

LAPPEENRANNAN-LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

School of Engineering Science

Laskennallisen tekniikan koulutusohjelma

Kandidaatintyö

*Antti Okkonen*

**EMH-teorian testaaminen Yhdysvaltojen pörssimarkkinoilla S&P 500 -yritysten keskuudessa**

Ohjaaja: Tutkijaopettaja, TkT Matylda Jabłońska-Sabuka

Tarkastajat: Tutkijaopettaja, TkT Matylda Jabłońska-Sabuka

Tutkijaopettaja, TkT Virpi Junttila

## **TIIVISTELMÄ**

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto

School of Engineering Science

Laskennallisen tekniikan ja analytiikan koulutusohjelma

Antti Okkonen

### **EMH-teorian testaaminen Yhdysvaltojen pörssimarkkinoilla S&P 500 -yritysten keskuudessa**

Kandidaatintyö

2020

36 sivua, 8 kuvaa, 1 taulukkoa

Ohjaaja: Tutkijaopettaja, TkT Matylda Jabłońska-Sabuka

Tarkastajat: Tutkijaopettaja, TkT Matylda Jabłońska-Sabuka

Tutkijaopettaja, TkT Virpi Junttila

Avainsanat: EMH; Efficient-market hypothesis; Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi; Stock market; Pörssi; NASDAQ; NYSE; S&P 500;

Pörssit ovat organisoituja, julkisia kauppapaikkoja, joissa käydään kauppaa muun muassa osakkeista, raaka-aineista ja valuutoista. New York Stock Exchange (NYSE) ja NASDAQ ovat kaksi maailman suurinta pörssiä, joissa käydään kauppaa yhteenlaskettuna lähes 500 miljardin dollarin edestä päivittäin. Pörssimarkkinoilla osakkeiden hintojen uskotaan noudattavan satunnaiskulkua. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi on jakanut rahoitustieteilijöitä läpi historian kahteen eri koulukuntaan. Teoriasta on historian saatossa tehty paljon tutkimuksia ja on olemassakin paljon tutkimustuloksia, jotka puhuvat teorian puolesta ja paljon tutkimuksia, jotka puhuvat sitä vastaan.

Kandidaatintyön tavoitteena oli luoda algoritmi, jolla pystytään tutkimaan esiintyykö S&P 500 -yritysten keskuudessa tehokkaiden markkinoiden hypoteesille keskeisiä asioita. Työssä on ollut käytössä dataa esimerkiksi NYSE:n ja NASDAQ:n pörssiin listatuista yrityksistä.

Työssä saatujen tulosten mukaan S&P 500 -yritysten keskuudessa tehokkaiden markkinoiden hypoteesi ei toteudu täysimääräisesti. Syitä tähän voi olla monia. On epätodennäköistä, etteikö tehokkaita markkinoita esiinny S&P 500 -yritysten keskuudessa edes jollain tasolla.

# Sisältö

<b>Symboli- ja lyhenneluettelo</b>	<b>5</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
1.1 Tausta . . . . .	6
1.2 Tavoitteet ja rajaus . . . . .	6
1.3 Työn hypoteesi . . . . .	7
1.4 Työn rakenne . . . . .	8
<b>2 KIRJALLISUUSKATSAUS</b>	<b>9</b>
2.1 Todisteita EMH-teorian puolesta . . . . .	9
2.1.1 Heikon infromaation markkinat . . . . .	9
2.1.2 Keskivahvan informaation markkinat . . . . .	10
2.1.3 Vahvan informaation markkinat . . . . .	12
2.2 Todisteita EMH-teoriaa vastaan . . . . .	12
2.2.1 Heikon infromaation markkinat . . . . .	12
2.2.2 Keskivahvan informaation markkinat . . . . .	13
2.2.3 Vahvan informaation markkinat . . . . .	14
2.3 Anomaliat pörssimarkkinoilla . . . . .	15
2.3.1 Yrityskokoanomalia ( <i>The size effect</i> ) . . . . .	15
2.3.2 Tammikuuilmiö ( <i>The turn-of-the-year effect</i> ) . . . . .	16
2.3.3 Viikonloppuilmiö ( <i>The weekend effect</i> ) . . . . .	16
2.3.4 P/E-anomalia ( <i>The value effect</i> ) . . . . .	16
2.3.5 Momentum-ilmiö . . . . .	17

<b>3</b>	<b>TEORIA</b>	<b>18</b>
3.1	Satunnaiskulku (Random Walk) . . . . .	18
3.2	Tehokkaat markkinat (Market Efficiency) . . . . .	18
3.3	EMH-teorian saama kritiikki . . . . .	19
<b>4</b>	<b>AINEISTO &amp; OHJELMISTO</b>	<b>20</b>
4.1	Aineisto . . . . .	20
4.2	Ohjelmisto . . . . .	22
<b>5</b>	<b>MARKKINATEHOKKUUDEN MITTAAMINEN</b>	<b>23</b>
5.1	Alpha ( $\alpha$ ) . . . . .	23
5.2	Sharpe ratio (Sharpen luku) . . . . .	23
5.3	Adjusted Market Inefficiency Magnitude . . . . .	24
<b>6</b>	<b>ALGORITMI</b>	<b>27</b>
6.1	Algoritmin tavoitteet . . . . .	27
6.2	Algoritmin toiminta . . . . .	27
<b>7</b>	<b>TULOSTEN ANALYSOINTI</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>33</b>
	<b>LÄHTEET</b>	<b>34</b>
	<b>Kuvat</b>	<b>37</b>
	<b>Taulukot</b>	<b>37</b>

## **Symboli- ja lyhenneluettelo**

EMH	Efficient-Market Hypothesis
NYSE	New York Stock Exchange
NASDAQ	The Nasdaq Stock Market
S&P 500 -indeksi	Standard & Poor's 500 index
DJIA	Dow-Jones Industrial Average
DW-testi	Durbin-Watson Test
AMEX	American Stock Exchange
CAP-malli	Capital Asset Pricing Model
P/E	Price to Earnings
EPS	Earnings Per Share

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Pörssit ovat organisoituja, julkisia kauppapaikkoja, joissa ollaan käyty kauppaa muun muassa osakkeista, raaka-aineista ja valuutoista vuosisatojen ajan. Ensimmäisessä pörssissä alkoi kaupankäynti vuonna 1602 ja nykyään maailman 16 suurimmassa pörssissä käydään kauppaa päivittäin yli biljoonan dollarin edestä.

Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi on jo vuosikymmeniä sitten laajalti hyväksytty aate talousekonomistien keskuudessa. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin (*Efficient-market hypothesis, EMH*) mukaan pörssistä ostettavien osakkeiden hinnoissa heijastuu kaikki yrityksistä saatavilla oleva tieto reaaliaikaisesti.

EMH-teoria pohjautuu markkinoiden matemaattiseen malliin nimeltään satunnaiskulku (*random walk*), joka on yleisesti ja löyhästi käytetty termi talouskirjallisuudessa. Satunnaiskullulla kuvataan hintasarjojen satunnaista vaihtelua, jossa edelliset hinnanmuutokset eivät heijastu enää tuleviin hinnanmuutoksiin. Tämän ajatuksen ideana on siis se, että kaikki tieto välittyy osakkeen hintaan heti, eikä esimerkiksi seuraavana päivänä, jolloin jo uutta tietoa on saatavilla. Uuden tiedon laadusta ei voida koskaan tietää, jolloin tuloksena olevat hinnanmuutokset ovat ennakoimattomia ja satunnaisia, aivan kuten satunnaiskulku. (Malkiel 2003)

EMH-teorian informaation tasot jaetaan yleisesti kolmeen alakategoriaan: heikko (*weak*), keskivahva (*semi-strong*) ja vahva (*strong*). Heikon informaation markkinoilla on ainoastaan saatavilla historiallista informaatiota, kuten kurssikäyttäytymistä ja kaupankäyntivolyymiä. Keskivahvoilla markkinoilla on saatavilla kaikkea julkisesti vapaana olevaa tietoa, yhdessä heikon informaation markkinoilla olevien tietojen kanssa. Vahvan informaation markkinoilla on saatavilla kaiken edellä mainitun tiedon lisäksi myös tietoa, jota ei ole yleisesti saatavilla (sisäpiiritieto). (Jensen 1978)

## 1.2 Tavoitteet ja rajaus

Työn tavoitteena on tutkia EMH-teoriaa Yhdysvaltojen kahdessa suurimmassa pörssissä, jotka ovat New York Stock Exchange (NYSE) ja The Nasdaq Stock Market (NASDAQ). Kyseiset pörssit ovat markkina-arvoiltaan, sekä kuukausittaisilla myyntivolyymeilla mitattuna kaksi maailman suurinta pörssiä.

Kandidaatintyön tavoitteena on selvittää, käyttäytyvätkö yritysten pörssikurssit Yhdysvaltojen kahdessa suurimmassa pörssissä tehokkaiden markkinoiden tavoin. Markkinoiden käyttäytymistä tutkitaan tarkastelemalla historiallista dataa NYSE:n ja NASDAQin pörssissä olevista yrityksistä. Kyseistä dataa on vuodesta 1994 vuoteen 2019.

Kandidaatintyö rajataan käyttämällä Standard & Poor's 500 -indeksiä (S&P 500 -indeksi), johon on listattu noin 500 Yhdysvaltojen suurinta yritystä. Päästäkseen listaukseen, tulee yritysten täyttää tiettyjä kriteereitä. Yrityksen tulee olla yhdysvaltalainen, julkisen pääoman tulee olla vähintään 50% liikkeellä olevista osakkeista ja yrityksellä tulee olla positiivinen tulos viimeiseltä vuosineljännekseltä, sekä yhteenlaskettuna positiivinen tulos viimeiseltä vuodelta.

S&P 500 -listauksessa kyseisellä ajanhetkellä olevat yritykset jaotellaan parhaimpaan 250 yritykseen (top 250) ja huonoimpaan 250 yritykseen (bottom 250) laskemalla jokaiselle yritykselle ylituotto (*excess return*) edellisen neljännesvuoden, kvartaalin ajanjaksolta. S&P 500 -listauksessa olevat yritykset vaihtelevat kuukausittain. Tarkoituksena on luoda kaksi osakesalkkua, joista toinen koostuu noin 250 parhaiten pärjänneestä yrityksestä ja toinen koostuu loppuista noin 250 yrityksestä. Osakesalkkujen yrityksiä ja sijoituksia muokataan kvartaaleittain sen mukaan, miten yritykset ovat pärjänneet edellisen kvartaalin aikana.

Kun lopputulokset työstä on saatu, analysoidaan, kuinka tehokkaat tai tehottomat markkinat ovat kyseisen datan perusteella ja mitkä mahdolliset asiat ovat vaikuttaneet kyseiseen tulokseen. Tavoitteena on saada kattava, johdonmukainen ja ymmärrettävä selitys, niin muuttujille, jotka vaikuttavat tulokseen, kuin myös itse tulokselle. Tarkoituksena on myös kriittisesti tutkia tulosten paikkaansapitävyyttä ja mahdollisia syitä sille, miksi tulosta ei voida pitää täysin luotettavana.

### 1.3 Työn hypoteesi

Tämän kandidaatintyön hypoteesina on se, että NYSE:n ja NASDAQin pörsseistä koostuvassa S&P 500 -listauksessa olevat yritykset noudattavat tehokkaiden markkinoiden hypoteesia. Jos näin tulee olemaan, kummankin osakesalkun tuoton tulisi olla suuruusluokaltaan yhtä suurta työssä tarkasteltavan ajanjakson jälkeen. Jos osakesalkkujen tuotoissa on isoja eroja tarkasteltavan ajanjakson jälkeen, hypoteesi voidaan hylätä ja pystytään toteamaan, että Yhdysvaltojen markkinat eivät ainakaan S&P 500 -listauksessa olevien yritysten toimesta noudata tehokkaita markkinoita oletetulla tavalla. Edellä mainittu tulos ei kuitenkaan kokonaan poistaisi pohjaa tehokkaiden markkinoiden hypoteesilta.

## 1.4 Työn rakenne

Luvussa 2 syvennyttään EMH-teoriaan ja käydään läpi aiheesta jo tutkittuja tutkimuksia ja niiden päätelmiä. Kirjallisuuskatsaus kappaleessa pohditaan EMH-teoriaa heikon, keskivahvan ja vahvan informaation markkinoilla. Kirjallisuuskatsaus osiossa on pyritty löytämään tutkimustuloksia molemmista näkökulmista, puolesta ja vastaan EMH-teoriaa. Näiden avulla pyritään saamaan laaja kokonaiskuva siitä, mitkä asiat vaikuttavat EMH-teorian esiintymiseen pörssimarkkinoilla ja mitkä asiat tulevat esiin kun EMH-teoriaa ei esiinny markkinoilla niin paljon kun ollaan kuviteltu.

Luvussa 3 keskityttään EMH-teoriaan ja siihen liittyviin muihin teorioihin sekä niiden historiaan ja syntyyn. Luvussa käydään läpi myös tehokkaiden markkinoiden periaatteita ja havainnollistetaan EMH-teoriaa enemmän. Lisäksi, kappaleessa kootaan kirjallisuuskatsauksen tuloksia, sekä kerrotaan EMH-teorian saamasta kritiikistä rahoitustieteilijöiden keskuudessa.

