

TARTU ÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Ettevõtetmajanduse instituut

Gert Põrk

**MACD INDIKAATORI RAKENDAMINE  
MODERNSE PORTFELLITEOORIA  
ARENDAMISEKS**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: doktorant Allan Teder

Tartu 2014

Soovitan suunata kaitsmisele .....

(juhendaja allkiri)

Kaitsmisele lubatud “ “..... 2014. a.

Rahanduse ja majandusarvestuse õppetooli juhataja .....

(õppetooli juhataja nimi ja allkiri)

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....

(töö autori allkiri)

## SISUKORD

|   |    |
|---|----|
| SISUKORD.....   | 3  |
| SISSEJUHATUS.....   | 4  |
| 1. MACD INDIKAATOR JA MARKOWITZI PORTFELLITEOORIA .....   | 8  |
| 1.1 MACD indikaator tehnilise analüüsi tehnikana .....  | 8  |
| 1.2 Markowitzi moderne portfelliteooria .....   | 13 |
| 2. STRATEEGIA TESTIMINE NEW YORKI AKTSIATURUL .....   | 22 |
| 2.1 Analüüsi meetoodika ja andmete valik .....  | 22 |
| 2.2 Tulemused .....   | 27 |
| 2.3 Järeldused.....   | 36 |
| KOKKUVÕTE.....  | 41 |
| VIIDATUD ALLIKAD .....  | 45 |
| LISAD .....   | 50 |
| Lisa 1. Matlabi skript MACD ja Markowitzi portfelliteooria põimitud strateegia<br>arvutamiseks..... | 50 |
| Lisa 2. Matlabi skript ainult Markowitzi portfelliteoorial põhineva strateegia<br>arvutamiseks..... | 55 |
| Lisa 3. Matlabi skript põimitud strateegia tulususe arvutamiseks. ....                              | 56 |
| Lisa 4. Matlabi skript Markowitzi strateegia tulususe arvutamiseks. ....                            | 58 |
| Lisa 5. Strateegiate kvartaalsed tulusused.....   | 60 |
| Lisa 6. Strateegiate kumulatiivne tulusus.....  | 62 |
| SUMMARY .....   | 64 |

## SISSEJUHATUS

Tänapäeval on finantsturgudel edukaks kauplemiseks väga laialdaselt kasutusele võetud Markowitzi poolt esitatud portfelliteooria, mille eesmärgiks on parima võimaliku portfelli leidmine lähtuvalt investori riskitaluvusest ja oodatavast tootlusest. Portfelliteooria on tihedalt põimunud tänapäevasesse finantsmaailma ning on muutunud üheks olulisimaks osaks finantsinvesteeringutega seotud tegevuste juures. Samuti on portfelliteooria aluseks mitmete suuremate finantsinstitutsioonide ja –fondide tegevusele ning on enamuste institutsionaalsete investorite portfelli moodustamise nurgakiviks. Autorit huvitab, kas sellist laialt levinud ja kaua muutumata püsinud strateegiat on võimalik ka kindlate tehnilise analüüsi võtetega edasi arendada? Kas sellist eelkõige institutsionaalset strateegiat on võimalik kohandada erainvestori vajadustele, kes on sunnitud tegutsema ajaliselt piiratud tingimustes ja kelle eesmärgiks aktsiaturgudel on panna rõhk oma vara väärtuse säilitamisele ning vara kaitsmisele inflatsioonilistes tingimustes?

Töö aluseks on võetud Markowitzi modernne portfelliteooria, mille edasiarendusel on otsustatud asetada rõhk sisendite valikule, mida autor peab finantsinstitutsioonide suurimaks eeliseks erainvestorite ees. Appi on võetud tehnilise analüüsi võtted, sest vaatamata tõsiasjale, et valikute tegemiseks ja aktsiate väärtuse hindamiseks on olemas palju erinevaid lähenemisviise, on investeerimisel oluliste otsuste tegemisel maailmas, kus aeg on inimese väärtuslikum vara, süstemaatiliste protsesside, nagu näiteks libisevate keskmiste analüüs, kasutamine ratsionaalsete ja eelkõige kiirete otsuste tegemisel esmatähtis. Samuti ei käsitle modernne portfelliteooria endas vägagi olulist küsimust, millisel ajahetkel kindlaid aktsiad osta või müüa. Küsimust, mis tänapäeva äärmiselt volatiilsetel aktsiaturgudel võib osutada investorile otsustavaks nüansiks kauplemisstrateegia arendamisel ja millele otsib vastust tehniline analüüs. Tehnilise analüüsi meetodite hulgast on välja valitud MACD indikaator, mis jälgib turul

ilmnevaid trende lähtudes lühi- ja pikaajaliste hinnamuutuste vahest. MACD on momentumil põhinev ostsillaator, mille eesmärgiks on turul tabada momente, mil trendid pöörduvad. Mitmete erinevate tehnilise analüüsi indikaatorite seast on MACD välja valitud põhinedes autori personaalsetele eelistustele.

Antud bakalaureusetöö eesmärgiks on välja selgitada, kas MACD indikaatoril põhinevate meetodite kaasamisel portfelliteooriasse on võimalik tagada parema riskitulu näitajaga aktsiaportfell võrreldes ainult portfelliteoorial põhineva aktsiaportfelliga. Bakalaureusetöö on seega eelkõige empiirilise suunitlusega. Töö käigus planeerib autor anda teoreetilise ülevaate modernsest portfelliteooriast ning aktsiaturgudel orienteerumiseks kasutatava tehnilise analüüsi olemusest keskendudes libisevate keskmiste arvutamisele tuginevale indikaatorile MACD. Eesmärgini jõudmiseks püstitatakse töös järgnevad peamised uurimisülesanded:

- kirjeldada tehnilise analüüsi ja libisevatel keskmistel põhineva indikaatori MACD olemust;
- anda teoreetiline ülevaade Markowitzi modernse portfelliteooria olemusest;
- testida MACD rakendatavust portfelliteoorias;
- võrrelda MACD indikaatori portfelliteooriasse kaasamise kasumlikkust võrreldes tavapärase portfelliteooriaga;
- teha järeldused MACD indikaatori ja modernse portfelliteooria ühiste rakendamisevõimaluste kohta.

Antud bakalaureusetöö koosneb kahest osast: teoreetiline pool, kus esitatakse modernse portfelliteooria ning tehnilise analüüsi ja selle indikaatori MACD oluline teoreetiline tagapõhi, ning empiiriline pool, millega testitakse libisevatel keskmistel tugineva MACD indikaatori rakendamisevõimalusi portfelliteooria arendamiseks.

Teoreetiline osa põhineb erinevatel seotud teemadel kirjutatud artiklidel ning raamatutel. Tehnilise analüüsi ja MACD kirjeldamisel toetutakse põhiliselt John J. Murphy (1999) raamatus „*Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications*“, Marcel Linki (2003) raamatus „*High Probability Trading*“ ning Gerald Appeli (2005) raamatus „*Technical Analysis: Power Tools for Active Investors*“ avaldatud mõtetele. Modernse portfelliteooria põhimõtete selgitamisel

kasutatakse eelkõige Alexander, Sharpe ja Baily avaldatud teost “*Fundamentals of Investments*”, Diana R. Harringtoni raamatut “*Modern Portfolio Theory, The Capital Asset Pricing Model & Pricing Theory: A User’s Guide*” ja Kunsingi ja Tuusise kirjutatud raamatut “Väärtpaberite portfelli analüüs”. Oluline koht töös on ka 1952. aastal Markowitzi poolt avaldatud artiklil “*Portfolio Selection*” ja 1959. aastal tema poolt kirjutatud raamatul “*Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*”, milles avaldatud mõtted on kogu modernse portfelli teooria aluseks.

Empiirilises osas kasutatakse strateegia rakendamise võimaluste testimiseks 11 New Yorki aktsiaturul (*New York Stock Exchange - NYSE*) noteeritud ettevõtte aktsia viimase 15 aasta päevaseid andmeid, mis on kättesaadavad Yahoo Finance ajalooliste hindade veebileheküljelt (Yahoo Finance 2014). Bakalaureusetöö empiirilise osa eesmärgiks on hinnata MACD ja portfelli teooria põimitud strateegia tulemuslikust võrreldes tavapärase Markowitzi portfelli teooriaga lähtudes strateegiate riski-tulu määrast. Selleks koostab autor kolm aktsiaportfelli, mille haldamisel rakendatakse erinevaid põhimõtteid. Ühe portfelli haldamiseks rakendab autor MACD indikaatori ja portfelli teooria põimitud strateegiat, teise portfelli haldamisel lähtutakse tavapärase Markowitzi portfelli teooria põhitõdedest ning kolmas aktsiaportfell põhineb lihtsal ostaja-hoia meetodil, et hinnata aktsiahindade üldist liikumist turul.

Käesoleva töö koostaja usub, et uuritav valdkond on oluline ja huvitav teema eelkõige kolmel põhjusel. Esiteks töö autor leiab, et erinevate strateegiate põimimine on järgmine loogiline samm investimisstrateegiate arendamisel. Erinevate teooriate ühendamisel on võimalik luua sisukam investimisstrateegia, mis võib erainvestorile pakkuda soovitud eelise turul. Tänapäeva infoühiskonnas, kus informatsioon on laialt levinud ning kergesti kättesaadav kõigile, on ka mitmed investimisstrateegiad vabalt kättesaadavad ja leiavad üha enam rakendamist aktsiaturgudel. Selleks, et aga turgu lüüa, on oluline saavutada eelis teiste investorite ees, teha midagi teisiti.

Teiseks usub autor, et käesolev töö võib avardada investorite mõttemaailma. Autori jaoks ei ole niivõrd oluline välja arendada uut investimisstrateegiat, kui et testida erinevate teooriate koos rakendamise võimalusi ning näidata investoritele, kuidas ja kas on võimalik strateegiaid omavahel kombineerida. Antud töö võiks olla baasiks uute strateegiate väljaarendamisel.

