tunnetuiksi avoimilla markkinoilla, niiden hinnan voidaan katsoa syntyvän parhaimman ja älykkäimmän arvostamisen seurauksena”. Vaikka Gibson ei käyttänyt tehokkaiden markkinoiden hypoteesin nimeä, voidaan sen Sewellin (2011) mukaan katsoa olleen ensimmäinen selvä viittaus niihin.

Seuraava merkittävä tehokkaiden markkinoiden hypoteesin kehittäjä oli Bachelier. Kihnin (2011, 32) mukaan Bachelier totesi vuonna 1901 väitöskirjassaan ”menneiden, nykyisten ja jopa diskontattujen tulevien tapahtumien näkyvän jo osakkeiden hinnoissa, mutta että niillä ei usein ole selvää yhteyttä hintojen muutoksiin”. Bachelier oli myös ensimmäinen, joka muodollisesti esitti satunnaiskulun teorian. Bachelierin väitöskirja oli aikaansa edellä, mutta ei saanut laajempaa huomiota ennen kuin Cootner löysi sen vuonna 1964 ja julkaisi hänen puolestaan englanniksi. (Kihn 2011, 33.)

Kihnin (2011, 34) mukaan Pearson oli vuonna 1905 ensimmäinen, joka keksi termin satunnaiskulku ja kehitti sille kaavan. Pearsonin teoriassa humalainen mies laitetaan tasaiselle maalle. Hän aloittaa pisteestä O ja kävelee l metriä eteenpäin. Sen jälkeen hän kääntyy johonkin kulmaan ja kävelee taas l metriä eteenpäin. Hän toistaa tämän n

kertaa. Pearsonin mukaan todennäköisin loppupaikka humalaiselle miehelle on aloituspaikka. Näin humalaisen miehen kävelystä tasaisella alustalla kehittyi selitys sille, miten osakkeiden hinnat kehittyvät markkinoilla. (Kihn 2011, 34.)

Vaikka Pearson esittikin ensimmäisenä kaavan satunnaiskululle, varsinaisena tehokkaiden markkinoiden hypoteesin matemaattisen pohjan luojana voidaan pitää Paul Samuelsonia. Samuelson (1965) osoitti, että oikein hinnoiteltujen osakkeiden kurssien tulevat muutokset ovat satunnaisia. Hän (1965, 41) esitti osakkeen tulevan hinnan määräytyvän seuraavan kaavan mukaan:

$$\log P_t = \mu + \log P_{t-1} + e_t \sim \text{Gaussian White Noise } (0, \sigma^2)$$

Kaavan mukaan markkinoiden paras arvaus tulevasta hinnasta on edellinen hinta lisättyä odotetulla kasvulla eli μ :llä. e_t tarkoittaa varianssia, jonka oletetaan olevan normaalijakaumasta. Näin ollen myös tuottojen täytyy olla normaalijakauman mukaisia. Satunnaiskulun teorian mukaan siis osakkeiden hintojen tulevat liikkeet määräytyvät satunnaisesti eivätkä aiemmat liikkeet vaikuta niihin millään tavalla.

Samuelson ei kuitenkaan väitä hintojen muodostuvan täysin satunnaiskulun teorian mukaan, mutta vähintäänkin martingaaliprosessin mukaan. Martingaaliprosessi esitetään matemaattisesti seuraavasti:

$$E(\log P_{t+1} | \Theta_t) = \mu + \log P_t$$

Martingaaliprosessi on siten lähes sama asia kuin satunnaiskulku. Ainoa ero on se, että martingaaliprosessissa ei ole oletusta tuottojen jakautumisesta normaalijakauman mukaisesti.

Samuelson kehitti myös kaavan osakkeen hinnan määrittämiseksi. Hän osoitti, että tehokkailla markkinoilla osakkeen hinta on markkinoiden paras arvaus osakkeen

fundamenttiarvosta, eli omistajille tulevan kassavirran nykyarvosta. Matemaattisesti kyseinen kaava esitetään seuraavasti:

$$P_t = \sum ([D_{t+s}/(1+r)^s] \text{ (Samuelson 1973)})$$

Jos tehokkaiden markkinoiden hypoteesin matemaattisena isänä voidaan pitää Samuelsonia, on sen teoreettinen isä yhtä kiistattomasti Eugene Fama.

Faman (1970, 378) mukaan markkinat ovat tehokkaat, mikäli osakkeiden hinnat sisältävät aina kaiken saatavilla olevan informaation. Faman tehokkaiden markkinoiden hypoteesissa on näin ollen kysymys informaatiotehokkuudesta. Informaatiotehokkuuden toteutumisen edellytykseksi Fama asettaa kolme ehtoa: markkinoilla ei ole lainkaan välityspalkkioita, kaikilla markkinaosapuolilla on kustannukseton pääsy kaikkeen informaatioon ja kaikki markkinaosapuolet tulkitsevat informaation vaikutukset sekä nykyisiin hintoihin että tuleviin hintajakaumiin samalla tavalla. Viimeiseksi mainitulla kohdalla viitataan rahoitusmarkkinoilla toimivien agenttien rationaalisuuteen, mikä esiteltiin jo johdantoluvussa. Fama (1970, 387 - 388) toteaa myös, että täydelliseen informaatiotehokkuuteen tuskin päästään millään markkinoilla, mutta mainitsee, että jo ehtojen osittainen täytyminen riittää informaatiotehokkuuden saavuttamiseksi.

Tutkimuksessaan Fama (1970) jakaa informaatiotehokkuuden kolmeen erilliseen hypoteesiin:

1. Heikot ehdot täyttävä informaatiotehokkuus: Osakkeiden kaupankäynti-informaatio on kaikkien tiedossa ja heijastuu hintoihin.
2. Keskivahvat ehdot täyttävä informaatiotehokkuus: Kaikki uusi markkinoita koskeva informaatio välittyy täydellisesti ja viiveettä osakkeiden hintoihin.

3. Vahvat ehdot täyttävä informaatiotehokkuus: Kaikki julkaisematonkin markkinoita koskeva informaatio näkyy osakkeiden hinnoissa.

Heikkojen ehtojen hypoteesi tarkoittaa juuri satunnaiskulun teoriaa eli sitä, että aiempaa kurssi-informaatiota ei pystytä käyttämään hyväksi tulevien kurssien ennustamisessa. Heikkojen ehtojen hypoteesin paikkansapitävyyttä voidaan testata esimerkiksi testaamalla löytyykö hintojen muutoksista korrelaatiota tai pystytäänkö jollain sijoitussäännöllä saamaan isompia tuottoja kuin osta ja pidä -strategialla. Fama esittelee tutkimuksessaan (1970, 391 - 404) useita heikkojen ehtojen hypoteesin paikkansapitävyyttä testaavia tutkimuksia. Hänen mukaansa ne tukevat hypoteesia kiistattomasti. Hän mainitsee, että joillakin erittäin tiheästi kauppoja tekevillä sijoitusstrategioilla päästiin marginaalisesti osta ja pidä -strategiaa parempiin tuottoihin, mutta mikäli markkinoilla on edes minimaaliset välityspalkkiot, nuo tuotot kumoutuvat.

Keskivahvojen ehtojen hypoteesi tarkoittaa sitä, että millään julkisesti tiedossa olevalla informaatiolla ei pystytä tekemään voittoja, koska se informaatio on julkaistaessa siirtynyt välittömästi osakkeen kurssiin. Hypoteesin paikkansapitävyyttä voidaan testata tutkimalla kurssien käyttäytymistä ennen ja jälkeen merkittävän informaation, kuten esimerkiksi tuloksen tai osakkeen puolittamisen, julkaisemista. Fama toteaa empiirisen aineiston tämänkin hypoteesin kohdalla tukevan sitä. (Fama 1970.)

Vahvojen ehtojen hypoteesi tarkoittaa sitä, että edes julkaisematonta sisäpiiri-informaatiota käyttämällä ei voisi saada voittoja. Fama (1970) toteaa, että empirian perusteella sisäpiiri-informaatiolla voi saada voittoja, mutta mainitsee myös, ettei oletakaan vahvojen ehtojen hypoteesin olevan realistinen kuvaus todellisesta maailmasta. Hän näkee sen lähinnä lähtötason asettajana tehokkaiden markkinoiden hypoteesille ja toteaa jo kahden ensimmäisen hypoteesin paikkansapitävyyden riittävän tekemään markkinoista tehokkaat.

Faman (1970) ensimmäisen hypoteesin paikkansa pitävyys tekisi teknisen analyysin täysin hyödyttömäksi, sillä tekninen analyysi perustuu juuri aiemman kurssi-informaation avulla tehtäviin päätelmiin kurssien tulevasta suunnasta. Toisen hypoteesin toteutuminen puolestaan tekisi fundamentti-informaation hyödyttömäksi, sillä fundamenttianalyysissa on kyse siitä, että tehdään perusteellista analyysiä osakkeista ja yritetään sen avulla päätellä ovatko ne yli- tai aliarvostettuja. Sitä ei ehditä tehdä, mikäli kaikki uusi informaatio keskivahvat ehdot täyttävän informaatiotehokkuuden mukaisesti välittyy täydellisesti ja viiveettä osakkeisiin.

Mikäli markkinat ovat Faman (1970) esittämän keskivahvan ehdon mukaisesti informaatiotehokkaat ja kaikki sijoittajat rationaalisia, ei kauppaa olisi syytä käydä, koska hinnat olisivat jatkuvasti oikeat. Grossman ja Stiglitz (1980) esittivät juuri tähän seikkaan perustuen teoriansa siitä, että täydellisesti informoidut markkinat ovat mahdottomuus, koska silloin uuden informaation keräämisestä ei olisi mitään hyötyä. Heidän teoriansa mukaan täytyy olla jonkin verran tehottomuutta, joka kattaa informaation keräämis- ja transaktiokustannukset. (Grossman & Stiglitz 1980.) Transaktiokustannuksia ei Faman (1970) muotoileman tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan ole olemassa.

Grossmanin ja Stiglitzin esittämän teorian kehittämistä jatkoi Fisher Black, joka vuonna 1986 julkaisi tehokkaiden markkinoiden hypoteesia vahvasti muokanneen teoriansa kohinasta. Blackin mukaan markkinoilla on rationaalisten toimijoiden lisäksi irrationaalisia kohinakauppiaita, jotka käyvät kauppaa kohinan perusteella. Black määrittelee teoriassaan kohinan sellaiseksi informaatioksi, joka ei ole vielä ihmisten tiedossa. Toisin sanoen kohinan voisi määrittellä tulevaisuuden odotuksiksi. Blackin teorian mukaan kauppaa kohinan perusteella käyvät irrationaaliset toimijat jäävät markkinoilla tappiolle. He kattavat informoiduille rationaalisille sijoittajille aiheutuvat informaation keräämis- ja transaktiokustannukset. (Black 1986.)

2.2 Riski rahoitusmarkkinoilla

Riskin mittaaminen rahoitusmarkkinoilla on erittäin tärkeää, koska tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan keskimääräisesti markkinoita suurempia voittoja voi saavuttaa ainoastaan ottamalla isompi riski (Malkiel 2011, 219). Rahoitusmarkkinoilla riski yleensä määritellään poikkeamiksi tuoton odotusarvosta. Tuoton odotusarvo on tuottovaihtoehtojen keskiarvo, joka voidaan ilmaista kaavana seuraavasti (Niskanen & Niskanen 2010, 166):

$$E(r) = \sum r_i p_i$$

missä

r_i = osakkeen i :s mahdollinen tuotto

p_i = r_i :n sattumistodennäköisyys ($0 \leq p_i \leq 1$), ($\sum p_i = 1$)

Osakkeen tuoton vaihtelua odotusarvon ympärillä mitataan tuoton standardipoikkeaman avulla. Standardipoikkeama on tuoton varianssin neliöjuuri. Standardipoikkeaman laskemiseksi on aina ensin laskettava varianssi:

varianssi: $\sigma^2 = \sum [r_i - E(r)]^2 p_i$

standardipoikkeama: $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ (Niskanen & Niskanen 2010, 167.)

Osakkeiden paremmuutta vertailtaessa odotusarvo-varianssisäännön mukaan osake A on aina parempi sijoituskohde kuin osake B, jos jompikumpi seuraavista ehdoista täyttyy (Niskanen & Niskanen 2010, 167):

- 1) Osake A:n odotettu tuotto on suurempi kuin osake B:n odotettu tuotto, ja osake A:n tuoton standardipoikkeama on korkeintaan yhtä suuri kuin osake B:n tuoton standardipoikkeama.
- 2) Osake A:n odotettu tuotto on vähintään yhtä suuri kuin osake B:n odotettu tuotto, ja osake A:n tuoton standardipoikkeama on pienempi kuin osake B:n tuoton standardipoikkeama.

Osakkeiden riski muodostuu kahdesta tekijästä: epäsystemaattisesta riskistä ja systemaattisesta riskistä. Epäsystemaattisella riskillä tarkoitetaan kullekin yritykselle ominaista riskiä. Se on kullekin yritykselle yksilöllinen, koska monet yritystä ympäröivistä vaaroista ovat vain siihen, ja ehkä lähimpiin kilpailijoihin, vaikuttavia. Systemaattisella eli markkinariskillä tarkoitetaan kaikille yrityksille yhteisiä maailmanlaajuisia, yleistaloudellisista tekijöistä, kuten esimerkiksi suhdanteista, laeista ja poliittisista päätöksistä johtuvia riskejä. Epäsystemaattisesta riskistä on mahdollista päästä kokonaan eroon hyvällä hajauttamisella eli omistamalla useita eri sijoituskohteita. Tutkimukset ovat osoittaneet, että jo 20 osakkeen suuruisella portfoliolla pääsee eroon suurimmasta osasta epäsystemaattista riskiä. Systemaattisesta riskistä sen sijaan ei ole mahdollista päästä eroon millään. Systemaattinen riski selittää sen, miksi osakkeiden hintojen liikkeet ovat useimmiten samansuuntaisia. (Brealey, Myers & Allen 2006, 162.)

2.2.1 Portfolioteoria

Sijoitusportfolion tuoton ja varianssin laskeminen eroavat jonkin verran yksittäisten osakkeiden vastaavien lukujen laskemisesta. Portfolion odotettu tuotto lasketaan seuraavan kaavan mukaan (Niskanen & Niskanen 2010, 168):

$$r_p = \sum_{j=1}^n w_j r_j$$

missä

r_p = portfolion odotettu tuotto

r_j = osakkeen j odotettu tuotto

w_j = osakkeen j suhteellinen osuus portfolion arvosta

n = portfolion osakkeiden lukumäärä

Portfolion tuotto lasketaan siis samalla periaatteella kuin yksittäisenkin sijoituskohteen tuotto. Sen sijaan portfolion tuoton varianssi on hankalampi laskea, koska se ei ole

pelkästään yksittäisten osakkeiden varianssien keskiarvo. Portfolion varianssin kaavassa lasketaan yhteen kaikki parittaiset osaketuottojen kovarianssit kerrottuina sijoitusosuuksien tulolla (Niskanen & Niskanen 2010, 168):

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i \sum_{j=1}^n w_j \sigma_{ij}$$

missä

w_i ja w_j = osakkeiden i ja j portfolio-osuudet

σ = osakkeiden i ja j tuottojen kovarianssi

Kovarianssi on riippuvuusluku, joka kuvaa osakkeiden i ja j tuottojen yhteisvaihtelua.

Kovarianssi on sukua korrelaatiokertoimelle, jonka laskukaava on seuraava:

$$\rho_{ij} = \sigma_{ij} / \sigma_i \sigma_j \quad (-1 \leq \rho_{ij} \leq 1) \text{ (Niskanen \& Niskanen 2010, 168.)}$$

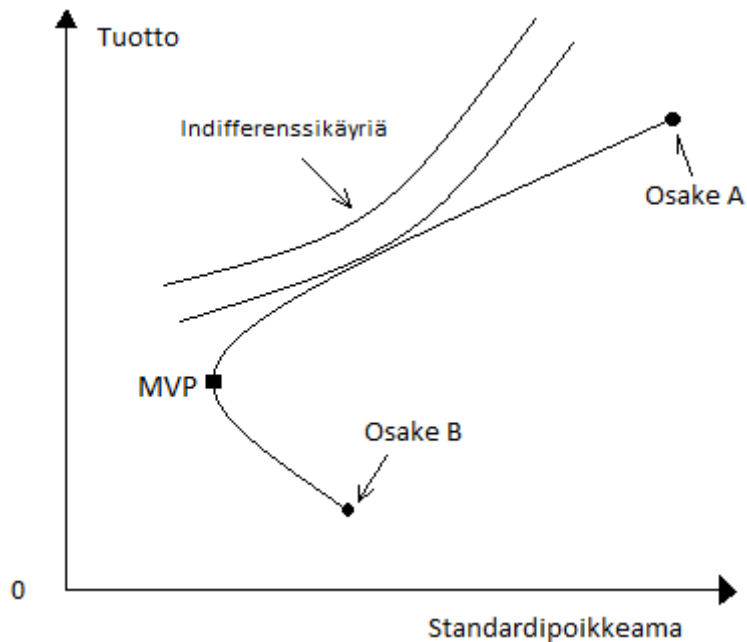
Hajauttaminen laskee portfolion riskiä siitä syystä, että kovarianssitekijöiden määrä suhteessa varianssitekijöiden määrään kasvaa jokaisen osakkeen myötä. Kovarianssitekijöiden lukumäärä on aina varianssitekijöiden määrän neliö vähennettynä varianssitekijöiden määrällä. Alla olevasta johdetusta kaavasta voidaan nähdä, että osakkeiden määrän kasvaessa portfolion varianssi lähestyy keskimääräistä kovarianssia. (Brealey ym. 2006, 167.)

Portfolion varianssi = $1/n$ x keskimääräinen varianssi + $(1-1/n)$ x keskim. kovarianssi

Portfolion varianssi riippuu siis pääasiassa osakkeiden kovarianssista eli siitä, missä määrin ne liikkuvat samansuuntaisesti. Mikäli keskimääräinen kovarianssi olisi nolla, olisi mahdollista eliminoida kaikki riski. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, koska osakkeiden liikkuminen on osittain samansuuntaista systemaattisesta riskistä johtuen. (Brealey ym. 2006, 167.)

Markovitz osoitti portfolioteorialla missä suhteessa osakkeita pitää portfoliossa olla, jotta sen varianssi on pienin mahdollinen. Portfolioteoria olettaa sijoittajan

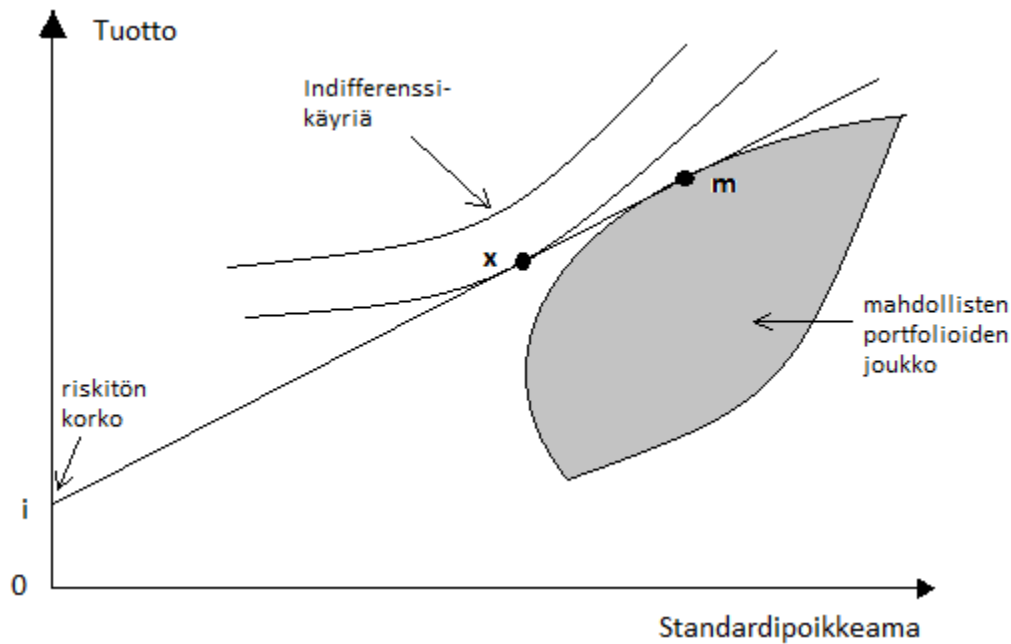
käyttäytyvän odotusarvo-varianssisäännön mukaisesti eli arvostavan sekä isompaa tuottoa että pienempää riskiä. Pistettä, jossa portfolion varianssi on pienin mahdollinen, kutsutaan minimivarianssiportfolioksi (MVP) (kuvio 2).



Kuvio 2. Osakkeiden A ja B riski-tuotto-kombinaatiot (mukaillen Niskanen & Niskanen 2010, 176)

Kyseistä pistettä ja viivalla ylöspäin ja oikealla olevia pisteitä puolestaan kutsutaan tehokkaiksi portfolioiksi. Tämä johtuu siitä, että missään muussa pisteessä ei voi saavuttaa isompaa tuottoa pienemmällä riskillä. (Niskanen & Niskanen 2010, 176 - 177.)

Edellä kuvattiin tilannetta, jossa sijoittajan piti muodostaa portfolionsa ainoastaan osakkeista. Sijoittajan tilanne kuitenkin muuttuu, mikäli hän voi joko lainata rahaa tai antaa rahaa lainaksi riskittömällä korolla. Riskitön korko on teoreettinen käsite. Sen lähimmäksi vastineeksi esitetään yleensä isojen ja vakaiden valtioiden lyhytaikaisia lainoja eli joukkovelkakirjoja. Mikäli sijoittaja laittaa osan rahoistaan osakeportfolioon (m) ja antaa osan rahoistaan lainaksi riskittömällä korolla, hän voi siirtyä viivalla mihin tahansa pisteeseen välillä m ja i (kuvio 3). (Niskanen & Niskanen 2010, 180 - 181.)



Kuvio 3. Portfolion valinta, kun riskitön sijoituskohde on olemassa (mukaillen Niskanen & Niskanen 2010, 181)

Mikä tahansa pisteistä antaa sijoittajalle paremman odotetun tuoton riskiin suhteutettuna, kuin pelkkiin osakkeisiin sijoittaminen. Koska lainaksi ottaminen on lainalle antamisen vastakohta, sijoittaja voi päästä myös pisteestä m oikealle kyseisellä suoralla. Tällöin hän lainaa rahaa riskittömällä korolla ja sijoittaa sen sekä omat rahansa portfolioon m . Näin hän saa paremman tuoton riskiin suhteutettuna kuin pelkästään osakkeisiin sijoittamalla. (Brealey ym. 2006, 186 - 187.) Kuviossa 3 sijoittajan optimaalisin sijoitusstrategia on pisteessä x .