Tämän jälkeen kappaleessa 4 käydään läpi työssä käytetty aineisto ja ohjelmisto, sekä esitetään, mitä kaikkea raaka-datalle on täytynyt tehdä, jotta saadaan oikeanlaisia tuloksia tehtyä tehokkaasti. Tämän jälkeen luvussa 5 kerrotaan tapoja, joilla voidaan mitata markkina-tehokkuutta pörssimarkkinoilla. Tässä kappaleessa on annettu laskukaavoja, sekä selitykset kullekin laskutavalle.

Luvussa 6 käydään läpi työhön rakennettu algoritmi, jolla käydään läpi ajanjaksolta oleva data. Samalla kerrotaan algoritmin tavoitteet työn kannalta. Luvussa 6 selitetään myös algoritmin toiminta suullisesti, sekä kuvan avulla, jossa on kuvattu työssä käytetty algoritmi pseudokielellä. Tämän on tarkoitus antaa lukijalle selkeä kuva siitä mitä dataa on työssä käytetty ja miten se on saatu hyödynnettyä tehokkaasti algoritmin käytettäväksi.

Luvussa 7 käsitellään algoritmista saatuja tuloksia ja etsitään syitä siihen miksi tulos on juuri sellainen kuin on. Tässä hyödynnetään luvussa 2 ja 3 saatuja tietoja. Luvun 7 avulla on tarkoitus saada selkeä kokonaiskuva tuloksista ja siihen vaikuttavista asioista. Luvussa 8 kootaan työssä saadut tulokset yhdeksi tiiviiksi paketiksi selityksineen.



## 2 KIRJALLISUUSKATSAUS

Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi on laajalti tutkittu aihe taloustieteessä. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi on kuitenkin teoriana jakanut laajalti mielipiteitä, ja siitä löytyykin paljon tutkimuksia, jotka puoltavat teoriaa, sekä tutkimuksia, joiden tulokset eivät ole linjassa teorian kanssa.

### 2.1 Todisteita EMH-teorian puolesta

#### 2.1.1 Heikon informaation markkinat

Heikon informaation markkinoilla tarkoitetaan tilannetta, jossa arvopaperin tai osakkeen hintaan heijastuu ainoastaan historiallista tietoa. Tämän mukaan siis kurssien käyttäytymistä ei voida ennustaa tarkastelemalla historiallista tietoa, koska historiallinen tieto on jo kokonaisuudessaan ja täysimääräisesti heijastunut osakkeen tai arvopaperin hintaan. Tästä johtuen sijoittaja ei voi ”voittaa” markkinoita, koska mahdolliselle arvonnousulle ei ole pohjaa. (Leković 2018)

Karkeasti sanottuna voidaan todeta, että jos korrelaatiokerroin ( $b$ ) on nolla ( $b = 0$ ) kahden tarkasteltavan ajanjakson välillä, niiden välillä ei ole korrelaatiota. Tämä siis tarkoittaa sitä, ettei edeltävän ajanjakson tulos vaikuta toisen ajanjakson tulokseen. Tähän myös perustuu heikon informaation markkinoiden teoria (*Weak-form EMH theory*).

Aiheesta on tehty useita tutkimuksia, joista monet vahvistavat heikon mallin EMH-teoriaa. Yksi tällaisista testeistä on Waldin–Wolfowitzin runs-testi (tunnetaan myös nimellä runs-testi) Leković (2018). Kyseisen testin avulla tarkastellaan arvopaperien kurssikehitysten suuntia. Jos arvopaperin kurssi paranee ajanjaksolla (esim. viikon ajanjaksolla), se merkitään arvolla ”+”. Jos arvopaperin kurssi heikkenee, ajanjakson tulokseksi merkitään ”-” ja jos kurssi pysyy samana, arvoksi annetaan ”0”. Kyseinen tehtävä suoritetaan koko ajanjaksolle ja lopputulos voi näyttää esimerkiksi tältä: ”- + - - - + + - + + - + - +”. Mikäli ketjun arvot muuttuvat vaihtelevasti negatiivisesta positiiviseen, aivan kuten esimerkki-ketjun lopussa, kutsutaan tällaista sarjaa ”juoksuksi” (*run*). Kyseisessä ketjussa on kaksi juoksua. Mikäli ketjussa esiintyy pitkiä sarjoja, joissa arvot pysyvät samoina, kertoo se siitä, että juoksuja on vähemmän ja ajanjaksojen välillä esiintyy positiivista korrelaatiota ( $b > 0$ ). Jos taas samanarvoisina arvoina pysyvät sarjat ovat lyhyempiä tutkittavassa ketjussa, juoksuja on enemmän ja ajanjaksojen välillä esiintyy negatiivista korrelaatiota ( $b < 0$ ). Testin tulkinnaassa tulee kuitenkin huomioda se, että mikäli juoksujen määrä eroaa selvästi tarkasteltavan

ajanjakson tulosten oletetusta lukumäärästä, voidaan todeta että aikasarjojen välillä on korrelaatioita. Tätä testiä ovat tutkimuksissaan käyttäneet hyödyksi esimerkiksi Fama (1965) ja Borges (2008).

Fama (1965) testasi kokeessaan testiä Dow-Jones Industrial Average - pörssin (DJIA) 30 osakkeella. Kun yhden ajanjakson pituutena oli yksi päivä, kokeessa havaittiin ainoastaan eroja odotettujen juoksujen ja toteutuneiden juoksujen lukumäärässä. Korrelaatiota havaittiin ajanjaksojen välillä ainoastaan tässä tilanteessa. Muissa tapauksissa (ajanjaksojen pituuksien ollessa 4 päivää, 9 päivää ja 16 päivää) ei havaittu korrelaatioita ajanjaksojen välissä. Tämän testin tulos siis vahvistaa heikon tason EMH-teorian esiintymisen kyseisillä markkinoilla. (Leković 2018)

Borges (2008) tutkimukset osoittivat samanlaisia tuloksia Ison-Britannian, Espanjan, Ranskan ja Saksan markkinoilla vuosina 1993-2007. Heikon tason EMH-teoriaa tukeviin tuloksiin hän ei kuitenkaan päässyt Portugalin ja Kreikan markkinoilla.

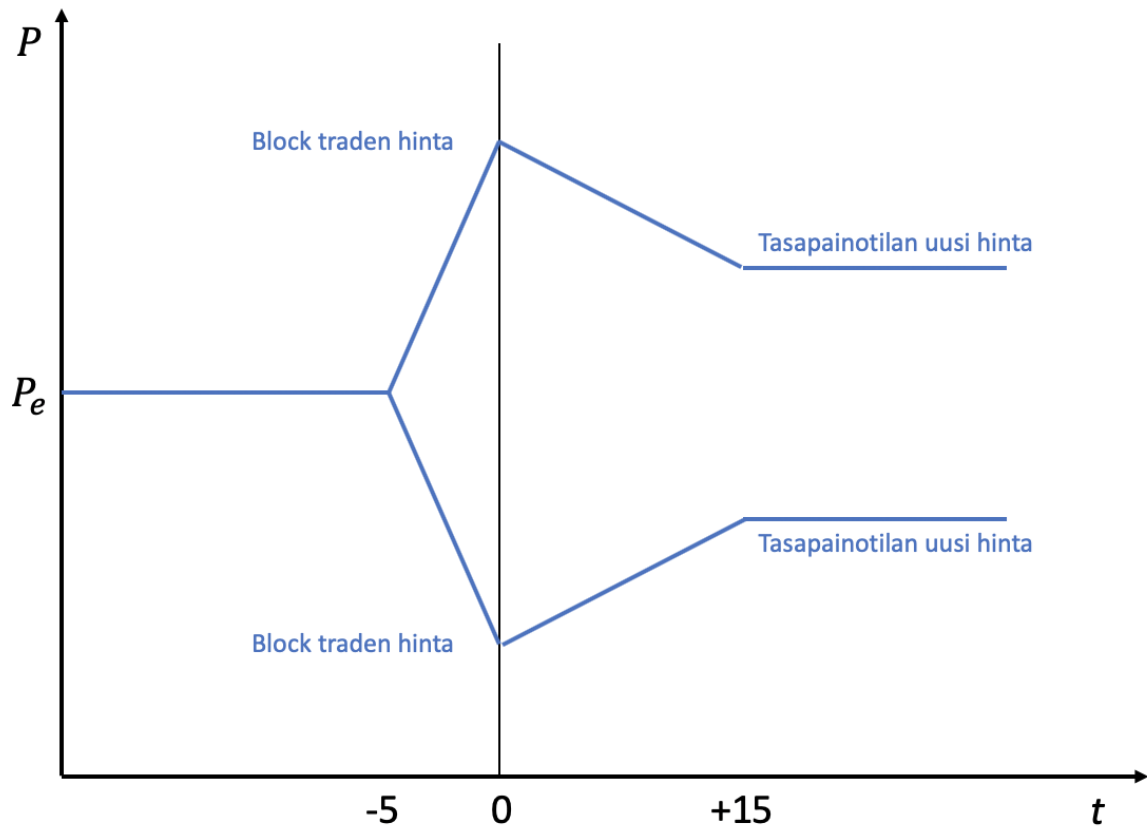
### **2.1.2 Keskivahvan informaation markkinat**

Keskivahvoilla markkinoilla EMH-teorian testaus pohjautuu siihen, milloin arvopaperin kurssissa on havaittavissa muutoksia. Tapahtuvatko muutokset ennen tärkeän informaation julkaisua, heti informaation julkaisun jälkeen, vai vasta tietyn ajan kuluttua informaation julkaisusta. Tällaisia tärkeitä informaatioita (uutisia) voivat olla esimerkiksi listautumisanti (*initial public offering, IPO*), yritysostot, muutos diskonttokorossa, osakejako ja yrityksen tilinpäätöksen julkaiseminen.

Blake (1999) tutkimuksen mukaan yrityksen positiivisesta kurssikehityksestä 90% tapahtuu 12 kuukautta ennen kuin yritys on julkaissut positiivisen tilinpäätöksen ja ainoastaan 10% seuraavan 6 kuukauden aikana. Tutkimuksessa havaittiin samanlaista kurssikäyttäytymistä päinvastaisen suuntaan negatiivisten informaatioiden kanssa. Tämä siis tarkoittaa, että keskivahvan markkinan EMH-teoria pitää tältä osin paikkaansa, koska yritysten kurssi osaa ”tarkasti ennustaa” tulevan uutisen ”vaatiman” uuden kurssitason.

Kun on tutkittu EMH-teorian toteutumista keskivahvoilla markkinoilla, tutkijat ovat tutkimuksissaan testanneet kuinka niin sanottu ”block trade” vaikuttaa arvopapereiden hintojen kehitykseen Blake (1999). Block tradella tarkoitetaan suurta kertaostosta markkinoilla, joka on tyypillisesti 10 000 kappaletta osakkeita ja yhteisarvoltaan yli 200 000\$. Kuvasta 1 nähdään, että tällainen block trade myynti johtaa yleisesti arvopaperin hinnan laskemiseen, synnyttäen arvopaperin hinnalle niin kutsutun uuden tasapainotilan. Tutkimukset ovat kui-

tenkin osoittaneet, että jos markkinat yliireagoivat informaatioon uuden block trade -kaupan synnystä, arvopaperin hinta tulee laskemaan alle uuden tasapainotilan. Tästä seuraa vastakkaiseen suuntaan tapahtuva korjausliike.



**Kuva 1.** Block traden vaikutus arvopaperin hintaan. X-akseli kuvaa aikaa minuuteissa. Negatiiviset arvot kuvaavat aikaa ennen block trade -kaupan toteutumista ja positiiviset arvot aikaa sen jälkeen.

Toisaalta, suuren arvopaperimäärän kerralla ostaminen voi johtaa myös markkinoiden yliireagointiin ja sen jälkeiseen korjausliikkeeseen, joka nähdään kuvan 1 kuvaajassa. Tällaisessa tapauksessa sijoittajat huomaavat potentiaalisen keskiarvoa suurempaan tuottoon lyhytaikaisen myynnin avulla. Arvopaperit myydään suuremmalla blokkihinnalla, jonka jälkeen sijoittajat ostavat arvopaperit takaisin kun niiden hinta on laskenut uuteen tasapaino hintaan (*cover shorts*). Tätä ketjua kutsutaan lyhyeksi myynniksi (*short selling*). Blake (1999) tutkimuksen mukaan hintojen korjausliike kestää ainoastaan 15 minuuttia, mikä kertoo kuinka nopeasti markkinat reagoivat uuteen informaatioon. Finanssimarkkinat ovat siis keskivahvoilla markkinoilla tämän tutkimuksen mukaan tehokkaat, koska sijoittajilla on ainoastaan muutamia minutteja aikaa saavuttaa keskiarvoa suurempia tuottoja markkinoilla sen jälkeen kun block trade -kaupasta on ilmoitettu. (Leković 2018)

### 2.1.3 Vahvan informaation markkinat

Vahvan informaation markkinoilla tarkoitetaan markkinoita, jossa yrityksen pörssikurssiin heijastuu kaikki saatavilla oleva informaatio (historiallinen tieto, julkinen tieto ja sisäpiiritieto) välittömästi. Tällöin yliluonnollisen suurta tuottoa tuottavan arvopaperin löytäminen pörssi-markkinoilta on sattumanvaraista.