Kolmandaks leiab autor, et teemaga on seotud ka tugev majanduslik ja ühiskondlik huvi. Õigete ja kasulike investeerimisotsuste tegemine nii erainvestorite kui ettevõtete poolt loob võimaluse majanduslikuks kasvuks, mis on aluseks ühiskondlikule arengule. Kuna investeerimisotsuste juures mängib väga olulist rolli ka investeringutega kaasnev risk, siis on eriti oluline leida lahendusi, mis minimeeriks investeerimistegevusega kaasnevat riski. Arendades edasi laialt levinud investeerimisstrateegiat, loodab autor pakkuda edukat, stabiilset ja hea riski-tulu suhtega tööriista oma investeerimisotsuste tegemiseks, mis võiks tagada edu aktsiaturgudel ja pakkuda investorile südamerahu ning kindlustunnet oma investeringute tegemisel. Eelkõige loodab autor, et käesolev bakalaureusetöö võiks olla kasuks erainvesteeringu arendamisele Eestis.

Autor ei ole teadlik samal teemal varem läbiviidud uuringutest. Palju on kirjutatud modernsest portfelliteooriast endast ja selle rakendamise võimalustest, kuid veel ei ole palju uuritud võimalusi portfelliteooria põimimiseks tehnilise analüüsi võtetega. Üheks ainsaks sarnaseks uurimuseks on Dr. Kristine Anderseni and Patrick Glenni poolt 2013. aastal tehtud uurimus "*Portfolio Preservation During Severe Market Corrections: A Market Timing Enhancement to Modern Portfolio Theory*", kus modernse portfelliteooria modifitseerimisel testitakse tehnilise analüüsi võtete kaasamist modernsesse portfelliteooriasse, kuid antud uurimuses on põhiliseks testitavaks indikaatoriks *Commodity Channel Index (CCI)* ning strateegia rõhk ei ole sisendite valimisel.

# 1. MACD INDIKAATOR JA MARKOWITZI PORTFELLITEOORIA

## 1.1 MACD indikaator tehnilise analüüsi tehnikana

Aktsiate analüüsiks aktsiabörsidel on levinud kaks põhilisemat lähenemisviisi: fundamentaalne analüüs (*fundamental analysis, FA*) ning tehniline analüüs (*technical analysis, TA*). Fundamentaalne analüüs seisneb eelkõige ettevõtete olukorra hindamises selle majandustegevuse näitajate põhjal, samas kui tehniline analüüs keskendub just hetkemelestatuse hindamisele aktsiaturgudel. Antud bakalaureusetöö keskendub viimasele ehk börside liikumiste ning trendide mõistmiseks kasutatavale tehnilisele analüüsile. Marcel Linki (2003: 78) sõnul võib fundamentaalne analüüs ühel aidata küll mõista suunda, kuhu poole turg võib liikuda, kuid raske on saada teiste investorite ees eelist juhul kui puuduvad eelnevad teadmised, et midagi on toimumas. Vilumus tehnilise analüüsi valdkonnas võib investorile osutada suurepäraseks väärtuseks ning tagada eelise teiste investorite ees. Murphy (1999: 6) kirjutab oma raamatus „*Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications*“, et tehniline analüüs hõlmab endas fundamentaalset analüüsi ning graafikute lugemine on tegelikult otsetee vorm fundamentaalsest analüüsist.

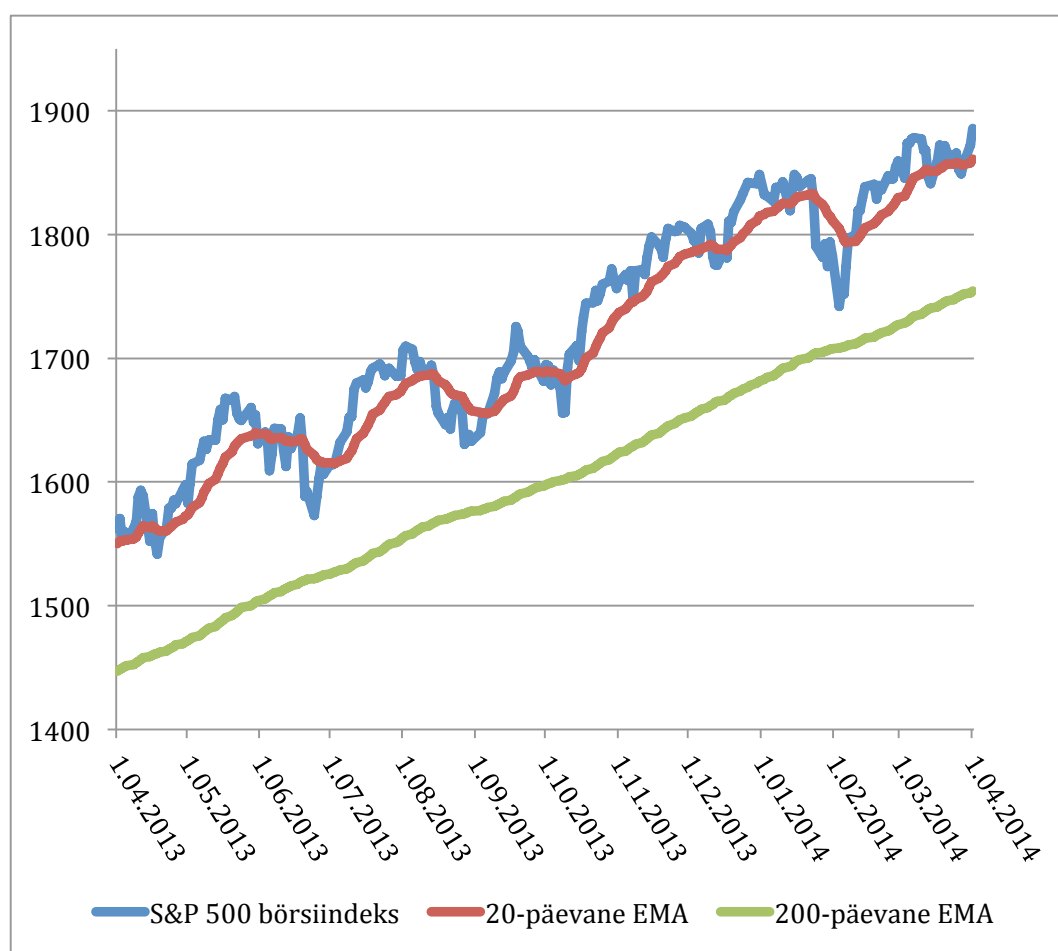
Tehnilise analüüsi tehnika baseerub üldiselt Dow teoorial, millele pani 19. sajandil lõpul aluse Charles Dow, ning põhineb kolmel printsiibil: turg arvestab aktsiahindadesse sisse kõik turgu mõjutavad sündmused ja uudised, aktsia hind liigub trendidena ning inimese psühholoogia tõttu ajalugu kordab ennast (Murphy 1999: 3). Dow teooria eeldab, et aktsiad järgivad trendi ning nende mõõtmiseks esialgselt konstrueeriti kaks indeksit *Dow Jones Industrial Average (DJIA)* ja *Dow Jones Rail Average (DJRA)*. Dow teooria põhiväited hõlmavad endas järgnevaid punkte (Klaasen 2003: 13):

- hindade keskmised arvestavad endas kõike;
- eristatakse kolme erineva pikkusega trendi: primaarne trend, sekundaartrend ning väike trend;
- primaarne trend koosneb kolmest faasist;
- erinevate parameetritega keskmised peavad teineteist kinnitama;
- käive kinnitab trendi;
- trend jätkub kuni puudub signaal trendi pöördumisest;
- arvutamisel kasutatakse sulgemishindasid.

Defineerides tehnilist analüüsi, võib öelda, et see kujutab endast turgude jälgimist graafiliste ja statistiliste meetoditega eesmärgiga prognoosida aktive hindu tulevikus (Technical analysis... 2014). Seda nimetatakse mõnikord ka visuaalseks analüüsiks (*visual analysis*) või ka turuanalüüsiks (*market analysis*). Tehnilise analüüsi põhiliseks töövahendiks on graafikud ning nendel kajastuvad turuseisu iseloomustavad andmed. Enim kasutatakse kahemõõtmelisi graafikuid, kus horisontaalteljele on kantud aeg ning vertikaalteljele hind. Erinevate eesmärkidega graafikutel kasutatakse erineva pikkusega ajaühikuid. Kasutusel on palju erinevate ajaperioodidega graafikuid, kus muutuseid näidatakse alustades minutiliste ning lõpetades kuni aastaste vahedega. Tehnilise analüüsi suurimaks eeliseks peetakse selle võimalikku kasutamist ükskõik millise kaubaga kauplemisel. Investorid saavad kergesti jälgida paljusid turge ning vajadusel lihtsasti vahetada turge vastavalt trendide ilmnemisele. (Klaasen 2003: 9) Kasutades tehnilise analüüsi meetodeid on investoril võimalik tagada oma aktsiaportfelli paindlikkus ning eelkõige mitmekesisus – omadused, mida võib pidada ühe eduka aktsiaportfelli võtmeteguriteks.

Libisevate keskmiste tehnika on üks kõige paindlikumaid ning laialdasemalt kasutatavamaid tehnilisi võtteid tehnilises analüüsis (Murphy 1999: 195). Libisevaid keskmisi kasutatakse lühiajaliste hinnakõikumistega seotud „müra“ leevendamiseks eesmärgiga lihtsustada fundamentaalsete trendide identifitseerimist ja määramist. (Apple 2010:67). Põhiliseks eesmärgiks on turuliikumise eraldamine muudest lühiajalistest liikumistest investeerimisotsuste lihtsustamiseks ostu- ning müügisignaali läbi. Libisevate keskmiste arvutamise baas seisneb andmetest keskmise arvutamises ning andmete püsivas edasi liikumises, mis tähendab, et iga täiendava

ajaühiku möödudes loobutakse vanadest andmetest ning keskmise arvutamisesse kaasatakse uued näitajad. Näiteks arvutades 10-päeva libisevat keskmist, siis ühe päeva möödudes kaasatakse arvutusse viimane päev ning loobutakse üheteistkümnendast päevast. Graafikutelt andmeid lugedes on investori enda valida kui pika perioodi keskmiseid ta soovib arvutada, kuid tuleb mees pidada, et erinevate perioodide põhjal arvutatud erinevad libisevad keskmised varieeruvad tugevasti. Libiseva keskmise arvutamiseks kasutatud perioodi pikkus on selle libiseva keskmise parameeter (Arhipova 2011: 7) Erinevusi 20-päevase ja 200-päevase libisevate keskmiste vahel iseloomustab järgnev joonis nr. 1.