Edellisessä esimerkissä portfolioa ei ollut määritelty tarkemmin, vaan se oli satunnainen. Markovitzin portfolioteorian mukaan parhaiten hajautettu eli parhaan riski-tuotto-odotussuhteen tarjoava portfolio on markkinaportfolio, joka määritelmän mukaan sisältää kaikkia riskillisiä sijoituskohteita niiden markkina-arvojen suhteessa. Tällöin kuvan suoraa kutsutaan pääomamarkkinasuoraksi. Käytännössä teoreettisesti oikean markkinaportfolion koostumusta ei pystytä tarkasti havaitsemaan eikä sen

tuottoa ja varianssia laskemaan. Tapana onkin käyttää jotakin laajapohjaista indeksiä kuvaamaan markkinaportfoliota. (Niskanen & Niskanen 2010, 180 - 181.)

Koska Markovitzin portfolioteorian mukaan markkinaportfolio on optimaalisin ainoastaan riskillisiä sijoituskohteita sisältävä portfolio, sijaitsee sijoittajalle optimaalisin portfolio pääomamarkkinasuoralla. Sijoittajan riskinsietokyvystä riippuen hänen optimaalisin portfolionsa sijaitsee pääomamarkkinasuoralla

- 1) pisteessä m , jolloin sijoittaja on valmis sietämään markkinoiden keskimääräistä riskiä (riskineutraali)
- 2) pisteestä m vasemmalle, jolloin osa varoista sijoitetaan riskilliseen portfolioon ja loput riskittömään kohteeseen i (riskinkaihtaja)
- 3) pisteestä m oikealle, jolloin kaikki varat sijoitetaan riskilliseen markkinaportfolioon m ja lisäksi otetaan lainaa riskittömällä korolla i ja sijoitetaan myös lainatut varat markkinaportfolioon m .

(Niskanen & Niskanen 2010, 182.)

2.2.2 Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Capital Asset Pricing Model on käytetyin malli sijoituskohteen riskin ja tuotto-odotuksen määrittämiseen. Sen kehittivät 1960-luvun puolivälissä Sharpe, Lintner ja Treynor (Brealey ym. 2006, 189). Sen mukaan osakkeen riskiä, ja siten myös tuotto-odotusta laskettaessa ei kannata kiinnittää huomiota epäsystemaattiseen riskiin, koska se pystytään hajauttamaan pois. Sen sijaan osakkeen riskiä ja tuottoa arvioidessa tärkeää on osakkeen herkkyys suhteessa markkinaportfolioon. CAPM:ssa tätä kuvataan termillä β (beta). Mikäli beta on yli yksi, osake reagoi markkinoita voimakkaammin eli on riskillisempi kuin markkinaportfolio. Vastaavasti mikäli beta on väliltä 0 - 1, osake reagoi markkinoita maltillisemmin ja on siten riskittömämpi kuin markkinaportfolio. (Brealey ym. 2006, 167.)

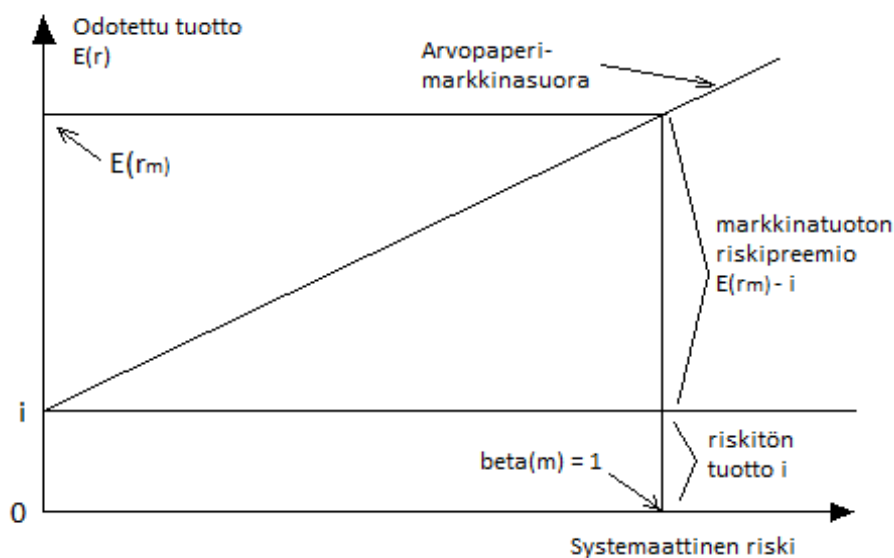
Matemaattisesti tuotto-odotus osakkeelle j lasketaan CAPM:n mukaan seuraavasti (Niskanen & Niskanen 2010, 189):

$$E(r_j) = i + \beta[E(r_m) - i]$$

Osakkeen tuotto-odotus muodostuu siten kahdesta komponentista:

- 1) riskittömän sijoituskohteen tuotosta i
- 2) riskilisästä (risk premium), joka puolestaan riippuu
 - a) markkinatuoton ja riskittömän tuoton erotuksesta $[E(r_m) - i]$ eli markkinatuoton riskipremiosta (market risk premium)
 - b) arvopaperin j systemaattisesta riskistä β_j (Niskanen & Niskanen 2010, 189.)

Koska CAPM:n mukaan osakkeen riskiin vaikuttaa ainoastaan sen herkkyys suhteessa markkinaportfolioon, sijaitsevat kaikki osakkeet arvopaperimarkkinasuoralla (kuvio 4).



Kuvio 4. Arvopaperimarkkinasuora (mukaillen Niskanen & Niskanen 2010, 191)

Mikäli osake ei sijaitse arvopaperimarkkinasuoralla, se on CAPM:n mukaan väärin hinnoiteltu. Mikäli se sijaitsee arvopaperimarkkinasuoran alapuolella, sen riski suhteessa tuotto-odotukseen on liian suuri ja se on siten ylihinnoinneltu. Tällöin sen hinnan pitäisi laskea niin kauan kunnes se saavuttaa arvopaperimarkkinasuoran. Mikäli

osake sijaitsee arvopaperimarkkinasuoran yläpuolella, sen tuotto-odotus suhteessa riskiin on liian suuri ja se on siten alihinnoiteltu. Tällöin osakkeen hinnan pitäisi jatkossa nousta niin kauan, kunnes se on taas arvopaperimarkkinasuoralla. (Niskanen & Niskanen 2010, 191 - 192.)

CAPM:n taustaoletusten mukaan kaikki sijoittajat (Arnold 2005, 354):

1. Tähtäävät taloudellisen hyödyn maksimoimiseen.
2. Ovat rationaalisia ja riskinkaihtajia.
3. Hajauttavat varansa monenlaisiin sijoituskohteisiin.
4. Eivät voi vaikuttaa hintoihin.
5. Voivat lainata ja ottaa lainaa rajattomasti riskittömällä korolla.
6. Voivat käydä kauppaa ilman välityspalkkioita ja verokuluja.
7. Omaavat homogeeniset odotukset.
8. Olettavat kaiken informaation olevan saatavilla kaikille samaan aikaan.

CAPM:ssa on toisin sanoen paljon taustaoletuksia, joiden toteutumista ovat arvostelleet ainakin Shleifer (1997) ja Shiller (2003). Useampien taustaoletusten pettäminen jo itsessään asettaisi mallin kyseenalaiseen asemaan. Mallin kritiikki ei kuitenkaan jää tähän, vaan sen on myös todettu mittaavan riskiä heikosti useissa empiirisissä testeissä (Fama & French 2004). Heikkouksistaan huolimatta CAPM on vielä nykyäänkin suosittu malli riskin mittaamisessa sen yksinkertaisuuden ansiosta.

2.2.3 Arbitrage Pricing Theory

Osittain CAPM:n heikkouksista johtuen on kehitetty muita riskiä mittaavia malleja, jotka eivät perustu pelkästään sijoituskohteen herkkyydelle markkinaportfolioon nähden. Näistä kenties käytetyin on Arbitrage Pricing Theory. Siinä ei CAPM:n tavoin pohdita, mitkä portfoliot ovat tehokkaita. Se ei myöskään oleta osakkeiden tuotto-odotuksen olevan riippuvainen ainoastaan sen herkkydestä markkinaportfolioon. Sen sijaan se olettaa jokaisen osakkeen tuoton riippuvan osittain laaja-alaisista

makrotaloudellisista tekijöistä ja osittain kohinasta eli yritykselle yksilöllisistä tapahtumista. Matemaattisesti ATP:n tuotto-odotus osakkeelle ilmaistaan seuraavalla tavalla (Brealey ym. 2006, 199):

$$\text{Tuotto} = a + b_1(r_{\text{tekijä } 1}) + b_2(r_{\text{tekijä } 2}) + b_3(r_{\text{tekijä } 3}) + \dots + \text{kohina}$$

ATP ei määrittele, mitä makrotaloudelliset tekijät ovat, mutta ne voivat olla esimerkiksi ölyn hinta, korkotasoa jne. ATP:n mukaan siis osakkeen riski riippuu sen herkkyydestä kuhunkin makrotaloudelliseen tekijään (Brealey ym. 2006, 199):

$$\begin{aligned} \text{odotettu riskipreemio} &= r - r_f \\ &= b_1(r_{\text{tekijä } 1} - r_f) + b_2(r_{\text{tekijä } 2} - r_f) + \dots \end{aligned}$$

Yllä olevasta kaavasta voi päätellä kaksi asiaa:

1. Jos kaavaan laitetaan jokaisen b :n kohdalle nolla, odotettu riskipreemio on nolla. Hyvin hajautettu portfolio, jonka herkkyys jokaisen makrotaloudellisen tekijän suhteen nolla, on riskitön ja siten sen täytyy olla hinnoiteltu riskitöntä korkoa vastaavasti. Mikäli portfolio tuottaisi enemmän, sijoittajat voisivat tehdä riskitöntä tuottoa (arbitraasi) lainaamalla rahaa kyseisen portfolion ostamiseksi. Mikäli se tuottaisi vähemmän, riskitöntä tuottoa voisi tehdä käänteisellä strategialla eli myymällä portfoliota ja sijoittamalla rahat riskittömään korkoon.
2. Hyvin hajautetun, ainoastaan yhdelle riskitekijälle altistuvan portfolion riskipreemio riippuu suoraan sen herkkyydestä kyseiselle riskitekijälle. Jos esimerkiksi kahdesta ainoastaan tekijälle 1 riippuvaisesta portfoliosta A on tuplasti niin herkkä kyseiselle riskitekijälle kuin B, on A:n tarjottava myös kaksinkertainen riskipreemio B:hen verrattuna. Mikäli siis sijoittaisi puolet rahoistaan portfolioon A ja puolet riskittömään korkoon, olisi sijoituksella täsmälleen sama herkkyys riskitekijälle kuin B:llä ja myös sama riskipreemio. Jos kaava ei toimisi ja portfolion A ja riskittömän koron yhdistelmä tarjoaisi korkeamman tuoton kuin portfolio B, sijoittaja tekisi arbitraasin myymällä B:tä

ja sijoittamalla rahat riskittömän koron ja portfolio A:n yhdistelmään. (Brealey ym. 2006, 199 -200.)

2.3 Arbitraasi rahoitusmarkkinoilla

Arbitraasilla puhtaimmillaan tarkoitetaan saman, tai vähintäänkin täysin vastaavien, sijoituskohteen samanaikaista ostamista ja myymistä eri markkinoilla voitollisesti (Sharpe & Alexander 1990). Tämän kaltainen arbitraasi ei vaadi lainkaan pääomaa eikä sisällä lainkaan riskiä. Kyseinen arbitraasi on kuitenkin lähinnä teoreettinen, eikä sitä käytännössä lähes koskaan pääse toteuttamaan (Shleifer 1997). Arbitraasi voidaan kuitenkin määritellä väljemminkin. Myyminen voidaan korvata lyhyeksi myynnillä, eikä sijoituskohteiden tarvitse olla täydelliset substitootit. Riittää, että ne ovat lähes substitootit. Hyvin väljästi määriteltynä arbitraasilla voidaan katsoa tarkoitettavan väärin hinnoitellun sijoituskohteen ostamista tai myymistä, riippuen siitä onko se yli- vai alihinnoiteltu.

Faman (1970) alkuperäisen tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan arbitraasi ei ole olennainen markkinatehokkuuden kannalta, koska siinä kaikki markkinoilla toimivat agentit ovat rationaalisia ja osakkeet koko ajan siten oikein hinnoiteltuja. Grossmanin ja Stiglitzin (1980) sekä Blackin (1986) tehokkaiden markkinoiden hypoteesiin tuoman kontribuution myötä arbitraasi on niille elintärkeä. Silloin kun kohinasijoittajien toimet markkinoilla ovat jossain määrin yhteneviä, on rationaalisten agenttien arbitraasi välttämätön ehto sille, että markkinat pysyvät tehokkaina. Mikäli he eivät tee kohinasijoittajien toimia kumoavia toimenpiteitä, osakkeiden hinnat eivät palaudu fundamenttiarvoonsa ja markkinat eivät siten olisi tehokkaita.

2.4 Kritiikkiä tehokkaiden markkinoiden hypoteesia vastaan

2.4.1 Behavioristinen rahoitusteoria

Behavioristinen rahoitusteoria lyhyesti määriteltynä väittää, että jotkut rahoitusmaailman ilmiöt voidaan ymmärtää käyttämällä hyväksi teoreettisia malleja, joissa kaikki toimijat eivät ole rationaalisia. Teorian kaksi keskeistä palikkaa ovat:

1. **Arbitraasia rajoittavat tekijät.** Arbitraasia rajoittavilla tekijöillä tarkoitetaan niitä reaali maailmassa esiintyviä tekijöitä, jotka estävät arbitraasin toteutumisen puhtaasti teorian mukaisesti.
2. **Psykologia.** Psykologialla viitataan tässä siihen, että psykologian avulla on selitettävissä se, miksi kaikki eivät toimi rahoitusmarkkinoilla rationaalisesti. (Barberis & Thaler 2002, 1.)

Behavioristista rahoitusteoriaa voidaan luonnehtia tehokkaiden markkinoiden hypoteesin vastaiseksi teoriaksi rahoitusmaailman ilmiöitä selitettäessä. Sen mukaan markkinat eivät ole tehokkaat, mutta niiden tehottomuutta ei ole myöskään helppo käyttää hyväksi ylituottojen saavuttamiseksi. Tehottomuuden hyödyntämisen estävät samat tekijät kuin mitkä tehottomuuden myös aiheuttavat, eli arbitraasia rajoittavat tekijät ja psykologia. (Shleifer 2000; Shiller 2003.)

Behavioristisen rahoitusteorian voidaan katsoa saaneen kunnolla alkunsa kahden psykologin, Tverskyn ja Kahnemanin, julkaisemasta tutkimuksesta ihmisten käyttäytymisestä riskiä sisältävissä tilanteissa, *Prospect Theory* (1979). He kritisoivat tutkimuksessaan odotetun hyödyn teoriaa, jonka mukaan ihmiset osaavat käyttäytyä epävarmuutta sisältävissä päätöstilanteissa rationaalisesti. He myös esittivät oman teoriansa, jonka mukaan ihmiset eivät käyttäydy kyseisissä tilanteissa aina rationaalisesti ja heidän käyttäytymiseensä vaikuttavat psykologiset tekijät. Odotetun

hyödyn teoria on luonteeltaan normatiivinen, kun taas Prospect Theory on deskriptiivinen eli selittävä.

Prospect Theory oli hyvin merkittävä julkaisu behavioristisen rahoitusteorian kannalta, sillä sen jälkeen teoriaa rakentavia ja tehokkaiden markkinoiden hypoteesia kritisoivia tutkimuksia alkoi ilmestyä huomattavasti aiempaa tiheämmin. 1970-luku oli tehokkaiden markkinoiden hypoteesin kulta-aikaa ja sitä luonnehdittiinkin jopa taloustieteen varmimmin perustelluksi teoriaksi (Shleifer 2000, 10). 1980-luvulle tultaessa osa tutkijoista alkoi kuitenkin esittää kritiikkiä teorialle perustuen tutkimuksissa löytämilleen anomalioille, kuten esimerkiksi Tammikuu-ilmiö ja day-of-the-week -ilmiö. Ensimmäisessä anomaliassa on kyse siitä, että vuoden viimeisellä neljänneksellä huonosti suoriutuneet osakkeet tuottaa markkinoita paremmin tammikuussa. Jälkimmäinen tarkoittaa sitä, että osakkeiden kurssivaihtelut ovat suurimpia maanantaisin ja perjantaisin, ja perjantaisin kurssit yleensä nousevat. Edellä mainittuja anomalioita merkittävämmäksi kritiikiksi tehokkaiden markkinoiden hypoteesia vastaan 1980-luvun alussa nousi kuitenkin muutamien tutkijoiden osakkeiden hinnoista löytämä selittämättömän suuri volatilitetti (Shiller 1981 sekä LeRoy & Porter 1981). Sekä Shiller (1981) että LeRoy ja Porter (1981) esittivät tutkimuksissaan, että osakkeiden hinnan vaihtelu on liian suurta suhteessa niiden osinkojen vaihteluun.

Seuraava merkittävä tutkimus behavioristisen rahoitustieteen kannalta oli Blackin (1986) *Noise*. Black toi tutkimuksellaan tieteenalalle kokonaan uuden käsitteen, kohinan. Blackin mukaan kohina aiheuttaa markkinoiden tietynasteisen tehottomuuden, mutta samalla estää kyseisen tehottomuuden hyödyntämisen. Vaikka tutkimus oli jonkinasteinen hyökkäys tehokkaiden markkinoiden hypoteesia vastaan, kyseisen teorian kannattajat onnistuivat kumoamaan kritiikin väittämällä rationaalisten sijoittajien kumoavan irrationaalisten kohinasijoittajien mahdollisesti yhtenevät toimet markkinoilla. Behavioristisen rahoitusteorian kannalta merkittävää tutkimuksessa oli juuri idea irrationaalisten sijoittajien toimimisesta kohinan perusteella. Ei todennäköisesti ole sattumaa, että Blackin tutkimuksen jälkeen monet alan tutkijat

alkoivat keskittyä psykologisiin tekijöihin, jotka mahdollisesti vaikuttavat sijoittajien toimiin osakemarkkinoilla.

Blackin tutkimuksen jälkeen seuraava merkittävä tutkimus behavioristisen rahoitusteorian alalla oli Shleiferin ja Vishnyn (1997) *The Limits of Arbitrage*. He perustelevat julkaisussaan kuinka oppikirjojen mukaista riskitöntä arbitraasia ei todellisessa maailmassa ole käytännössä ikinä. He myös esittelevät kattavasti, miten riskit vaikeuttavat arbitraasien toteuttamista ja kuinka tämä vaikuttaa siihen, että markkinoilla esiintyy paljon anomaliaita, joita arbitraasilla ei sen rajoituksista johtuen kyetä eliminoimaan. Arbitraasin rajoituksia esitellään kattavammin seuraavassa luvussa.

Koko behavioristisen rahoitusteorian kenties merkittävin artikkeli on Shillerin (2003) *From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance*. Artikkelissaan Shiller paitsi käy kattavasti läpi tärkeimpiä tutkimuksia behavioristisen rahoitusteorian saralla myös esittelee vakuuttavan empiirisen perustelun osakemarkkinoiden liian suuresta volatiliteetista. Kuten jo Samuelson (1965) esitti, osakkeen arvo muodostuu korolla diskontatuista kaikista tulevaisuuden osingoista. Siten osakkeen nykyhetken arvo on aina arvio. Sen sijaan osakkeiden menneitä fundamenttihintoja pystytään määrittämään suhteellisen tarkasti, koska on tiedossa sekä osakkeen menneet osingot sekä historialliset korot. Tarpeeksi kaukaisia hintoja määritettäessä nykyhetkestä eteenpäin jaettavat osingot eivät vaikuta käytännössä lainkaan hintaan diskonttauksesta johtuen. Historiallisia osinko- ja korkotietoja hyödyntäen Shiller (2003) laskee vaihtoehdoisen, oikeisiin tietoihin perustuvan Standard & Poor 500 -indeksin vuosille 1871 - 2002 ja osoittaa sen olleen suhteellisen tasaisesti etenevä jana. Vertaamalla sitä todelliseen Standard & Poor 500 -indeksiin vastaavilla vuosilla voidaan havaita volatiliteetin olleen selittämättömän suurta kyseisten vuosien aikana. Aineiston loppuosa ei ole yhtä perusteltu kuin alkuosa, koska loppuosa perustuu oletuksiin tulevista osingoista ja koroista, mutta jo alkuosa osoittaa liian suuren volatiliteetin.

Shiller (2003) selittää fundamenttihintoihin perustuvan indeksin ja todellisen indeksin välisten hintojen johtuvan osaltaan markkinapsykologiasta ja osaltaan arbitraasin rajoituksista. Markkinapsykologialla tarkoitetaan tekijöitä, jotka saavat sijoittajat käyttäytymään irrationaalisesti rahoitusmarkkinoilla. Arbitraasin rajoituksilla tarkoitetaan tekijöitä, jotka tekevät arbitraasista sen teoriasta poiketen riskillisen ja siten estävät rationaalisia sijoittajia korjaamasta väärin hinnoiteltujen osakkeiden hintoja. Molemmat edellä mainitut tekijät esitellään perusteellisemmin seuraavassa luvussa.

2.4.1.1 Arbitraasin rajoitukset

Puhdas arbitraasi ei tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan vaadi lainkaan pääomaa eikä sisällä lainkaan riskiä (Sharpe ja Alexander 1990). Behavioristisen rahoitusteorian mukaan taas puhdas arbitraasi ei todellisessa maailmassa ole käytännössä mahdollista ja arbitraasi sisältää lähes aina riskiä ja vaatii pääomaa (Shleifer, 2000, 13). Oppikirjateorian mukaan puhdas arbitraasi vaatii täydelliset tai lähes täydelliset substituuutit. Niitä on helpompi löytää esimerkiksi joukkovelkakirjamarkkinoilta kuin osakemarkkinoilta. Tällöin substituuutin löytäminen ei muodostu arbitraasin estäjäksi, mutta muut rajoittavat tekijät ei poistu. Koska tutkielma keskittyy osakkeisiin, käsitellään luvussa tästä eteenpäin ainoastaan arbitraasin rajoituksia osakemarkkinoilla.