Vahvan informaation markkinoilla EMH-teorian toimivuutta testataan sillä, pystytäänkö sisäpiiritiedon avulla saamaan markkinoilla yliluonnollisia tuottoja (*Test for private information*). Monissa tutkimuksissa on havaittu, että sisäpiiritieto mahdollistaa saavuttamaan markkinoilla yliluonnollisia tuottoja. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että näissä tutkimuksissa saadut tulokset perustuvat laittomaan sisäpiiritiedon hyödyntämiseen, mikä selvästi vähentää tuloksen merkitsevyyttä. (Leković 2018)

EMH-teorian esiintymistä vahvan informaation markkinoilla on tutkittu seuraamalla sijoitusrahastojen (*mutual funds*) suoriutumista ja sitä, kuinka yhteisösijoittajien (*institutional investors*) keräämä tieto vaikuttaa niiden tuottoihin. Yhteisösijoittajat sijoittavat tietoa, aikaa ja rahaa kerätäkseen mahdollisimman paljon tietoa yrityksistä ja niiden suoriutumisesta markkinoilla. Kerättävä tieto ei ole julkista tietoa, mutta se ei ole lainvastaista sisäpiiritietoa. Useissa tutkimuksissa on havaittu, ettei kyseisen tiedon avulla ole mahdollista saada markkinoilla yliluonnollisen suurta tuottoa. Tämä on monien mukaan vahva merkki EMH-teorian esiintymisestä vahvan informaation markkinoilla. (Leković 2018)

## 2.2 Todisteita EMH-teoriaa vastaan

### 2.2.1 Heikon informaation markkinat

Mikäli korrelaatiokerroin kahden tarkasteltavan ajanjakson välillä on erisuurta kuin nolla ( $b \neq 0$ ), kahden tarkasteltavan ajanjakson välillä on havaittavissa korrelaatiota. Tästä johtuen voidaan havaita, että ainakin jossain määrin edellisen ajanjakson perusteella olisi mahdollista ennustaa myös tulevaa ajanjaksoa.

Mikäli korrelaatiokerroin on suurempaa kuin nolla ( $b > 0$ ), indikoi tulos sitä, että edellisen ajanjakson tulos, joko positiivinen tai negatiivinen tulee toistumaan seuraavassa ajanjaksossa. Tätä kutsutaan niin sanotuksi hitausvaikutukseksi (*inertia effect*). Jos taas korrelaatiokerroin on pienempää kuin nolla ( $b < 0$ ), indikoi se sitä, että positiivista tulosta edellisessä ajanjaksossa tulee seuraavan negatiivinen tulos ja päinvastoin. Tätä käänteistä ilmiötä kutsutaan

puolestaan käänteiseksi ilmiöksi (*reversal effect*). (Leković 2018)

Useat tutkimukset tarjoavat empiirisiä todisteita siitä, että hitausvaikutusta ja käänteistä ilmiötä esiintyy markkinoilla, minkä seurauksena arvopaperien tarjoamat tuotot ovat ennustettavissa. Useat tutkijat ovat löytäneet korrelaatiota ajanjaksojen välillä. Esimerkiksi Lo et al. (1988) havaitsivat tutkimuksessaan, että positiivista korrelaatiota ( $b > 0$ ) esiintyi ajanjaksojen tuottojen välillä, kun ajanjaksojen pituudet olivat viikko ja kuukausi. Jegadeesh (1990) tutkimukset tukevat havaintoja positiivisesta korrelaatiosta, mutta ainostaan silloin kuin ajanjaksojen pituudet ovat suuria. Lyhyemmillä ajanjaksoilla Jegadeesh (1990) tutkimuksessa havaitaan negatiivista korrelaatiota ( $b < 0$ ) arvopaperien tuotoissa. (Leković 2018)

Nisar et al. (2012) tutkivat niin ikään korrelaation esiintymistä markkinoilla ajanjaksojen välillä. Tutkimuksissa käytettiin Durbin-Watson testiä (DW-testi), joissa havaittiin positiivista korrelaatiota päivittäisten, viikottaisten ja kuukausittaisten ajanjaksojen välillä Etelä-Aasian neljällä suurimmalla pääomamarkkinalla. Markkinoilla on myös havaittu useammasa tutkimuksessa negatiivista korrelaatiota. Se todistaa osaltaan, että myös käänteistä ilmiötä esiintyy arvopaperimarkkinoilla.

EMH-teorian toimivuutta on testattu myös niin kutsutulla ”filter rule” testillä. Sen teoria kuuluu näin: ”Osta kyseistä arvopaperia, kun sen arvo nousee  $X\%$  yli alhaisimman aikaisemman hinnan ja pidä arvopaperia siihen asti kunnes sen arvo putoaa  $X\%$  suhteessa seuraavaan korkeimpaan hintaan” (Fama ja Blume 1966). ”Filter rulen” periaatteen mukaisesti, kun arvopaperin hinta on kasvanut  $X\%$ , sen odotetaan kasvavan vielä hetken ennen kuin sen hinta putoaa. Sama pätee myös toiseen suuntaan. Jos arvopaperin hinta on laskenut  $X\%$ , se tulee vielä laskemaan hetken aikaan ennen kuin kurssi kääntyy takaisin kasvuun. Alexander (1961) oli yksi ensimmäisistä, joka testasi ”filter rule” testiä heikon tason EMH-toriaa pörssimarkkinoilla. Testissä käytetty data oli vuosilta 1897-1959 ja se sisälsi yritysten päätöskursseja, niin DJIA, kuin S&P 500 -indekseistä. Testissä  $X$ :n paikalle sijoitettiin arvoja 5 ja 50 välillä. Tulosten perusteella ”filter rulen” käyttö saavutti erinomaisia tuloksia arvopaperien tuotoissa verrattuna normaaliin ”osta ja pidä” taktiikkaan. Testin tulos antaa vahvoja vihjeitä siitä, ettei EMH-teoriaa esiinny heikoilla markkinoilla. Pitää kuitenkin ottaa huomioon, ettei testissä huomioitu siirtomaksuja, joita koituu arvopaperien myynnissä. Tämä ei kuitenkaan tee testin tuloksesta epäpätevää.

## 2.2.2 Keskivahvan informaation markkinat

Ball (1978) on kuitenkin omassa tutkimuksessaan päätenyt poikkeavaan tulokseen Blake (1999) tutkimuksen kanssa, jonka mukaan hintojen korjausliike kestäisi ainoastaan 15 mi-

nuuttia. Ball (1978) tutkimuksen mukaan osakkaiden hinnat reagoivat hitaasti tärkeään uutiseen. Tämä siis tarkoittaa sitä, että sijoittajilla on mahdollista saavuttaa markkinoilla keskiarvoa suurempia tuottoja odottamalla hyviä uutisia yrityksestä ja vasta sen jälkeen tehdä ostoja yrityksen osakkeista. Sama pätee myös toiseen suuntaan. Osakkeiden myynti vasta huonon uutisen julkaisun jälkeen pienentää tappioiden määrää, koska kurssit putoavat vielä jonkin aikaa uutisen julkaisun jälkeenkin.

Agrawal et al. (1992) seurasivat tutkimuksessaan kuinka yritykset suoriutuivat markkinoilla tutkitulla hankinta-ajanjaksolla. Tutkimus kattoi käytännössä kaikki hankinnat niin NYSE:n, kuin myös American Stock Exchangen -pörsistä (AMEX) vuosilta 1955-1987. Yritysten osakkeenomistajat, jotka tekivät hankintoja tutkitulla hankinta-ajanjaksolla kokivat seuraavan viiden vuoden ajanjaksolla noin 10% tappiota sijoituksissaan. Tämä hankintojen jälkeinen negatiivinen tuotto omalta osaltaan todistaa keskivahvoilla markkinoilla EMH-teorian puutteellisuutta, koska arvopapereiden hinnat eivät heti asetu hankinnasta kertovan uutisen tasolle. (Leković 2018)

### **2.2.3 Vahvan informaation markkinat**

Konkreettisimmat todisteet EMH-teorian toimivuuden puutteellisuudesta vahvan informaation markkinoilla ovat todisteet luonnottoman suurista voitoista, joita on saatu aikaan sisäpiiritietoa hyväksikäyttäen. Yksi tunnetuimmista esimerkeistä on amerikkalainen arvopaperikauppias Ivan Boesky, joka tienasi sisäpiiritiedon avulla miljoonia dollareita 1980-luvulla. Ivan Boesky sijoitti yrityksiin, joiden hän uskoi tulevan myydyksi. Boeskyn tiedot eivät pohjautuneet vain ja ainoastaan omiin uskomuksiin, sillä hän sai yrityskaupoista sisäpiiritietoa sijoituspankkiirilta, joka organisoii yrityskauppojen rahaliikennettä. Hän osti kyseisen yrityksen osakkeita, kun hän sai kuulla sisäpiiritiedon kautta, että kyseistä yritystä ollaan myymässä ja myi osakkeet kun yrityskaupan julkistamisen jälkeen yrityksen osakkeen hinta oli nousut. Boesky tuomittiin teostaan 100 miljoonan dollarin sakkoihin ja kolmen ja puolen vuoden vankeustuomioon. Edellä mainitusta esimerkistä huomataan, että sisäpiiritiedon avulla on mahdollista tehdä suuria voittoja markkinoilla. Se on vahva todiste siitä, että tehokkaat markkinat eivät täydellisesti toteudu vahvan informaation markkinoilla. (Leković 2018)

Huomionarvoista on kuitenkin se, että sisäpiiritiedon hyväksikäyttäminen arvopapereiden osto- ja myyntiperusteina on äärimmäisen laittonta. Sisäpiiritiedon hyväksikäytön laittomuus ei kuitenkaan poista sitä tosiasiaa, etteikö kyseisellä toiminnalla voisi tehdä luonnottoman suuria voittoja pörssimarkkinoilla. Tämä puolestaan sotii EMH-teoriaa vastaan, minkä mukaan tämän kaltaisen toiminnan ei pitäisi olla mahdollista, koska kaiken tiedon, mukaan lukien sisäpiiritiedon, tulee heijastua arvoaperin hintaan välittömästi.

## 2.3 Anomaliat pörssimarkkinoilla

Anomaliat ovat empiirisiä tuloksia, jotka näyttävät olevan ristiriidassa sijoitushyödykkeitä koskevaa hinnoitteluteoriaa vastaan. Ne osoittavat joko markkinoiden tehottomuutta, jolloin markkinoilla on mahdollista saavuttaa yliluonnollisia tuottoja tai sijoitushyödykkeitä koskevan hinnoittelumallin puutteita. Toisin sanoen anomaliat ovat pörssikurssien säännönmukaisuutta jolle ei löydy järjellistä selitystä rahoitusteoriasta. On kuitenkin havaittu, että anomalioiden tapana heikentyä, kääntyä tai jopa hävitä sen jälkeen kun ne on havaittu ja analysoitu. Tämä herättää kysymyksiä, onko markkinoilla oltukaan aiemmin tarjolla yliluonnollisia tuottoja, jotka sijoittajat ovat jo ”hyödyntäneet”, vai ovatko poikkeavuudet tutkimuksissa olleet vain tilastollisia poikkeavuuksia, jotka ovat herättäneet tutkijoiden mielenkiinnon. (Schwert 2003)

Perustasolla anomaliaita voidaan verrata vain suhteessa ”normaaliin”, tehokkailla markkinoilla saatavaan tuotto-odotukseen. Fama (1970) havaitsi tämän aikaisessa vaiheessa ja osoitti, että tehokkaiden markkinoiden testi testaa samalla myös Capital Asset Pricing Model:n toimivuutta (CAP-malli). CAP-malli on hinnoittelumalli, jolla lasketaan arvopaperin tuotto-odotuksen ja siihen liittyvän riskin suhdetta.

On kuitenkin tärkeää ottaa huomioon anomalioiden oletettu taloudellinen vaikutus. Jensen (1978) korosti kaupankäynnin kannattavuuden merkitystä tehokkaiden markkinoiden arvioinnissa. Erityisesti jos anomaliaa hyödyntäen käytävä kauppa ei tuota merkittävästi suurempia tuottoja (verrattuna ”luonnolliseen” tasoon), se ei ole tilastollisesti merkitsevä.

### 2.3.1 Yrityskokoanomalia (*The size effect*)

Yrityskokoanomaliolla tarkoitetaan ilmiötä, jossa pienten yritysten osakkeiden tuotto on keskimäärin suurempaa kuin keskisuuren tai suuren yrityksen osakkeilla. Banz (1981) osoitti tutkimuksessaan, että pienten yritysten osakkeiden tuotto NYSE:n pörsissä oli keskimääräisesti suurempaa kuin CAP-mallin avulla laskettu, arvioitu tuotto-odotus. Yrityskokoanomaliaa on pyritty selittämään sillä, että pienemmistä yrityksistä uutisoidaan vähemmän, jolloin osakekurssin hinnanmuutokseen vaadittavaa informaatiota on vähemmän tarjolla. Yrityskokoanomalian kohdalla on ollut havaittavissa ilmiön heikentymistä vuosien varrella.