**Joonis 1.** Võrdlus S&P 500 börsiindeksi 20-päevase ja 200-päevase libisevate keskmiste vahel ajavahemikul 01.04.2013–01.04.2014 (Allikas: Yahoo Finance 2014, autori koostatud.).

Joonisel on kujutatud 2013. ja 2014. aastal S&P 500 börsiindeksis toimunud kõikumised ning nende põhjal arvatud kaks libisevat keskmist: 20-päeva eksponentsiaalne libisev keskmine (*exponential moving average* – EMA) ning 200-päeva eksponentsiaalne libisev keskmine. Börsi hinnakõikumisi esindab joonisel sinine joon, punase joonega on tähistatud 20-päevase EMA ja rohelise joonega tähistatakse 200-päevase EMA liikumisi. Graafiku X-teljel on kujutatud aeg ajavahemikul 01.04.2013–01.04.2014 ning Y-teljel börsiindeksi hinnatase. Jooniselt on võimalik näha erinevate parameetritega arvatud libisevate keskmiste erinevusi ning välja lugeda pikema parameetriga libisevate keskmiste madalamaid ning stabiilsemaid väärtusi.

Tehnilises analüüsis kasutatakse mitmeid libisevate keskmiste variatsioone. Neist kolm enim kasutatavat on: lihtne libisev keskmine (*simple moving average*), kaalutud libisev keskmine (*weighted MA*) ning eksponentsiaalne libisev keskmine (Pring 2002: 155).

- lihtne libisev keskmine – kõige tavalisem aritmeetiline keskmine, mis moodustatakse andmete komplekti kuuluvate perioodide väärtuste summa jagatisel selle perioodide arvuga;
- kaalutud libisev keskmine – erineb lihtsast libisevast keskmisest selle tõttu, et perioodidele antakse erinevad kaalud;
- eksponentsiaalne libisev keskmine – samuti suurem rõhk viimastel perioodidel, kuid arvestab kogu olemas olevat hinnainformatsiooni ning perioodide kaalud leitakse läbi eksponendi (Murphy 1999: 199).

Erinevatel libisevatel keskmistel on omad plussid ja miinused ning kasutusvaldkonnad, kus nende kasutamine on statistilisel oluline ehk omab mingit täiendavat väärtust.

Gerald Appeli poolt leiutatud libisevate keskmiste kaugenemise ja lähenemise (*Moving Average Convergence-Divergence* - MACD) tehnika põhineb eksponentsiaalsetel libisevatel keskmistel ja seetõttu omastatakse hiljutisematele andmetele suurem osatähtsus. MACD tehnika puhul vaadeldakse kahe erineva libiseva keskmise vahet: MACD joone ning välja arvatud MACDst võetud eksponentsiaalse libiseva keskmise joone ehk signaaljoone vahet. Joonte teineteisest eemaldumise protsessi kustutakse kaugenemiseks ning joone liikumist teineteise suunas lähenemiseks (Link 2003: 134).

MACD väärtuse arvutamiseks lahutatakse börsi lühiajalisest eksponentsiaalsest libisevast keskmisest (tavaliselt 12 päeva EMA) pikaajaline libisev keskmine (tavaliselt 26 päeva EMA). MACDst libiseva keskmise leidmiseks võetakse eksponentsiaalne libisev keskmine harilikult 9 viimase päeva MACD väärtustest (Appel 2005: 167). Mõlemad väärtused paigutatakse graafikule koos nulljoone ehk tasakaalujoonega mõistmaks paremini turul eksisteerivate trendide ulatust ning liikumise kiirust. Nulljoonele kantakse ka MACD histogramm, mis moodustatakse MACD joone ja signaaljoone vahe väärtustest ning mis näitab kõige paremini muutuste suurust ja suunda. Histogramm on positiivne kui MACD joon on signaaljoonest üleval pool ning negatiivne vastupidise olukorra puhul (Moving Average... 2011).

Positiivne MACD väärtus näitab, et lühiajaline EMA trendib pikaajalise EMA kohal. Negatiivne MACD väärtus esindab olukorda, kus lühiajaline EMA trendib pikaajalisest EMA-st all pool. Kui MACD on positiivne ja kasvab, siis vahe lühiajaliste ja pikaajaliste hinnamuutuste vahel kasvab, mis näitab, et positiivne momentum tõuseb. Kui MACD on negatiivne ning langeb, on olukord vastupidine, kus lühiajaline kasv on väiksem pikaajalisest kasvust ning negatiivne momentum kasvab. (Portfolio preservation...2014)

Gerald Appel (2005: 167) on oma raamatus välja toonud järgnevad MACD põhilised kontseptsioonid:

1. MACD on võrdne lühiajalise EMA ja pikaajalise EMA vahega.
2. Kui turutrendid kasvavad, siis lühiajalised EMA'd suurenevad kiiremini kui pikaajalised EMA'd ning MACD joon liigub üles.
3. Kui turutrendid kaotavad jõudu, siis lühiajalised EMA'd tasanduvad ning languse jätkudes langevad pikaajalistest EMA'dest allapoole. MACD joon langeb nulljoonest alla.
4. Nõrgenevad trendid põhjustavad MACD joone liikumise muutust.
5. Hinnakõikumiste tõttu lühiajalised EMA'd ning pikaajalised EMA'd lähenevad ning kaugenevad teineteisest.

Üldise reeglina võetakse MACD joone ristumist signaaljoonega alt poolt üles poole kui ostusignaali ilmnemist, millele algselt vihjas MACD joone liikumise suuna muutus alt ülesse, kinnitust ning antud hetkedel on soovitatav osta oma aktsiaportfelli täiendavaid

aktsiaid. Vastupidise olukorra puhul, kus MACD joon ristub oma signaaljoonega liikudes ülevalt alla ja mida vaadeldakse kui müügisignaali ilmnemist, soovitatakse aga oma investeeringute kaitsmiseks olemasolevaid aktsiaid müüa (Appel 2005: 169). Täiendavate reeglitenä toob Appel (2005: 170) välja ka järgmised punktid:

- ostusignaaliid on palju usaldusväärsemad juhul kui MACD joon on ristunud nulljoonega ülevalt poolt alla pärast eelmise müügisignaali ilmnemist,
- müügisignaaliid on palju usaldusväärsemad juhul kui MACD joon on ristunud nulljoonega alt poolt ülesse pärast eelmise ostusignaali ilmnemist.

Väga tugevate turutrendide puhul võib täiendavad reeglid tahaplaanile jätta, kuid muidu on nende rakendamine rangelt soovituslik.

## 1.2 Markowitzi moderne portfelliteooria

Modernne portfelliteooria on Harry Markowitzi poolt 1952. aastal välja käidud teooria optimaalsete aktivaportfellide loomiseks. Markowitzi avaldas esmakordselt oma mõtted artiklis “Portfolio Selection”, mis avaldati ajakirjas *Journal of Finance* ning keskendus portfelli kujundamise põhimõtetele, mille põhiideena võib välja tuua riski hajutamise.

Markowitzi teooria kohaselt moodustatakse optimaalne portfell sõltuvalt investori riskikartlikkusest ja oodatavast tootlusest ning põhineb väärtpabeririski mõõtmisel oodatava tulususe dispersioonina (Harrington 1987: 11). Markowitz (1952: 77) tõi oma artiklis “*Portfolio Selection*” välja teooria kaks põhilist reeglit - esiteks iga investori eesmärk peaks olema koostada võimalikult efektiivne portfell, mis maksimeerib võimalikku tulu, ning teiseks oodatavat tulusust tuleks vaadelda kui positiivset ning tulususe varieeruvust kui negatiivset näitajat. Modernse portfelliteooria baasiks on idee, et portfelli tuleb valida sisendeid mitte nende individuaalsetele omadustele tuginedes, vaid arvestades üksikute komponentide mõju kogu portfelliga (Elton, Gruber 1995: 46). Eesmärgiks on leida selline varade kooslus, mille kollektiivne risk on madalam kui üksikute varade riskid eraldi vaadelduna (Omisore *et al* 2012: 21). Rõhk on portfelli diversifitseerimisel, mida Alexander *et al* (1993: 13) on defineerinud kui portfelli koostamist viisil, mis minimeeriks investeeringutega kaasnevat riski.

Markowitzi teooria kohaselt on portfelli loomisel oluline arvestada portfelli riski-tulu suhet ning iga järgneva ühiku riski võtmisel tuleb investorile see alati kompenseerida (Omisore *et al* 2012: 21). Investori valmidus võtta riske sõltub tema riskikartlikkusest ja see on seotud tema kasulikkusefunktsiooniga. Riskikartlikud investorid eelistavad madalamat riski ning eeldavad riskimäära kasvades suuremat sellega kaasnevat tulususe tõusu, riskiarmastavad investorid on valmis võtma oma investeerimistegevuses suuremaid riske. Portfelliteooria kontseptsiooni mõistmiseks on kõige pealt oluline lahti seletada kaks finantsmaailmas oluliseks kujunenud mõistet – risk ja oodatav tulusus.

Harry Markowitz oli esimene, kes võttis väärtpaberite riski mõõtmisel kasutusele standardhälbe mõiste. Markowitzi teooria kohaselt defineeritakse riski kui tulususe varieeruvust ehk tulususe hälvimist mingist keskmisest tulususest või planeeritud oodatavast tulususest (Elton, Gruber 1995:49). Hälvimise all mõistetakse siinkohal nii positiivseid kui negatiivseid üllatusi ja oluline on mõista, et risk on seda suurem, mida rohkem kõigub tulusus ümber keskmise või oodatava tulususe. Teisisõnu, mida suuremates piirides finantsvaralt saadav tulu kõigub, seda suurem on selle finantsvara risk. (Krumm 2011: 25) Riski mõõdetakse standardhällbena ja kajastatakse protsentides.

Standardhälve mõõtmise üldvalem näeb välja järgmine (Risk... 2014):

$$(1) \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}},$$

kus  $\sigma$  - standardhälve (%)

$\bar{x}$  - oodatav muutuja väärtus

$x_i$  -  $i$ 'nda muutuja tegelik väärtus

$n$  - muutujate hulk

Väärtpaberitega seonduva riski saab jagada kaheks komponendiks (Krumm 2011: 28):

- süstemaatiline risk ehk tururisk,
- mittesüstemaatiline risk ehk eririsk.