Mikäli sijoittaja ei löydä substituuuttia sijoitukselleen, hän altistuu fundamenttiriskille. Mikäli sijoittaja esimerkiksi pitää osakemarkkinoita ylihinnoiteltuina, hän voi myydä indeksiä lyhyeksi. Hän ei voi kuitenkaan arbitraasin teorian mukaisesti poistaa riskiä ostamalla tilalle substituuutin, koska osakkeille ei sellaista ole olemassa. Hän voi sen sijaan laittaa rahansa esimerkiksi korkoa kasvamaan, mutta tällöin hän altistuu riskille, koska osakkeiden odotettu tuotto on paljon korkeampi kuin korkojen. (Shleifer, 2000, 14)

Mikäli sijoittaja löytää suhteellisen hyvän substituutin, hänen fundamenttiriskinsä laskee, mutta sen sijaan hän joutuu kärsimään idiosynkraattisesta riskistä. Tässä tapauksessa riskiksi muodostuu se, että hänen ostamastaan osakkeesta tulee lähitulevaisuudessa huonoja uutisia tai vastaavasti hänen lyhyeksi myymästään osakkeesta tulee hyviä uutisia. (Shleifer 2000, 14.) Mikäli sijoittaja esimerkiksi ajattelee, että Toyotan osake on suhteessa liian kallis Volkswageniin verrattuna, hän voi myydä Toyotaa lyhyeksi ja ostaa Volkswagenin osakkeita. Tällöin hän eliminoi autoteollisuuteen liittyvän fundamenttiriskin, mutta hän ottaa riskin siitä, että Toyotasta julkaistaan lähitulevaisuudessa positiivisia uutisia tai Nissanista negatiivisia.

Vaikka sijoittaja löytäisi arbitraasiinsa täydelliset substituutit, ei hän silti välty riskeiltä. Mikäli sijoittajan sijoitushorisontti on rajallinen, hän altistuu riskille siitä, että irrationaalisten sijoittajien toimet ajavat kurssit yhä kauemmaksi fundamenttiarvoistaan. Sijoittajien rajallinen aikahorisontti selittyy sillä, että monikaan arbitraasilla tuottoa hakevista ei vastaa itse rahoistaan, vaan ovat sijoittajien agenteja. Sijoittajat arvioivat agenttien toimintaa suhteellisen lyhyin väliajoin ja maksavat heille suoriutumisen perusteella. Mikäli kurssit karkaavat yhä kauemmaksi fundamenttiarvostaan, se vähentää agentin palkkiota arvioimishetkellä. Näin ollen lyhyen sijoitushorisontin ja kohinasijoittajien yhteisvaikutus todennäköisesti vähentää joidenkin sijoittajien motivaatiota arbitraasin tekemiselle. (Shleifer 2000, 29.)

Vaikka sijoittaja löytäisi täydelliset substituutit ja hänen aikahorisonttinsa sijoittamisessa olisi ikuinen, hän ei silti ole turvassa riskeiltä. Tämä liittyy lyhyeksi myymisen mekaniikkaan todellisessa maailmassa. Lyhyeksi myyminen on yleensä välttämätön toimenpide arbitraasissa, koska harvoin on sellainen tilanne, että arbitraasin tekijä omistaa ostamalleen sijoituskohteelle täydellisen substituutin, jonka hän voi myydä. Lyhyeksi myyminen tarkoittaa sitä, että sijoittajan täytyy ensin lainata kyseinen osake joltakin välittäjältä ja sen jälkeen myydä se markkinoille. Joissakin maissa lyhyeksi myyminen on kiellettyä tai rajoitettua. Vaikka se olisi sallittua, sijoittajan ei ole aina helppoa löytää osakkeita, joita se voi myydä lyhyeksi. Tällainen tilanne on esimerkiksi kehittymättömämmillä markkinoilla. Ja vaikka sijoittaja toimisi

kehittyneillä markkinoilla, joissa lyhyeksi myytäviä osakkeita on hyvin tarjolla, osakkeen lainaaminen onnistuu ainoastaan niin pitkään kuin osakkeen omistajalla on osake hallussa. Mikäli lainaaja haluaa myydä osakkeen, välittäjä vaatii osakkeen välittömästi takaisin, joten sijoittajan on ostettava se välittömästi takaisin. Tämän kaltainen tilanne saattaa tapahtua, mikäli markkinat eivät ole kovin likvidit. Kyseisen kaltaisilla markkinoilla tai tilanteessa, jossa osakkeella on ainoastaan muutamia isoja omistajia, saattaa esiintyä lyhyeksi myyjien tahallista pakottamista pois lyhyestä positiosta. Tämä on riski erityisesti kehittyvien maiden markkinoilla. (Shleifer 2000, 47.)

Vaikka sijoittaja löytäisi täydelliset substituuutit, hänen aikahorisonttinsa sijoittamiselle olisi rajoittamaton ja markkinat täysin likvidit, ei sijoittaja silti pääse kokonaan eroon riskistä arbitraasissa. Tämä johtuu kaupankäynnissä syntyvistä kustannuksista eli välityspalkkiosta ja lyhyeksi myynnin korkokustannuksista. Toisin kuin arbitraasin teoria olettaa, markkinoilla on välityspalkkiot. Välityspalkkion suuruus on Allenin ja Karjalaisen (1999) tutkimuksen mukaan noin 0,25 % yhtä toimeksiantoa kohden. Yksittäisten osakkeiden lyhyeksi myynnin korkokustannus puolestaan on Andrikopoulosin, Clunien ja Siganosin (2013) mukaan 1,11 % ja mediaanikorko 0,44 % vuodessa. Tutkimusten mukaan rationaalisten sijoittajien mielestä yliarvostettujen osakkeiden lyhyeksi myynnin korot saattavat kuitenkin joskus nousta huomattavasti normaalia suuremmiksi. Esimerkiksi Palmin lyhyeksi myynnin korko nousi vuoden 2000 heinäkuussa 35 prosenttiin. Palmin tapaus on ääriesimerkki, jossa lähes kaikki osakkeet olivat ajautuneet yltiöoptimististen kohinasijoittajien haltuun. Kun Palmin osakkeen hinta nousi fundamenttiarvoonsa nähden selvästi liian suureksi, moni rationaalinen sijoittaja myi sitä lyhyeksi. Osakkeesta niin suuri osa oli kuitenkin ajautunut kohinasijoittajien haltuun, että vaikka rationaaliset sijoittajat myivät lyhyeksi kaikki lainattavissa olevat osakkeet, se ei riittänyt kumoamaan kohinasijoittajien ostojen vaikutusta ja osakkeen hinta jatkoi nousuaan. (Shiller 2003, 98.)

Palmin tapaus on toki ääriesimerkki varsinkin lainauskoron suuruuden suhteen, mutta se on silti osoitus siitä, että aina rationaalisten sijoittajien arbitraasi ei riitä kumoamaan

kohinasijoittajien yhteisvaikutusta. Esimerkiksi Shleifer ja Barberis (2002) tutkivat rationaalisten sijoittajien ja kohinasijoittajien toimia teknokuplan aikana. Heidän tulostensa mukaan rationaalisten sijoittajien toimet eivät riittäneet kumoamaan kohinasijoittajien yhteisvaikutusta. Arbitraasin riittämättömyyttä tukee sekin fakta, että osakkeita myydään lyhyeksi hyvin vähän. NYSE:n aineiston mukaan vuosien 1977 - 2000 välillä lyhyeksi myytyjen osakkeiden osuus kaikista osakkeista on vaihdellut välillä 0,14 - 1,93 % (Shiller 2003, 101).

Edellä esiteltyjen syiden takia arbitraasi behavioristisen rahoitusteorian mukaan rajoitettua, ja se osaltaan vaikuttaa siihen, miksi markkinat eivät ole tehokkaat. On paljon tutkimusta, jonka mukaan arbitraasin rajoituksien takia rationaaliset sijoittajat eivät ylihinnoiteltujen osakkeiden kohdalla tee arbitraasia eli myy lyhyeksi, vaan tekevät juuri päinvastoin eli ostavat sitä (De Long, Shleifer, Summers ja Waldman 1990). Tällä toiminnalla he yrittävät arbitraasin tekemisen sijaan hyödyntää markkinamielialaa, koska uskovat vallitsevan markkinamielialan ajavan kohinasijoittajia ostamaan kyseistä osaketta yhä kalliimmalla hinnalla. Markkinamieliala voi olla joko optimistinen tai pessimistinen, ja behavioristisen rahoitusteorian edustajat uskovat sen vaikuttavan osakkeiden hintoihin. Siihen palataan tarkemmin seuraavassa luvussa.

2.4.1.2 Psykologia

Behavioristisen rahoitusteorian peruspilareista psykologia on hieman moniselitteisempi kuin arbitraasia rajoittavat tekijät. Psykologialla tässä yhteydessä tarkoitetaan sitä, että sijoittajien irrationaalista ja yhtenevää käyttäytymistä pystytään behavioristisen rahoitusteorian mukaan selittämään psykologian avulla. Sijoittajien irrationaalista ja yhtenevää käyttäytymistä aiheuttavat erilaiset heuristiikat ja kognitiiviset vinoumat. (Shiller 2003.)

Heuristiikalla eli peukalosäännöllä tarkoitetaan ongelmanratkaisutilanteessa käytettävää yksinkertaistavaa metodologiaa, joka vähentää siihen kuluvaan aikaan ja johtaa

riittävän lähelle parasta mahdollista lopputulosta (Coleman 2009, 341). Yksinkertainen esimerkki heuristiikasta on yritys ja erehdy -heuristiikka. Esimerkiksi polkupyöräremontissa ei oikeankokoisen mutterin löytämiseen mutterilaatikosta ei käytetä mittanauhaa, vaan se tapahtuu eri muttereita kokeilemalla. Yleisesti ottaen heuristiikat helpottavat ihmisten toimintaa ongelmanratkaisutilanteissa ja vähentävät niihin kuluvaan aikaa. Rahoitusmarkkinoilla heuristiikkojen käyttö saattaa kuitenkin johtaa irrationaalisten päätösten tekemiseen, koska riittävän lähelle optimaalista ratkaisua pääseminen ei monesti ole riittävää. Kognitiivisilla vinoumilla tarkoitetaan ihmisten taipumusta ajatella päätöstilanteissa tietyllä tavalla, mikä saattaa johtaa irrationaaliseen käyttäytymiseen. Kognitiiviset vinoumat johtuvat monesti heuristiikoista. (Barberis & Thaler 2002.)

Yleisimpiä behavioristisen rahoitusteorian tunnistamia, ihmisten irrationaaliseen käyttäytymiseen rahoitusmarkkinoilla johtavia heuristiikkoja ja kognitiivisia vinoumia ovat (Barberis & Thaler 2002, 12 - 15):

1. Liian suuri itseluottamus
2. Edustavuus
3. Konservatismi
4. Ankkurointi
5. Uskomuksien sinnikkyys
6. Saatavuus

Liian suurella itseluottamuksella tarkoitetaan sitä, että ihmisillä on taipumus yliarvioida omia kykyjään. Esimerkiksi todennäköisyyksiä arvioidessaan ihmisillä on taipumus asettaa liian pieniä rajoja. (Barberis & Thaler 2002.) Liian suurta itseluottamusta pidetään behavioristisen rahoitusteorian alalla yhtenä tärkeimmistä kognitiivisista vinoumista, koska se voi vaikuttaa merkittävästi sekä osakkeiden hintoihin että ihmisten kaupankäyntihalukkuuteen. Tärkeän siitä tekee lisäksi se, että se voi johtua kahdesta muusta kognitiivisesta vääristymästä: itsetunnon vahvistamis-vinoumasta ja jälkiviisaudesta. Itsetunnon vahvistamis-vinoumalla tarkoitetaan, että ihmisten mielestä positiiviset tapahtumat johtuvat heidän taidoistaan ja negatiiviset tapahtumat

huonosta onnesta. Jälkiviisaudella puolestaan tarkoitetaan sitä, että ihmiset jonkin tapahtuman jälkeen ottavat kunnian sen ennustamisesta. (Kihn 2011, 95.)

Edustavuus-heuristiikalla tarkoitetaan sitä, että arvioidessaan jonkin asian tai tapahtuman kuulumista isompaan kategoriaan, edustavuus-heuristiikkaa käyttävät henkilöt keskittyvät näiden välillä oleviin yhteneväisyyksiin (Tversky & Kahneman 1974, 33). Jos esimerkiksi jonkin henkilön luonteenpiirteet täsmäävät hyvin subjektin kokemuksiin jonkin ammattikunnan edustajan luonteenpiirteistä, subjekti yliarvioi kyseisen henkilön todennäköisyyttä kuulua kyseiseen ammattiryhmään. Yliarvioidessaan edustavuuskuvausta subjekti ei ota huomioon tilastollista todennäköisyyttä eli sitä, että hyvin pieni osuus väestöstä edustaa kyseistä ammattia. Behavioristisen rahoitusteorian kannalta merkittävä piirre edustavuus-toimintamallissa on se, että ihmiset kuvittelevat näkevänsä kaavoja täysin sattumanvaraisissa sarjoissa. Tämä johtaa osakemarkkinoilla osakkeiden hintojen ylireagointiin. Mikäli esimerkiksi osakkeen tulos on kasvanut kolmena vuonna peräkkäin, edustavuus-heuristiikkaa käyttävät sijoittajat virheellisesti olettavat sen jatkavan kasvuaan myös tulevaisuudessa. Tämän seurauksena osakkeen hinta nousee liian korkeaksi ja siten lyhyeksi myynnillä on mahdollista tehdä ylisuuria voittoja. (Shleifer 2000, 128 - 129.)

Konservatismi-heuristiikka tarkoittaa sitä, että ihmiset muuttavat liian hitaasti uskomuksiaan uutta tietoa saatuaan (Edwards 1968). Empiirisissä kokeissaan Edwards havaitsi ihmisten kyllä muuttavan uskomuksiaan oikeaan suuntaan uutta tietoa saatuaan, mutta eivät tarpeeksi. Shleiferin (2000) mukaan konservatismi aiheuttaa rahoitusmarkkinoilla kurssien alireagointiä uuteen informaatioon. Alireagointi tarkoittaa sitä, että sijoittajat eivät ota uutta informaatiota tarpeeksi vahvasti huomioon osakkeen hintaa arvioidessaan. Tämän seurauksena positiivisen informaation jälkeen osakkeen kurssi jää liian matalaksi ja negatiivisen informaation jälkeen puolestaan liian korkeaksi. Näin ollen informaation luonteesta riippuen joko ostamalla tai lyhyeksi myymällä on mahdollista tehdä ylisuuria voittoja.

Ankkurointi on kognitiivinen vinouma, jonka mukaan ihmisillä on taipumus päätöksiä tehdessään luottaa liikaa alkuperäiseen arvioonsa eli ankkuroitua, ja mukauttaa sen jälkeen vastaustaan riittämättömästi. Hyvä esimerkki tästä on koe, jossa lukiolaisia kahta ryhmää lukiolaisia pyydettiin viiden sekunnin aikana arvioimaan vaikean kertolaskun tulos. Toiselle ryhmälle kertolasku esitettiin muodossa

$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8$

ja toiselle ryhmälle muodossa

$8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$.

Tällaisessa tilanteessa koehenkilöt ehtivät todennäköisesti laskea laskua muutaman askeleen verran, ja arvioivat sen jälkeen vastauksen. Ensimmäisen ryhmän mediaanivastaus tehtävään oli 512 ja jälkimmäisen ryhmän mediaanivastaus 2 250. Oikea vastaus on 40 320. Tässä tehtävässä koehenkilöt antoivat selkeästi liikaa painoarvoa kesken jääneelle laskutoimitukselleen. (Tversky & Kahneman 1974, 1128.)

Uskomuksien sinnikkyys on kognitiivinen vinouma, jossa ihmiset eivät halua muuttaa uskomustaan, vaikka sitä vastaan olisi selvät todisteet. Väärässä uskomuksessa kiinni pysymisen uskotaan liittyvän ihmisten tarpeeseen säilyttää itsestään positiivinen kuva. (Lord, Ross & Lepper 1979.) Uskomuksien sinnikkyYTEEN liittyy vahvasti myös toinen kognitiivinen vinouma, vahvistusvinouma. Se tarkoittaa sitä, että ihmisillä on taipumus etsiä omaa uskomusta vahvistavia todisteita. (Barberis & Thaler 2002, 14)

Saatavuus-heuristiikalla tarkoitetaan ihmisten taipumusta arvioida todennäköisyyksiä omien kokemusten pohjalta. Esimerkiksi keski-ikäisten sydänkohtausriskiä arvioidessaan ihmisten arvioon vaikuttaa heidän muistikuvat sydänkohtauksista heidän tuttavapiirissään. (Tversky & Kahneman 1974, 1127.)

Heuristiikkojen ja kognitiivisten vinoumien lisäksi tärkeitä sijoittajien irrationaalista käyttäytymistä rahoitusmarkkinoilla selittäviä teorioita ovat laumakäyttäytyminen ja markkinamieliala. Niitä voidaan pitää melkein toistensa synonyymeinä. Laumakäyttäytymisellä tarkoitetaan sitä, että sijoittajat eivät perustu toimiaan oman informaation avulla muodostettuun rationaaliseen päättelyyn, vaan kopioivat muiden

toimia (Banerjee 1992, 797). Jos sijoittaja on esimerkiksi sitä mieltä, että osakkeet ovat kokonaisuutena hieman ylihinnoiteltuja, mutta huomaa muiden ostavan osakkeita, ostaa sijoittaja laumakäyttätymis-mallin mukaan myös osakkeita. Näin muodostuu helposti markkinamieliala, joka voi olla joko optimistinen tai pessimistinen. Optimistisen (pessimistisen) markkinamielialan vallitessa sijoittajat uskovat osakkeiden kurssien nousuun (laskuun) ja ostavat (myyvät) niitä.

Sekä laumakäyttäytymistä että markkinamielialaa voidaan ainakin jossain määrin selittää palautemallin avulla. Palautemallin mukaan sijoitusinstrumentin hinnan nousu luo menestystä joillekin sijoittajille, mikä herättää innostusta muiden sijoittajien keskuudessa, kun sana sijoittajien menestyksestä leviää. Tämä puolestaan ennakoii kurssien nousua entisestään, kun muutkin sijoittajat haluavat päästä osingoille kannattavista sijoituskohteista. Tästä aiheutuu positiivisen kierteen kehä, jossa yhä useampi sijoittaja tekee voittoja, ja sitä kautta tieto leviää yhä useammalle sijoittajalle ja kierre vain jatkaa vahvistumistaan. Kierre saattaa aiheuttaa kuplan, jossa odotukset hintojen nousun jatkumisesta aiheuttavat erittäin korkeat hinnat. Erittäin korkeat hinnat eivät luonnollisestikaan ole kestäviä, koska ne perustuvat ainoastaan odotuksille tulevasta hintojen noususta. Lopulta kupla aina puhkeaa ja hinnat tippuvat lähtötasolle. Koska kupla on perustunut ainoastaan positiivisen palautteen kiertelle, sen puhkeaminen ei välttämättä johdu mistään uudesta fundamentti-informaatiosta. Palautemalli saattaa myös aiheuttaa pessimismin kierteen, jossa hinnat tippuvat ilman mitään varsinaista syytä. (Shiller 2003, 91.)

Palautemalli perustuu Shillerin (2003, 93) mukaan ainakin osittain edustavuus-
heuristiikalle, koska se saa ihmiset vetämään kuvioista perättömiä päätelmiä. Tässä tapauksessa osakekurssien nousu saa ihmiset uskomaan nousun jatkuvan. Danielin, Hirschleiferin ja Subramanyamin (1999) mukaan myös itsetunnon vahvistamis-vinouma edistää palauteteoriaa.

2.4.2 Todisteita markkinoiden tehottomuudesta

2.4.2.1 Alireagointi

Alireagoinnilla tarkoitetaan osakemarkkinoiden liian hidasta reagoimista jotakin yritystä koskevaan uutiseen siten, että alireagoimisen tiedostamalla on mahdollista tehdä ylituottoja (Shleifer 2000, 114). Vakuuttavimmat todisteet alireagoinnista on saatu tulosilmoituksia ja osakkeen kurssia yhdistelevissä poikkileikkaustutkimuksissa. Bernard (1992) jakoi osakkeita desiileihin lajitteluperusteena tuloksen yllättävyys. Tuloksen yllättävyys määriteltiin vertaamalla kyseisen vuoden jonkin neljänneksen tulosta edellisen vuoden vastaavan neljänneksen tulokseen ja skaalaamalla se yrityksen tuloksen keskihajonnalla. Tutkimuksen tulosten mukaan tuloksen julkaisua seuraavien 60 kauppapäivän aikana ylimmän desiilin osakkeet tuottivat 4,2 % korkeamman riskikorjatun tuoton kuin alimman desiilin osakkeet. Uutinen ei siis välity välittömästi osakkeen kurssiin ja sillä on mahdollista tehdä riskikorjattuja ylituottoja.

Bernardin lisäksi samansuuntaisia tuloksia ovat saaneet myös Chan, Jegadeesh ja Lakonishok (1996) sekä Jegadeesh ja Titman (1993). Chanin ym. (1996) tutkimuksessa huonoimmin viimeisen kuuden kuukauden aikana tuottanut osakeportfolio häviää tulevaisuudessa vastaavan ajan aikana parhaiten tuottaneelle osakeportfoliolla. Esimerkiksi seuraavien kuuden kuukauden aikana voittajaportfolio päihittää häviäjäportfolion lähes yhdeksällä prosentilla. He myös osoittavat, että häviäjäportfoliolla on keskimäärin ollut negatiivisia tulosyllätyksiä ennen portfolioiden muodostamista. He toteavat tulosten viittaavan siihen, että osakekurssien momentti johtuu osakekurssien hitaasta reagoinnista uuteen informaatioon. Aineistona Chanilla ym. (1996) oli Yhdysvaltojen osakkeet ajalta 1977 - 1993.

Jegadeeshin ja Titmanin (1993) tutkimus oli hyvin samanlainen Chanin ym. (1996) tutkimuksen kanssa niin tavaltaan kuin tuloksiltaan. Jegadeesh ja Titman selvittivät tutkimuksessaan sellaisten sijoitusstrategioiden tuottoa, joissa parhaiten tuottaneita

osakkeita ostetaan ja heikoimmin tuottaneita osakkeita myydään. Aineistona heillä oli NYSE- ja AMEX-indeksin osakkeet aikavälillä 1965 - 1989. Tutkimuksen mukaan strategiat tuottivat riskikorjattuja ylituottoja 3 - 12 kuukauden pitoajalla. Parhaiten (12 % vuodessa) tuotti strategia, jossa portfoliot muodostettiin kuuden edellisen kuukauden tuottojen perusteella ja niitä pidettiin 6 kuukautta. Jegadeeshin ja Titmanin (1993) mukaan ylituotot on selitettävissä alireagoinnilla positiivisiin uutisiin.

Sen lisäksi, että osakekurssit vaikuttavat alireagoivan tulosuutisiin, on myös tutkimuksia, joiden tulokset viittaavat osakekurssien alireagoivan myös muihin uutisiin. Ikenberry, Lakonishok ja Vermaelen (1995) huomasivat tutkimuksessaan osakekurssin nousevan osakkeiden takaisinoston päivänä, mutta myös jatkavan nousuaan muutaman seuraavan vuoden ajan. Michaely, Thaler ja Womack (1995) puolestaan havaitsivat tutkimuksessaan vastaavaa osakekurssien driftiä osakeantien jälkeen.