### 2.3.2 Tammikuuilmiö (*The turn-of-the-year effect*)

Tammikuuilmiöllä tarkoitetaan ilmiötä, jolloin tammikuun ensimmäisten viikkojen aikana erityisesti pienten yrityksen osakkeet tuottavat keskimäärin yliluonnollisen suuria tuottoja. Tammikuuilmiö on yksi rahoitusmarkkinoiden merkittävin ja eniten tutkittu anomalia. Keim (1983) ja Reinganum (1983) havaitsivat tutkimuksissaan, että pienet yritykset tuottivat yliluonnollisen suuria tuottoja verrattuna CAP-mallin avulla laskettuun odotus-arvoon tammikuun kahden ensimmäisen viikon aikana. Roll (1983) olettaa tutkimuksensa perusteella, että pienten yritysten korkeamman volatilitiitin takia sijoittajat saattavat haluta realisoida tuoton ennen vuodenvaihdetta verotuksellista syistä. Tästä syystä pienten yrityksen osakkeiden arvo saattaa pienentyä vuoden lopussa (joulukuussa) ja kasvaa poikkeuksellisen paljon tammikuun alussa, jolloin sijoittajat ostavat sijoituksiaan takaisin. (Schwert 2003)

### 2.3.3 Viikonloppuilmiö (*The weekend effect*)

On myös havaittu toinen kalenteriin liittyvä anomalia, viikonloppuilmiö. Viikonloppuilmiössä maanantaina saatava osakkeiden tuotto on keskimäärin pienempää, kuin edeltävänä perjantaina. Syynä tähän uskotaan olevan se, että perjantaina tulevat uudet informaatiot eivät ehdi vaikuttaa osakekursseihin täysimääräisesti ennen viikonloppua, jolloin kurseissa tapahtuvat muutokset tapahtuvat vasta maanantaina, kun pörssit aukeavat uudestaan. Myös ihmisluonteella uskotaan olevan vaikutus viikonloppuilmiöön. Osakkeiden myyntipäätökset vaativat keskimäärin enemmän aikaa, kun ostopäätökset, jolloin loppuviikosta ja viikonloppuna mieleen tulevat myyntipäätökset toteutuvat usein vasta maanantaina. Tämä aiheuttaa myös sitä, että keskimäärin osakkeiden tuotto on maanantaina pienempää. French (1980) havaitsi omassa tutkimuksessaan, että S&P -yhdistelmäportfolion tuotto oli negatiivista viikonloppuisin. Tutkittavana ajanjaksona oli vuodet 1953-1977.

### 2.3.4 P/E-anomalia (*The value effect*)

P/E-anomalian (*Price to Earnings*) mukaan matalamman P/E-luvun omaavat osakkeet tuottavat keskimäärin paremmin, kuin korkeamman P/E-luvun omaavat osakkeet. P/E-luku eli voittokerroin on mittari osakkeen arvon määrittämiseen. P/E-luku suhteuttaa keskenään osakkeen hinnan ja osakekohtaisen tuloksen (Earnings per share, EPS).

Basu (1977) on todennut tutkimuksessaan, että alhaisen P/E-luvun osakkeista koostuva osakeportfolio tuottaa paremmin, kuin korkean P/E-luvun osakkeista koostuva osakeportfolio.



Tutkimuksessa havaittiin myös, että alhaisen P/E-luvun osakeportfolio tuottaa ylikuonollisen hyvin CAP-mallin avulla laskettuun odotusarvoon verrattuna, vaikka laskelmissa otettaisiin huomioon osakeportfolion komponenttien beta-kertoimet ( $\beta$ ). Beta-kerroin mittaa osakkeen volatilitteettia suhteessa yleisiin markkinoihin. Mikäli osakkeen beta-kerroin on yksi, osakkeen tuotto-odotukset kulkevat käsi kädessä markkinoiden yleisen tuotto-odotuksen kanssa. Mikäli beta-arvo on yli 1, osakkeen riski kasvaa ja tuotto vaihtelee enemmän kuin markkinoiden tuotto-odotuksen keskiarvo. Jos beta-arvo on alle yksi, osake reagoi vähemmän markkinoiden tuotto-odotusten vaihteluihin.

Ball (1978) mukaan edellämainitut Basu (1977) tutkimustulokset merkitsevät, että P/E-anomalia kertoo enemmän CAP-mallin virheellisyydestä, kuin markkinoiden tehottomuudesta. Syinä tähän on se, että kyseisen strategian (P/E-anomalian) hyödyntäminen on liian helppoa ja halpaa siihen nähden, että markkinoilla olisi tarjolla ylikuonollisen suuria tuottoja. P/E-anomalian hyödyntäminen ei vaadi paljoa osakeportfolion päivittämistä, jolloin siirtomaksut pysyvät kurissa ja saatavilla olevaa tietoa osakkeista on paljon ja helposti saatavilla. Jos kyseinen strategia olisi näin toimiva, se olisi monien sijoittajien saatavilla erittäin halpaan hintaan Schwert (2003).

### 2.3.5 Momentum-ilmiö

Momentum-ilmiöksi kutsutaan ilmiötä, jossa yrityksen osakkeiden historiallista tuottoa seuraamalla on mahdollista saavuttaa markkinoilla ylikuonollista tuottoa. Tämä ilmiö on täysin ristiriidassa Fama (1970) tulkitsemaa EMH-teoriaa vastaan. Jegadeesh ja Titman (1993) tutkivat tutkimuksessaan momentum-ilmiötä. Tutkimuksessa havaittiin, että historiallisesti (viimeisen vuoden aikana) hyvin menestyneet yritykset pärjäsivät tulevaisuudessakin paremmin, kuin historiallisesti huonosti pärjänneet yritykset. Heidän momentum-strategiansa perustui siihen, että historiallisesti hyvin menestyneiden yritysten osakkeita ostetaan ja huonosti menestynneiden myydään. Tätä strategiaa on kuitenkin selitetty sijoittajien alireagoinnilla saatavilla olevaan informaatioon.

## 3 TEORIA

### 3.1 Satunnaiskulku (Random Walk)

Satunnaiskulun teorian akateemiset juuret juontavat vuoteen 1900, kun ranskalainen matemaatikko Louis Bachelierin julkaisi teoksen nimeltä *The Theory of Speculation*. Satunnaiskulun teorian mukaan osakekurssien kehittyminen on satunnaista, eikä niitä voida ennustaa millään tavalla. Satunnaiskulun teorian mukaan jokaisella osakekurssilla on samanlainen jakauma toisiinsa nähden ja jokainen osakekurssi on itsenäinen yksikkö, jonka kurssikäyttäytyminen ei riipu muiden osakekurssien käytöksestä (Bachelier 1900). Satunnaiskulun pohjalle luotu hypoteesi (*Random Walk Hypothesis*) on toiminut pohjana tehokkaiden markkinoiden hypoteesille.

### 3.2 Tehokkaat markkinat (Market Efficiency)

EMH-teoria on paljon käytetty teoria erityisesti rahoitusmarkkinoiden tutkimuksessa. Taloustieteilijä Eugene Faman julkaisemat artikkelit aiheesta 1960- ja 70-luvuilla ovat olleet isossa roolissa nostamassa EMH-teorian käyttöä valtavirran keskuudessa rahoitusmarkkinoiden tutkimuksissa.

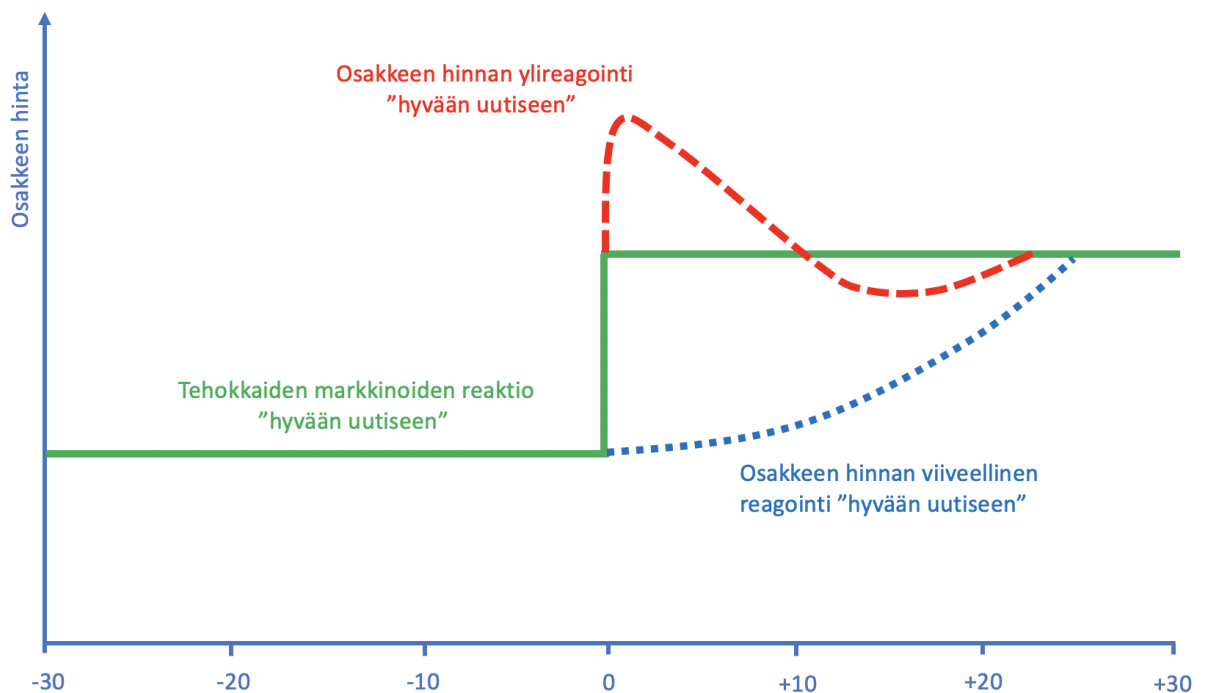
Tehokkaiden markkinoiden akateemiset juuret juontavat vuoteen 1945, jolloin itävaltalainen taloustieteilijä Friedrich Hayek julkaisemassaan tutkimuksessa totesi markkinoiden olevan tehokkain ja kokonaisvaltaisin tapa hyödyntää yksilöiden ristiriitaista ja puutteellista tietoa muuttuvassa yhteiskunnassa (Hayek 1945). Tämän ajatuksen pohjalta sijoittajilla on siis järkevää kartuttaa tietoa ja hyödyntää sitä markkinoilla. Tämä luo kilpailua sijoittajien keskuudessa, joka osaltaan auttaa pitämään markkinat tehokkaina (Hayek 1945).

Tehokkailla markkinoilla tarkoitetaan käsitettä, jonka mukaan markkinoilla toimivasta yrityksestä saatavilla oleva tieto heijastuu välittömästi ja täysimääräisesti yrityksen osakkeen hintaan. Tehokkailla markkinoilla tämän heijastumisen tulee tapahtua välittömästi informaation julkaisuhetkellä. EMH:ksi kutsutaan tilannetta, missä osakkeen kurssikäyttäytymiseen heijastuu kaikki kyseisestä yrityksestä saatavilla oleva tieto (Fama 1970).

Tehokkailla markkinoilla osakekurssin reagointi uuteen informaatioon voi kuitenkin olla liian suurta tai liian pientä. Kuvasta 2 nähdään, että osakekurssin yliireagointi uuteen informaatioon aiheuttaa osakurssin liiallisen nousun. Tällainen osakekurssin liiallinen nousu uuteen informaatioon nähden aiheuttaa osakekurssissa korjausliikkeen vastakkaiseen suuntaan.

Osakekurssin alireagointi uuteen informaatioon nähden aiheuttaa puolestaan viivettä osakekurssin asettumisessa oikeaan tasoon, jolloin markkinoilla on teoriassa saavuttavissa hetkellisesti ylituottoa.

Kuvan 2 punainen viiva kuvaa osakekurssin ylireagointia, vihreä viiva osakekurssin optimaalista reagointia ja sininen viiva osakekurssin alireagointia informaatioon.  $Y$ -akselina kuvaa jassa on osakkeen hinta ja  $x$ -akselina aika. Negatiivisina arvoina  $x$ -akselilla ovat päivät ennen uuden informaation julkaisua ja positiivisina arvoina päivät julkaistun informaation jälkeen.



**Kuva 2.** Osakekurssin reagointi uuteen informaatioon tehokkailla markkinoilla.

### 3.3 EMH-teorian saama kritiikki

Tehokkaiden markkinoiden teoria on saanut osakseen myös paljon kritiikkiä. Kuten luvusta 2 nähdään, EMH-teoria on laajasti tutkittu teoria, joista monet ovat teorian puolella ja monet teoriaa vastaan. Useilla tutkimuksilla kuitenkin pyritään ainoastaan kumoamaan muiden tutkimusten väitteitä, eikä niinkään etsimään todisteita sille, miksi juuri EMH-teoriaa esiintyy tai ei esiinny markkinoilla. Ristiriitaisten tutkimustulosten takia myös rahoitustieteilijät ovat jakautuneet laajalti ryhmiin, jossa osa uskoo teoriaan, osa uskoo teoriaan tietyllä asteella ja osa ei usko teoriaan lainkaan.