Süsteematilist väärtpaberi riski ei saa hajutada ning seda mõõdetakse investeringu beetakordajaga ehk beetaga ( $\beta$ ). Süsteemaatiline risk väljendab ohtu, et väärtpaberi tegelik tulusus erineb oodatavast tulususest tänu üldistele makromajanduslikele tingimustele. Suurema süsteemaatilise riskiga on sellised väärtpaberid, mille hind ja tulusus liiguvad võrreldes turu keskmisega võimendatult. Firmaspetsiifiline eririsk on aga ettevõttest endast tulenev risk ning on hajutatav mitmekesisema aktivaportfelli loomisega. Mida enam on portfellis erinevaid väärtpabereid, seda väiksemaks muutub risk, et ühe väärtpaberi hinnalanguse korral teiste väärtpaberite tulusus ei pruugi muutuda. (Krumm 2011: 26)

Teiseks portfelli teooria oluliseks osaks on investeringute oodatav tulumäär ehk tulusus, mida investor loodab oma tehtavalt investeringult tulevikus saada. Oodatava tulumäära leidmist võib vaadelda kui oskust, mis aitab teha prognoose ja otsustada järgnevate sammude üle. Oodatav tulumäär põhineb võimalike tuleviku stsenaariumite ja nende tõenäosuste hindamisel (Krumm 2011: 14). Tulusust vaatleb Markowitz kui juhuslikku muutujat, millele on võimalik arvutada statistiline keskmine ning standandhälve (Alexander *et al* 1993: 139). Ajalooliste andmetega töötamisel võib oodatava tulumäära samastada ajalooliste perioodide tegeliku tootluse keskmisega, eeldusel, et ajalooliselt arvatud tootluse keskmine on parim võimalik hinnang tulevikus tõenäoliselt esinevale tootlusele (Markowitz 1959: 14). Oodatava tulususe valem on esitatud järgmisel kujul (Risk... 2014):

$$(2) E(R) = \sum_{i=1}^n p_i R_i ,$$

kus  $E(R)$  – aktiva oodatav tulumäär (%)

$p_i$  – situatsiooni  $i$  tõenäosus

$R_i$  –  $i$ -nda aktiva oodatav tulumäär (%)

Ajalooliste andmete kasutamisel on valem esitatud järgmiselt (Risk... 2014):

$$(3) E(R) = \frac{\left( \sum_{t=1}^T R_t \right)}{T},$$

kus  $R_t$  –  $t$ -nda ajaperioodi tootlus (%)

$T$  – ajaperioodide arv

Markowitzi mudeli rakendamisel on olulisel kohal ka erinevate aktivate vaheline kovariatsioon ja korrelatsioon ehk muutujate omavahelised seosed. Oma raamatus kirjutab Markowitz (1959:19), et portfelli koguriski ei määra mitte ainult üksikute varade standardhälve, vaid see sõltub ka nende varade omavahelisest kovariatsioonist. Riskide võimalik diversifitseerimise teel maandada vaid omavahel vähe korreleeruvate aktivate puhul. Riskide vähendamiseks on oluline vältida portfelli, mille aktivad on tugevalt korreleeritud (Markowitz 1959: 5). Alexander, Sharpe ja Baily (1993:157) kirjeldavad korrelatsiooni kahe pideva muutuja vahel kui seost, kus ühe muutuja kas suurematele või väiksematele väärtustele vastavad sagedamini teise muutuja suuremad (positiivne korrelatsioon) või siis vastavalt väiksemad (negatiivne korrelatsioon) väärtused. Korrelatsiooni tugevust mõõdab korrelatsioonikordaja ning see leitakse järgnevast valemist (Statistical... 2014):

$$(4) r_{xy} = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y},$$

kus  $r_{xy}$  - muutujate vaheline korrelatsioonikordaja

$\text{cov}(x, y)$  - muutujate vaheline kovariatsioon

Muutujate vaheline kovariatsioon leitakse valemist (Statistical... 2014):

$$(5) \text{cov}_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})(\sigma_i - \bar{\sigma})}{n-1},$$

kus  $\bar{\sigma}$  – muutuja oodatav standardhälve (%)

Korrelatsioonikordaja väärtus varieerub vahemikus 1 kuni -1. Kui korrelatsioonikordaja väärtus on 1, siis muutujate omavaheline seos on samasuunaline ning võrdne. Kui korrelatsioonikordaja on -1, siis seos on võrdne, kuid vastasuunaline. Korrelatsioonikordaja 0 väärtuse korral puudub muutujate vaheline korrelatsioon. (Benjani 2009: 12)

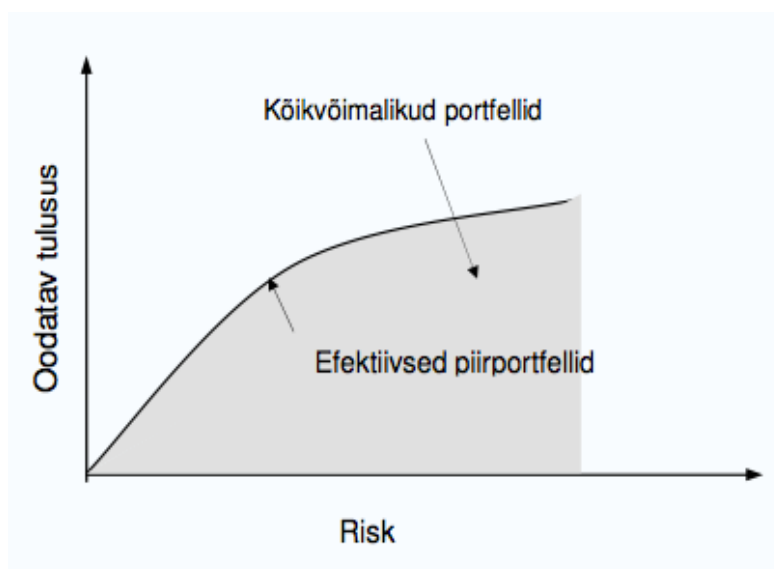
Teades aktive oodatavat tulumäära, standardhälvet (riski) ja nende omavahelist korrelatsiooni on võimalik moodustada investori jaoks efektiivsed portfellid arvestades nende võimalikku riski-tulu suhet. Modernsel portfelliteoorial põhinevate optimaalsete portfellide leidmine baseerub järgmistel eeldustel (Kunsing, Tuusis 1995):

1. Investeeringud vaatlevad iga alternatiivset investeeringut, lähtudes sellelt saadavate tulude tõenäosuslikust jaotusest mingil perioodil.
2. Investeeringud määravad riski suuruse oodatava tulu varieeruvuse põhjal.
3. Investeeringuotsuse langetamisel lähtuvad investorid üksnes oodatavast tulususest ja riskist.
4. Fikseeritud riskitasemel eelistavad investeeringud kõrgemat oodatavat tulu madalamale. Fikseeritud tulususe puhul eelistavad nad madalamat riskitaset kõrgemale.
5. Investorid maksimeerivad ühe perioodi oodatavat kasulikkust ning nende kasulikkuskõverad näitavad heaolu vähenevat piirkasulikkust (iga järgmine tuluühik annab väiksemat kasulikkust, kui eelmine).

Markowitzi portfellimudeli kohaselt teeb investor oma valiku efektiivsete portfellide hulgast arvestades oma suhtumist riski. Portfelliteooria rakendamisel loetakse efektiivseks selline portfell, millest sama riskitaseme juures ei paku kõrgemat oodatavat tulusust mitte ükski teine portfell. Ehk lihtsustatult öeldes, portfelliteooria kohaselt proovitakse alati leida optimeeritud aktsiaportfell, mis maksimeerib etteantud riski juures investorite tulu või minimeerib etteantud tulu juures investeeringuga kaasneva riski (Harrington 1987: 11). Selliste efektiivsete portfellide leidmisel lähtutakse efektiivse hulga teoreemist (*efficient set theorem*). Teoreemi kohaselt investor valib oma optimaalse portfelli portfellide hulgast, mis (Alexander *et al* 1999: 161):

- erinevate riskitasemete juures pakuvad maksimaalset tulusust,
- erinevate tulumäärade juures pakuvad minimaalset riski.

Selliseid efektiivse riski ja tulususega portfelle nimetatakse Markowitzi efektiivseteks piirportfellideks ning need asuvad efektiivsel turukõveral, mis moodustub vastavalt erinevate portfelli riski ja tulususe omavahelisest suhtest. Markowitz (1959: 82) kirjeldab oma raamatus efektiivset turukõverat kui vahetust väljendavat graafikut (*trade-off graph*), kus on esitatud sellised portfelli riski ja oodatava tulususe kombinatsioonid, mis maksimeerivad portfelli tulusust. Turukõverast ülalpool asuvaid investimisportfelle pole võimalik luua ning turukõverast allpool asuvad portfelli ei ole enam efektiivsed, sest samasuguse riskitaseme juures oleks võimalik saavutada kõrgem tulusus (Beljanina 2009: 10). Markowitzi efektiivsed piirportfellid on esitatud järgneval joonisel nr 2.