2.4.2.2 Ylireagointi

Shleifer (2000) määrittelee ylireagointia tapahtuvan, mikäli osakkeen tuotto on useampaa hyvää uutista seuraavana ajanjaksona matalampi kuin useampaa huonoa uutista seuraavana ajanjaksona. Eräs kattavimmista tutkimuksista ylireagoinnin osalta on De Bondtin ja Thalerin (1985) tutkimus osakemarkkinoiden äärimmäisistä häviäjistä ja menestyjistä. Vuodesta 1933 lähtien he muodostavat joka vuosi portfolion sekä kolmen viime vuoden aikana parhaiten tuottaneista osakkeista että huonoiten tuottaneista osakkeista. Sen jälkeen he laskevat molempien portfolioiden tuotot seuraavien viiden vuoden ajalle. Aineistona heillä on New Yorkin pörssin osakkeiden kurssitiedot aikaväliltä 1926 – 1982.

Tuloksien mukaan häviäjäportfoliot päihittävät voittajaportfoliot selvästi. Häviäjäportfoliot tuottavat seuraavien viiden vuoden aikana erittäin hyvin, kun taas voittajaportfolioiden tuotot ovat negatiivisia. De Bondtin ja Thalerin (1985) mukaan tuottojen ero ei ole selitettävissä häviäjien suuremmalla riskipitoisuudella, ei ainakaan

CAPM:ia käyttämällä. Sen sijaan he uskovat asian selittyvän osakkeiden hintojen ylireagoimisella: äärimmäisen huonosti menestyneistä osakkeista on tullut liian halpoja, joten niiden kurssi korjaantuu ylöspäin, kun taas äärimmäisen hyvin menestyneistä osakkeista on tullut liian kalliita, joten ne eivät tulevaisuudessa tuota niin hyvin. Tämä selitys sopii hyvin yhteen sen teorian kanssa, että äärimmäisen huonosti tuottaneet osakkeet ovat yleensä niitä, joista on kuulunut huonoja uutisia useita vuosia peräkkäin ja äärimmäisen hyvin tuottaneet osakkeet niitä, joista on kuulunut hyviä uutisia useita vuosia peräkkäin.

Myös muut tutkijat ovat saaneet samansuuntaisia tuloksia. Zarowin (1989) huomasi tutkimuksessaan useita huonoja tuloksia peräjälkeen tehneiden yritysten päihittävän tulevaisuudessa vastaavalla ajalla hyviä tuloksia tehneet yritykset. De Bondt ja Thaler (1987) sekä Fama ja French (1992) havaitsivat tutkimuksissaan korkean P/B-arvon omanneiden yritysten tuottaneen lähitulevaisuudessa huonommin kuin matalan P/B-arvon omanneet yritykset. Korkean P/B-arvon yrityksillä oli yleensä korkea tuloksen kasvu muutaman edellisen vuoden ajalta. Edustavuus-toimintamalli sopisi hyvin selittämään osakkeiden hintojen ylireagointia: useita peräkkäisiä hyviä tuloksia nähdessään ihmiset kuvittelevat saman kaavan jatkuvan tulevaisuudessakin ja päätyvät ylireagoimaan. Vastaavasti useita peräkkäisiä huonoja tuloksia nähdessään ihmiset ylireagoivat siihen ja päätyvät aliarvostamaan osakkeen.

Tutkimusten perusteella rahoitusmarkkinoilla vaikuttaisi olevan sekä alireagointia että ylireagointia. Alireagointi näyttäisi tapahtuvan lyhyellä aikavälillä, kun taas ylireagointi pitkällä aikavälillä. Näihin tehokkaiden markkinoiden heikon ehdon hypoteesin kanssa ristiriidassa oleviin anomalioihin parhaan selityksen tarjoaa Shleiferin (2000) mukaan psykologien tunnistamat, irrationaalsiin toimiin ohjaavat toimintamallit, kuten konservatismi ja edustavuus.

2.4.2.3 Kuplat

Joskus osakkeen tai jonkin muun sijoitusinstrumentin hinta nousee vaikeasti selitettävissä olevan korkeaksi. Tällöin voidaan puhua kuplasta. Kupla saattaa olla lähtöisin markkinoiden ylireagoinnista, mutta yleensä kuplan syntyminen vaatii palauteteorian aikaansaamaa laumakäyttäytymistä. Kupla on yleisimmän määritelmän mukaan kestävä nousu jonkin hinnassa (Kihn 2011, 155). Vaikka aina ei ole helppoa osoittaa, mikä on jonkin oikea hinta ja milloin kyseessä on hinnan kestävä kasvu, on useita esimerkkejä, joissa näin voidaan katsoa tapahtuneen sekä rahoitusmarkkinoilla että muilla markkinoilla. Todennäköisesti aikaisin, ja eräs selvimmistä, esimerkeistä kuplista löytyy 1600-luvun Alankomaista, jossa tulppaanin siementen hinta nousi kestävämmän korkeaksi. Kuplan huipulla Semper Augustus - tulppaanin siemenen hinta oli 6000 floriinia, mikä vastasi siihen aikaan 40 vuoden keskimääräistä palkkaa. (Hirschey 1998, 12.)

Toinen selkeä esimerkki kuplasta löytyy tekno-osakevillityksen ajalta vuodelta 2000. Maaliskuussa 2000 tuottoisa verkkolaitteiden ja palvelujen tuottaja, 3Com, järjesti osakeannin, jossa se ilmoitti myyvänsä 5 % tytäryhtiöstään Palmista. Palm tuotti käsitietokoneita. Samalla 3Com ilmoitti, että loppujen Palmin osakkeiden anti tapahtuisi myöhemmin. Osakeannissa tarjottavien Palmin osakkeiden hinta nousi niin korkeaksi, että jos Palmin jäljelle jäävän, 95 prosentin osuuden implisiittinen arvo vähennetään 3Comin markkina-arvosta, Palmia sisältämättömän osuuden arvo 3Comista on negatiivinen. (Shiller 2003, 98.)

2.4.2.4 Muita todisteita markkinoiden tehottomuudesta

Yksi esimerkki markkinoiden tehottomuudesta on suljetut sijoitusrahastot. Niillä tarkoitetaan rahastoja, joissa osakkeiden määrä on kiinteä. Mikäli sijoittaja haluaa realisoida sijoituksensa, hänen täytyy myydä osuutensa toiselle sijoittajalle sen sijaan, että voisi saada rahastolta sijoituksensa arvoa vastaavan summan rahaa kuten

avoimissa rahastoissa. Suljetuista sijoitusrahastoista tekee tehokkaiden markkinoiden hypoteesin vastaisen se seikka, että osakkeiden hinta vastaa hyvin harvoin pörssiessä noteerattua markkinahintaa. Yleensä suljettujen sijoitusrahastojen osuuksien arvo on 10 - 20 prosenttia markkina-arvoa matalampi. (Shleifer 2000, 53.)

Eräs ongelma tehokkaiden markkinoiden hypoteesin kannalta on saman yrityksen hintojen eroavuus toisistaan eri pörssiessä. Paras esimerkki tästä on Royal Dutch Shell, joka syntyi vuonna 1907 Royal Dutchin ja Shell fuusiona. Yhtiöt päättivät fuusiossa pysyä erillisinä kokonaisuuksina, mutta jakaa kaikki kassavirtansa suhteessa 60:40. Royal Dutch ja Shell ovat listattuina yhdeksässä pörssissä, mutta Royal Dutchin osaketta vaihdetaan pääasiassa Yhdysvalloissa ja Alankomaissa, ja Shellin osaketta Iso-Britanniassa. Osakkeet ovat siis toistensa täydellisiä substituutteja, joten tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan Royal Dutchin markkinahinnan pitäisi olla koko ajan 1,5-kertainen suhteessa Shellin osakkeeseen. Sitä se ei kuitenkaan ole ollut, vaan esimerkiksi vuosien 1980 ja 1995 välillä se vaihteli -30 prosentista 10 prosenttiin. Kyseinen esimerkki aiheuttaa vakavan haasteen tehokkaiden markkinoiden hypoteesille, sillä kyseessä on täydellisten substituuttien tilanne, missä arbitraasin pitäisi helposti pystyä pitämään kurssit suhteessa samoina.

3 TEKNINEN ANALYYSI

3.1 Tausta ja määrittely

Tekninen analyysi tiivistetysti sanottuna tarkoittaa, sitä että kurssien tulevaa käyttäytymistä pyritään ennustamaan tulkitsemalla aiempaa kurssihistoriaa erilaisten menetelmien avulla (Pring 2002, 2 - 3.) Teknisen analyysin menetelmiä käytetään muun muassa osake-, valuutta- ja raaka-ainekaupassa.

Teknisen analyysin isänä pidetään Charles H. Dow'ta, jonka luomaan Dow-teoriaan pohjautuvat monet myöhemmin kehitetyt teknisen analyysin menetelmät. Teorian tarkoitus on määrittää markkinoilla esiintyviä primääritrendejä ja niiden muutoksia. Teoria keskittyy trendin suunnan määrittämiseen, mutta ei pyri ennustamaan sen kestoa eikä suuruutta. Teoria kehittyi Dow'n The Wall Street Journal -lehdessä vuosien 1900 - 1902 välillä julkaistuista markkinoita koskevista katsauksista. Sen julkaisi täydellisenä Robert Rhea vasta vuonna 1932. Teorian pääperiaatteet muodostavat edelleenkin pohjan jokaiselle, joka yrittää ennustaa kurssien tulevia liikkeitä. (Pring 2002, 36 - 37.)

Dow-teorian kuusi pääperiaatetta ovat (Pring 2002, 38 - 44):

1. Markkinat diskonttaavat osakkeiden hintoihin kaiken tiedossa olevan ja ennustettavan tiedon. Tämä on seurausta siitä, että osakkeiden päätöskurssit heijastelevat sekä markkinoilla olevien että potentiaalisesti markkinoille osallistuvien päätelmiä ja tuntemuksia.
2. Markkinoilla esiintyy kolmea eripituista trendiä: primääritrendi, sekundaaritrendi ja tertiääritrendi. Primääri- eli päätrendiä kutsutaan joko härkämarkkinoiksi (nouseva) tai karhumarkkinoiksi (laskeva). Primääritrendin

kesto on yleensä vuodesta useisiin vuosiin. Laskeva päätrendi tarkoittaa pitkää laskua, jonka aikana esiintyy sekundaarisia nousutrendejä. Nouseva päätrendi tarkoittaa pitkää, yleensä vähintään 18 kuukautta kestävästä noususta, jonka aikana esiintyy sekundaarisia laskutrendejä.

Sekundaaritrendillä tarkoitetaan joko merkittävää nousua laskevan primääritrendin aikana tai merkittävää laskua nousevan primääritrendin aikana. Se kestää yleensä kolme viikosta kolmeen kuukauteen. Sen aikana edellisen sekundaaritrendin päättymisen jälkeen tapahtuneesta kurssinoususta häviää yleensä noin 33 - 66 %.

Lisäksi esiintyy myös tertiääritrendeiksi kutsuttavia lyhyitä trendejä, joiden pituus on yleensä viikosta kahteen viikkoon, mutta saattavat kestää jopa kuusi viikkoa. Niitä pidetään merkityksettöminä pitkäaikaiselle sijoittajalle, sillä niitä voidaan jossain määrin manipuloida.

3. Trendiviivat osoittavat suuntausta markkinoilla. Viiva määritellään yleensä 2 - 3 viikon jaksoksi, jonka aikana indeksin kurssivaihtelu jää viiden prosentin sisälle aikavälin keskiarvosta. Mikäli kurssi ylittää viiden prosentin rajan, se ennakoit nousevia hintoja ja viiden prosentin rajan alittaminen vastaavasti laskevia hintoja.
4. Volyyymi vahvistaa trendin. Normaalisti nousutrendissä volyyymi on suurta nousun aikana ja pientä laskun aikana. Vastaavasti laskutrendin aikaan volyyymi on yleensä suurta kurssilaskussa ja pientä nousussa. Mikäli nousutrendin aikana volyyymi on pientä kurssinousun aikana ja suurta laskun aikana, se saattaa olla merkki trendin kääntymisestä.
5. Hinnat määrittävät trendit. Trendin oletetaan jatkuvan, kunnes saadaan varma vahvistus sen kääntymisestä. Hinnat osoittavat nousevaa trendiä, kun seuraava huippu on aina korkeammalla kuin edellinen. Ensimmäinen signaali

nousutrendin päätymisestä on huipun jääminen edellisen huipun alapuolelle. Vahvistus trendin kääntymisestä laskutrendiksi saadaan, jos uusi pohja alittaa edellisen pohjan. Vastaava tapahtuu laskutrendissä toisin päin. Vaikeinta on erottaa sekundaari- ja primääritrendit toisistaan, jotta ei tulisi tehtyä väärää tulkintaa trendin kääntymisestä.

6. Indeksien tulee vahvistaa toisensa. Tällä Dow tarkoitti aikanaan teollisuus- ja kuljetusindeksien välistä suhdetta. Päätrendin voidaan katsoa vaihtuneen vasta, kun molemmat indeksin ovat sen vahvistaneet.

Teknisen analyysin käyttäjät pyrkivät siis havaitsemaan trendin kääntymisen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta he pystyvät ostamaan halvalla ja myymään kalliilla. Tätä tarkoitusta varten on kehitetty lukemattomia teknisen analyysin välineitä. Trendien suunnan määräävät sijoittajat, joiden mielipiteisiin vaikuttavat monet taloudelliset, monetaariset, poliittiset ja psykologiset tekijät (Pring 2002, 2 - 3).

Teknisen analyysin mukaan ihmisillä on tapana käyttäytyä samanlaisissa tilanteissa samalla tavalla. Siten teknisen analyysin mukaan on mahdollista aiempaa kurssi-informaatiota tutkimalla ennustaa kurseille huippuja ja pohjia. Tekninen analyysi toisin sanoen luottaa siihen, että ihmiset jatkavat samojen virheiden tekemistä vuodesta toiseen. Samalla se tiedostaa, että ihmisten toimet markkinoilla ovat erittäin yksilöllisiä eivätkä ikinä tapahdu täsmälleen samoilla tavoilla. Samaten kurssien liikkeet ihmisten pyörittämällä markkinoilla eivät ikinä toista täysin aiempia liikkeitä. Silti teknisen analyysin mukaan kurssien liikkeissä pystytään havaitsemaan riittävästi samankaltaisuutta, jotta sen menetelmien avulla on mahdollista havaita käännepesteitä trendeissä. (Pring 2002, 3.)

3.2 Teknisen analyysin menetelmät

3.2.1 Jako teknisen analyysin menetelmien välillä

Teknisen analyysin menetelmät voidaan jakaa karkeasti ottaen kahteen luokkaan: hintakuvioihin perustuviin menetelmiin ja indikaattoreihin perustuviin menetelmiin. Hintakuvioihin perustuvissa menetelmissä sijoittaja tulkitsee osakkeen kurssikäyrää ja tekee siitä tulkintoja trendistä ja sen muutoksista. Indikaattoreihin perustuvissa menetelmissä tulkinnot trendistä ja sen muutoksista eivät perustu sijoittajan omaan päättelyyn, vaan tulkinnot saadaan kurssi-informaatiosta tehtyjen laskutoimitusten avulla. (Pring 2002.)

3.2.2 Hintakuviot

Hintakuviot heijastelevat markkinaosapuolten reagoimista markkinatapahtumiin. Niitä tulkitsemalla yritetään ennustaa markkinaosapuolten tulevaa käytöstä. Hintakuvioita voi tulkita jokainen, sillä se ei vaadi laskentatehoa. Toisaalta niistä tehtävät päätelmät ovat tulkinnanvaraisia, sillä kunkin käyttäjän tulkinnot ovat yksilöllisiä. Keskeistä hintakuvioihin liittyvien päätelmien tekemisessä on aikavälin määrittäminen. Mitä pidempää aikaväliä hintakuvioden muodostumisessa käytetään, sitä varmempia syntyvät merkit ovat trendin kääntymisestä. Keskeisimmät hintakuvioihin perustuvat käsitteet ovat tuki- ja vastustasot sekä pää ja olkapäät -hintakuvio. (Pring 2002, 63 - 98.)

3.2.2.1 Tuki- ja vastustasot

Tukitasolla tarkoitetaan tasoa, jota kurssi ei kykene laskujen aikana rikkomaan, vaan pysyttelee sen yläpuolella. Vastustasolla vastaavasti tarkoitetaan sellaista tasoa, jota

kurssi ei pysty nousujen aikana rikkomaan vaan jää aina sen alapuolelle. Tasot muodostuvat yleensä kurssien tasalukujen kohdalle, jotka sijoittajat ovat valinneet osto- ja myyntitasoiksi. Tasot ovat sitä merkittävämpiä, mitä kauemmin kurssi pysyttelee niiden ala- tai yläpuolella. Tukitason (vastustason) murtumista pidetään selvänä merkinä siitä, että kurssin odotetaan laskevan (nousevan) voimakkaasti. (Pring 2002, 64 - 65.)

3.2.2.2 Pää ja olkapäät -hintakuvi

Pää ja olkapäät -hintakuvi on teknisen analyysin ehkä tunnetuin ja luotetuin kuvi. Se voi muodostua sekä nousu- että laskutrendin lopussa. Sen muodostumista pidetään erittäin varmana merkinä trendin kääntymisestä. Nousutrendissä kurssi muodostaa kuvion, jossa keskellä on korkein huippu, eli pää, ja molemmilla puolilla matalampi huippu, olkapäät. Vasemmanpuoleinen olkapää on nousutrendin toiseksi viimeinen merkittävä nousu ja se syntyy yleensä suurimmalla vaihdolla. Pää tarkoittaa nousutrendin viimeistä nousua ja se syntyy yleensä hieman pienemmällä vaihdolla. Oikeanpuoleinen olkapää on laskutrendin ensimmäinen merkityksetön nousu ja se syntyy yleensä pienimmällä vaihdolla. Kaulalinjaksi kutsutaan olkapäiden minimejä. Toisen huipun jälkeen tapahtuva kaulalinjan alittaminen on erittäin selvä merkki trendin vaihtumisesta. Myös oikeanpuoleisen olkapään muodostumisesta selvästi pienemmällä vaihdolla pidetään vahvana signaalina trendin kääntymisestä. Mitä pidempi aika kuvion muodostumiseen kuluu, sitä pidempää laskutrendiä voidaan odottaa. Vastaavanlaisen kuvion muodostumista toisin päin laskutrendissä pidetään selvänä merkinä trendin kääntymisestä. (Pring 2002, 77 - 78.)

3.2.3 Indikaattorit

3.2.3.1 Liukuvat keskiarvot

Liukuva keskiarvo on teknisen analyysin menetelmä, joka on erityisen käyttökelpoinen silloin, kun kurseissa esiintyy suurta vaihtelua. Liukuva keskiarvo pyrkii tasaamaan kurseissa esiintyvät heilunnat pehmenneeksi trendiksi siten, että vääristymät jäävät minimiin. Liukuvan keskiarvon menetelmistä on luotu monia muunnelmia. Niistä yleisimmät ovat yksinkertainen, painotettu ja eksponentiaalinen liukuva keskiarvo. (Pring 2002, 154.)

Yksinkertainen liukuva keskiarvo on selvästi käytetyin näistä menetelmistä. Se muodostetaan laskemalla yhteen määrätyn aikavälin päätöskurssit ja jakamalla tulos havaintojen lukumäärällä. Liukuvasta keskiarvosta saadaan käyrä, kun sama prosessi tehdään jokaisen uuden päivän kohdalla siten, että vanhin havainto jää pois ja uusi tulee tilalle. Esimerkiksi 50 päivän liukuva keskiarvo saadaan laskemalla yhteen 50 edellisen päivän päätöskurssit ja jakamalla saatu tulos 50:llä. Samaa prosessia jatketaan joka päivä, jolloin keskiarvosta saadaan käyrän muotoinen. (Pring 2002, 154.)

Painotettu liukuva keskiarvo lasketaan siten, että joitakin havaintoja painotetaan enemmän kuin toisia. Painotusperusteena käytetään usein joko aikaa tai volyyymiä. Aikaperusteisessa painotuksessa uudemmille havainnoille annetaan halutun verran enemmän painoarvoa. Volyyymiperusteisessa painotuksessa suurella vaihdolla tapahtuneille päätöskursseille annetaan enemmän painoarvoa kuin pienellä vaihdolla tapahtuneille. Painotettu liukuva keskiarvo on huomattavasti vaikeampi laskea kuin yksinkertainen. (Pring 168 - 170.)

Eksponentiaalinen liukuva keskiarvo saadaan kertomalla viimeisin päätöskurssi halutulla luvulla x ja lisäämällä se edellisen päivän liukuvaan keskiarvoon kerrottuna

luvulla 1-x. Eksponentiaalinen liukuva keskiarvon on kenties vielä työläämpi laskea kuin painotettu liukuva keskiarvo. (Pring 170 - 171.)

Signaalit trendien vaihtumisista liukuvan keskiarvon menetelmissä muodostuvat, kun kurssi leikkaa liukuvan keskiarvon käyrän joko yläpuolelta tai alapuolelta. Ostosignaali syntyy, kun kurssikäyrä nousee liukuvan keskiarvon muodostaman käyrän yläpuolelle. Myyntisignaali vastaavasti syntyy kurssikäyrän painuessa liukuvan keskiarvon käyrän alapuolelle. (Pring 2002, 156.)

Liukuvan keskiarvon ominaisuuksia (Pring 2002, 157):

Liukuva keskiarvo on tasoitettu versio vallitsevasta trendistä ja toimii itsessään tuki- tai vastustasona. Nousutrendin aikana tapahtuvat vähäpätöiset laskut yleensä pysähtyvät keskiarvokäyrän yläpuolelle. Laskutrendin aikana vastaavasti vähäpätöiset nousut monesti pysähtyvät keskiarvokäyrän alapuolelle. Mitä useammin kurssi on koetellut keskiarvokäyrää sitä kuitenkin leikkaamatta, sitä merkittävämpänä signaalina trendin kääntymisestä voidaan keskiarvokäyrän leikkaamista pitää.

Huolellisesti valitun liukuvan keskiarvon pitäisi heijastella hyvin vallitsevaa trendiä. Sen leikkaaminen osoittaa siten, että trendi on saattanut jo kääntyä. Mikäli liukuva keskiarvon käyrä kulkee vaakasuoraan tai on jo kääntänyt suuntaansa, sen rikkominen on silloin erittäin vahva merkki trendin kääntymisestä.

Mikäli keskiarvokäyrän leikkaaminen tapahtuu silloin, kun se vielä jatkaa selvästi vallitsevan trendin osoittamaan suuntaan, voidaan signaalia pitää varoittavana merkinä trendin kääntymisestä. Vahvistus saadaan keskiarvokäyrän nousun tai laskun tasaantumisenä tai sen suunnan kääntymisenä.