## 4 AINEISTO & OHJELMISTO

### 4.1 Aineisto

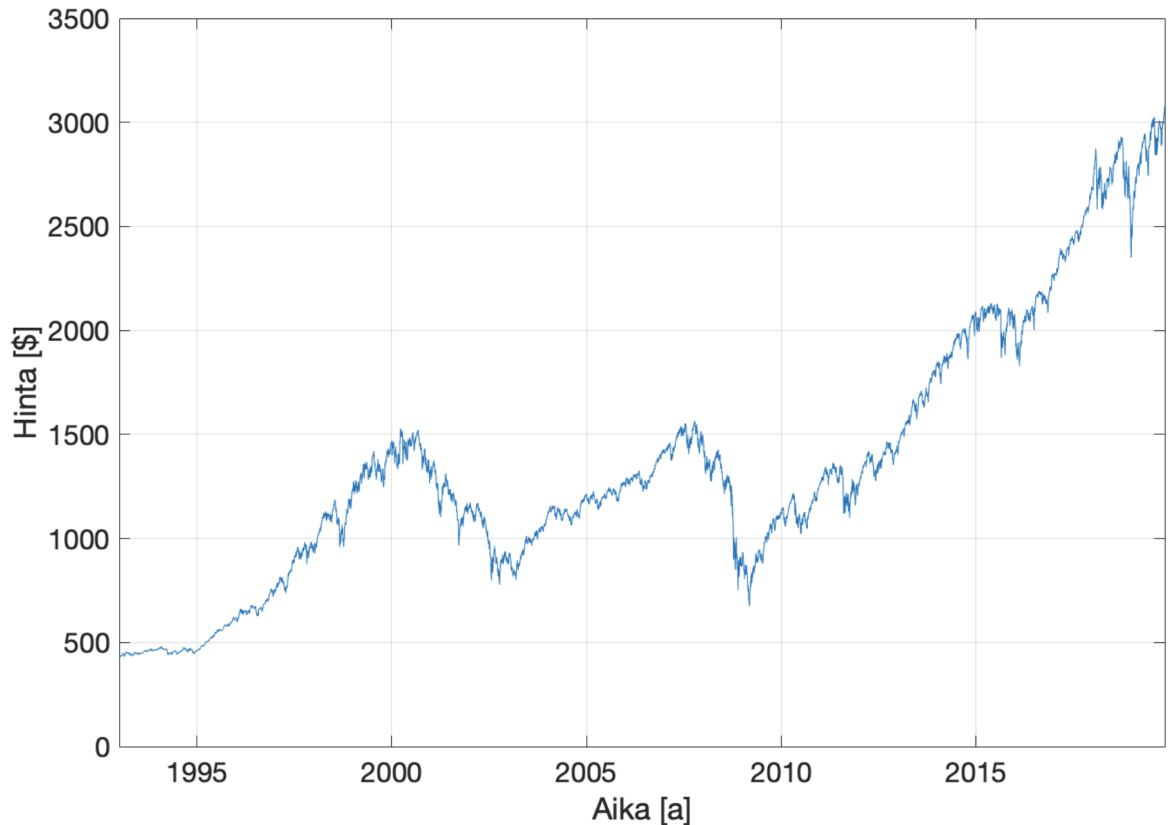
Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin tutkimista varten S&P 500 -listaukseen listattujen yritysten keskuudessa, kandidaatityössä käytettyä ja analysoitua dataa on kerätty kahdesta eri lähteestä. NYSE pörssidata on hankittu EODData-palvelusta. Muut kandidaatityössä käytetystä datasta on hankittu Thomson Reuters Eikon Datastreamista. Eikon Datastreamistä hankittiin NASDAQ pörssidata, S&P 500 -indeksi-data ja listaus yrityksistä, jotka ovat olleet tarkasteltavan ajanjakson aikana S&P 500 -listauksessa mukana.

NYSE pörssidata sisältää dataa kaikista kyseiseen pörssiin listatuista yrityksistä. Data sisältää tietoa yritysten päivittäisestä suoriutumisesta ja siitä selviää myös yritysten osakkeiden päivittäinen avauskurssi, korkein kurssi, alin kurssi, lopetuskurssi, sekä osakkeiden päivittäinen myyntivolyymi. Listattuja yrityksiä NYSE pörssidatassa on noin 4400 kappaletta.

Eikon Datastreamista saatu NASDAQ pörssidata sisältää niin ikään tietoa kaikesta kyseiseen pörssiin listatuista yrityksistä. Data sisälsi tietoa yritysten avaus -ja lopetuskursseista viikkotasolla ja listattuja yrityksiä NASDAQ pörssidatassa on noin 2600 kappaletta.

Muita kandidaatityössä tarvittavia dataa ovat S&P 500 -indeksin data kyseiseltä ajanjaksolta sekä lista yrityksistä, jotka ovat olleet mukana S&P 500 -listauksessa ajanjakson aikana. Indeksidatassa on tietoa S&P 500 -indeksin avaus -ja lopetuskursseista päivätasolla. Kuvassa 3 on kuvattu S&P 500 -indeksin kurssi vuodesta 1994-2019. X-akselina kuvaajassa on aika vuosina ja y-akselina S&P 500 -indeksin hinta dollareina.

Dataa on kandidaatityötä varten pilkottu ja ”puhdistettu”, jotta algoritmin ajaminen olisi nopeampaa. NYSE:n ja NASDAQ:n pörssidatojen rakenteet ovat muutettu structure-muotoon, jossa jokaisen yrityksen data on omassa matriisissaan. Molempien pörssien dataa on myös pilkottu siten, että jokaisesta yrityksestä on jäljellä yrityksen kvartaalin avaus -ja lopetuskurssi. Myös S&P 500 -indeksin datalle on tehty vastaava ”pilkkominen”. Lista, joka sisältää yritysten nimet, jotka ovat olleet mukana S&P 500 -listauksessa ajanjakson aikana, on muokattu ymmärrettävämpään muotoon. Alkuperäinen data oli muodoltaan lista, jossa oli tietoina yrityksen nimi ja päivämäärä, jolloin yritys on joko lisätty tai poistettu S&P 500 -listauksesta. Tästä muodosta data muokattiin matriisimuotoon, jossa jokaisella sarakkeella on lista kyseisen kvartaalin ja vuoden S&P 500 -yrityksistä. Kyseistä matriisia käytetään tietopohjana sille, mitkä yritykset ja minkä ajanhetken dataa tarvitsemme yrityksiltä, jotta saamme muodostettua oikeat osakeportfoliot seuraavaa kvartaalia varten.



**Kuva 3.** S&P 500 -indeksin kurssikäyttäytyminen tutkittavana ajanjaksona.

Kuvassa 4a nähdään kuvakaappaus listasta, josta nähdään historian saatossa S&P 500 -listaukseen lisätyt ja poistetut yritykset. Miinus-merkki sarakkeessa A kertoo, että yritys on poistettu listauksesta ja plus-merkki kertoo, että yritys on lisätty listaukseen. Sarakkeessa B on yrityksen nimet ja sarakkeessa D päivämäärät lisäykselle tai poistamiselle.

Kuvassa 4b nähdään kuvakaappaus lopputuloksesta, kun kuvan 4a listasta on tehty jokaiselle kuukaudelle lista kyseisen kvartaalin S&P 500 -yrityksistä. Jokaisen sarakkeen ensimmäisenä arvona kuvassa 4b on päivämäärä, jolloin kyseinen lista on paikkaansapitävä.

	A	B	D
1		<b>Company</b>	<b>Date</b>
2	-	Affiliated Mngrs	23-Dec-2019
3	+	Live Nation	23-Dec-2019
4	-	Macerich	23-Dec-2019
5	+	Steris	23-Dec-2019
6	-	TripAdvisor	23-Dec-2019
7	+	Zebra Tech	23-Dec-2019
8	+	Old Dominion	09-Dec-2019
9	-	SunTrust Banks	09-Dec-2019
10	-	Viacom	05-Dec-2019
11	+	W R Berkley	05-Dec-2019
12	-	Celgene	21-Nov-2019
13	+	ServiceNow	21-Nov-2019
14	+	LVSC	03-Oct-2019
15	-	Nektar	03-Oct-2019
16	-	Jefferies Fincl	26-Sep-2019
17	+	NVR	26-Sep-2019
18	+	CDW Corp	23-Sep-2019
19	-	TSYS	23-Sep-2019
20	-	Anadarko Petrol	09-Aug-2019
21	-	Foot Locker	09-Aug-2019
22	+	IDEX	09-Aug-2019
23	+	Leidos Holdings	09-Aug-2019
24	-	Red Hat	15-Jul-2019

(a) S&amp;P 500 -listaukseen listattuja yrityksiä.

	1	2
1	'01-Mar-1995'	'01-Jul-1995'
2	'3M'	'3M'
3	'AB'	'AB'
4	'ABB Installation'	'ABB Installation'
5	'Abbott'	'Abbott'
6	'ADP'	'ADP'
7	'AEP Inc'	'AEP Inc'
8	'AEP Texas'	'AEP Texas'
9	'Aeroquip-Vickers'	'Aeroquip-Vickers'
10	'Aetna'	'Aetna'
11	'Aetna Health MA'	'Aetna Health MA'
12	'AIG'	'AIG'
13	'AIG Life Hldg'	'AIG Life Hldg'
14	'Air Prdcts'	'Air Prdcts'
15	'Alberto Culver'	'Alberto Culver'
16	'Albertson'	'Albertson'
17	'Alcan'	'Alcan'
18	'Alcatel Lct Hldg'	'Alcatel Lct Hldg'
19	'Allerg'	'Allerg'
20	'Alltel'	'Alltel'
21	'Alpha Appalachia'	'Alpha Appalachia'
22	'Altria Group'	'Altria Group'
23	'ALZA'	'ALZA'
24	'Amcr'	'Amcr'

(b) Jokaiselle kvartaalille tehty S&amp;P 500 -listaus kuvassa 4a näkyvän listan avulla.

**Kuva 4.** Listauksessa olevien yritysten datan muokkaus listamuodosta (kuva 4a) matriisimuotoon (kuva 4b).

## 4.2 Ohjelmisto

Kandidaatintyössä käytetään MathWorksin MATLAB-ohjelmistoa (versio R2018a). MATLAB:n avulla tehdään työssä tarvittavalle datalle mahdollinen pilkkominen ja puhdistaminen, sekä algoritmin rakentaminen. MATLAB:n avulla on myös tehty kuvaajia.

## 5 MARKKINATEHOKKUUDEN MITTAAMINEN

### 5.1 Alpha ( $\alpha$ )

Markkinoiden tehokkuutta laskiessa yleisimmin käytetty mittari on Alpha-luku. Alphan avulla lasketaan sijoituksen aktiivinen tuotto suhteessa verrattavaan markkinaindeksiin. Alpha luku kertoo siis toisin sanoen sijoituksen ylituoton (*Excess return*). Alphan perusideana on se, että markkinat ovat tehokkaat, eikä markkinoilla ole mahdollista saavuttaa jatkuvasti yli-luonnollisen suuria tuottoja.

Yhtälössä (1) näkyvä Single-index malli on yksinkertainen varallisuushinta-malli (*asset price model*), jonka avulla voidaan laskea sijoituksen riski ja tuotto. Single-index model näyttää seuraavalta:

$$r_{it} - r_f = \alpha_i + \beta_i(r_{mt} - r_f) + e_{it}, \quad (1)$$

jossa  $r_{it}$  kuvaa arvopaperin  $i$  tuottoa ajanjaksolta  $t$ ,  $r_f$  kuvaa riskitöntä tuottoa ja  $r_{mt}$  kuvaa markkinoiden tuottoa ajanjaksolta  $t$ .  $\alpha_i$  eli alpha-luku, kuvaa osakkeen yliluonnollista tuottoa ajanjaksolta,  $\beta_i$  eli osakkeen beta-luku kuvaa osakkeen reagoivuutta markkinoiden tuottoon nähden ja  $e_{it}$  kuvaa satunnaisten tuottojen residuaalia.

Yhtälössä (1) ( $r_{it} - r_f$ ) kuvaa yhtälössä osakkeen ylituottoa ja ( $r_{mt} - r_f$ ) kuvaa markkinoiden ylituottoa. Jos alpha on pienempi kuin nolla ( $\alpha_i < 0$ ), sijoituksen tuotto on riskiin nähden ollut liian pieni tai riski on ollut liian suuri saatuun tuottoon nähden. Jos puolestaan alpha on suurempi kuin nolla ( $\alpha_i > 0$ ), sijoitus on tuottanut ylituottoa otettuun riskiin nähden. Yhtälöä (1) ei tule sekoittaa CAP-malliin. Single-index model on vain tapa hajottaa toteutuneet tuotot systemaattisiksi ja epäsystemaattisiksi komponenteiksi (Nyberg 2019).