**Joonis 2.** Markowitzi efektiivsed piirportfelliid (Allikas: Tomberg 2007: 6).

Piirportfelliid erinevused seisnevad erinevatele varadele omistatud osakaalude lõikes ja portfelle eristab üksteisest erinev riski ja oodatava tulumäära tase. Kuna aktsiaportfelli koosneb mitmest aktivast sõltub kogu portfelli riski ja oodatav tulusus iga aktiva vastavatest näitajatest ja lõpptulemuse määrab kõikide aktive osakaal portfelliis (Alexander *et al* 1999: 154). Portfelli oodatava tulumäära arvutamisel leitakse kõigi üksikute tulumäärade kaalutud keskmine, kus kaaludeks on vastavatele aktivitele määratud osakaalud. Valemina on see esitatav järgmisel kujul (Alexander *et al* 1999: 155):

$$(6) \quad R_p = \sum_{i=1}^n W_i r_i,$$

kus  $R_p$  – portfelli oodatav tulumäär (%)

$W_i$  – aktiva  $i$  osakaal portfellis (%)

$r_i$  – aktiva  $i$  tulumäär (%)

$n$  – aktive arv portfellis

Kogu portfelli standardhälbe ehk riskimäära leidmisel ei piisa lihtsalt üksikute aktive standardhälvetest keskmise võtmisest. Portfelli riski leidmisel tuleb arvesse võtta aktive osakaalusid ja standardhälbeid ning nende omavahelist kovariatsiooni. Mida rohkem üksikute aktsiate tulusused varieeruvad, seda suurem on ka portfelli standardhälve. N-arv aktivest koosneva portfelli riski leidmise valem (Harrington 1983: 22):

$$(7) \quad \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_i \sigma_j \text{COV}_{ij},$$

kus  $\sigma_p^2$  – portfelli standardhälve (%)

$w_j$  –  $j$ -nda aktsia osakaal portfellist (%)

Efektiivsete piirportfellide seast optimaalse portfelli leidmisel lähtutakse investori samaväärsuskõverast ning see on otseses sõltuvuses investori riskikartlikkusega. Samaväärsuskõver väljendab investori riski-tulu eelistusi ja esindab kõiki neid portfelle, mis on investori jaoks võrdselt ihaldusväärsed (Alexander *et al* 1999: 140). Parimaks võimalikus lahendiks loetakse efektiivse turukõvera ja samaväärsuskõvera puutepunkti (Alexander *et al* 1999: 163). Antud punkt esindab sellist portfelli kooslust, kus portfelli oodatav tulusus ning riskitase vastavad kõige paremini investori isiklikele eesmärkidele

ja sõltub tema suhtumisest riski. Optimaalne portfelli kombineerib endas riskantseid ning riskivabasid investeeringuid.

Konservatiivsemate investorite, kelle eesmärk on eelkõige oma vara säilitamine ning püsivalt stabiilne tootlus, optimaalsed portfelliid asuvad pigem efektiivse turukõvera all vasakus nurgas. Agressiivsemate investorite, kes taluvad suuremat investeeringutega kaasnevat riski ja jahivad kõrgemat tootlust, optimaalsed portfelliid asuvad efektiivse turukõvera paremal üleval nurgas. (Cohen *et al* 1987: 134)

Teooria rakendamisel tuleb arvestada asjaoluga, et optimaalne portfelli ei püsi optimumpunktiks väga pikka aega. Vastavalt aktsiahindade pidevale kõikumisele, tuleb pidevalt arvutada aktsiate oodatavaid tulususi, nendega kaasnevat riski ja omavahelist kovariatsiooni ning portfelli pidevalt hallata, leides uued optimaalse portfelli osakaalud (Cohen *et al* 1987:135).

Cohen *et al* (1987: 130) on oma raamatus kirjutanud, et modernse portfelliiteooria rakendamisel optimaalsete portfelliide loomisel, on investoritel võimalik erinevate alternatiivsete investeeringute ja investeerimisstrateegiatega kaasnevat riski paremini mõista ja mõõta, mis loob aluse efektiivsemate strateegiade loomiseks, millega välditakse liigset riski. Seega on Markowitzi portfelliiteooria kasutamisel eelkõige võimalik tagada parema riski-tulu määraga aktsiaportfelli.

Modernne portfelliiteooria on seadnud ka kaubeldavatele turgudele kindlad eeldused. Modernne portfelliiteooria eeldab, et turud on efektiivsed (Alexander *et al* 1993: 89). Turu efektiivsuse mõiste tuleneb efektiivse turu hüpoteesist, mis väidab, et finantsturud on „informatsiooniliselt efektiivsed“, mis tähendab, et varade hinnad kajastavad alati kogu teadaolevat informatsiooni ja informatsioon turu ja aktsiate kohta on kätte saadav kõigile võrdsetel tingimustel (Fama 1970: 414). Efektiivse turu teooria järeldab, et efektiivne turg reageerib kohe uuele infole ja seega ei õnnestu ühelgi investoril teenida rohkem, kui teisel (Fama 1970: 409). Turu efektiivsust võib mõjutada ka vahendajate vaheline konkurents, mis survestab aktive hinnataset ja muudab hinnad odavamaks. Samas aga, sellises olukorras hinnad tasakaalustuvad, sest alahinnatud aktive otsmisel nende hind jällegi tõuseb (Fama 1970: 390). Efektiivse turu olukorras ratsionaalsed investorid eeldavad, et neil ei õnnestu turgu lüüa, ning otsustavad alternatiivina oma

investeeringuid diversifitseerida ja hoopis turu keskmist tootlust püüda (Amling 1989: 14). Maailma väärtpaberiturgudest peetakse efektiivseimaks turuks USA väärtpaberiturge.

Fama käsitlusest tuleneb ka teine oluline eeldus modernse portfelli teooria juures, mis eeldab, et turud järgivad juhusliku liikumise teooriat (*random walk theory*). Juhusliku liikumise teooria kohaselt aktiva hinnad järgivad ettearvamatut rada, mis järgib küll kindlat trendi, mis põhineb ettevõtte tootlusel ühe aktsia kohta, kuid hinna kõikumised antud trendi ümber on täiesti juhuslikud (Modern portfolio... 2014). Käesoleva töö kontekstis võimaldab see teooria testimisel lähtuda eeldusest, et tootlus tulevikus on sama, mis minevikus.

## **2. STRATEEGIA TESTIMINE NEW YORKI AKTSIATURUL**

### **2.1 Analüüsi meetodika ja andmete valik**

Käesoleva bakalaureusetöö empiiriline osa keskendub strateegia testimisele ajaloolistel andmetel põhinevate aktsiaportfellide näitel. Eesmärgiks on välja selgitada, kas MACD indikaatoril põhinevate meetodite kaasamisel portfelliteooriasse on võimalik tagada parema riski-tulu näitajaga aktsiaportfell, võrreldes ainult portfelliteoorial põhineva aktsiaportfelliga. Töö empiirilises osas kasutatakse yahoo.finance.com finantsportaali koduleheküljelt kätte saadavaid andmeid ja testitavaks ajaperioodiks on 15 aastat. Analüüsis on kasutatud aktsiate ajalooliseid hindu ajavahemikul 1.04.1999 kuni 1.04.2014 (Yahoo Finance 2014.)

Empiiriline osa koosneb kolmest osast – kõige pealt esitatakse analüüsi meetodika ja andmete valik, seejärel kirjeldatakse analüüsis saadud tulemusi ning lõpuks tehakse järeldused MACD ja Markowitzi portfelliteooria põimitud strateegia kasutamise kohta.

Strateegia testimiseks koostab töö autor kolm samadest aktsiatest koosnevat aktsiaportfelli, mille haldamisel lähtutakse erinevate strateegiate põhimõtetest. Ühe portfelli haldamiseks rakendab autor MACD indikaatori ja portfelliteooria põimitud strateegiat, teise portfelli haldamisel lähtutakse tavapärase Markowitzi portfelliteooria põhitõdedest ning kolmas aktsiaportfell põhineb lihtsal osta-ja-hoia meetodil. Osta-ja-hoia meetodil põhinevat portfelli ei korrastata kogu ajaperioodi vältel, kahe teise strateegia puhul optimeeritakse portfelle kvartaalselt. Loodavatel aktsiaportfellidel on lubatud finantsvõimenduse kasutamine, et tagada parimate võimalike optimaalsete portfellide kaasamine strateegia testimisse.

Tehnilise analüüsi indikaatori MACD ja portfelliteooria omavahelisel põimimisel on käesolevas töös rõhk sisendite valimisel ehk teisisõnu otsitakse vastust küsimusele, milliseid aktsiaid mingil kindlal ajahetkel kaasata Markowitzi portfelliteooriasse. Autori

eesmärk on portfelli kaasata tõusvalt trendivaid aktsiaid, et vältida negatiivseid tootluseid ning vähendada portfelli üldist riskitaset. Lisaks usub autor, et tehnilise analüüsi võtete kaasamine strateegia arendamisse loob võimaluse praktikas lihtsamini ning kiiremini rakendatavate strateegiate loomiseks. Samuti vähendab see investori isiklikest omadustest ja valikutest tingitud mõju strateegia tulemuslikkusele.

Selleks leiab autor kõige pealt aktsiate MACD indikaatori väärtused, mille põhjal genereeritud signaalide põhjal kaasab aktsiaid portfelliteooria rakendamisse. Kahe lähenemise põimumisel loodab autor oma strateegias arvestada nii turu hetkemeelestatust ning turul ilmnevaid trende, kui ka modernsest portfelliteooriast tulenevalt diversifitseerimise ning portfelli optimaalsete osakaalude mõju koguportfellile.

Analüüsi kaasatakse 11 *New York Stock Exchange*'il (NYSE) noteeritud ettevõtte aktsiad. Strateegiat testitakse Ameerika aktsiaturul, sest Ameerika turud on kõige lähedamal efektiivsele turule, mis on üheks oluliseks eelduseks modernse portfelliteooria rakendamise juures. Oluline on, et aktsiahinnad kajastavad alati kogu teadaolevat informatsiooni ja see informatsioon on kätte saadav kõigile turul osalejatele. Testitavaks aktsiaturuks valiti käesolevas analüüsis NYSE aktsiabörs, sest tegemist on suurima aktsiaturuga Ameerikas.

Aktsiaportfellidesse on valitud iga põhilise sektori TOP-aktsiad ja valiku eelduseks on eelkõige aktsiate hea esinduslikkus – autori seisukohalt oli oluline, et kõik valitavad aktsiad omaksid piisavalt pikka ajaloolist tausta ning on piisavalt suure turuväärtusega. Valiku tegemisel kasutati Microsoft'i investeerimisportaali [money.msn.com](http://money.msn.com) poolt pakutavat tööriista *StockScouter*, mis võtab aktsiate hindamisel arvesse erinevaid fundamentaalse ja tehnilise analüüsi näitajaid ning järjestab ettevõtted sektorisiselt. Aktsiate hindamisel arvutatakse statistiliste näitajate põhjal aktsiate oodatava 6-kuu tulusus ning vastavad volatiilsused (StockScouter... 2014) Järgnevas tabelis nr. 1 on esitatud väljavalitud aktsiad vastavalt sektoritele, kus antud ettevõtted tegutsevad. Aktsiad valiti erinevatest sektoritest eesmärgiga vältida omavahel tugevasti korreleeruvate aktsiate kaasamist portfelli.