Mitä pidempi liukuva keskiarvo on, sitä selvempänä merkinä trendin kääntymisestä voidaan sen leikkaamista pitää.

Muutoksia liukuvan keskiarvon suunnassa voidaan yleensä pitää vahvempina merkkeinä trendin muuttumisesta kuin keskiarvokäyrän leikkaamista. Usein kuitenkin keskiarvokäyrän suunta muuttuu vasta huomattavasti trendin kääntymisen jälkeen, ja siten se on hyödyllinen lähinnä vahvistavana signaalina.

Liukuvien keskiarvojen tarkempi tarkastelu osoittaa, että keskiarvokäyrien leikkauksia tapahtuu suhteellisen paljon. Näistä monet ovat vääriä signaaleja trendin kääntymisestä. Väärien signaalien suodattamiseksi on kehitetty useita menetelmiä, joista useimpia sanotaan filttäreiksi. Keskiarvokäyrän ympärille voidaan asettaa esimerkiksi kolmen prosentin filteri, mikä tarkoittaa sitä, että signaalia keskiarvokäyrän leikkaamisesta ei huomioida ennen kuin se on tapahtunut yli kolme prosenttia keskiarvokäyrää korkeammalla tai matalammalla tasolla. (Pring 2002, 157 - 158)

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös aikaan perustuvia filttäreitä. Niillä tarkoitetaan sitä, että kurssin pitää pysyä keskiarvokäyrän leikkaamisen jälkeen sen ylä- tai alapuolella yli yhden periodin ajan ennen kuin signaali huomioidaan. Voidaan esimerkiksi päättää, että kurssin pitää keskiarvokäyrän leikattuaan pysyä sen ylä- tai alapuolella kahden ylimääräisen päätöskurssin ajan ennen kuin signaali huomioidaan. Yleistä on tehdä yhdistelmä näistä suuruus- ja aikafilttteristä. (Pring 2002, 158 - 159)

Vääriä signaaleja voidaan yrittää välttää myös liittämällä käytettävään liukuvaan keskiarvoon huomattavasti lyhyempi liukuva keskiarvo. Käytettävät liukuvat keskiarvot voisivat olla esimerkiksi 100 ja 5 päivän liukuva keskiarvo. Tässä tapauksessa merkit trendin kääntymisestä eivät tule kurssikäyrän leikatessa 100 päivän liukuvan keskiarvon, vaan 5 päivän liukuvan keskiarvon leikatessa 100 päivän liukuvan keskiarvokäyrän. Tällä tavalla saadaan yksittäiset linjasta poikkeavat päätöskurssit suodatettua pois. Leikkaamista voidaan pitää sitä merkittävämpänä, mitä pidempiä molemmat liukuvat keskiarvot ovat. (Pring 2002, 167 - 168)

3.2.3.2 Muut indikaattorit

Muista indikaattoreista käytetyimpien joukossa ovat MACD ja RSI. MACD-indikaattori on hienostuneempi liukuvien keskiarvojen menetelmä. Siinä kahta eripituista liukuvaa keskiarvoa verrataan toisiinsa. MACD-käyrä saadaan, kun vähennetään lyhyemmästä liukuvasta keskiarvosta pidempi liukuva keskiarvo. Signaalikäyränä käytetään yleensä vielä molempia, jo käytettyjä liukuvia keskiarvoja, lyhyempää liukuvaa keskiarvoa. Ostosignaali saadaan, kun MACD-käyrä leikkaa signaalikäyrän alhaalta päin. Vastaavasti myyntisignaali saadaan, kun MACD-käyrä leikkaa signaalikäyrän ylhäältä päin. MACD-indikaattorin on todettu toimivan parhaiten vahvasti vaihtelevassa markkinassa. (Pring 2002, 164 - 167.)

RSI-indikaattori tulee sanoista relative strength index eli suhteellinen voimaindeksi. Sen toiminta perustuu nousu- ja laskupäivien keskinäisen suhteen vertailemiseen. RSI-menetelmässä nousupäivien keskiarvo jaetaan laskupäivien keskiarvolla määrätyn ajanjakson yli, jolloin saadaan suhteellinen voimaindeksi. Menetelmä kertoo, onko osake ylimyöty tai yliostettu. Mikäli indeksin luku on alle 30, osake on ylimyöty. Yliostettu se on silloin, kun indeksin luku on yli 70. Ostosignaali saadaan indeksin kääntyessä nousuun ylimyydyssä tilassa, ja vahvistus signaalille saadaan indeksin noustessa yli luvun 30. Vastaavasti myyntisignaali saadaan indeksin kääntyessä laskuun yliostetussa tilassa, ja vahvistus signaalille saadaan indeksin mennessä alle luvun 70. (Pring 2002, 304 - 307.)

3.3 Riski ja tilastollinen merkitsevyys sijoitussääntöjen tuotoissa

Määritettäessä sijoitussääntöjen ylituottoja markkinoihin verrattuna täytyy sijoitussääntöjen tuotot suhteuttaa riskiin ja sen jälkeen selvittää niiden tilastollinen merkitsevyys. Mikäli sijoitusstrategia on jollakin aikavälillä tehnyt huomattavasti markkinoita suurempia tuottoja, mutta strategiassa riski on ollut selvästi suurempi, ei sitä voida pitää parempana strategiana. Sijoitussääntöjen tuottojen riskiä korjaavista

laskukaavoista tärkeimpiä ovat Sharpen luku, moderni Sharpen luku (informaatioluku) ja Jensenin alfa.

Sharpen luvun (Sharpe ratio) kehitti William Sharpe vuonna 1966 ja se on ollut siitä lähtien eräs käytetyimpiä mittareita tuottojen suhteuttamisessa riskiin. Sharpen luku lasketaan seuraavalla tavalla:

$$SR = (r_p - r_f) / \sigma_p$$

missä

r_p = sijoitusstrategian keskimääräinen tuotto

r_f = paras mahdollinen tuotto riskittömästä sijoituskohteesta

σ_p = r_p :n keskihajonta

Sharpen luvun runsasta käyttöä selittää osaltaan sen yksinkertaisuus. Siinä sijoituksen ja riskittömän tuoton erotus jaetaan sijoituksen keskimääräisellä keskihajonnalla. Saatua Sharpen lukua verrataan studentin t-jakaumaan, jotta saadaan selville ovatko ylituotot tilastollisesti merkitseviä. ("Sharpen luku".)

Informaatioluku lasketaan lähestulkoon samalla tavalla kuin Sharpen luku:

$$IR = (r_p - r_i) / s_{p-i}$$

missä

r_p = portfolion keskimääräinen tuotto

r_i = indeksin tai vertailukohdan keskimääräinen tuotto

s_{p-i} = tracking error (portfolion ja indeksin tuottojen erotuksen keskihajonta)

Informaatioluku eroaa siis Sharpen luvusta siten, että siinä käytetään indeksin tuottoa riskittömän sijoituskohteen tuoton tilalla ja jakajana on tuottojen välisen erotuksen keskihajonta. (Goodwin 1998.)

Jensenin alfa on ylituottojen selvittämiseen käytettävä laskukaava, joka perustuu CAPM:iin ja lasketaan seuraavalla tavalla:

$$\alpha_p = r_p - [r_f + \beta_p(r_m - r_f)]$$

missä

r_p = portfolion odotettu tuotto

r_f = riskitön tuotto

β_p = portfolion beta

r_m = markkinoiden odotettu tuotto

Mikäli alfa on positiivinen, portfolio tuottaa riskikorjattuja ylituottoja. Vastaavasti mikäli alfa on negatiivinen, portfolio tuottaa riskikorjatusti markkinoita vähemmän. (Jensen 1968.)

3.4 Tutkimuksia liukuvan keskiarvon menetelmällä

Markkinatuhokkuuden tutkiminen teknisen analyysin menetelmien avulla on kenties taloustieteiden tutkituin aihe. Käytetyin menetelmä kyseisissä tutkimuksissa on liukuva keskiarvo eri sovelluksineen. Eräs urauurtavimmista on Brockin, Lakonishokin ja LeBaronin (1992) tutkimus Dow Jones Industrial Average -osakeindeksillä aikavälillä 1897 - 1986. Valitut teknisen analyysin menetelmät olivat yksinkertainen liukuvan keskiarvon menetelmä, kiinteäpituinen, yksinkertainen liukuvan keskiarvon menetelmä ja kaupankäynnin vaihteluvälin murto. Kumpaankin liukuvan keskiarvon menetelmään sovellettiin sekä filtteriä että liukuvien keskiarvojen yhdistelemistä siten, että saatiin aikaan yhteensä kymmenen menetelmää. Brockin ym. (1992, 1736) tutkimuksessa kiinteäpituinen liukuvan keskiarvon menetelmä toteutettiin siten, että positiota pidettiin hallussa aina vähintään kymmenen päivää signaalin jälkeen.

Tutkimuksessa ostosignaalin kohdalla toteutettiin osto ja myyntisignaalin kohdalla myytiin lyhyeksi. Tutkimuksen lopuksi sekä pitkän että lyhyen position keskimääräistä

päivätuottoa verrattiin indeksin keskimääräiseen päivätuottoon. Tulokset olivat teknisen analyysin toimivuuden kannalta rohkaisevia. Yksinkertaisen liukuvan keskiarvon menetelmien osalta kuuden menetelmän aiheuttamat ylituotot olivat tilastollisesti merkitseviä. Loppujen neljänkin menetelmän ylituotot olivat tilastollisesti merkitseviä viiden prosentin merkitsevyystasolla. Keskimäärin kyseiset kymmenen menetelmää tuottivat pitkälle positiolle noin 12 % ja lyhyelle positiolle noin 7 % vuosituoton. Osta ja pidä -strategian keskimääräinen vuosituotto oli tutkimuksen mukaan 5 %. Kiinteäpituisten liukuvan keskiarvon menetelmien tulokset olivat samansuuntaisia. Molemmilla liukuvan keskiarvon menetelmillä filtterin todettiin olevan hyödyksi. Tutkimuksessa ei otettu huomioon kaupankäyntikustannuksia ja kauppa tapahtui samana päivänä kuin signaalin synty. (Brock ym. 1992, 1738 - 1740.)

Brock ym. (1992) päätyivät tutkimuksessaan tulokseen, että tekninen analyysi auttaa tuottojen ennustamisessa. Heidän tutkimuksensa ei kuitenkaan väitä teknisellä analyysillä voitavan saavuttaa ylituottoja markkinoilla, koska siinä ei otettu kaupankäyntikustannuksia huomioon.

Hudson, Dempsey ja Keasey (1996) ovat toteuttaneet hyvin paljon Brockin (1992) ryhmän tutkimusta vastaavan tutkimuksen Lontoon pörssin FT-30 -indeksillä aikavälillä 1935 - 1994. Hudson ym. valitsivat tutkimukseen Brockin ym. käyttämistä menetelmistä viisi erilaista liukuvan keskiarvon menetelmää, viisi erilaista kiinteäpituista liukuvan keskiarvon menetelmää sekä neljä erilaista kaupankäynnin vaihteluvälin murron menetelmää. Hudson ym. ovat jakaneet tutkimuksensa myös neljään alaperiodiin. Tutkimuksen mukaan kaikilla liukuvan keskiarvon menetelmillä näytti olevan ennustevoimaa Lontoon pörssissä. Sen mukaan menetelmien teho laski ajan myötä, eivätkä tuotot ole enää tilastollisesti merkitseviä viimeisellä periodilla. Teknisen analyysin menetelmät eivät tuottaneet ylituottoja, kun transaktiokustannukset huomioitiin mukaan. (Hudson ym. 1996.)

Hudsonin ym. (1996) lisäksi ristiriitaisia tuloksia liukuvan keskiarvon ja muiden teknisen analyysin menetelmien toimivuudesta ovat saaneet muiden muassa Bessenbinder ja

Chan (1998), Milionis ja Papanagiotou (2011) sekä Cheung, Lam ja Yeung (2011). Bessenbinder ja Chan analysoivat Dow Jones Industrial Average -indeksiä aikavälillä 1926 - 1991 täsmälleen samoilla menetelmillä kuin Brockin tutkimusryhmä. Heidän tutkimuksessaan toimeksianto tapahtui signaalin jälkeisenä päivänä, toisin kuin Brockin ym. tutkimuksessa, jossa toimeksianto tapahtui signaalipäivänä. He arvioivat, ettei liukuvan keskiarvon menetelmillä olisi saatu merkittäviä ylituottoja siinä tapauksessa, että kaupankäyntikustannukset olisi otettu huomioon.

Milionis ja Papanagiotou (2011) testasivat tutkimuksessaan liukuvan keskiarvon menetelmiä New Yorkin osakemarkkinoiden SP 500 -indeksiin, Ateenan pörssin indeksiin ja Wienin pörssin indeksiin vuosina 1993 - 2005. He jakoivat tutkimuksen kolmeen alaperiodiin ja analysoivat liukuvan keskiarvon menetelmien toimivuutta sekä kaupankäyntikustannuksilla että ilman. Osassa alaperiodeista liukuvan keskiarvon menetelmät antoivat tilastollisesti merkitseviä ylituottoja osta ja pidä -strategiaan verrattuna, mutta osassa ne taas eivät antaneet tilastollisesti merkitseviä ylituottoja osta ja pidä -strategiaan verrattuna edes ilman kaupankäyntikuluja.

Cheung ym. (2011) puolestaan testasivat tehokkaiden markkinoiden heikon ehdon toteutumista Hongkongin osakemarkkinoilla vuosien 1972 ja 2006 välillä. He vertasivat yksinkertaisten liukuvan keskiarvon menetelmien ja vaihteluvälin murron menetelmien toimivuutta osta ja pidä -strategiaan verrattuna. Tutkimuksessa liukuvan keskiarvon menetelmiä oli yhteensä 40 ja niiden pituudet olivat seuraavat: 1/50, 1/150, 1/200, 2/200 ja 5/150. Ensimmäinen numero tarkoittaa lyhyemmän liukuvan keskiarvon pituutta ja jälkimmäinen pidemmän pituutta. Lisäksi jokaiseen menetelmään yhdistettiin filteri, jonka suuruus oli joko 0 %, 1 %, 2 % tai 3 %. Tämän lisäksi jokaista menetelmää sovellettiin joko siten, että osto- tai myyntisignaalin jälkeen seuraavat signaalit jätettiin huomioimatta seuraavien 10 päivän aikana tai ei jätetty eli jokaisesta signaalista seuraa toimeksianto.

Cheung ym. (2011) jakavat tutkimuksensa kahteen alaperiodiin: 1972 - 1985 ja 1986 - 2006, koska Hongkongin pörssit yhdistyivät vuonna 1986 yhdeksi pörssiksi. Lisäksi

molemmat alaperiodit jaetaan vielä kahteen alaperiodiin, jotta saadaan muodostettua in ja out samplet ja vältetään siten datan nuuskiminen. Tutkimuksessa ei myyntisignaalin jälkeen myydä lyhyeksi vaan varat sijoitetaan riskittömään korkoon. Tutkimuksessa ei oteta huomioon osinkoja eikä kaupankäyntikustannuksia.

Cheungin ym. (2011) tutkimusten tulosten mukaan 50 päivän yksinkertainen liukuvan keskiarvon menetelmä nollafilteerillä päihittää tilastollisesti merkitsevästi jatkuvasti markkinat ennen vuoden 1986 pörssin yhdistymistä. Menetelmä tuotti 2,5 - 5 % parempia tuottoja vuodessa, jos signaalit kaikki signaalit sallittiin kuin menetelmä, jossa signaaleja ei sallittu 10 päivän sisällä edellisestä signaalista. Vuoden 1986 jälkeen vastaavasti millään menetelmällä ei saatu tilastollisesti merkitseviä ylituottoja. Vaihteluvälin murren menetelmät eivät tuottaneet tilastollisesti merkitseviä ylituottoja kummallakaan alaperiodilla. Cheung ym. (2011) mukaan transaktiokustannusten mukaan laskeminen ei olisi muuttanut tuloksia ratkaisevasti.

Laajin suomalaisella aineistolla tehty liukuvien keskiarvojen toimivuuden tutkimus on Pätärin ja Vilskan tutkimus vuodelta 2014. He tutkivat yhteensä 3020 liukuvan keskiarvon menetelmän toimivuutta Helsingin pörssissä aikavälillä 1.2.1996 - 1.1.2012. Kaikki heidän käyttämänsä menetelmät ovat kahta eripituista liukuvaa keskiarvoa yhdisteleviä menetelmiä. Lyhyemmät liukuvat keskiarvot ovat väliltä 1 - 20 ja pidemmät väliltä 50 - 200. Osaan sijoitusstrategioista käytetään myös filttäreitä. Vertailukohtana heillä on OMXH25-indeksi, eli Helsingin pörssin vaihdetuimmat 25 osaketta sisältävä painorajoitettu indeksi. Pätäri ja Vilska (2014) jakavat tutkimuksensa ajanjakson kahteen yhtä pitkään periodiin. Ensimmäisellä periodilla parhaiten menestyneiden sijoitusstrategioiden suoriutumista arvioidaan toisella periodilla.

Eriyisen Pätärin ja Vilskan (2014) tutkimuksesta tekee se, että he paitsi selvittävät sijoitusstrategioiden toimivuutta indeksiin sovellettaessa mutta myös yksittäisiin osakkeisiin sovellettaessa. Yksittäiset osakkeet määräytyvät OMXH25-indeksissä esiintymisen mukaan. Tutkimuksessa ostosignaali aiheuttaa pitkän position ja myyntisignaali positiosta luopumisen. Tutkimuksessa ei siten tehdä lyhyeksi myyntiä,

vaan myyntisignaalin jälkeen tuotot kertyvät riskittömästä korosta. Pätäri ja Vilksa (2014) ottavat tutkimuksessaan huomioon niin osingot, verotuksen kuin myös välityspalkkiokustannukset. Lisäksi välityspalkkiokustannukset ja verotuksen vaikutus lasketaan sekä isoilla instituutioille että tavalliselle sijoittajille.

Pätärin ja Vilksan (2014) tutkimuksen tulosten mukaan useimmat liukuvan keskiarvon sijoitusstrategiat voittavat passiivisen osta ja pidä -strategian. Parhaita tuloksia saavutettiin yksittäisiin osakkeisiin sovellettavilla sijoitusstrategioilla. Heidän mukaan suurin hyöty sijoitusstrategioiden kohdalla saavutettiin pörssien laskukausien aikana. Tulosten mukaan ylituotot tavalliselle sijoittajalle olivat selvästi pienempiä kuin instituutiosijoittajalle.

Kokonaisuudessaan tutkimusten tulokset ovat ristiriitaisia, vaikkakin suurempi osa niistä näyttäisi tukevan tehokkaiden markkinoiden hypoteesia. Näyttäisi myös siltä, että markkinat ovat tulleet tehokkaammiksi lähihistorian aikana (Brock ym. 1992; Cheung 2011; Milionis & Papanagiotou 2011). Kiistattomimmin tehokkaiden markkinoiden hypoteesin vastaisia tuloksia saivat Pätäri ja Vilksa (2014). Tämän perusteella voisi olla mahdollista, että markkinatehokkuus toteutuu paremmin isoilla markkinoilla ja pienillä markkinoilla esiintyisi jonkin asteista tehottomuutta.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Aineisto

Tutkielmassa käytettävä pääaineisto on Helsingin pörssin yleisindeksin päivähavainnot aikaväliltä 4.6.1990 - 21.11.2014. Aineisto on pisin mahdollinen Helsingin pörssin indekseistä ilmaiseksi saatavilla oleva päivädata, joten se on tutkimuksen resursseihin nähden paras vaihtoehto aineistoksi Suomen osakemarkkinoiden tehokkuuden tutkimiseen. Se on hankittu Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen (ETLA) tietokannasta ("OMX Helsinki -yleisindeksi"). Datan päättymispäiväksi muodostui sen hankintapäivä. Aineistossa on yhteensä 6135 havaintoa, joista ensimmäiset 200 jäävät testauksen ulkopuolelle liukuvan keskiarvon muodostumisen takia. Havainnot ovat päivän päätöslukemia, jotka saadaan pörssin sulkeutuessa kello 18.30. Toinen tutkimukseen hankittu aineisto on riskittömänä korkona toimiva Yhdysvaltojen valtion kolmen kuukauden maturiteetin omaavien joukkovelkakirjojen päivätuotto. Maturiteetiltaan alle vuoden olevia Yhdysvaltojen valtion joukkovelkakirjoja pidetään riskittömimpänä mahdollisena sijoituskohteena (Brealey ym. 2006, 147). Siitä syystä yllä mainitut joukkovelkakirjat toimivat tässä tutkimuksessa riskittömänä korkona. Joukkovelkakirjojen päivätuoton aineisto on ladattu St. Louisin liittovaltiollisen pankin verkkosivuilta (riskitön korko).

4.2 Menetelmät

Tutkimuksessa Suomen osakemarkkinoiden tehokkuutta testataan selvittämällä toteutuuko Faman (1970) määrittelemä tehokkaiden markkinoiden hypoteesin heikko ehto Suomen osakemarkkinoilla aikavälillä 4.6.1990 - 21.11.2014. Heikon ehdon mukaan kaikki aikaisempi informaatio on näkyvissä osakkeiden hinnoissa. Toisin sanoen aikaisempaa informaatiota sijoitusstrategiassa hyödyntämällä ei pitäisi voida

saavuttaa tilastollisesti merkitseviä riskikorjattuja ylituottoja. Mikäli niitä sijoitusstrategialla saavutetaan, on löydetty viitteitä markkinoiden tehottomuudesta.

Edellä mainitun pohjalta voidaan tutkimukselle muodostaa seuraavat hypoteesit:

$$H_0 = \frac{\text{tuotto}}{\text{riski}} (\text{markkinat}) \geq \frac{\text{tuotto}}{\text{riski}} (\text{sijoitussääntö})$$

$$H_1 = \frac{\text{tuotto}}{\text{riski}} (\text{markkinat}) < \frac{\text{tuotto}}{\text{riski}} (\text{sijoitussääntö})$$

Nollahypoteesin (H_0) mukaan markkinoiden pitäisi tuottaa riski huomioon ottaen vähintään yhtä hyvin kuin sijoitussäännön. Markkinatuottona käytetään tässä tutkimuksessa OMXH-yleisindeksin tuottoa. Mikäli nollahypoteesi joudutaan hylkäämään, astuu voimaan vaihtoehtoinen hypoteesi (H_1). Sen mukaan sijoitussääntö tuottaa riski huomioon ottaen tilastollisesti enemmän kuin markkinat.