### 5.2 Sharpe ratio (Sharpen luku)

Toinen mittari, jolla voidaan mitata markkinoiden tehokkuutta on Sharpen luku (Sharpe Ratio). Sharpen luku on mitta, joka kuvaa sijoituksen riskiä rahoituksessa. Se kertoo sijoituksen riskiin suhteutetun tuoton. Se vertaa sijoitukselta odotettua ylituottoa sen volatilitettiin eli arvonvaihteluun. Yhtälössä (2) näkyvä Sharpen luvun yhtälö siis kertoo sijoituksen riskiin suhteutetun tuoton.

$$S = \frac{E[R - R_f]}{\sigma}, \quad (2)$$

jossa  $R$  kuvaa sijoituksen tuottoa,  $R_f$  kuvaa riskittömän vertailusijoituksen tuottoa ja  $E[R - R_f]$  kuvaa riskittömän sijoituksen ylittävää tuottoa eli sijoituksen odotettua ylituottoa. Yhtälössä (2) sigma ( $\sigma$ ) kuvaa sijoituksen volatilitteettia eli keskihajontaa. Sigman arvo yhtälössä (2) saadaan laskettua yhtälössä (3) näkyvällä kaavalla:

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}[R - R_f]}. \quad (3)$$

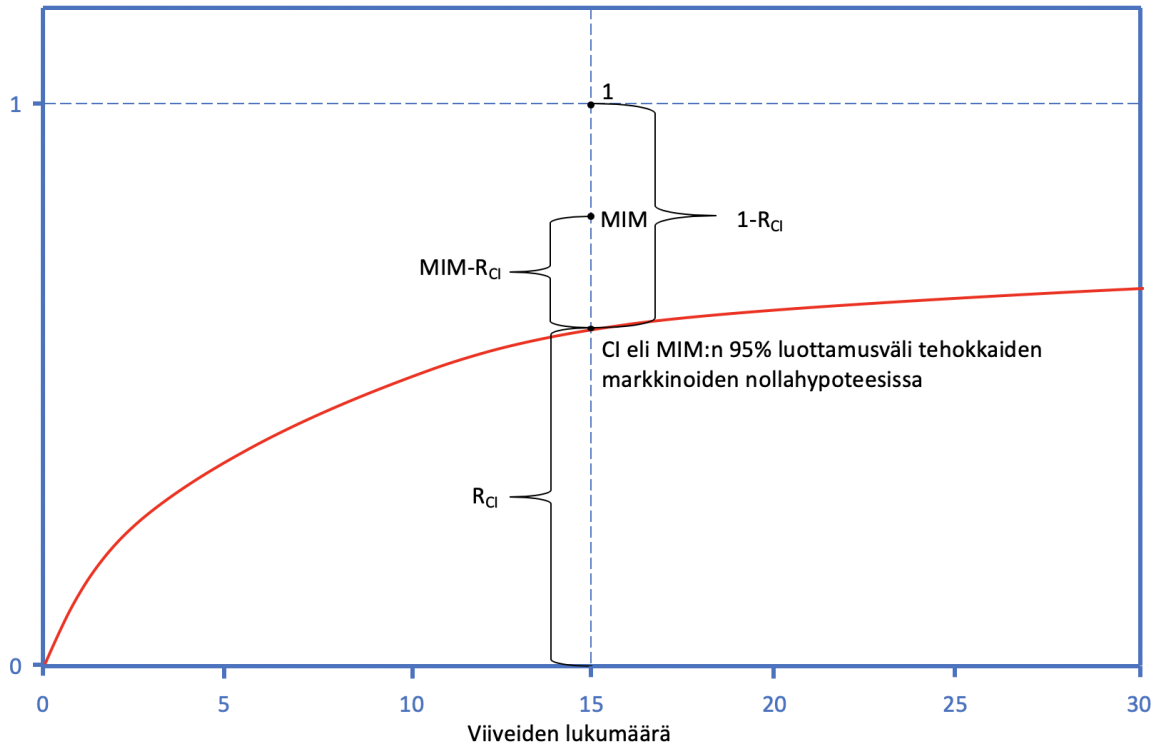
Sharpen luku saadaan laskettua, kun sijoituskohteen tuotto-odotuksesta vähennetään riskittömän koron tuotto, jonka jälkeen erotus jaetaan rahaston volatilitteetilla. Sharpen luku kertoo suhteen, kuinka paljon sijoituskohte tuottaa sijoittajalta vaadittavaan riskiin nähden. Mitä suurempi sharpen luku on, sitä parempi sijoituskohte on kyseessä. Eli mitä suurempi sharpen luku on, sitä vähemmän on jouduttu ottamaan riskiä tuoton saamiseksi. Suuri sharpen luku siis tarkoittaa sitä, että markkinoilla on saatavilla ylliluonnollisen suuria tuottoja (riskitasoon nähden). Markkinoilla on saatavilla satunnaisesti ylliluonnollisen suuria tuottoja. Mikäli kuitenkin suuria sharpen lukuja esiintyy markkinoilla paljon, se omalta osaltaan kuvaa markkinoiden tehottomuutta.

### 5.3 Adjusted Market Inefficiency Magnitude

Adjusted Market Inefficiency Magnitude (AMIM) avulla voidaan niin ikään laskea markkinoiden tehokkuutta. AMIM yhtälöstä saatu tulos kasvaa suuremmaksi, mitä tehottomammat markkinat ovat. AMIM suurin mahdollinen arvo on yksi (1), mutta alarajaa AMIM arvolle ei ole. Mikäli AMIM tuottaa negatiivisen tuloksen ( $\text{AMIM} < 0$ ), voidaan markkinoiden olettaa olevan tehokkaat tämän yhtälön perusteella. (Tran et al. 2019)

Kuvassa 5 on havainnollistetaan AMIM:n laskeminen. Punainen viiva kuvassa 5 kuvaa MIM:n luottamusvälin ylärajaa, luottamusvälin ollessa 95% (virhemarginaali on tällöin 5%).





**Kuva 5.** Adjusted Market Inefficiency Magnitude (AMIM) arvojen havainnollistaminen.

AMIM-arvon rakentaminen on nelivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa estimoidaan paluu-  
arvojen autokorrelaatiokertoimet regressiomenetelmän avulla, jonka jälkeen tulokset standar-  
disoidaan. Toisessa vaiheessa on tarkoitus johtaa market inefficiency magnitude (MIM) ar-  
vo. Kolmannessa vaiheessa on tarkoitus muodostaa luottamusväli MIM-arvolle tehokkai-  
den markkinoiden nollahypoteesin vallitessa. MIM-arvon laskeminen esitetään yhtälössä (5).  
Viimeisessä vaiheessa muokataan MIM-arvoa luottamusvälinsä raja-arvoissa, jolloin saa-  
daan johdettua yhtälössä (4) näkyvä  $AMIM_t$  arvo. (Tran et al. 2019)

AMIM saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

$$AMIM_t = \frac{MIM_t - R_{ci}}{1 - R_{ci}}, \quad (4)$$

missä

$$MIM_t = \frac{\sum_{j=1}^q |\hat{\beta}_{j,t}^{standard}|}{1 + \sum_{j=1}^q |\hat{\beta}_{j,t}^{standard}|}. \quad (5)$$

Yhtälössä (5)  $\sum_{j=1}^q |\hat{\beta}_{j,t}^{standard}|$  kuvaa autokorrelaatiota ja yhtälössä (4)  $R_{ci}$  kuvaa luottamusvälin arvoa. Yhtälöstä (5) saatava  $MIM_t$  arvo kuvaa Market Inefficiency Magnituden arvoa ajankohdalla  $t$  ja se sijoittamalla yhtälöön (4) saadaan laskettua arvopaperin  $AMIM_t$  arvo.

$AMIM_t$  arvon ollessa suurempaa kuin nolla ( $AMIM_t > 0$ ), voidaan testin mukaan olettaa markkinoiden olevan tehottomat.  $AMIM_t$  arvon ollessa pienempää kuin nolla ( $AMIM_t < 0$ ), tehokkaiden markkinoiden nollahypoteesia ei voida hylätä. Toisin sanoen tällöin testin perusteella ei ole tarpeeksi viitteitä siitä, etteikö markkinat olisi tehokkaat, jolloin voimaan jää nollahypoteesi, mikä sanoo markkinoiden olevan tehokkaat. (Tran et al. 2019)

## 6 ALGORITMI

### 6.1 Algoritmin tavoitteet

Kandidaatintyössä algoritmin avulla on tarkoituksena käydä läpi koko tutkitavan ajanjakson data (1994-2019). Algoritmista pyritään tekemään mahdollisimman tehokas, jotta algoritmin suoritumisessa ei mene liian pitkään. Kun koko data on saatu käytyä algoritmilla lävitse, tulokseksi saadaan kahden osakesalkun (top250-osakesalkku, bottom250-osakesalkku) rahalliset arvot ajanjakson lopussa, sekä niiden hintakehitykset ajanjakson aikana. Algoritmin tavoitteena on saada konkreettisia tuloksia siitä, kuinka vahvasti EMH-teoria toteutuu S&P 500 -listauksessa olevien yritysten keskuudessa.

### 6.2 Algoritmin toiminta

Kuvassa 6 on kuvattu pseudokielellä kandidaatintyöhön tehty algoritmi. Algoritmin tarkoituksena on löytää listauksessa olevan yrityksen data, joko NYSE:n tai NASDAQ:n pörssidatista. Tämän jälkeen etsitään löydetyn yrityksen datasta oikean kuukauden ja vuoden data, jonka avulla yhdessä S&P 500 -indeksin datan avulla saadaan jokaiselle yritykselle laskettua kyseisen kvartaalin excess return -arvo. Työssä excess return -arvoa laskiessa emme pysty ottamaan huomioon osingon merkitystä, koska siitä ei ole saatavilla dataa.

Kun kaikki kyseisen kvartaalin yritykset on löydetty, järjestellään yritykset excess return -arvon perusteella paremmuusjärjestykseen, jonka jälkeen yritykset jaetaan puoliksi. Paremmasta puolikkaasta yrityksistä tulee top250-osakesalkun sisältö ja huonommasta puolikkaasta bottom250-osakesalkun sisältö. Tämän jälkeen molemmille osakesalkuille lasketaan kyseisen kvartaalin tuotto/tappio siinä olevien yritysten oman suoriutumisen perusteella. Yrityksen suoriutuminen tietyllä kvartaalilla selvitetään laskemalla yrityksen kyseisen kvartaalin viimeisen päivän osakekurssin hinta, joka vähennetään yrityksen saman kvartaalin ensimmäisen päivän osakekurssin hinnasta. Tämä erotus jaetaan lopuksi yrityksen kvartaalin ensimmäisen päivän osakekurssin hinnalla.

```

for (Käydään läpi koko matriisi, johon on merkitty jokaisen kvartaalin S&P 500
yritykset (sarake, eli kvartaali kerrallaan))
Lista = Kyseisen kvartaalin lista yrityksistä, joiden dataa halutaan löytää.
for (Kyseisen kvartaalin listan läpikäynti)
  for (Käydään läpi koko NASDAQ data)
    if (NASDAQ datasta löytyi yritys, jonka dataa etsimme)
      for (Käydään läpi löytyneen yrityksen koko NASDAQ data)
        if (Löydetään yrityksen datasta oikean ajanhetken dataa)
          ExcessReturn = ((Yrityksen edellisen kvartaalin viimeinen arvo -
                          Yrityksen edellisen kvartaalin ensimmäinen arvo)
                          \Yrityksen edellisen kvartaalin ensimmäinen arvo)
                          -(S&P500 Indeksien edellisen kvartaalin arvo).
          -Listaan tallennetaan yrityksen nimi, ExcessReturnin arvo, sekä
          yrityksen osakkeen kurssin muutos.
        end
      end
    end
  end
end
if (Jos kyseistä yritystä ei ole vielä löytynyt NASDAQ:n pörssidatasta -->
Etsimme sitä NYSE:n pörssidatasta)
  for (Käydään läpi koko NYSE data)
    if (NYSE datasta löytyi yritys, jonka dataa etsimme)
      for (Käydään läpi löytyneen yrityksen koko NASDAQ data)
        if (Löydetään yrityksen datasta oikean ajanhetken dataa)
          ExcessReturnin laskeminen (kuten edellä).
          -Listaan tallennetaan yrityksen nimi, ExcessReturnin arvo,
          sekä yrityksen osakkeen kurssin muutos.
        end
      end
    end
  end
end
end
Järjestetään lista uudelleen ExcessReturn -arvon pohjalta. Parhaiten
parjannut yritys ylhäällä, huonoiten parjannut alhaalla.
if (listassa on pariton määrä yrityksiä)
  arvotaan kumpaan listaukseen (top250 vai bottom250) yritys laitetaan.
  if (ylimääräinen yritys laitetaan ylempään (top250) listaukseen)
    - Top250 -lista (yksi yritys enemmän).
    - Bottom250 -lista.
  else (ylimääräinen yritys laitetaan alempaan (bottom250) listaukseen)
    - Top250 -lista.
    - Bottom250 -lista (yksi yritys enemmän).
  end
else (Listassa on parillinen määrä yrityksiä)
  Top250 -lista, Bottom250 -lista.
  (Molemmissa listoissa saman verran yrityksiä)
end
- Sijoitus = osakesalkun edellisen kvartaalin arvo / tämän kvartaalin yritysten
lukumäärä
- Top250 listan tuotto (P1) = summa(Sijoitus * jokaisen yrityksen tuotto/tappio
(top250 listauksessa)).
- Bottom250 listan tuotto (P2) = summa(Sijoitus * jokaisen yrityksen tuotto/tappio
(bottom250 listauksessa)).

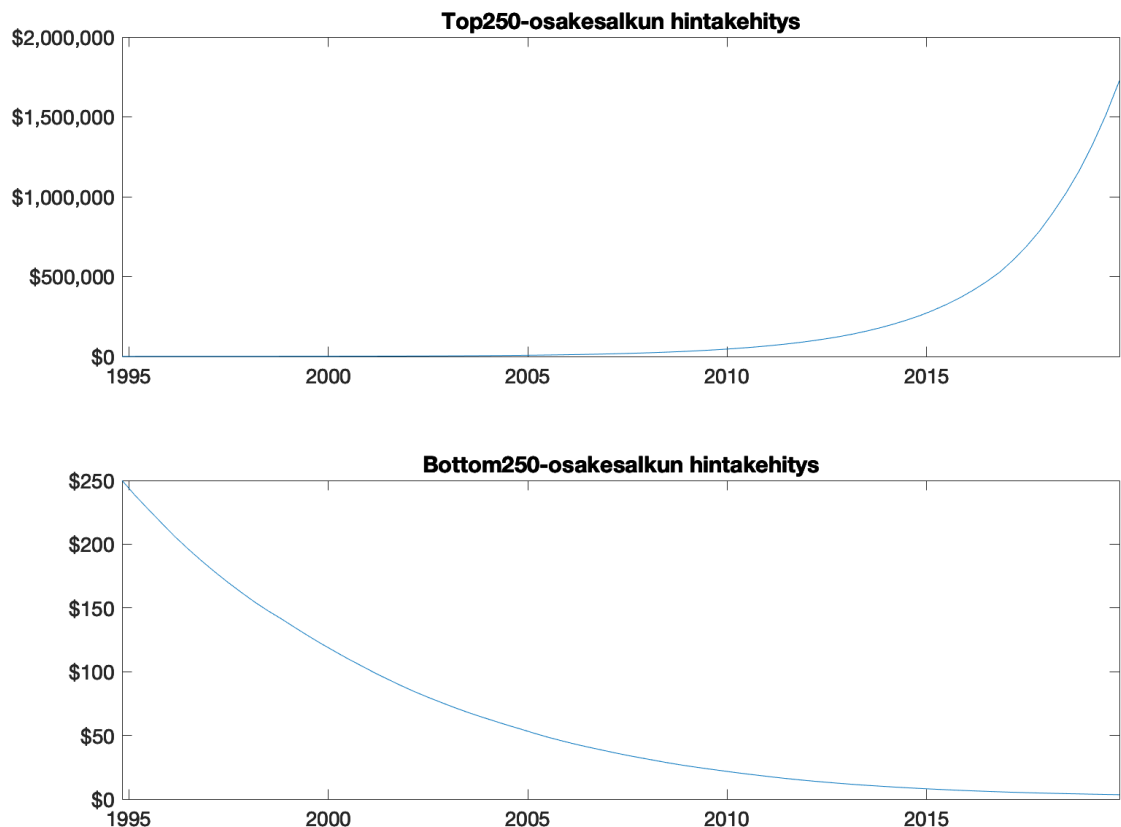
end
TULOKSET: P1, P2, P1List, P2list