**Tabel 1.** Aktsiaportfelli valitud aktsiad ja nende sektorid.

| <b>SEKTOR</b>     | <b>AKTSIA</b>                                     |
|-------------------|---|
| Materjalid        | Ashland Inc. (ASH)                                |
| Kapitaalkaubad    | GenCorp Inc. (GY)                                 |
| Kestvuskaubad     | BorgWarner Inc. (BWA)                             |
| Tarbekaubad       | Ambev S.A. (ABEV)                                 |
| Teenused          | Biglari Holdings Inc. (BH)                        |
| Finants           | AllianceBernstein Holding L.P. (AB)               |
| Tervisehoid       | The Cooper Companies Inc. (COO)                   |
| Tehnoloogia       | International Business Machines Corporation (IBM) |
| Kommunaalmajandus | Black Hills Corporation (BKH)                     |
| Transport         | Teekay Corporations (TK)                          |
| Energia           | Dril-Quip, Inc. (DRQ)                             |

Allikas: autori koostatud.

Andmeanalüüsis kasutab autor põhiliselt Microsoft Exceli ning Mathworks MatLabi tarkvara. MS-Excelis enamasti koguti ja korrastati vajalik andmebaas ning arvutati lihtsamate statistiliste näitajate väärtused. MatLabi abil viidi läbi strateegiate testimine.

Käesoleva bakalaureusetöö empiirilise osa läbiviimisel leiti kõige pealt aktsiate ajalooliste kohandatud sulgemishindade põhjal nende päevased tulusused ja seejärel jooksvalt nende nelja kvartali keskmised tulusused, nende standardhälve ehk risk ja omavahelised kovariatsioonid. Keskmise tulususe leidmiseks kasutati Matlabi funktsiooni MEAN, mis leiab väärtuste keskmise liites kokku ajaperioodi kõik väärtused ja jagades selle vaadeldavate elementide arvuga. Standardhälbe ehk riski

arvutamisel kasutati funktsiooni STD, mis leiab üksikute väärtuste hälbumise perioodi keskmisest. Kovariatsioonide leidmisel kasutati funktsiooni COV, mis arvutab aktive tulususte vahelised kovariatsioonid. Päevaste tulususte arvutamisel lähtuti diskreetse tulumäära arvutamise valemist, mis on esitatud järgmisel kujul (Return Calculations 2014):

$$(8) R = \frac{P_{t_1} - P_{t_0}}{P_{t_1}}$$

kus  $R$  - päevane tulusus (%)

$P_{t_1}$  - uue perioodi hind (\$)

$P_{t_0}$  - vana perioodi hind (\$)

Arendataval strateegial põhineva aktsiaportfelli koostamisel jagunesid ülesanded põhiliselt kaheks osaks. Esiteks leidis autor kõikide aktsiate MACD indikaatori poolt genereeritud ostu- ja müügisignaale. Teiseks, vastavalt MACD signaalidele valitud sisenditele, koostas autor Markowitzi portfelliteooria kohaselt optimaalsete osakaaludega aktsiaportfellid. Sisendite valimisel lähtuti vastava ajahetke MACD indikaatori signaalist – aktsia kaasatakse portfelli juhul kui kvartali vahetumise hetkel esineb aktsial ostusignaal ja aktsiatest loobutakse juhul kui antud ajahetkel esineb MACD indikaatori genereeritud müügisignaal. Portfelli hallati pidevalt ehk iga kvartali tagant toimus uute sisendite valimine ning uue portfelli optimeerimine.

MACD indikaatori väärtused arvutati samuti ajalooliste kohandatud sulgemishindade põhjal ja selleks kasutati Matlabi tarkvara. Väärtuste arvutamisel kasutas autor MACD'le tavapäraseid EMA ajaperioode ehk 12-päevaseid, 26-päevaseid ja 9-päevaseid ekponentsiaalseid libisevaid keskmiseid. Saadud ostu ja müügisignaale nihutati vastavalt järgmisele päevale ehk esimesele võimalikule hetkele, mil kauplejal on tegelikkuses võimalik signaalile reageerida.

Portfelli optimeeritud osakaalude leidmisel lähtuti Markowitzi portfelliteooriast ja selleks kasutati kohandatud sulgemishindadel arvutatud keskmiseid tulususi, nende

standardhälbeid ja aktsiate omavahelise kovariatsiooni näitajaid. Markowitzi efektiivsete piirportfellide leidmisel kasutati funktsiooni PORTOPT, mis vastavate sisendite tulususe ja omavahelise kovariatsiooni põhjal leiab efektiivsed piirportfellid ehk arvutab efektiivsete portfellide tulusused, riski ning sisendite optimaalsed osakaalud. Piirportfellide hulgast optimaalse portfelli leidmisel rakendati funktsiooni PORTALLOC, mis portfellide riskimäära, tulususe ja optimaalsete osakaalude põhjal leiab antud efektiivsete portfellide hulgast optimaalse lahendi vastavalt investori riskikartlikkusele. Riskikartlikkust väljendava parameetri väärtuseks valiti viis, mis väljendab pigem riskikartliku investori käitumist. Funktsiooni väljunditeks on optimaalse portfelli risk, oodatav tulusus ja sisendite osakaalud. Matlabis MACD ja Markowitzi portfelliteooria põimitud strateegia arvutuste tegemiseks koostatud skript on esitatud töö lisa nr. 1 (vt. lisa 1).

Võrdluseks loodava ainult Markowitzi portfelliteoorial põhineva aktsiaportfelli haldamisel lähtus autor ainult antud teooriale omastest põhitõdedest. Aktsiaportfelli kaasati kõik aktsiaportfelli valitud aktsiad ning nende optimaalne osakaal arvutati vastavalt Markowitzi optimaalse portfelli valemile sõltuvalt aktsiate oodatavast tulususest ja standardhälbest. Aktsiate tulusused ja risk vaadati üle ning portfell rebalansseeriti samuti kvartaalselt. Ainult Markowitzi portfelliteoorial põhineva strateegia vajalike arvutuste tegemiseks koostatud skript on esitatud töö lisa nr. 2 (vt. lisa 2).

Teine võrdluseks loodav portfell põhineb osta-ja-hoia strateegial, mille korral ostetakse valitud aktsiad perioodi alguses ning hoitakse neid perioodi lõpuni. Iga ettevõtte aktsiatele omistatakse portfellis võrdne osakaal, mis 11-st aktsiast koosneva portfelli puhul on 0,09.

Tulususte hindamisel lähtuti portfelli tulususe leidmise valemist, mille korral korrutatakse aktsiate perioodi tulusused vastavalt nende osakaaludega portfellis ja seejärel saadud tulemused liidetakse. Strateegiate kvartaalsed tulusused leiti käesolevas analüüsis perioodi päevaste tulususte summeerimisel. Tehingukuludega arvestamiseks lahutati perioodi tulususest 0.5%. Põimitud strateegia tulususte leidmiseks koostatud skript on esitatud töö lisa nr. 3 (vt. lisa nr. 3). Ainult portfelliteoorial hallatava portfelli tulususte arvutamise skript on esitatud töö lisa nr 4. (vt. lisa nr. 4)

Aksiaportfellide omavahelisel võrdlemisel keskendutakse erinevate strateegiate tulemuslikkuse võrdlemisele võttes arvesse aksiaportfellide riskitaset. Selleks lähtutakse erinevate portfellide riski-tulu määrast, mida väljendab Sharpe'i suhtarv. Sharpe' suhtarvu mõõdab portfelli riskiga kohandatud tulemuslikkust ja see leitakse portfelli tulususe ja riskivaba määra vahe jagamisel portfelli standardhälbega. Sharpe'i suhtarv hindab portfelli tulusust ühe riskiühiku kohta ehk teisisõnu võimaldab investoril hinnata kui palju tulu toob iga täiendab riskiühik. (Alexander *et al* 1993:504) Ajalooliste andmete põhjal leitud Sharpe'i suhtarv on valemina esitatav järgneval kujul (Alexander *et al* 1993: 505):

$$(9) S = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p},$$

kus  $S$  – Sharpe'i suhtarv

$R_p$  – portfelli tulusus

$R_f$  – riskivaba määr

Riskivaba määrana kasutame käesolevas analüüsis USA valituse 3-kuuse võlakirja tulumäära. Autor valis riskivabaks instrumendiks nimetatud võlakirja kuna kaubeldakse USA turul noteeritud aktsiatega. Võlakirja tulumäärana kasutati yahoo.finance.com finantsportaalist kättesaadavaid ajaloolisi andmeid ajavahemikul 01.04.1999–01.04.2014 (Yahoo Finance 2014). Riskivaba instrumendi tulumäär esindab turu riskivaba määra.

## 2.2 Tulemused

Käesolevas alapeatükis antakse ülevaade uurimuse käigus New Yorki aktsiaturul strateegiate testimisel saadud tulemustest. Autori eesmärk on esitada saadud tulemused võimalikult kompaktselt ning vältida töö ülekuhjamist erinevate arvuliste väärtusega. Lähtuvalt käesoleva bakalaureusetöö eesmärgist keskendutakse tulemuste osas eelkõige MACD ja Markowitzi põimitud strateegia, ainult Markowitzi portfelliteoorial põhineva strateegia ja osta-ja-hoia strateegia tulemuste hindamisele lähtuvalt nende strateegiate

tulususest ja riskitasemest. Tulemuste hindamisel lähtutakse finantsmaailmas üldkasutatavatest mõistetest tulusus ja tootlus, mida mõlemad kasutatakse investeerimisstrateegiate edukuse kirjeldamisel ja mis mõlemad väljendavad investeringutelt saadavat tulu protsentides. Investeerimisstrateegiate tulemusi võrreldakse põhiliselt aastate lõikes ja kogu perioodi peale kokku. Graafikute moodustamisel lähtutakse siiski iga perioodi tulemustest (kvartaalsed tulusused) eraldi, et tagada tulemuste parim võimalik täpsus. Strateegiate tulemusi hinnatakse kokku 14 erineval aastal ajavahemikul 2000 kuni 2013, sest sõltuvalt uurimuse metoodikast jääb vaatluse alt välja ajaperioodi esimene aasta, kus puuduvad nelja kvartali jooksvad oodatavate tulususte ja standardhälvete väärtused. Tulemuste visuaalseks esitamiseks vajalike tabelite ning graafikute moodustamisel kasutati Microsoft Exceli tarkvara.