Tutkimuksen empiirinen osa jaetaan kahteen osuuteen eli in sample ja out sample -osuuteen. Ensimmäisessä osuudessa verrataan sijoitusstrategioiden tuottoja toisiinsa ja valitaan niistä parhaiten tuottava. Toisessa osuudessa parhaaksi osoittautuneen sijoitusstrategian tuottoa verrataan osta ja pidä -strategian tuottoon eli OMXH-indeksin tuottoon. In sample -osuus sijoittuu välille 6.4.1990 - 31.12.2002 ja out sample -osuus välille 1.1.2003 - 21.11.2014.

Empiirinen osa jaetaan kahteen osuuteen tulosten luotettavuuden parantamiseksi useista syistä johtuen. Yksi syistä on datan nuuskimisen mahdollisuuden välttäminen. Mikäli tehtäisiin ainoastaan out sample -osuus eli valittaisiin jokin menetelmä enemmän tai vähemmän sattumanvaraisesti, lukija ei voisi tietää, onko tutkija selvittänyt usean menetelmän tuottoisuuden ja sen jälkeen esittänyt ainoastaan esimerkiksi tilastollisesti merkitseviä ylituottoja tuottavan menetelmän. Mikäli taas tehtäisiin ainoastaan in sample -osuus, jossa on useita sijoitusstrategioita mukana, ei siitä voitaisi vetää johtopäätöksiä markkinoiden tehottomuudesta, mikäli jokin tai jotkut sijoitusstrategiat voittaisivat tilastollisesti markkinat. Tämä johtuu siitä, että

sijoittaja ei voisi periodin alussa tietää mikä niistä tuottaisi parhaiten. Näistä syistä johtuen empiirinen osa jaetaan in ja out sample -osuuksiin, ja sijoitusstrategian onkin tehokkaiden markkinoiden hypoteesin kyseenalaiseksi asettaakseen kyettävä Faman (1965) toteamuksen mukaisesti toistuvasti päihittämään markkinat.

Käytännössä kaikissa vastaavissa tutkimuksissa tutkittava ajanjakso jaetaan vähintään kahteen alaperiodiin, mutta selkeimmin tutkimuksensa in ja out sample -osuuksiin jakavat Cheung ym. (2011) sekä Pätäri ja Vilska (2014). Tutkimuksissa ei ole yleensä perusteltu sitä, miten in ja out sample osuuksien ajallinen jako suoritetaan. Tässä tutkimuksessa kyseiset jaksot asetetaan karkeasti yhtä pitkiksi, jotta ei voida ajatella tutkijan määritelleen jakopäivämäärää mielivaltaisesti haluamiensa tulosten saavuttamiseksi. Vaikka markkinatehokkuuden kannalta out sample -osuudessa olennaista on ainoastaan in sample -osuudessa parhaiten menestyneen sijoitusstrategian menestyminen, esitetään tuloksissa silti mielenkiinnon vuoksi kaikkien sijoitusstrategioiden tulokset. Samasta syystä esitetään myös kaikkien sijoitusstrategioiden tuotot koko ajanjakson ajalta.

Sijoitusstrategioiksi tähän tutkimukseen valittiin 50, 150 ja 200 päivän yksinkertaiset liukuvan keskiarvon menetelmät. Lisäksi kustakin pituudesta muodostettiin kaksi lisämenetelmää yhdistämällä niihin normaalin yhden päivän lisäksi kahden ja viiden päivän liukuvat keskiarvot. Käytettävät liukuvan keskiarvon menetelmät ovat siis 50/1, 50/2, 50/5, 150/1, 150/2, 150/5, 200/1, 200/2 ja 200/5. Menetelmien pituudeksi valittiin 50, 150 ja 200, koska ne ovat vastaavissa tutkimuksissa kenties käytetyimmät (esim. Brock ym 1992; Hudson ym. 1996; Bessenbinder & Chan). Niihin yhdistettiin kahden ja viiden päivän liukuvat keskiarvot, koska liukuvia keskiarvoja yhdistävillä menetelmillä on saavutettu joissakin tutkimuksissa hyviä tuloksia (Pätäri & Vilska 2014). Liukuvia keskiarvoja yhdistelevillä menetelmillä saatetaan onnistua välttämään joitakin virhesignaaleja, mutta vastapainoksi ne taas ovat hitaampia reagoimaan kurssien kääntymisiin.

Kussakin menetelmässä ostosignaali saadaan lyhemmän liukuvan keskiarvon (50/1-, 150/1- ja 200/1-menetelmissä indeksin kurssin) ylittäessä pidemmän liukuvan keskiarvon. Vastaavasti myyntisignaali saadaan lyhemmän liukuvan (tai kurssin) keskiarvon painuessa pidemmän liukuvan keskiarvon alapuolelle. Ostot ja myynnit toteutetaan signaalipäivän päätöskurssilla.

Tutkimuksien tuloksien arvioinnin kannalta sijoitussäännön ja tarkasteltavan aikavälin valinta on merkityksellistä niin sanotun jälkiviisauden edun takia. Pesaran ja Timmermann (1995, 1202) ovat argumentoineet, että sijoitussäännön soveltaminen sellaiseen aineistoon, jonka aikaan kyseistä sijoitussääntöä ei ollut vielä keksitty, saattaa aiheuttaa ylituottoja. Näin ollen tulosten oikeellisuuden varmistamiseksi sijoitussääntöä pitää käyttää ainoastaan sellaiseen aikasarja-aineistoon, jonka alusta lähtien kyseinen sijoitussääntö on ollut yleisessä tiedossa. Tässä tutkimuksessa ei ole jälkiviisauden edun ongelmaa, sillä yksinkertaisia liukuvia keskiarvoja on käytetty ainakin vuodesta 1901 lähtien (Yule 1909).

Tuottojen suhdetta riskiin nähden on tutkimuksessa valittu mittaamaan Sharpen luku. Elingin ja Schuhmacherin (2007) mukaan Sharpen luku on hyvä tuottojen riskiin suhteuttamisen menetelmä, mikäli tuotot ovat normaalisti jakautuneita. Sharpen luku saadaan, kun sijoitussäännön keskimääräisestä tuotosta vähennetään keskimääräinen riskittömän koron tuotto ja se jaetaan sijoitussäännön keskihajonnalla:

$$SR = (r_p - r_f) / \sigma_p$$

missä

r_p = sijoitusstrategian keskimääräinen tuotto

r_f = paras mahdollinen tuotto riskittömästä sijoituskohteesta

σ_p = r_p :n keskihajonta

Saatu luku täytyy sen jälkeen vielä kertoa otoskoolla, josta on otettu neliöjuuri. Näin saatua luku verrataan studentin t-jakaumaan, jotta saadaan selville, onko se tilastollisesti merkitsevä.

Mikäli tuotot eivät ole normaalisti jakautuneita, ei Sharpen luku mittaa riskiä oikein (Brock ym 1992; Eling & Schuhmacher 2007; Kidd 2011). Siinä tapauksessa Sharpen luvussa nimittäjänä olevaa keskihajontaa pitää korjata, jotta saadaan korjattua huipukkuuden ja vinouden aiheuttamat vääristymät. Tässä tutkimuksessa se toteutetaan Pätärin ja Vilskan (2014) tutkimuksessaan käyttämän menetelmän avulla. Tuottojen epänormaalien jakautumisen korjaamiseen on olemassa hienostuneempiakin menetelmiä, mutta koen Pätärin ja Vilskan (2014) käyttämän menetelmän olevan tarpeeksi pätevä tähän tutkimukseen. Ensin lasketaan tuottojen huipukkuuden ja vinouden avulla lasketaan Z_{CF} , jota käytetään huipukkuudella ja vinoudella korjatun keskihajonnan (SKAD) laskemiseksi (Pätäri & Vilksa 2014):

$$Z_{CF} = Z_C + 1/6(Z_C^2 - 1)S + 1/24(Z_C^3 - 3Z_C)K - 1/36(2Z_C^3 - 5Z_C)S^2$$

missä

Z_C = normaalijakauman todennäköisyyden kriittinen arvo

S = tuottojen vinous

K = tuottojen huipukkuus

Tämän jälkeen huipukkuudella ja vinoudella korjattu keskihajonta (SKAD) saadaan laskettua seuraavasti:

$$SKAD = \text{keskihajonta}(Z_{CF}/Z_C)$$

Lopulta huipukkuudella ja vinoudella korjattu Sharpen luku (SKASR) saadaan laskettua seuraavasti:

$$SKASR = r_p - r_f / SKAD^{(r(p) - r(f)) / |(r(p) - r(f))|}$$

Lon (2002) mukaan Sharpen luku antaa virheellisiä arvoja myös, mikäli tuotoissa esiintyy autokorrelaatiota. Mikäli korrelaatiokerroin on positiivinen (negatiivinen),

antaa Sharpen luku liian ison (pienen) luvun. Korrelaatiokerroin saadaan Ljung-Box -testin avulla, jonka Oxmetrics 7 -ohjelma suorittaa autokorrelaatiota testattaessa. Autokorreloituneiden tuottojen tapauksessa Sharpen lukua voidaan Lon (2002) mukaan korjata seuraavalla kaavalla:

$$\hat{\rho}(q) = \sqrt{q[1+(2\rho/1-\rho)(1-(1-\rho^q/q(1-\rho)))]^{-1/2}}$$

missä

$\hat{\rho}(q)$ = korjattu ρ otoskoko

q = otoskoko

ρ = korrelaatiokerroin

Korjatulla otoskoon neliöjuurella kerrotaan saatu Sharpen luku, jolloin saada autokorrelaatiokorjattu tilastollinen merkitsevyys. (Lo 2002.)

4.3 Analysointi

Ensimmäiset 200 kauppapäivää menevät liukuvan keskiarvon muodostumiseen. Lisäksi ensimmäinen päivä sen jälkeen ei kuulu tuottojen osalta tarkasteluun, koska silloin toteutetaan toimeksiannot ja näin ollen tuottoja muodostuu vasta toisena päivänä. Siten ensimmäinen tuottoja synnyttävä päivä on 19.3.1991 ja näin ollen in sample osuuden tuottojen muodostumisen osalta havaintojen lukumääräksi muodostuu 2936 päivää. Out sample -osuuden havaintojen lukumääräksi muodostui tasan 3000.

Ensimmäiseksi tuotot täytyy muuttaa log-tuotoiksi, jotta niitä voidaan tarkastella tilastollisin menetelmin. Tämä toteutetaan ottamalla kaikista tuotoista luonnollinen logaritmi. Osta ja pidä -strategian tuottojen laskeminen on varsin yksinkertaista, päivän tuotto on sen päivän kurssi vähennettynä edellisen päivän kurssilla. Sijoitusstrategian tuotto riippuu siitä, onko hallussa pitkä vai lyhyt positio eli onko indeksiä ostettu vai myyty lyhyeksi. Positio on pitkä, mikäli lyhyempi liukuva keskiarvo (tai indeksi) on pidemmän liukuvan keskiarvon yläpuolella eli edellisen arvo on korkeampi kuin

jälkimmäisen. Vastaavasti positio on lyhyt, mikäli lyhyempi (tai indeksi) liukuva keskiarvo on pidemmän liukuvas keskiarvon alapuolella.

Mikäli positio on pitkä, on sijoitusstrategian päivätuotto sama kuin indeksin päivätuotto. Mikäli positio on lyhyt, on sijoitusstrategian päivätuotto käänteisesti sama kuin indeksin päivätuotto vähennettynä lyhyeksi myynnin kustannuksilla. Lyhyeksi myynnin kustannus syntyy osakkeiden lainaajille maksettavasta korosta ja riskittömän koron päivätuotosta. Lyhyeksi myynnin korkokustannus on Andrikopoulosin ym. (2013) mukaan 1,11 % vuodessa ja D'Avolion (2002) mukaan 91 % osakkeista korkokustannus on alle 1 % vuodessa. Tässä tutkimuksessa lyhyeksi myynnin korkokuluksi on asetettu 1,1 % vuodessa. Riskitön korko asetetaan kustannukseksi, koska se on vaihtoehtoistuotto. Lyhyen position päivätuotto on siis käänteinen indeksin päivätuotto vähennettynä lyhyeksi myynnin korkokustannuksella eli 1,1 prosentilla ja riskittömällä korolla, jotka molemmat jaetaan vuoden kauppapäivien lukumäärällä eli 242:lla.

Kolmas sijoitusstrategian tuottoihin vaikuttava kustannus on välityskustannukset. Ostaessa ja myydessä välittäjälle on maksettava prosenttiosuutena laskettava välityspalkkio. Se on Allenin ja Karjalaisen (1999) mukaan 0,25 % per transaktio ja Pätärin ja Vilskan (2014) mukaan 0,4 % yksityiselle sijoittajalle ja 0,1 % instituutiosijoittajalle. Tässä tutkimuksessa transaktiokustannukseksi on valittu 0,25 %. Siten position vaihtuessa joko lyhyestä pitkäksi tai pitkästä lyhyeksi on kyseisen päivän tuotosta vähennettävä 0,5 %, koska saman päivän aikana suoritetaan kaksi transaktiota.

Kun tarpeen vaatiessa sijoitusstrategian päivätuotoista on vähennetty välityspalkkiot sekä lyhyeksi myynnin kustannukset, ovat sijoitusstrategian todelliset päivätuotot selvillä. Seuraavaksi on mahdollista laskea Sharpen luku, jotta saadaan selville tuottojen ja riskin välinen suhde. Se pitää vielä kertoa havaintojen lukumäärän neliöjuurella, jotta saatua lukua voidaan verrata studentin t-jakaumaan tilastollisen merkitsevyyden selvittämiseksi. Tulosten luotettavuuden selvittämiseksi tuotoille

tehdään sekä normaalijakautuneisuus- että autokorrelaatiotestit. Mikäli tuotot eivät ole normaalisti jakautuneita tai niissä esiintyy autokorrelaatiota, saatuja t-arvoja korjataan Lon (2002) sekä Pätärin ja Vilskan (2014) esittelemien menetelmien avulla.

Sekä indeksin että sijoitussääntöjen tuotot lasketaan Microsoft Excel - taulukkolaskentaohjelmalla. Sen sijaan sijoitusstrategioiden ja riskittömän koron välisen päivätuoton eron ja keskihajonnan laskeminen sekä tuottojen autokorrelaation ja normaalijakautuneisuuden testaus suoritetaan Oxmetrix 7 -ohjelmalla.

5 TULOKSET

Kuten tuloksista (taulukko 1) voidaan nähdä, parhaiten in sample -osuudessa sijoitusstrategioista pärjasi 50/1-menetelmä. Sen riskittömän koron tuoton ylittäväksi päivätuotoksi muodostui 0,067 %, kun vastaava lukema osta ja pidä -strategialla kyseisellä ajanjaksolla oli 0,039 %. Vuosituotoiksi muutettuna 50/1-menetelmän tuotto on noin 16 % ja osta ja pidä strategian noin 9,5 % (kauppapäiviä aineistossa keskimäärin noin 242). 150/5-menetelmä tarjosi lähes yhtä hyvän tuoton kuin 50/1-menetelmä, sen päivätuoton ollessa 0,064 %. Huonoiten sijoitusstrategioista tuotti 200/2-menetelmä, jonka päivätuotto oli ainoastaan 0,016 % ja vuosituotto vähän alle 4 %.

	r(p)-r(f)	$\sigma(p)$	SR	t-arvo	ρ	$\eta(q)$	huipuk.	vinous	t(korj.)
50/1	0,067 %	2,029 %	0,0329	1,784	0,0587*	51,10	6,75	-0,325	1,463
50/2	0,054 %	2,030 %	0,0264	1,433	0,0704*	50,50	6,70	-0,174	1,122
50/5	0,025 %	2,035 %	0,0123	0,664	0,1008*	48,98	6,76	-0,851	0,614
150/1	0,026 %	2,035 %	0,0130	0,704	0,0952*	49,26	6,74	-0,436	0,573
150/2	0,040 %	2,033 %	0,0197	1,070	0,0754*	50,25	6,74	-0,376	0,874
150/5	0,064 %	2,029 %	0,0316	1,715	0,0580*	51,14	6,77	-0,327	1,407
200/1	0,031 %	2,031 %	0,0151	0,817	0,0602*	51,02	6,74	-0,413	0,685
200/2	0,016 %	2,035 %	0,0078	0,425	0,0591*	51,08	6,67	-0,415	0,357
200/5	0,034 %	2,032 %	0,0167	0,906	0,0507*	51,51	6,75	-0,425	0,769
OMXH	0,039 %	2,030 %	0,0194	1,050	0,0520*	51,44	6,75	-0,400	0,883

Taulukko 1. In sample -osuuden tulokset.

Minkään sijoitusstrategian tuotto ei ollut riskiin suhteutettuna (t-arvo) tilastollisesti merkitsevä 5 % merkitsevyytasolla (pitäisi olla > 1,96). Kaikkien sijoitusstrategioiden tuotoissa esiintyi autokorrelaatiota eivätkä minkään tuotot olleet normaalisti jakautuneita¹. Koska kaikkien sijoitusstrategioiden tuotoissa esiintyi autokorrelaatiota

¹ Tuottojen normaalijakautuneisuudesta kertova arvo ei mahtunut tulokset-taulukkoon ilman sen luettavuuden olennaista heikentymistä. Se löytyy liitteestä 1. Sen sijaan katsoin olennaisemmaksi

ja kaikki olivat epänormaalisti jakautuneita, ei Sharpen luku otoskoon neliöjuurella kerrottuna anna oikeita t-arvoja. T-arvoja täytyy siten oikaista sekä autokorrelaation että epänormaalin jakautuneisuuden takia. Ensimmäinen toteutetaan Lon (2002) esittelemällä ja jälkimmäinen Pätärin ja Vilskan (2014) käyttämän menetelmän avulla. Korjauksen seurauksena tilastollisesta merkitsevyydestä kertovien t-arvojen osalta ainoastaan 150/1- ja 50/5-menetelmien paremmuus vaihtuu siten, että 50/5-menetelmä ottaa 150/1-menetelmän paikan seitsemänneksi parhaana sijoitusstrategiana. Ylipäänsä korjauksen seurauksena sijoitusstrategioiden tuotot jäävät entistä kauemmaksi tilastollisen merkitsevyyden rajasta. In sample -osuudessa kolme sijoitusstrategiaa yhdeksästä tuottaa riskiin suhteutettuna paremmin (50/1, 50/2 ja 150/5) kuin osta ja pidä -strategia.

Kuten tuloksista (taulukko 2) nähdään, out sample -osuudessa kaikkien sijoitusstrategioiden, myös osta ja pidä -strategian, tuotto jää hyvin heikoksi. Itse asiassa kuuden sijoitusstrategian päivätuotto jää negatiiviseksi. Ainoastaan 150 päivän pitkän liukuvan keskiarvon omaavien sijoitusstrategioiden tuotto jää positiiviseksi. Parhaiten out sample -osuudessa tuotti 150/5-menetelmä, jonka päivätuotto oli 0,019 % ja vuosituotto noin 4,7 %. Vastaavasti huonoiten tuotti 50/2-menetelmä, jonka päivätuotto oli peräti -0,023 %. Osta ja pidä -strategian päivätuotto jäi 0,004 %:iin ja vuosituotto oli 1,1 %.

Out sample -osuudessa tuotoissa esiintyi tilastollisesti merkitsevää autokorrelaatiota ainoastaan kahden sijoitusstrategian kohdalla (200/1 ja 200/2), mutta tälläkään kertaa minkään sijoitusstrategian tuotot eivät olleet normaalisti jakautuneita². Tilastollisesta merkitsevyydestä kertovia t-arvoja on out sample -osuudessa korjattu samoin menetelmin kuin in sample -osuuden tuloksissa, tosin tällä kerralla autokorrelaatiota on jouduttu korjaamaan ainoastaan kahden sijoitusstrategian kohdalla. Sijoitusstrategioiden keskinäinen paremmuusjärjestys ei muuttunut korjauksen jälkeen. Riskiin suhteutettuna paras ja huonoin sijoitusstrategia on sama kuin

sisällyttää taulukkoon huipukkuus- ja vinous-arvot, jotka kertovat siitä, millä tavalla tuotot eivät ole normaalisti jakautuneita.

² Tuottojen jakautumisen normalisuudesta kertova luku löytyy liitteestä 2.

päivätuotoilla verrattuna. Ainoastaan kaksi sijoitusstrategiaa tuottaa out sample -osuudessa paremmin kuin osta ja pidä -strategia.

	r(p)-r(f)	$\sigma(p)$	SR	t-arvo	ρ	$\eta(q)$	huipuk.	vinous	t(korj.)
50/1	-0,015 %	1,473 %	-0,0103	-0,564	0,0198		4,31	-0,302	-0,516
50/2	-0,023 %	1,475 %	-0,0156	-0,854	0,0229		4,46	-0,354	-0,786
50/5	-0,020 %	1,473 %	-0,0138	-0,757	0,0308		4,39	-0,198	-0,666
150/1	0,013 %	1,472 %	0,0086	0,470	0,0208		4,37	-0,304	0,429
150/2	0,003 %	1,473 %	0,0023	0,126	0,0194		4,35	-0,307	0,115
150/5	0,019 %	1,472 %	0,0132	0,723	0,0134		4,36	-0,230	0,653
200/1	-0,016 %	1,476 %	-0,0110	-0,602	0,0442*	52,41	4,34	-0,313	-0,539
200/2	-0,015 %	1,475 %	-0,0100	-0,549	0,0366*	52,81	4,33	-0,300	-0,493
200/5	-0,010 %	1,474 %	-0,0068	-0,371	0,0262		4,35	-0,250	-0,332
OMXH	0,004 %	1,471 %	0,0030	0,167	0,0140		4,37	-0,209	0,150

Taulukko 2. Out sample -osuuden tulokset.

Kuten tuloksista (taulukko 3) nähdään, parhaiten sijoitusstrategioista koko tarkasteluajalla pärjasi 150/5-menetelmä. Sen päivätuotto oli 0,042 % ja vuosituotto noin 10 %. Sijoitusstrategioista 150/5- ja 50/1-menetelmät olivat ainoat, joiden tuotot olivat osta ja pidä -strategian tuottoa parempi koko tarkasteluajan aikana. Osta ja pidä strategian päivätuotto koko tarkasteluajan aikana oli 0,022 % ja vuosituotto noin 5,3 %. Heikoimman tuoton koko tarkasteluajan aikana tarjosivat 200/2- ja 50/5-menetelmät. Edellisen päivätuotto oli 0,000 % ja jälkimmäisen 0,002 %.