```

**Kuva 6.** Kandidaatintyössä käytetty algoritmi pseudokielellä.

## 7 TULOSTEN ANALYSOINTI

Kuvasta 7 nähdään algoritmin avulla tutkittujen osakesalkkujen arvojen kehitykset tutkitun ajanjakson aikana. Kuvassa 7 ylempänä kuvaajana on esitetty top250-osakesalkun arvon kehitys ja alemmassa kuvaajassa bottom250-osakesalkun arvon kehitys. X-akselina kuvaajissa on aika vuosina ja y-akselina osakeportfolion arvo dollareissa.



**Kuva 7.** Osakesalkkujen arvojen kehitys tutkittavan ajanjakson aikana.

Kuvasta 7 nähdään, että osakesalkkujen arvoissa tutkittavan ajanjakson jälkeen on isoja eroja. Top250-osakesalkun arvo on tutkittavan ajanjakson lopussa noussut lähes 2 miljoonaan dollariin, kun taas bottom250-osakesalkun arvo on tippunut lähes nolnaan. Tällainen suuri ero osakesalkkujen arvoissa, voi antaa viitteitä siitä, ettei tehokkaita markkinoita välttämättä esiinny S&P 500 -yritysten keskuudessa ainakaan sillä tasolla mitä työn hypoteesissa esitetään. Kuvan 7 tulokset eivät kuitenkaan suoraan kerro ovatko markkinat tehokkaat vai eivät.

Taulukosta 1 nähdään osakesalkkujen arvojen kehitys ajanjakson aikana. Taulukon avulla saadaan hiukan selkeämpi kuva siitä, mitä ovat kuvassa 7 top250-osakesalkun arvot tutkittavan ajanjakson ensimmäisinä vuosina. Taulukon ensimmäisellä rivillä näkyy osakesalkkujen alkupääoma, joka oli kummankin osakesalkun tapauksessa 250 dollaria. Taulukon viimeisellä rivillä on osakesalkun lopullinen arvo tutkittavan ajanjakson jälkeen.

**Taulukko 1.** Osakesalkkujen arvot eri ajanhetkillä.

	<b>Top250-osakesalkun arvo [\$]</b>	<b>Bottom250-osakesalkun arvo [\$]</b>
<b>3/1995</b>	250	250
<b>3/1997</b>	467	186
<b>3/1999</b>	873	141
<b>3/2001</b>	1731	105
<b>3/2003</b>	3479	76
<b>3/2005</b>	7124	55
<b>3/2007</b>	14 875	39
<b>3/2009</b>	30 572	27
<b>3/2011</b>	62 065	19
<b>3/2013</b>	125 300	12
<b>3/2015</b>	256 040	8
<b>3/2017</b>	528 090	6
<b>3/2019</b>	1 166 400	4
<b>12/2019</b>	1 726 600	4

Taulukosta 1 huomataan, että top250-osakesalkun arvo on kaksinkertaistunut tasaisesti kahden vuoden välein läpi tarkasteltavan ajanjakson. Vastaavasti bottom250-osakesalkun arvo on pudonnut tasaisesti samaisen ajanjakson aikana. Tämä tarkoittaa sitä, että yrityksen oleminen S&P 500 -listauksessa ei takaa automaattisesti hyvää tuottoa, vaikkakin kaikki S&P 500 -listauksessa olevat yritykset ovat menestyviä yrityksiä.

Huomionarvoista tuloksissa on kuitenkin se, ettei osakkeiden osinkotuottoja ole pystytty huomioimaan osakesalkkujen arvojen kehityksessä esimerkiksi uudelleen sijoittamalla osinkoa takaisin yritykseen, koska saatavilla olevaa dataa osinkojen suuruuksista ei ollut. Osinkotuottojen uudelleen sijoittaminen olisi nopeuttanut top250-osakesalkun arvon kasvua ja kasvattanut lopullista arvoa, sekä samalla hidastanut bottom250-osakesalkun arvon laskua. Näin

ollen sen puuttuminen ei juurikaan muuta tulosten paikkaansapitävyyttä. Samalla myöskään inflaatiota, eli rahan arvon heikkenemistä, ei ole otettu tuloksissa huomioon.

Merkittävä huomio molempien osakesalkkujen arvojen kehityksissä on kuitenkin se, ettei se ota huomioon osakesalkkujen arvopaperien välityspalkkioita. Välityspalkkioiden huomioon ottaminen vaikuttaisi selvästi osakesalkkujen arvojen kehitykseen. Se vähentäisi selvästi molempien osakesalkkujen arvojen kehitystä, jolloin top250 ja bottom250-osakesalkkujen arvot tutkittavan ajanjakson jälkeen olisivat pienemmät. Algoritmi on myös rakennettu tavalla, jossa jokaisen kvartaalin jälkeen kaikki osakesalkussa olevat arvopaperit myydään, vaikka tietyt arvopaperit olisivat salkussa myös seuraavan kvartaalin aikana.

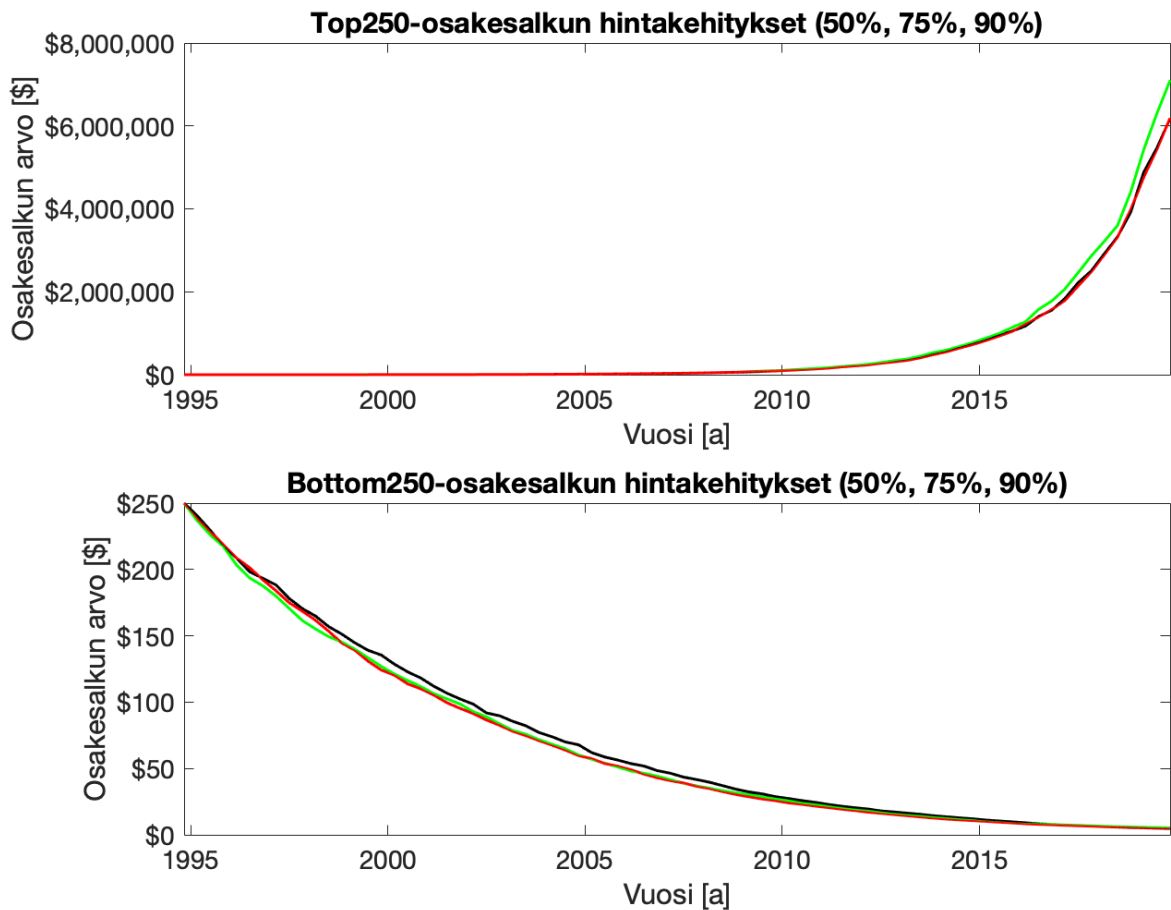
Tuloksia analysoidessa huomattiin, että top250-osakesalkku ja bottom250-osakesalkku käyttäytyivät hyvin eri tavalla. Tästä johtuen työssä kokeiltiin toisenlaista lähestymistapaa yritysten valintaan top250 ja bottom250-osakesalkkuihin. Kuvassa 7 näkyvien tulosten osakeportfolioihin on valittu kaikki yritykset, joista on data löytynyt. Puolestaan kuvassa 8 näkyviin tuloksiin on valittu satunnaisesti vain 50%, 75% ja 90% yrityksistä kummastakin kategoriasta. Yritykset on tässäkin tapauksessa jaettu paremmuusjärjestykseen excess return -arvon perusteella ja jaoteltu erilliseen top250-listaan ja bottom250-listaan. Näistä edellä mainituista listoista on kummastakin satunnaisesti valittu edelleä mainittujen prosenttiosuuksien verran yrityksiä ja näillä prosenttiosuuksilla saadut tulokset ovat kuvattuna kuvassa 8. Tämän avulla on tarkoitus havainnollistaa sitä kuinka paljon satunnaisuus vaikuttaa osakesalkkujen arvoihin.

Kuvassa 8 kummassakin kuvaajassa musta käyrä esittää tuloksia, jotka ovat saatu satunnaisesti arpomalla 50% yrityksistä kumpaankin osakesalkkuun. Vihreä käyrä puolestaan esittää tilannetta, jossa ollaan satunnaisesti valittu 75% yrityksistä ja punainen käyrä tilannetta, jossa ollaan satunnaisesti valittu 90% yrityksistä.