Kuna strateegiate rakendamisel hallati aktsiaportfelle kvartaalselt, siis kokku genereeriti empiirilise analüüsi käigus 55 ajamomenti, mil ainult Markowitzi mudelil ja põimitud investeerimisstrateegial põhinevaid aktsiaportfelle rebalansseeriti ning toimus portfelli korrastamine lähtuvalt uutest optimaalsetest osakaaludest. MACD ja portfelli teooria ühise strateegia rakendamisel toimus nendel hetkedel ka uute sisendite valik vastavalt MACD indikaatori genereeritud ostusignaalidele. Osta-ja-hoia strateegial põhinevat strateegiat nendel ajahetkedel ei korrastatud – aktsiaid omati kogu perioodi vältel võrdsetes osakaaludes.

Mõlema pidevalt hallatava strateegia korral esines olukordi, kus optimaalsesse portfelli ei kaasatud riskantseid aktiive ning kogu vara paigutati riskivabasse instrumenti, millena käesolevas uurimuses kasutatakse 3-kuulise tähtajaga USA valitsuse võlakirja. Selline olukord, kus ühelegi aktsiale ei omistata portfellis osakaalu, on tingitud asjaolust, kus lähtuvalt aktsiate väga madalast, isegi sageli negatiivsest, oodatavast tulususest ja kõrgest riskitasemest, on otstarbekam kogu vara investeerida riskivabasse instrumenti, mis tagab parema portfelli kogutulususe. Ehk teisisõnu, aktsiate oodatav tulusus ei ületa investori soovitud riskipremia taset, mida on defineeritud kui minimaalset tulusust, mida investor soovib aktsiasse investeerimisel saada, ja mis on vaadeldav kui oodatava tulumäära ja riskivaba määra vahe (Risk Premia 2014). Sellised olukorrad esinesid vaadeldava ajaperioodi algusaastatel, mil aktsiate tulusused olid madalad ning riskivaba määr kõrge. Ainult Markowitzi meetodil põhineva portfelli

korral esines selline olukord 55-st momendist 36 korral. Kahe teooria põimitud strateegia rakendamisel ei kaasatud portfelli riskantseid aktsiaid 37 juhul, millest kahel korral paigutati kogu raha riskivabasse instrumenti kuna optimaalset portfelli, mis asub investori samaväärsuskõvera ning Markowitzi efektiivse turukõvera puutepunktis, ei olnud antud riskikartlikkuse juures võimalik luua.

Järgnevalt on esitatud tabel nr. 2, kus on esitatud kõigi kolme strateegia aastased tulusused. Tabel kirjeldab erinevate strateegiatega tulususi aastate lõikes ning tabelis esitatakse ka strateegiatega kogutootlused kogu perioodi peale kokku. Tabelis leitud aastased tulusused on leitud nelja kvartali portfelli tulususte (vt. lisa 5) kokku liitmisel ja on arvutatud kohandatud sulgemishindade baasil.

**Tabel 2.** Strateegiatega aastased tootlused ajavahemikul 2000–2013.

| Aasta        | Aastased tootlused (%) |               |               |
|--------------|------------------------|---------------|---------------|
|              | MACD-Markowitz         | Markowitz     | Osta-ja-Hoia  |
| 2000         | 21.49                  | 21.49         | 22.96         |
| 2001         | 9.30                   | 9.30          | 18.16         |
| 2002         | 5.52                   | 5.52          | -23.58        |
| 2003         | 3.60                   | 3.60          | 56.92         |
| 2004         | 7.79                   | 7.79          | 30.88         |
| 2005         | 15.23                  | 15.23         | 17.26         |
| 2006         | 19.47                  | 19.47         | 13.34         |
| 2007         | 13.11                  | 13.11         | -10.77        |
| 2008         | 2.61                   | 2.61          | -51.66        |
| 2009         | 10.98                  | 58.55         | 98.63         |
| 2010         | 53.76                  | 34.71         | 32.48         |
| 2011         | 26.53                  | 14.43         | 13.84         |
| 2012         | 0.03                   | 6.03          | 23.72         |
| 2013         | 22.30                  | 17.87         | 27.58         |
| <b>Kokku</b> | <b>211.73</b>          | <b>229.71</b> | <b>269.76</b> |

Allikas: Autori arvutused.

Tabelist on näha, et kogu vaadeldava perioodi kõige tulusamaks strateegiaks osutus osta-ja-hoia strateegia, mille perioodi kogutootluseks kujunes 269,76%, mis tähendab, et ostes kõiki vaadeldavaid aktsiaid perioodi algul ning hoides neid perioodi lõpuni oli võimalik oma rikkus ligi 2,7-kordselt tagasi teenida. Kuna osta-ja-hoia strateegia tootlus iseloomustab ka aktsiate üldist hinnaliikumist turul, siis võib järeldada, et viimase 14 aasta jooksul oli tegemist kasvava turuga. Tootluse poolest paremuselt teine strateegia oli ainult Markowitzi portfelliteoorial põhinev aktsiaportfell. Markowitzi teoorial põhineva aktsiaportfelli tulusus koguperioodil oli 229,71%, mis on 40,05% võrra madalam kui osta-ja-hoia strateegia puhul. Antud strateegiatest madalaima tootlusega strateegiaks osutus MACD ja Markowitzi teooria põimitud strateegia, mille tulususeks kujunes 211,73%, mis omakorda on osta-ja-hoia strateegia tootlusest madalam 58,04 protsendipunkti võrra.

Tabelist nr. 2 on võimalik välja lugeda ka strateegiate suurimad ja väikseimad aastased tootlused. Kõige parema aastase tootlusega strateegiaks osutus samuti osta-ja-hoia strateegia, mis 2009. aastal näitas 98,63% tootlust. Samas, näitas osta-ja-hoia strateegia ühe aasta kohta ka kõige madalamat tootlust. 2008. aastal tootis see strateegia -51,66% kahjumit. Negatiivseid aastaseid tootluseid teiste strateegiate rakendamisel ei esinenud. Ainult Markowitzil põhineva strateegia suurimaks ja väiksemaks tootluseks olid vastavalt 58,55% aastal 2009 ja 2,61% aastal 2008. MACD ja Markowitzi põimitud strateegia suurimaks tootluseks kujunes 2010. aastal 53,76% ning väiksemaks 2012. aastal esinenud aastane tootlus 0,03%.

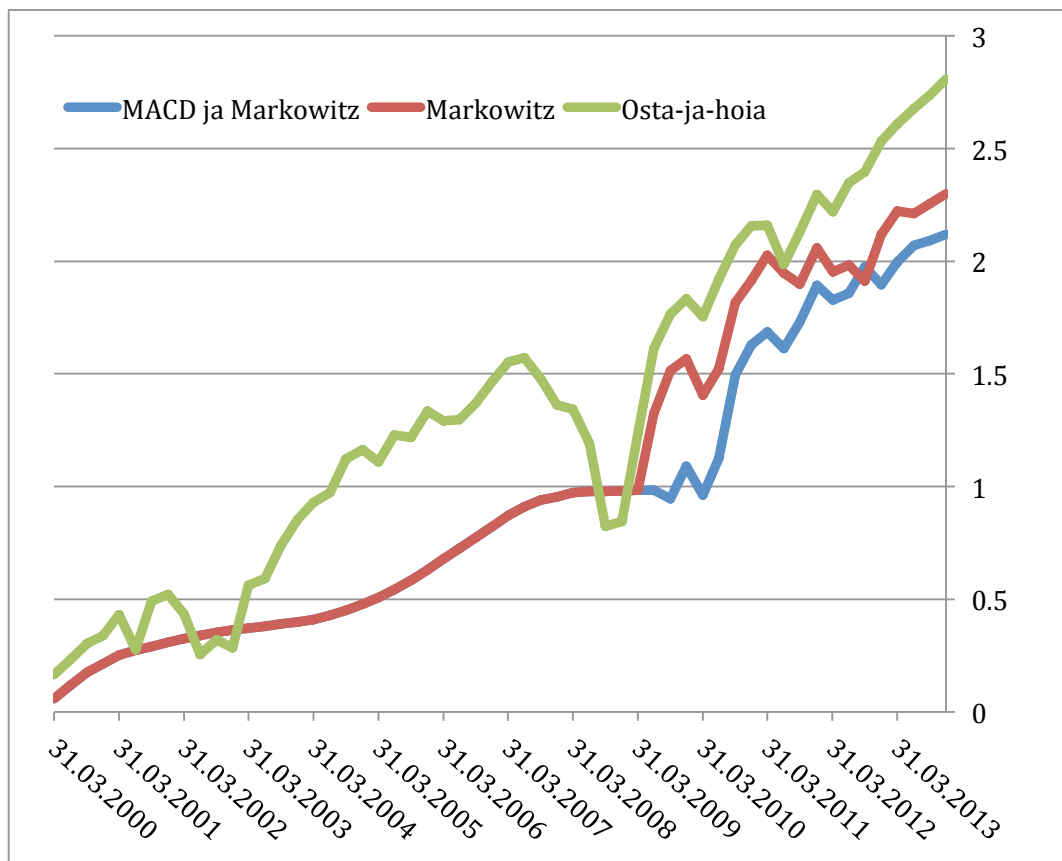
Nende väärtuste põhjal võib stabiilseimaks strateegiaks lugeda MACD ja Markowitzi põimitud strateegia, mille suurima ja väikseima aastase tootluse vaheks kujunes 53,73%, stabiilsuselt teisena esines Markowitzi teooria suurima ja väikseima tootluse vahega 55,94 protsendipunkti. Osta-ja-hoia strateegia puhul oli suurima ja väikseima aastase tootluse vahe 150,29 protsenti ning siin kohal tuleb ära märkida, et tegemist oli järjestikku paiknevate aastatega.

MACD ja Markowitzi põimitud strateegia madalaimat tootlust käsitletud perioodil võib eelkõige seostada turu kasvava iseloomuga. MACD indikaatori suurimaks tugevuseks loetakse tavaliselt suurte languste vältimist turul, mis osutub eriti kasulikuks eelkõige langevatel turgudel. Markowitzi strateegia väldib languseid aga niigi, paigutades nendel

hetkel kogu vara riskivabadesse instrumentidesse. Põhiline vahe teiste strateegiatega kujunes välja 2009. aastal kui lõppes ülemaailmne majanduskriis ning turud hakkasid jälle kiiresti kasvama. Tabelist nr. 2 on näha, et antud perioodil oli MACD ja Markowitzi põimitud strateegia tootluseks suhteliselt tagasihoidlik 10,98%, mis jäi Markowitzi teorial põhineva strateegia tootlusele alla 47,57 protsenti ning võrreldes osta-ja-hoia strateegiaga oli madalam 87,65 protsendipunkti võrra. See iseloomustab hästi MACD indikaatori omadust kiiresti kasvavatel turgudel reageerida tõusutrendile liiga hilja - alles siis kui hindade pikaajaline libisev keskmine trendimuutust kinnitab. See takistab trendidega pikalt kaasa liikumist ning põhjustab madalamat periooditootlust.