Kaikkien sijoitusstrategioiden tuotoissa esiintyi koko tarkasteluajaa katsottaessa tilastollisesti merkitsevää autokorrelaatiota, eivätkä minkään tuotot olleet normaalisti jakautuneita³. Näin ollen tilastollisen merkitsevyyden kertovaa t-arvoa joudutaan jälleen korjaamaan tuottojen autokorrelaation sekä epänormaalin jakautumisen takia aiemmissä esitetyillä menetelmillä. Minkään sijoitusstrategian tuotot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ennen t-arvon korjaamista eivätkä ne ole sitä sen

³ Tuottojen jakautumisen normaalisuudesta kertova luku löytyy liitteestä 3.

jälkeenään. Sijoitusstrategioiden keskinäinen paremmuusjärjestys ei muutu t-arvon korjaamisen seurauksena. Riskiin suhteutettuna selvästi parhaiten tuotti 150/5-menetelmä, jonka ylituotot eivät olleet kovin kaukana tilastollisen merkitsevyyden rajasta ennen t-arvon korjausta. Ainoastaan kaksi sijoitusstrategiaa (150/5 ja 50/1) tuottivat koko tarkasteluajan aikana riskiin suhteutettuna paremmin kuin osta ja pidä -strategia, tosin 150/2-menetelmän tuotot jäivät siitä hyvin niukasti. Huonoiten sijoitusstrategioista riskiin suhteutettuna tuotti 200/2-menetelmä.

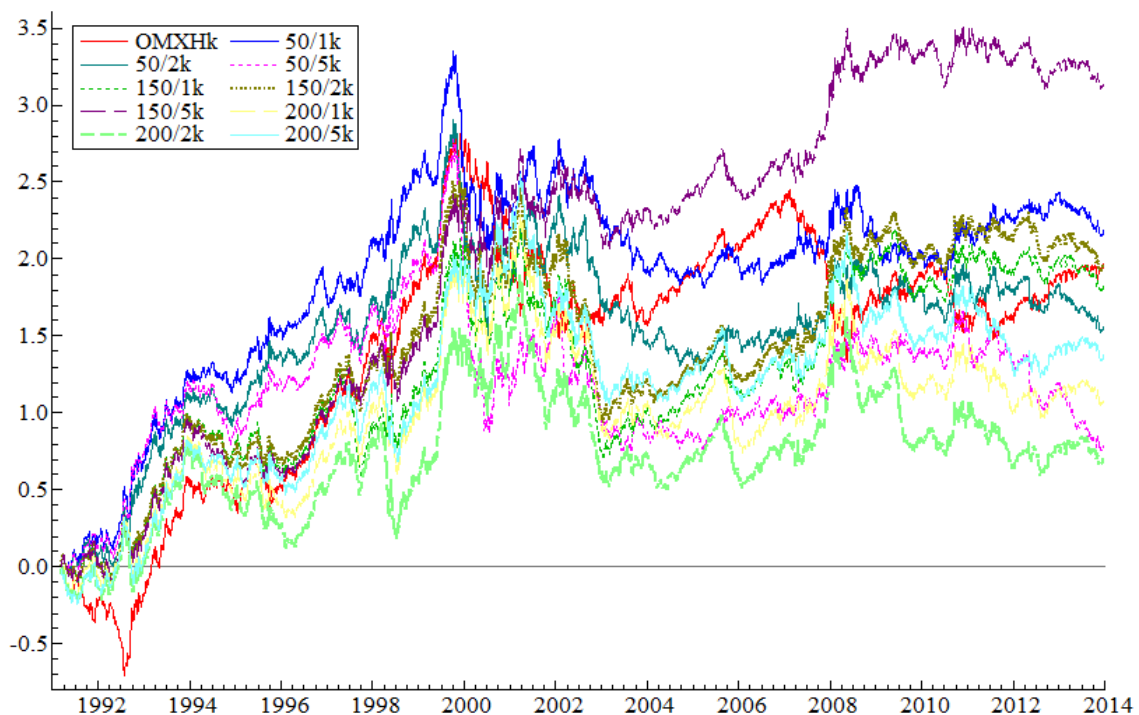
	r(p)-r(f)	$\sigma(p)$	SR	t-arvo	ρ	$\eta(q)$	huipuk.	vinous	t(korj.)
50/1	0,025 %	1,770 %	0,0143	1,105	0,0459*	73,60	7,08	-0,311	0,905
50/2	0,015 %	1,772 %	0,0084	0,649	0,0545*	72,96	7,07	-0,309	0,527
50/5	0,002 %	1,773 %	0,0011	0,088	0,0768*	71,35	7,11	-0,683	0,078
150/1	0,019 %	1,773 %	0,0110	0,846	0,0689*	71,91	7,12	-0,409	0,693
150/2	0,022 %	1,772 %	0,0122	0,937	0,0557*	72,87	7,11	-0,363	0,770
150/5	0,042 %	1,770 %	0,0235	1,811	0,0428*	73,82	7,12	-0,297	1,481
200/1	0,007 %	1,772 %	0,0039	0,302	0,0550*	72,92	7,07	-0,388	0,250
200/2	0,000 %	1,774 %	0,0002	0,018	0,0516*	73,18	7,04	-0,390	0,015
200/5	0,012 %	1,772 %	0,0066	0,511	0,0425*	73,84	7,10	-0,380	0,427
OMXH	0,022 %	1,770 %	0,0123	0,945	0,0391*	74,10	7,11	-0,348	0,786

Taulukko 3. Koko ajanjakson tulokset.

Kuviosta 5 voidaan nähdä miten sijoitusstrategioiden kumulatiivisten log-tuottojen kehitys on tapahtunut koko tarkasteluajana⁴. Koska tarkastelu-aika on melko pitkä ja sijoitusstrategioita osta ja pidä -strategia mukaan luettuna kymmenen, ei kuviosta ole helppoa tehdä pitkälle meneviä päätelmiä. Siitä voidaan kuitenkin huomata 150/5-menetelmän ohittaneen 50/1-menetelmän parhaana sijoitusstrategiana jotakuinkin vuosien 2002 ja 2003 vaihteessa. Siitä voidaan myös huomata 200/2-menetelmän pysyneen huonoimpana sijoitusstrategiana käytännössä koko tarkasteluajan.

⁴ Kuvion aikajana ei ole ihan aineistoa vastaava, koska se on luotu Oxmetrics 7 -ohjelmalla, joka olettaa viikossa olevan 5 kauppapäivää, kun taas aineistossa niitä on jonkin verran vähemmän arkipyhien takia. Kuviossa on siis yhtä monta havaintoa kuin aineistossa, mutta edellä mainitusta seikasta johtuen Oxmetrics 7 -ohjelmalla luodussa kuviossa käyrät loppuvat jo ennen vuotta 2014.

Mielenkiintoisinta kuvio 5 tulkinna on yrittää löytää syitä eri sijoitusstrategioiden menestymisen eroille. Lyhyemmät liukuvat keskiarvot pääsevät nopeammin kiinni trendien muutoksiin, mutta niiden tuottavuutta heikentävät isommat transaktiokustannukset useammin syntyvien kauppojen takia. Noin vuoden 2005 lopulta voidaan nähdä (kuvio 5) suhteellisen lyhytaikainen trendin muutos, jonka seurauksena kaikki muut paitsi 50 päivän liukuvan keskiarvon menetelmät tekevät pahasti tappiota. Siinä pidemmän nousukauden jälkeen indeksi tippuu suhteellisen nopeasti joidenkin viikkojen ajan. Pitkän liukuvan keskiarvon menetelmät saavat signaalin vasta vähän ennen kyseisen kuopan pohjaa ja kun liukuvassa keskiarvossa on edelleen lukemia edellisestä noususta, syntyy tappiota sekä indeksin laskiessa että sen kääntyessä uudesta nousuun. Sen sijaan 50 päivän menetelmät ovat riittävän lyhyitä pääsemään osittain kiinni tähän lyhyeen trendin muutokseen ja välttämään isot tappiot.



Kuvio 5. Sijoitusstrategioiden kumulatiiviset log-tuotot koko tarkasteluajalta

Vastaavasti 50 päivän menetelmät saattavat tehdä vastaavan kaltaiset tuplatappiot jonkin vielä lyhyemmän trendin vaihtelun aikana, jolloin niiden signaali vaihtuu vähän

ennen trendin vaihtumista. Näissä tapauksissa pidemmät liukuvan keskiarvon menetelmät kärsivät kyllä pienen tappion indeksin lyhyessä laskussa, mutta välttivät tuplatappion, koska eivät tulkitse primääritrendin muuttuneen. Edellä kuvattuja lyhyiden liukuvan keskiarvon menetelmien tuplatappiota voi syntyä esimerkiksi talouskriisien aiheuttaman suuren volatilitiitin aikaan. Näissä tilanteissa syntyy usein laskutrendiin rekyylejä eli kurssien väliaikaista nousua, minkä lyhyen liukuvan keskiarvon menetelmät saattavat tulkita trendin vaihtumiseksi. Sitten rekyyllin mennessä ohi ne kärsivät lisää tappiota. Kyseisiä tappioita on käytännössä mahdotonta yrittää tunnistaa kuviosta 5. Suuren volatilitiitin aikaan lyhyen liukuvan keskiarvon menetelmät kärsivät myös useampien transaktioiden tuottamisesta transaktiokustannusten myötä.

Kuten kuviosta viisikin voidaan huomata, erilaisten liukuvan keskiarvon menetelmien toimivuus riippuu paljon siitä, miten indeksi milloinkin käyttäytyy. Tällä tarkasteluajalla parhaiten toimi 150/5-menetelmä, vaikka sekään ei tuottanut riskikorjatusti tilastollisesti merkitseviä ylituottoja.

6 POHDINTA

6.1 Keskeiset johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia Suomen osakemarkkinoiden tehokkuutta aikavälillä 4.6.1990 - 21.11.2014. Tehokkaiden markkinoiden heikon ehdon mukaan osakkeiden hinnat heijastavat kaiken aiemman informaation (Fama 1970). Siten aiempaa kurssi-informaatiota hyödyntävillä sijoitusstrategioilla ei pitäisi voida saavuttaa riskikorjattuja tilastollisesti merkitseviä ylituottoja. Tässä tutkimuksessa testattiin markkinatehokkuuden heikkoa ehtoa selvittämällä yhteensä yhdeksän sijoitusstrategian tuotot sekä in että out sample -osuudessa. Mikäli jokin sijoitusstrategioista olisi kyennyt tuottamaan riskikorjatusti tilastollisesti merkitseviä ylituottoja ensin in sample -osuudessa ja sen jälkeen myös out sample -osuudessa, olisi Suomen osakemarkkinoilla ollut viitteitä tehottomuudesta. Koska tutkimuksessa mikään sijoitusstrategioista ei pystynyt tuottamaan riskikorjatusti tilastollisesti merkitseviä ylituottoja sekä in että out sample -osuudessa, ei itse asiassa mikään kummassakaan, jää tutkimuksessa asetettu H_0 -hypoteesi voimaan. Tutkimuksen perusteella siis Suomen osakemarkkinat ovat olleet tehokkaat aikavälillä 4.6.1990 - 21.11.2014.

Tutkimuksen tulokset ovat siten linjassa Pätärin ja Vilskan (2014) tutkimuksen tulosten kanssa, että heidän eivät saaneet indeksin kurssiliikkeisiin perustuvilla yksinkertaisilla liukuvan keskiarvon menetelmillä tilastollisesti merkitseviä ylituottoja. Sen sijaan heidän saavuttamansa ylituotot tulivat, kun he sijoittivat kyseisten menetelmien avulla yksittäisiin OMX25-indeksiin kuuluviin osakkeisiin. Tulokset myös tukevat Milioniksen ja Papanagiotoun (2009) näkemystä siitä, että teknisen analyysin menetelmien teho on heikentynyt viime aikoina. On tosin mahdollista asettaa kyseenalaiseksi se, ovatko ne koskaan kyenneetkään ylituottoihin sillä hyvin pitkällä aineistoilla tutkimuksia tehneet, kuten esimerkiksi Brock ym. (1992), saivat tilastollisesti merkitseviä ylituottoja, mutta

eivät ottaneet transaktiokustannuksia huomioon. He tosin totesivat, etteivät uskoneet ylituottojen olevan tilastollisesti merkitseviä, jos transaktiokustannukset otetaan huomioon. Uudemmissa tutkimuksissa teknisen analyysin menetelmien tuottoja ei yleensä enää tutkita ilman transaktiokustannuksia, vaan ne sisällytetään alusta alkaen tutkimukseen (esim. Milionis & Papaganiotou 2009; Cheung ym. 2011 ja Pätäri & Vilska 2014). Parhaiten Milioniksen ja Papanagiotoun (2009) näkemystä teknisen analyysin menetelmien tehon heikentymisestä tukee Cheungin ym. (2011) tutkimus, jossa he saivat tilastollisesti merkitseviä ylituottoja Hong Kongin pörssissä ennen pörssin yhdistymistä vuonna 1986, mutta eivät sen jälkeen.

Toisaalta voidaan pohtia pitäisikö markkinoiden tehottomuudeksi tulkita jo se, jos joidenkin sijoitusstrategioiden avulla pystytään saavuttamaan tilastollisesti merkitseviä ylituottoja ilman transaktiokustannuksia. Tässä tapauksessahan osakekurssien tulevien liikkeiden voidaan katsoa olevan jossain määrin ennustettavia ja markkinat siten tehottomat, mutta transaktiokustannukset estäisivät tehottomuuden hyödyntämisen ylituottojen saavuttamiseksi. Toisaalta eivät Grossman ja Stiglitzkään (1980) olleet kumoamassa tehokkaiden markkinoiden hypoteesia, vaikka väittivätkin markkinoilla esiintyvän sen verran tehottomuutta, että informoitujen sijoittajien informaation keräämiskustannukset tulevat katetuiksi. Luultavasti tehokkaiden markkinoiden hypoteesia ei ole syytä kumota, mikäli sijoitusstrategioilla ei kyetä tehottomuutta hyödyntämään ylituottojen saavuttamiseksi.

6.2 Tutkimuksen rajoitteet

Tutkimuksen rajoitteita tarkasteltaessa on otettava huomioon sekä tutkimuksen validiteetti että reliabiliteetti, jotka voidaan lisäksi jakaa vielä sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin tai reliabiliteettiin. Validiteetilla tarkoitetaan sitä, missä määrin on onnistuttu mittaamaan juuri sitä mitä pitikin mitata. Sisäisellä validiteetilla tarkoitetaan sitä, vastaavatko mittaukset tutkimuksen teoriaosuudessa esitettyjä käsitteitä. Ulkoisella validiteetilla puolestaan tarkoitetaan sitä, tulkitsevatko myös muut tutkijat

tulokset samalla tavalla. Reliabiliteetti määritellään kyvyksi tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Sisäisellä reliabiliteetilla tarkoitetaan sitä, saadaanko samat tulokset, mikäli mittaukset suoritetaan uudestaan. Ulkoisella reliabiliteetilla puolestaan tarkoitetaan sitä, ovatko tulokset toistettavissa myös muissa tutkimuksissa. Alhainen reliabiliteetti heikentää tutkimuksen validiteettia, mutta reliabiliteetti on riippumaton validiudesta. (Heikkilä 2010, 186 - 187.)

Tutkimuksen validius on pyritty varmistamaan tutustumalla kattavasti sekä aihealueen teoriaan että vastaaviin tutkimuksiin, jotta tutkimuksessa mitattaisiin asioita oikeilla tavoilla. Tutkimuksen reliabelius puolestaan on pyritty varmistamaan tekemällä kaikki empiirisen osuuden vaiheet mahdollisimman huolellisesti ja tarkistamalla kaikkia työn osavaiheita. Tutkimuksen reliabiliteettia voidaan katsoa parantavan myös se, että tutkimuksessa on käytetty julkisesti saatavilla olevia aineistoja. Lisäksi reliabiliteettia on pyritty parantamaan ottamalla selville tutkimukseen valitulle riskimittarille esitettyä kritiikkiä ja tekemällä sen johdosta muiden tutkijoiden esittelemiä korjaustoimenpiteitä (Lo 2002; Pätäri & Vilska 2014).

Tutkimuksen validiteettia merkittävimmin heikentävä tekijä on osingot huomioimattoman indeksin käyttäminen tutkimuksen aineistona. Kyseinen ratkaisu johtui tutkimuksen resurssien rajallisuudesta. Osingot huomioon ottavassa indeksissä sekä osta ja pidä -strategian että liukuvan keskiarvon menetelmien tuotot olisivat isommat osinkomaksujen takia. On vaikeaa arvioida vaikuttaisiko osingot huomioon ottava indeksi positiivisemmin osta ja pidä -strategiaan vai liukuvan keskiarvon menetelmiin.

Toinen tutkimuksen validiteettia heikentävä tekijä on ratkaisu myydä osakkeita lyhyeksi sen sijaan, että myyntisignaalin jälkeen sijoitettaisiin varat riskittömään korkoon kuten useimmissa vastaavissa tutkimuksissa (esim. Brock ym. 1992; Hudson ym. 1996). Validiteettia se heikentää sen takia, että lyhyeksi myynnin korkokuluja on vaikea arvioida luotettavasti (Shiller 2003). Lyhyeksi myynnin käyttämiseen on tutkimuksessa päädytty sen takia, että teknisen analyysin menetelmät pyrkivät

ennustamaan niin markkinoiden nousut kuin laskutkin. Mikäli kurssien laskemista ei pyrittäisi hyödyntämään, voisi ajatella teknisen analyysin menetelmien ennustuksesta puolet menevän hukkaan.

Tutkimuksen reliabiliteettia heikentää eniten suuri manuaalinen työ tutkimuksen empiirisessä osuudessa. Sijoitusstrategioiden tuottojen laskemiseksi excel-taulukkolaskentaohjelmassa piti muodostaa useita kaavoja manuaalisesti, ja siinä on aina inhimillisen virheen riski olemassa. Lisäksi tutkimuksen reliabiliteetin kannalta on huolestuttavaa, että aineistosta löytyi virhe, joka Elinkeinoelämän tutkimuslaitokselta vahvistettiin. Virhe korjattiin, mutta se herättää silti epäilyksen siitä, että aineistossa saattaa olla enemmän virheitä.

6.3 Jatkotutkimusaiheet

Markkinatehokkuutta on paitsi muilla sijoitusstrategioilla myös liukuvan keskiarvon menetelmillä tutkittu erittäin laajalti, joten ei ole helppoa esittää tarpeita jatkotutkimusaiheille. On kuitenkin mainittava, että tutkimuksia ei ole tehty Suomessa, tai muillakaan perifeerisemmillä markkinoilla, lähellekään niin paljon kuin isoilla markkinoilla. Olisi mielenkiintoista saada lisää vastaavia tutkimuksia sekä Suomeen että muille periferisille markkinoille, jotta saataisiin lisätietoa siitä, onko liukuvan keskiarvon menetelmillä parempi mahdollisuus tehdä ylituottoja myös muilla perifeerisillä markkinoilla. Pätärin ja Vilskan (2014) mainitsemasta periferiasyndroomasta johtuen.

Ylipäänsä haluaisin nähdä aiheesta enemmän tutkimuksia, joissa myyntisignaalin jälkeen toteutetaan lyhyeksi myynti sen takia, että teknisen analyysin menetelmien tarkoituksena on pyrkiä ennustamaan sekä nousutrendit että laskutrendit. Koska laskutrendissä on periaatteessa mahdollista tehdä paljon suurempia voittoja myymällä lyhyeksi kuin poistamalla osakemarkkinoilta ja sijoittamalla varat korkoihin, olisi perusteltua tehdä tutkimukset sillä tavalla. Tässä ehtona kuitenkin on se, että lyhyeksi

myynnin korkokulut pystytään määrittämään tarpeeksi tarkasti, jotta tulokset olisivat luotettavia.

LÄHDELUETTELO

Kirjallisuus

- Andrikopoulos, P., Clunie, J. & Siganos, A. 2013. Short-selling constraints and 'quantitative' investment strategies. *The European Journal of Finance*, Vol. 19, 19 - 35.
- Arnold, Glen. 2005. *Corporate Financial Management*. Harlow: Financial Times/Prentice Hall.
- Banerjee, Abhijit V. 1992. A Simple Model of Herd Behavior. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, No. 3, 797 - 817.
- Barberis, N. & Thaler, R. 2002. A Survey of Behavioral Finance. Working Paper 9222. National Bureau of Economic Research.
- Bernard, V. 1992. Stock price reactions to earnings announcements. In R. Thaler, (ed.) *Advances in Behavioral Finance*. New York: Russell Sage Foundation.
- Bessenbinder, Hendrik, Chan, Kalok. 1998. Market Efficiency and the Returns to Technical Analysis. *Financial Management*, Vol. 27, No. 2, 5 - 17.
- Black, Fischer. 1986. Noise. *Journal of Finance*, Vol. 41, No. 3, 529 - 543.
- Box, G. E. P. & Pierce, D. A. 1970. Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 65, 1509 - 1526.
- Brealey, R.A., Myers, S.C. & Allen, F. 2006. *Principles of Corporate Finance*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Brock, William, Lakonishok, Josef & LeBaron, Blake. 1992. Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *Journal of Finance*, Vol. 47, No. 5, 1731 - 1764.
- Chan, L., Jegadeesh, N. & Lakonishok, J. 1996. Momentum strategies. *Journal of Finance*, Vol. 51, 1681 - 1713.
- Cheung, W., Lam, K. S. K. & Yeung, H. 2011. Intertemporal profitability and the stability of technical analysis: evidences from the Hong Kong stock exchange. *Applied Economics*, Vol. 43, No. 15, 1945 - 1963.
- Coleman, A. M. 2009. *Dictionary of Psychology*. Oxford: Oxford University Press.

- Daniel, K., Hirshleifer, D. & Subramanyam, A. 1998. Investor Psychology and Security Market Under- and Overreactions. *Journal of Finance*, Vol. 53, 1839 - 1885.
- D'Avolio, G. 2002. The market for borrowing stock. *Journal of Financial Economics*, Vol. 66, 271 - 306.
- De Bondt, W. F. M. & Thaler, R. 1985. Does the stock market overreact? *Journal of Finance*, Vol. 40, 793 - 805.
- De Bondt, W. F. M. & Thaler, R. 1987. Further evidence on investor overreaction and stock market seasonality. *Journal of Finance*, Vol. 42, 557 - 581.
- De Long, J., Shleifer A., Summers, L. & Waldmann, R. 1990. Positive Feedback Investment Strategies and Destabilizing Rational Speculation. *Journal of Finance*, Vol. 45, 379 - 395.
- Edwards, W. 1968. Conservatism in human information processing. In B. Kleinmütz (ed.), *Formal Representation of Human Judgment*. New York: John Wiley and Sons.
- Eling, M. & Schuhmacher, F. 2007. Does the choice of performance measure influence the evaluation of hedge funds? *Journal of Banking & Finance*, Vol. 31, 2632 - 2647.
- Fama, E. F. 1965. The Behavior of Stock-Market Prices. *The Journal of Business*, Vol. 38, No. 1, 34 - 105.
- Fama, E. F. 1970. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, Vol. 46, No. 2, 383 - 417.
- Fama, E. F. & French, K. 1992. The cross-section of expected stock returns. *Journal of Finance*, Vol. 47, 427 - 465.
- Fama, E. F. & French, K. 2004. The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 18, No. 3, 25 - 46.
- Goodwin, T. H. The Information Ratio. *Financial Analysts Journal*, Vol. 54, No. 4, 34 - 43.
- Grossman, S. & Stiglitz, J. 1980. On the impossibility of informationally efficient markets. *American Economic Review*, Vol. 70, 393 - 408.
- Heikkilä, T. 2010. *Tilastollinen tutkimus*. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Hirschey, M. 1998. How Much Is a Tulip Worth? *Financial Analysts Journal*, Vol. 54, 11 - 17.