Kuvasta 8 huomataan ettei yritysten satunnainen valitseminen listaan juuri muuta tuloksia. 50%, 75% ja 90% valintamääriä kuvaavat käyrät käyttäytyvät hyvin samanlaisesti läpi tarkasteltavan ajanjakson. Tuloksissa on kuitenkin havaittavissa eroja kuvan 7 tuloksiin nähden. Kuvan 8 tuloksissa top250-osakesalkun arvo on tutkittavan ajanjakson jälkeen yli kolme kertaa suurempi kuin kuvassa 7. Puolestaan bottom250-osakesalkun arvo pysyy hyvin samanlaisena jokaisessa testissä. Tämän testin perusteella voimme todeta, ettei satunnaisuudella ole vaikutusta juurikaan siihen, mihin suuntaan osakesalkkujen hinnat tulevat menemään.

Molemmista testeistä saatujen tulosten perusteella voimme todeta, ettei S&P 500 -listauksessa olevien yritysten keskuudessa toteudu EMH-teoria ainakaan niin vahvasti, mitä hypoteesissa oletettiin. Näin ollen voimme myös hylätä työn alussa määritellyn hypoteesin, jonka mukaan

osakesalkkujen tuotot olisivat tutkittavan ajanjakson jälkeen samankaltaisia.



**Kuva 8.** Osakesalkkujen arvojen kehitykset tutkittavan ajanjakson aikana eri prosenttiosuuksilla.

S&P 500 -listauksessa olevien yritysten osakkeilla on siis mahdollista saavuttaa markkinoilla ylliluonnollisen suuria tuottoja pitkällä aikavälillä - joskaan se ei ole helppoa. Täytyy myös huomioida etteivät mahdolliset tuotot ole tässä työssä saatujen tulosten suuruisia, koska esimerkiksi rahan arvon heikkenemistä (inflaatiota) ja välityspalkkioita ei ole otettu huomioon.

Tässä työssä saadut tulokset ovat linjassa London Business Schoolissa tehdyn tutkimuksen mukaan, jossa tutkijat Dimson et al. (2008) selvittivät, kuinka EMH-teoria toteutuu Iso-Britannian markkinoilla. Tutkijat muodostivat tutkimuksessaan kaksi osakesalkkua, joihin yritykset jaoteltiin sen perusteella, kuinka hyvin ne olivat markkinoilla pärjänneet, ja osakesalkkujen sisältöjä muutettiin kuukausittain sen mukaan, miten yritykset olivat edellisen kuukauden ajan suoriutuneet. Tutkimus aloitettiin vuodesta 1900, jolloin jokaiseen yritykseen sijoitettiin £1. Tutkittavan ajanjakson jälkeen osakesalkku, joka piti sisällään parhaiten suoriutuneita yrityksiä oli tuottanut £2 300 000 ja toinen vain £45.



## 8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kandidaatinyön tavoitteena oli selvittää noudattavatko S&P 500 -listauksessa olevat yritykset EMH-teorian periaatteita. Tutkimuskysymystä lähdettiin selvittämään luomalla algoritmi, jonka avulla testattiin voiko markkinoilla saavuttaa yliluonnollisen suuria tuottoja. Työssä oli käytössä historiallista dataa NYSE:n ja NASDAQ:n pörssiin listatuista yrityksistä 25 vuoden ajalta (1994-2019).

Kandidaatintyössä saatujen tulosten perusteella S&P 500 -yritysten keskuudessa on mahdollista saavuttaa yliluonnollisen suuria tuottoja. Työssä excess return -arvon perusteella kahteen osakesalkkuun jaetut yritykset tuottivat tutkittavan ajanjakson jälkeen toisistaan hyvinkin paljon eroavat lopputulokset. Yksi selitys kyseisille tuloksille voisi olla momentum-teorian osittainen toteutuminen S&P 500 -yritysten keskuudessa. Momentum-teorian mukaan yritysten historiallista suoriutumista seuraamalla voidaan saavuttaa yliluonnollisen suuria tuottoja markkinoilta.

Näin ollen EMH-teoria ei toteudu odotetulla tavalla S&P 500 -yritysten keskuudessa. On kuitenkin epätodennäköistä, etteikö tehokkaita markkinoita esiintyisi edes jollain tasolla S&P 500 -yritysten keskuudessa. Yhteenvetona voidaan todeta, että mitä todennäköisimmin EMH-teoriaan liitettyjä piirteitä esiintyy markkinoilla, mutta tutkintatapojen puutteiden takia niiden laadun ja määrän mittaaminen on hankalaa.

Esille nouseva kysymys on tämänkin työn tulosten jälkeen se, että onko sijoittajien mahdollista löytää markkinoilla yliluonnollisen suuria tuottoja tuottavia arvopapereita vai ei. EMH-teorian mukaan tällaisia ei ilmene, koska uusi informaatio heijastuu välittömästi arvopapereiden hintaan. Yleisesti tunnettu esimerkki EMH-teoriasta: Professori ja opiskelija kävelevät kadulla. Opiskelija näkee maassa 100 dollarin setelin ja on nostamassa sitä ylös. Professori sanoo: ”Älä vaivaudu, jos se tosiaan olisi 100 dollarin seteli, se ei olisi siinä”. (Malkiel 2003) Tällä esimerkillä korostetaan sitä, ettei EMH-teorian mukaan markkinoilla ei ole saatavilla yliluonnollisen suuria tuottoja.

Historian saatossa on kuitenkin nähty useampaan kertaan se, että markkinoilla on mahdollista saada yliluonnollisen suuria tuottoja. On hyvin vaikeaa sanoa, että onko tällöin kyse satunnaisesta tuurista, jonka EMH-teoriakin sanoo olevansa mahdollista vai jostain aivan muusta.

## Lähteet

- Agrawal, A., Jaffe, J. F. ja Mandelker, G. N. (1992). "The Post-Merger Performance of Acquiring Firms: A Re-examination of an Anomaly". *The Journal of Finance* 47.4, s. 1605–1621. URL: <https://www.jstor.org/stable/2328956?seq=1>.
- Alexander, S. S. (1961). "Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks". *Industrial Management Review*, s. 7–26. URL: <http://history.technicalanalysis.org.uk/Alex64.pdf>.
- Bachelier, L. (1900). "The Theory of Speculation". 3.17, s. 21–86. URL: [https://www.degruyter.com/view/title/506655?tab\\_body=toc](https://www.degruyter.com/view/title/506655?tab_body=toc).
- Ball, R. (1978). "Anomalies in Relationships Between Securities Yields and Yield-surrogates". *Journal of Financial Economics* 2-3.3, s. 103–126. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304405X78900260>.
- Banz, R. (1981). "The relationship between return and market value of common stock". *Journal of Financial Economics* 9, s. 3–18. URL: [http://www.business.unr.edu/faculty/liuc/files/BADM742/Banz\\_sizeeffect\\_1980.pdf](http://www.business.unr.edu/faculty/liuc/files/BADM742/Banz_sizeeffect_1980.pdf).
- Basu, S. (1977). "Investment Performance of Common Stocks in Relation to Their Price-Earnings Ratios: A Test of the Efficient Market Hypothesis." *The Journal of Finance* 32.3, s. 663–682. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1540-6261.1977.tb01979.x>.
- Blake, D. (1999). "Financial Market Analysis, 2nd Edition". URL: <https://www.wiley.com/en-us/Financial+Market+Analysis,+2nd+Edition-p-97804711877288>.
- Borges, M. R. (2008). "Efficient Market Hypothesis in European Stock Markets". *Working Paper no. 20*. URL: <https://depeco.iseg.ulisboa.pt/wp/wp202008.pdf>.
- Dimson, E., Marsh, P. ja Staunton, M. (2008). "Global Investment Returns Yearbook 2008". URL: [http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/3690-09/RepDD\\_RGM\\_3690-09/B-29\\_GM\\_Dimson-Staunton\\_3690\\_30juin09.pdf](http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/3690-09/RepDD_RGM_3690-09/B-29_GM_Dimson-Staunton_3690_30juin09.pdf).
- Fama, E. F. (1965). "The Behavior of Stock-Market Prices". *The Journal of Business* 38.1, s. 34–105. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=10.1111/j.1540-6261.1977.tb01979.x>

sessionid=7E7600BC5F1A84FCA0D3D6D34A92E1D1?doi=10.1.1.365.9468&rep=rep1&type=pdf.

- Fama, E. F. (1970). "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and empirical work". *The Journal of Finance* 25.2, s. 383–417. URL: <http://gesd.free.fr/fama1970.pdf>.
- Fama, E. F. ja Blume, M. E. (1966). "Filter Rules and Stock-Market Trading". *Journal of Business* 39.1, s. 226–241. URL: <http://history.technicalanalysis.org.uk/FaBl66.pdf>.
- French, K. R. (1980). "Stock returns and the weekend effect". *Journal of Financial Economics* 8.1, s. 55–69. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304405X80900215>.
- Hayek, F. A. (1945). "The Use of Knowledge in Society". *The American Economic Review* 35.4, s. 519–530. URL: <https://www.jstor.org/stable/1809376?origin=JSTOR-pdf&seq=1>.
- Jegadeesh, N. (1990). "Evidence of Predictable Behavior of Security Returns". *The Journal of Finance* 45.3, s. 881–898. URL: <http://m.e-m-h.org/Jega90.pdf>.
- Jegadeesh, N. ja Titman, S. (1993). "Returns to buying winners and selling losers: implications for stock market efficiency". *Journal of Finance* 48.1, s. 65–91. URL: <https://www.jstor.org/stable/2328882?seq=1>.
- Jensen, M. C. (1978). "Some Anomalous Evidence Regarding Market Efficiency". *Journal of Economics* 6.1, s. 95–101. URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=244159](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=244159).
- Keim, D. B. (1983). "Size-related anomalies and stock return seasonality: further empirical evidence". *Journal of Financial Economics* 12, s. 13–32. URL: [http://www.business.unr.edu/faculty/liuc/files/RUC/ResearchMethod/Keim\\_JanEffect\\_1982.pdf](http://www.business.unr.edu/faculty/liuc/files/RUC/ResearchMethod/Keim_JanEffect_1982.pdf).
- Leković, M. (2018). "Evidence For And Against The Validity of Efficient Market Hypothesis". *Economic Themes* 56.3, s. 369–387. DOI: 10.2478/ethemes-2018-0022.
- Lo, A. W. ja MacKinlay, A. C. (1988). "Stock Market Prices do not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Tests". *The Review of Financial Studies* 1.1, s. 41–66. URL: <https://teach.business.uq.edu.au/courses/FINM6905/files/module-2/readings/Lo%5C%20and%5C%20MacKinlay.pdf>.

- Malkiel, Burton G. (2003). "The Efficient Market Hypothesis and Its Critics". *Journal of Economic Perspectives* 17.1, s. 59–82. URL: <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/089533003321164958>.
- Nisar, S. ja Hanif, M. (2012). "Testing Weak Form of Efficient Market Hypothesis: Empirical Evidence from South-Asia". *World Applied Sciences Journal* 17.4, s. 414–427. URL: [https://www.researchgate.net/publication/228241547\\_Testing\\_Weak\\_Form\\_of\\_Efficient\\_Market\\_Hypothesis\\_Empirical\\_Evidence\\_from\\_South\\_Asia](https://www.researchgate.net/publication/228241547_Testing_Weak_Form_of_Efficient_Market_Hypothesis_Empirical_Evidence_from_South_Asia).
- Nyberg, P. (2019). *Investment Management, Lecture 5. Asset Pricing*. University Lecture.
- Reinganum, M. R. (1983). "The anomalous stock market behavior of small firms in january: empirical tests for tax-loss selling effects". *Finance Research Letters* 12, s. 89–104. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304405X83900296?via%5C%3Dihub>.
- Roll, R. (1983). "Vas ist Das? The Turn-of-the- Year Effect and the Return Premia of Small Firms". *Journal of Portfolio Management* 9.2, s. 18–28. URL: <https://jpm.pm-research.com/content/9/2/18>.
- Schwert, G. W. (2003). "Anomalies and market efficiency". *Handbook of the Economics of Finance* 1.2, s. 939–974. URL: <http://schwert.ssb.rochester.edu/hbfech15.pdf>.
- Tran, V. L. ja Leirvik, T. (2019). "A simple but powerful measure of Market Efficiency". *Journal of Financial Economics* 29, s. 141–151. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612318305348>.

## Kuvat

1	Block traden vaikutus arvopaperin hintaan. X-akseli kuvaa aikaa minuuteissa. Negatiiviset arvot kuvaavat aikaa ennen block trade -kaupan toteutumista ja positiiviset arvot aikaa sen jälkeen. . . . .	11
2	Osakekurssin reagointi uuteen informaatioon tehokkailla markkinoilla. . . .	19
3	S&P 500 -indeksin kurssikäyttäytyminen tutkittavana ajanjaksona. . . . .	21
4	Listauksessa olevien yritysten datan muokkaus listamuodosta (kuva 4a) matriisimuotoon (kuva 4b). . . . .	22
5	Adjusted Market Inefficiency Magnitude (AMIM) arvojen havainnollistaminen. . . . .	25
6	Kandidaatintyössä käytetty algoritmi pseudokielellä. . . . .	28
7	Osakesalkkujen arvojen kehitys tutkittavan ajanjakson aikana. . . . .	29
8	Osakesalkkujen arvojen kehitykset tutkittavan ajanjakson aikana eri prosentiosuuksilla. . . . .	32

## Taulukot

1	Osakesalkkujen arvot eri ajanhetkillä. . . . .	30
---	--	----