- Hudson, Robert, Dempsey, Michael & Keasey, Kevin. 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*, Vol. 20, No 6, 1121 - 1132.
- Ikenberry, D., Lakonishok, J. & Vermaelen, T. 1995. Market underreaction to open market share repurchases. *Journal of Financial Economics*, Vol. 39, 181 - 208.
- Jegadeesh, N. & Titman S. 1993. Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. *Journal of Finance*, Vol. 48, No. 1, 65 - 91.
- Jensen, M. C. 1968. The Performance of Mutual Funds in the Period 1945 - 1964. *The Journal of Finance*, Vol. 23, No. 2, 389 - 416.
- Kasanen, E., Lukka, K. & Siitonen, A. 1991. Konstruktiivinen tutkimusote liiketaloustieteessä. *Liiketaloudellinen aikakauskirja*, 3, 301 - 329.
- Kidd, Deborah. 2011. The Sharpe Ratio and the Information Ratio. *CFA Institute*, Vol. 2011, No. 1, 1 - 4.
- Kihn, John. 2011. *Behavioral finance 101: Cognitive Financial Economics*. CreateSpace.
- LeRoy, Stephen F. & Porter, Richard D, 1981. The Present-Value Relation: Tests Based on Implied Variance Bounds. *Econometrica*, Vol. 49, No. 3, 97 - 113.
- Lo, A. W. 2002. The Statistics of Sharpe Ratio. *Financial Analysts Journal*, Vol. 58, No. 4, 36 - 52.
- Lord, C., Ross, L. & Lepper, M. 1979. Biased assimilation and attitude polarization: The effects of prior theories on subsequently considered evidence. *Journal of Personality and Psychology*, Vol. 37, No. 11, 2098 - 2109.
- McKenzie, Richard B. & Lee, Dwight R. 2006. *Microeconomics for MBAs: The Economic Way of Thinking for Managers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Michaely, R., Thaler, R. H. & Womack, K. L. 1995. Price Reactions to Dividend Initiations and Omissions: Overreaction or Drift? *Journal of Finance*, Vol. 50, No. 2, 573 - 608.
- Milionis, A. E., Papanagiotou, E. 2011. A test of significance of the predictive power of the moving average trading rule of technical analysis based on sensitivity analysis. *Applied Financial Economics*, Vol. 21. No. 6, 421 - 436.
- Neilimo, K. & Näsi, J. 1980. *Nomoteettinen tutkimusote ja suomalainen yrityksen taloustiede: Tutkimus positivismiin soveltamisesta*. Tampereen yliopisto. Yrityksen taloustieteen ja yksityisoikeuden laitoksen julkaisuja. Sarja A 2: Tutkielmia ja raportteja 12.

- Niskanen, J. & Niskanen M. 2010. *Yritysrahoitus*. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Pesaran, M. Hashem, Timmermann, Allan 1995. Predictability of Stock Returns: Robustness and Economic Significance. *The Journal of Finance*, Vol. 50, No. 4, 1201 - 1228.
- Pätäri, E. & Vilska, M. 2014. Performance of moving average trading strategies over varying stock market conditions: the Finnish evidence. *Applied Economics*, Vol. 46, No. 24, 2851 - 2872.
- Pring, M. J. 2002. *Technical Analysis Explained: The Successful investor's guide to spotting trends and turning points*. New York: McGraw-Hill.
- Samuelson, Paul A. 1973. Mathematics of Speculative Price. *SIAM Review*, Vol. 15, No. 1, 1 - 42.
- Sewell, M. 2011. *History of the efficient markets*. Research Note: UCL Department of computer science.
- Sharpe, W. & Alexander, G. 1990. *Investments*. Englewood, NJ: Prentice Hall.
- Shiller, Robert J. 1981. Do Stock Prices Move Too Much to Be Justified by Subsequent Changes in Dividends? *The American Economic Review*, Vol. 71, No. 3, 421 - 436.
- Shiller, Robert J. 2000. *Irrational Exuberance*. Princeton: Princeton University Press.
- Shiller, Robert J. 2003. From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 17, No.1, 83 - 104.
- Shleifer, Andrei & Vishny, Robert W. 1997. The Limits of Arbitrage. *The Journal of Finance*, Vol. 52, No. 1, 35 - 55.
- Shleifer, Andrei 2000. *Inefficient Markets*. Oxford: Oxford University Press.
- Tversky, A. & Kahneman, D. 1974. Judgement under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, Vol. 39, 1124 - 1131.
- Tversky, A. & Kahneman, D. 1979. Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. *Econometrica*, Vol. 47, No. 2, 263 - 291.
- Yule, G. U. 1909. The applications of the method of correlation to social and economic statistics. *Journal of The Royal Statistical Society*, Vol. 72, 721 - 730.

Verkkolähteet

”OMX Helsinki -yleisindeksi”. ETLA:n WWW-sivu.

<<https://www.etla.fi/ennusteet/tietokanta/>> luettu 21.11.2014.

”Riskitön korko”. St. Louis Fed:in WWW-sivu.

<<http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=DTB3,#>> luettu 16.3.2015.

”Sharpe ratio”. Stanfordin yliopiston WWW-sivu.

<<http://web.stanford.edu/~wfs Sharpe/art/sr/sr.htm>> luettu 6.5.2015.

LIITTEET

LIITE 1: In sample -osuuden päivätuotot, keskihajonnat sekä autokorrelaatio- ja tuottojen normaalijakautuneisuustestien tulokset

Means, standard deviations and correlations

The dataset is: new02.in7

The sample is: 1991-03-19 - 2002-06-18 (2936 observations and 10 variables)

Means

sr501	sr502	sr505	sr1501	sr1502	sr1505
0.00066812	0.00053683	0.00024934	0.00026437	0.00040133	0.00064208
sr2001	sr2002	sr2005	srOMXH		
0.00030634	0.00015958	0.00033958	0.00039330		

Standard deviations (using T-1)

sr501	sr502	sr505	sr1501	sr1502	sr1505
0.020293	0.020299	0.020345	0.020349	0.020328	0.020290
sr2001	sr2002	sr2005	srOMXH		
0.020309	0.020349	0.020316	0.020304		

Autocorrelations (ACF) and Portmanteau statistic

The dataset is: new02.in7

The sample is: 1991-03-22 - 2002-06-18 (2936 observations and 10 variables)

sr501 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.058718

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.058718

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 10.126 [0.0015]**$

sr502 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.070429

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.070429

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 14.568 [0.0001]**$

sr505 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.10077

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.10077

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 29.827 [0.0000]**$

sr1501 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.095150

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.095150

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 26.590 [0.0000]**$

sr1502 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.075411

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.075411

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 16.702 [0.0000]**$

sr1505 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.057989

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.057989

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 9.8762 [0.0017]**$

sr2001 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.060206

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.060206

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 10.646 [0.0011]**$

sr2002 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.059098

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.059098

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 10.258 [0.0014]**$

sr2005 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.050658

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.050658

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 7.5369 [0.0060]**$

srOMXH : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.052038

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.052038

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 7.9534 [0.0048]**$

Normality tests and descriptive statistics

The dataset is: new02.in7

The sample is: 1991-03-22 - 2002-06-18 (2933 observations and 10 variables)

Normality test for sr501

Observations 2933
Mean 0.00065756
Std.Devn. 0.020296
Skewness -0.32522
Excess Kurtosis 6.7467
Minimum -0.17439
Maximum 0.17350
Median 0.00089448
Madn 0.014751
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 5614.3 [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 1685.7 [0.0000]**$

Normality test for sr502

Observations 2933
Mean 0.00052614
Std.Devn. 0.020302
Skewness -0.30047
Excess Kurtosis 6.6986
Minimum -0.17439
Maximum 0.17350
Median 0.00072744
Madn 0.014815
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 5527.8 [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 1686.2 [0.0000]**$

Normality test for sr505

Observations 2933
Mean 0.00023835
Std.Devn. 0.020348
Skewness -0.85104
Excess Kurtosis 6.7583
Minimum -0.17439
Maximum 0.085504
Median 0.00071129
Madn 0.014577
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 5935.8 [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 1098.9 [0.0000]**$

Normality test for sr1501

Observations 2933
Mean 0.00025340
Std.Devn. 0.020351
Skewness -0.43645
Excess Kurtosis 6.7370
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00055048
Madn 0.014525
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 5639.8 [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 1590.4 [0.0000]**$

Normality test for sr1502
Observations 2933
Mean 0.00038965
Std.Devn. 0.020331
Skewness -0.37598
Excess Kurtosis 6.7398
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00056826
Madn 0.014523
Asymptotic test: Chi²(2) = 5620.3 [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 1644.3 [0.0000]**

Normality test for sr1505
Observations 2933
Mean 0.00063149
Std.Devn. 0.020293
Skewness -0.32721
Excess Kurtosis 6.7651
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00071474
Madn 0.014509
Asymptotic test: Chi²(2) = 5645.4 [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 1690.6 [0.0000]**

Normality test for sr2001
Observations 2933
Mean 0.00032037
Std.Devn. 0.020310
Skewness -0.41290
Excess Kurtosis 6.7352
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00065052
Madn 0.014487
Asymptotic test: Chi²(2) = 5627.0 [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 1611.2 [0.0000]**

Normality test for sr2002
Observations 2933
Mean 0.00017346
Std.Devn. 0.020350
Skewness -0.41525
Excess Kurtosis 6.6743
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00051757
Madn 0.014653
Asymptotic test: Chi²(2) = 5528.3 [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 1588.6 [0.0000]**

Normality test for sr2005

Observations 2933
Mean 0.00035365
Std.Devn. 0.020318
Skewness -0.42535
Excess Kurtosis 6.7521
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00073655
Madn 0.014477

Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 5660.0 [0.0000]**$

Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 1605.8 [0.0000]**$

Normality test for srOMXH

Observations 2933
Mean 0.00038160
Std.Devn. 0.020307
Skewness -0.40000
Excess Kurtosis 6.7470
Minimum -0.17439
Maximum 0.14538
Median 0.00039352
Madn 0.014817

Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 5641.4 [0.0000]**$

Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 1626.6 [0.0000]**$

LIITE 2: Out sample -osuuden päivätuotot, keskihajonnat sekä autokorrelaatio- ja tuottojen normaalijakautuneisuustestien tulokset

Means, standard deviations and correlations

The dataset is: new03.in7

The sample is: 2003-01-02 - 2014-07-02 (3000 observations and 10 variables)

Means

sr501	sr502	sr505	sr1501	sr1502	sr1505
-0.00015160	-0.00022995	-0.00020374	0.00012625	3.3833e-005	0.00019441
sr2001	sr2002	sr2005	srOMXH		
-0.00016231	-0.00014782	-9.9751e-005	4.4796e-005		

Standard deviations (using T-1)

sr501	sr502	sr505	sr1501	sr1502	sr1505
0.014728	0.014749	0.014733	0.014723	0.014729	0.014718
sr2001	sr2002	sr2005	srOMXH		
0.014758	0.014752	0.014735	0.014710		

Autocorrelations (ACF) and Portmanteau statistic

The dataset is: new03.in7

The sample is: 2003-01-07 - 2014-07-02 (3000 observations and 10 variables)

sr501 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.019769

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.019769

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 1.1728 [0.2788]$

sr502 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.022882

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.022882

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 1.5713 [0.2100]$

sr505 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.030847

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.030847

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 2.8555 [0.0911]$

sr1501 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.020797

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.020797

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 1.2980$ [0.2546]

sr1502 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.019422

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.019422

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 1.1320$ [0.2873]

sr1505 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.013369

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.013369

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 0.53637$ [0.4639]

sr2001 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.044173

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.044173

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 5.8557$ [0.0155]*

sr2002 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.036568

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.036568

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 4.0130$ [0.0452]*

sr2005 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.026239

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.026239

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 2.0662$ [0.1506]

srOMXH : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.013961

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.013961

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 0.58494$ [0.4444]

Normality tests and descriptive statistics

The dataset is: new03.in7

The sample is: 2003-01-07 - 2014-07-02 (2997 observations and 10 variables)

Normality test for sr501

Observations 2997
Mean -0.00013881
Std.Devn. 0.014706
Skewness -0.30219
Excess Kurtosis 4.3118
Minimum -0.092356
Maximum 0.079149
Median -4.7685e-005
Madn 0.011064
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 2367.3 [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 916.67 [0.0000]**$

Normality test for sr502

Observations 2997
Mean -0.00021724
Std.Devn. 0.014727
Skewness -0.35367
Excess Kurtosis 4.4572
Minimum -0.097356
Maximum 0.079149
Median -2.7688e-005
Madn 0.010843
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 2543.4 [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 933.83 [0.0000]**$

Normality test for sr505

Observations 2997
Mean -0.00019100
Std.Devn. 0.014710
Skewness -0.19847
Excess Kurtosis 4.3865
Minimum -0.090829
Maximum 0.092197
Median -5.0164e-005
Madn 0.010864
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 2422.5 [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 985.81 [0.0000]**$

Normality test for sr1501

Observations 2997
Mean 0.00011529
Std.Devn. 0.014705
Skewness -0.30396
Excess Kurtosis 4.3720
Minimum -0.092356
Maximum 0.079149
Median 0.00032177
Madn 0.010770
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 2433.0 [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 934.79 [0.0000]**$

Normality test for sr1502
Observations 2997
Mean 5.5796e-005
Std.Devn. 0.014701
Skewness -0.30727
Excess Kurtosis 4.3490
Minimum -0.092356
Maximum 0.079149
Median 0.00030642
Madn 0.010798
Asymptotic test: Chi²(2) = 2409.0 [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 925.78 [0.0000]**

Normality test for sr1505
Observations 2997
Mean 0.00018186
Std.Devn. 0.014696
Skewness -0.23035
Excess Kurtosis 4.3617
Minimum -0.092356
Maximum 0.079149
Median 0.00036755
Madn 0.010747
Asymptotic test: Chi²(2) = 2402.2 [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 965.66 [0.0000]**

Normality test for sr2001
Observations 2997
Mean -0.00014953
Std.Devn. 0.014735
Skewness -0.31288
Excess Kurtosis 4.3429
Minimum -0.092356
Maximum 0.079149
Median 0.00023668
Madn 0.010804
Asymptotic test: Chi²(2) = 2404.2 [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 920.91 [0.0000]**

Normality test for sr2002
Observations 2997
Mean -0.00013502
Std.Devn. 0.014730
Skewness -0.29974
Excess Kurtosis 4.3332
Minimum -0.092356
Maximum 0.079149
Median 0.00020725
Madn 0.010827
Asymptotic test: Chi²(2) = 2389.6 [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 924.69 [0.0000]**

Normality test for sr2005

Observations 2997
Mean -8.6908e-005
Std.Devn. 0.014713
Skewness -0.25037
Excess Kurtosis 4.3546
Minimum -0.092356
Maximum 0.079149
Median 0.00030041
Madn 0.010804

Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 2399.3 [0.0000]**$

Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 954.95 [0.0000]**$

Normality test for srOMXH

Observations 2997
Mean 3.2091e-005
Std.Devn. 0.014688
Skewness -0.20859
Excess Kurtosis 4.3704
Minimum -0.092356
Maximum 0.088405
Median 0.00041726
Madn 0.010714

Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 2406.9 [0.0000]**$

Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 976.91 [0.0000]**$

LIITE 3: Koko aineiston päivätuotot, keskihajonnat sekä autokorrelaatio- ja tuottojen normaalijakautuneisuustestien tulokset

Means, standard deviations and correlations

The dataset is: new04.in7

The sample is: 1991-03-19 - 2013-12-17 (5936 observations and 10 variables)

Means

sr501	sr502	sr505	sr1501	sr1502	sr1505
0.00025384	0.00014931	2.0358e-005	0.00019457	0.00021560	0.00041583
sr2001	sr2002	sr2005	srOMXH		
6.9490e-005	4.2222e-006	0.00011755	0.00021717		

Standard deviations (using T-1)

sr501	sr502	sr505	sr1501	sr1502	sr1505
0.017704	0.017716	0.017732	0.017728	0.017720	0.017695
sr2001	sr2002	sr2005	srOMXH		
0.017722	0.017742	0.017717	0.017698		

Autocorrelations (ACF) and Portmanteau statistic

The dataset is: new04.in7

The sample is: 1991-03-22 - 2013-12-17 (5936 observations and 10 variables)

sr501 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.045862

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.045862

Portmanteau(1): $\chi^2(1) = 12.488 [0.0004]**$

sr502 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.054470

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.054470

Portmanteau(1): $\chi^2(1) = 17.615 [0.0000]**$

sr505 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.076784

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.076784

Portmanteau(1): $\chi^2(1) = 35.003 [0.0000]**$

sr1501 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.068912

Sample Partial autocorrelation function (PACF):
0.068912

Portmanteau(1): $\chi^2(1) = 28.194 [0.0000]**$

sr1502 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.055686

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.055686

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 18.410 [0.0000]**$

sr1505 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.042786

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.042786

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 10.869 [0.0010]**$

sr2001 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.055011

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.055011

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 17.966 [0.0000]**$

sr2002 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.051553

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.051553

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 15.779 [0.0001]**$

sr2005 : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.042528

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.042528

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 10.738 [0.0010]**$

srOMXH : Sample Autocorrelation function (ACF) from lag 1 to 1:
0.039088

Sample Partial autocorrelation function (PACF):

0.039088

Portmanteau(1): $\text{Chi}^2(1) = 9.0711 [0.0026]**$

Normality tests and descriptive statistics

The dataset is: new04.in7

The sample is: 1991-03-22 - 2013-12-17 (5933 observations and 10 variables)

Normality test for sr501

Observations 5933
Mean 0.00024841
Std.Devn. 0.017704
Skewness -0.31067
Excess Kurtosis 7.0766
Minimum -0.17439
Maximum 0.17350
Median 0.00032177
Madn 0.012683
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 12475. [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 3631.9 [0.0000]**$

Normality test for sr502

Observations 5933
Mean 0.00014383
Std.Devn. 0.017716
Skewness -0.30859
Excess Kurtosis 7.0678
Minimum -0.17439
Maximum 0.17350
Median 0.00023923
Madn 0.012543
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 12443. [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 3628.7 [0.0000]**$

Normality test for sr505

Observations 5933
Mean 1.4810e-005
Std.Devn. 0.017733
Skewness -0.68348
Excess Kurtosis 7.1108
Minimum -0.17439
Maximum 0.092197
Median 0.00018058
Madn 0.012524
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 12962. [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 2863.6 [0.0000]**$

Normality test for sr1501

Observations 5933
Mean 0.00018911
Std.Devn. 0.017729
Skewness -0.40912
Excess Kurtosis 7.1225
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00041168
Madn 0.012518
Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 12706. [0.0000]**$
Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 3503.2 [0.0000]**$

Normality test for sr1502
Observations 5933
Mean 0.00020973
Std.Devn. 0.017721
Skewness -0.36294
Excess Kurtosis 7.1051
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00041168
Madn 0.012521
Asymptotic test: Chi²(2) = 12610. [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 3571.6 [0.0000]**

Normality test for sr1505
Observations 5933
Mean 0.00041048
Std.Devn. 0.017695
Skewness -0.29679
Excess Kurtosis 7.1193
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00053242
Madn 0.012490
Asymptotic test: Chi²(2) = 12617. [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 3681.2 [0.0000]**

Normality test for sr2001
Observations 5933
Mean 7.6307e-005
Std.Devn. 0.017722
Skewness -0.38773
Excess Kurtosis 7.0723
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00042313
Madn 0.012483
Asymptotic test: Chi²(2) = 12513. [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 3506.8 [0.0000]**

Normality test for sr2002
Observations 5933
Mean 1.1006e-005
Std.Devn. 0.017742
Skewness -0.39027
Excess Kurtosis 7.0395
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00035977
Madn 0.012496
Asymptotic test: Chi²(2) = 12401. [0.0000]**
Normality test: Chi²(2) = 3479.8 [0.0000]**

Normality test for sr2005

Observations 5933
Mean 0.00012439
Std.Devn. 0.017717
Skewness -0.37993
Excess Kurtosis 7.1026
Minimum -0.17428
Maximum 0.17392
Median 0.00049192
Madn 0.012477

Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 12614. [0.0000]**$

Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 3541.3 [0.0000]**$

Normality test for srOMXH

Observations 5933
Mean 0.00021130
Std.Devn. 0.017699
Skewness -0.34763
Excess Kurtosis 7.1148
Minimum -0.17439
Maximum 0.14538
Median 0.00041105
Madn 0.012554

Asymptotic test: $\text{Chi}^2(2) = 12633. [0.0000]**$

Normality test: $\text{Chi}^2(2) = 3603.1 [0.0000]**$

LIITE 4: Ote tuottojen laskemiseen käytetystä excel-taulukosta

erot50/5	pos50/5	tuot50/5	trans	shcost50/5	wkulut50/5	kumu50/5
9,9822	L	0,001639	0	0	0,001639	0,001721
6,221	L	-0,00313	0	0	-0,00313	-0,00141
4,511	L	-0,00619	0	0	-0,00619	-0,0076
-0,699	L	-0,00895	0	0	-0,00895	-0,01655
-8,719	S	0,010807	0,005	0,000266	0,00554	-0,01101
-13,109	S	-0,02049	0	0,000266	-0,02075	-0,03176
-17,415	S	0,003309	0	0,000266	0,003043	-0,02872
-20,839	S	0,003043	0	0,000265	0,002778	-0,02594
-23,483	S	0,007881	0	0,000266	0,007615	-0,01833
-25,539	S	0,01001	0	0,000264	0,009745	-0,00858
-33,913	S	0,010491	0	0,000263	0,010229	0,001645
-43,0698	S	0,009125	0	0,000263	0,008862	0,010508
-50,6138	S	-0,00541	0	0,000264	-0,00568	0,004831
-58,4598	S	0,010738	0	0,000266	0,010472	0,015303
-63,7938	S	-0,00183	0	0,000265	-0,00209	0,013208
-63,0618	S	-0,01897	0	0,000263	-0,01923	-0,00602
-56,2038	S	-0,01759	0	0,000263	-0,01786	-0,02388
-49,4118	S	-0,00352	0	0,000263	-0,00378	-0,02766
-41,9938	S	0,007795	0	0,000263	0,007533	-0,02013
-34,6458	S	-0,00353	0	0,000264	-0,0038	-0,02392
-31,5998	S	0,001951	0	0,000264	0,001687	-0,02224
-30,3974	S	-0,00666	0	0,000268	-0,00692	-0,02916