Järgnevalt on joonisel nr. 3 esitatud investeerimisstrateegiate kvartaalsete tootluste kumulatiivne kasv, et kirjeldada strateegiate liikumist ajas. Erinevate vaheperioodide kumulatiivne tootluste summa on parim viis kirjeldamiseks strateegia sooritust kogu ajaperiood vältel. Graafiku Y-teljel on kujutatud strateegiate kumulatiivne tootlus (vt. lisa nr. 6) ning X-teljel on kujutatud aeg vahemikul 31.04.2000 kuni 31.12.2013. Sinisega on graafikul märgitud MACD ja Markowitzi põimitud strateegia tootlus, punasega on märgitud Markowitzi teorial põhineva strateegia tootlus ning roheline esindab osta-ja-hoia strateegia tootlust. Tootlused on esitatud kümnendikarvudes.

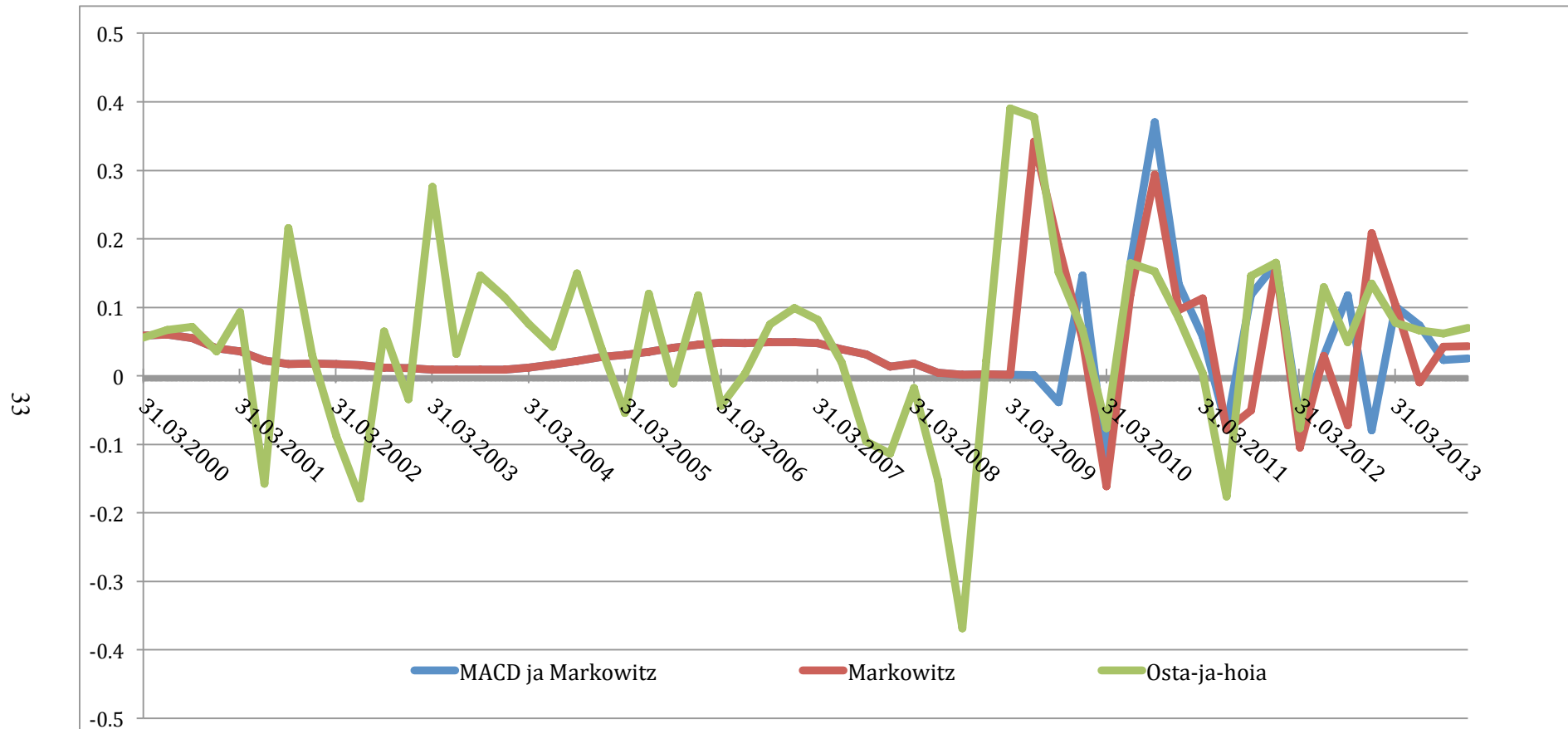
Graafikult on näha osta-ja-hoia strateegia üldiselt kõrgemaid väärtuseid. Osta-ja-hoia strateegia kumulatiivne tootlus jääb teiste strateegiate tootlustele alla vaid kahel perioodil. Osta-ja-hoia strateegia kogutootlus on madalam 2002. aasta kolmandast kvartalist 2003. aasta teise kvartalini ning 2008. aasta neljandas ning 2009. aasta esimeses kvartalis. Graafikul on selgelt eristatav ka periood, mil põimitud strateegia ning ainult Markowitzi mudelil põhineva strateegia puhul ei kaasatud optimaalsesse portfelli riskantseid aktsiaid ning kogu vara paigutati riskivabasse instrumenti. Nendel perioodidel võrdsustatakse mõlema strateegia perioodide tootlused riskivaba määraga ning kahe strateegia tootlused liiguvad võrdselt. Strateegiate tootlus on võrdne ajavahemikul 31.03.2000– 31.09.2009. Edasi näitab paremat tootlust ainult Markowitzi teorial põhinev strateegia. MACD ja Markowitzi põimitud strateegia kumulatiivne tootlus tõuseb kõrgemaks Markowitzi strateegia tootlusest ainult korra – 2012. aasta neljandas kvartalis.



**Joonis 3.** Strateegiate kumulatiivsed kvartaalsed tootlused ajavahemikul 2000–2013. (Autori koostatud.)

Graafikult on võimalik välja lugeda ka osta-ja-hoia strateegia ilmselgelt volatiilsemaid väärtuseid, mida iseloomustab strateegia tootlikkuse kõikumine graafikul. Seega võib järeldada, et osta-ja-hoia strateegia küll tagas kõrge tootluse, kuid sellega kaasnesid ka märkimisväärne risk ja märgatavad kukkumised. Strateegiate volatiilsuseid kirjeldab paremini järgmine joonis nr. 4 (vt. joonis 4), kus graafikul on esitatud strateegiate tootlused perioodide lõikes.

Joonisel nr. 4 on graafiku X-teljel jällegi kujutatud aeg vahemikul 31.04.2000 kuni 31.12.2013 ja Y-teljel on kujutatud strateegiate tootlused kvartalite lõikes. Kvartaalsete tootluste arvilised väärtused on esitatud töö lisa nr. 5 (vt. lisa nr. 5). Sinisega on graafikul märgitud MACD ja Markowitzi põimitud strateegia kvartaalsed tootlused, punasega on märgitud Markowitzi teorial põhineva strateegia tootlused ning roheline värv esindab osta-ja-hoia strateegia kvartaalseid tootluseid, mis kõik on esitatud kümnendikarvudes.



**Joonis 4.** Strateegiate kvartaalsed tootlused ajavahemikul 2000–2013 (autori koostatud).

Esitatud graafik näitab strateegiate kvartaalseid kõikumisi, mis iseloomustab strateegiate volatiilsust ning stabiilsust erinevate perioodide lõikes. Portfelli volatiilsus väljendab investeringutega kaasnevat riski, et tegelik tulemus erineb märkimisväärselt oodatavast tulususest. Volatiilsuse näitaja on leitav tulumäärade standardhälbe ( $\sigma$ ) kaudu. Üldiselt vaadeldakse suuremat volatiilsust kui strateegia negatiivset näitajat. Portfellide üldiseid volatiilsuseid väljendavad arvulised väärtused on esitatud tabelis nr. 3 (vt. tabel 3, lk 35).

Graafikult on näha ka, millisel perioodidel mingi strateegia näitas head tootlust ja millistel perioodidel oli strateegiate tootlus madalam. MACD ja Markowitzi põimitud strateegia näitas parimat tootlust (37,01%) 2010. aasta kolmandas kvartalis ja madalaimat tootlust (-12,95%) 2010. aasta esimeses kvartalis. Markowitzi strateegia parim tootlus (34,17%) ilmnes 2009. aasta teises kvartalis ning halvim tootlus (-16,14%) 2010. aasta esimeses kvartalis. Osta-ja-hoia strateegia tulemused olid äärmiselt volatiilsed ja kõikusid märgatavalt perioodide lõikes. Osta-ja-hoia strateegia kõige paremaks perioodiks kujunes 2009. aasta esimene kvartal, millal strateegia tootlus oli 38,99%. Kõige kehvem periood osta-ja-hoia strateegia puhul oli 2008. aasta kolmas kvartal kui strateegia tootluseks kujunes -36,88%. Ka need tulemused näitavad MACD ja Markowitzi põimitud strateegia stabiilseimat käitumist turul.

Kuna osta-ja-hoia tulemused kirjeldavad ka aktsiate üldist hinnaliikumist turul, on siin kohal võimalik vaadelda ka kuidas käitusid teised strateegiad põhilistel tõusu- ja langusperioodidel turul. Perioodi algul, mil madalate oodatavate tulususte ja kõrge riskitaseme tõttu investeeriti kogu vara riskivaba määraga, vältisid mõlemad strateegiad edukalt tootluste kõikumisi ning negatiivseid väärtuseid. See näitab hästi Markowitzi portfelliteooria rakendamise mõistlikust suure volatiilsusega turgudel ja kasulikust riski optimeerimisest. Üldistavalt võib öelda, et perioodi teises pooles mõlemad strateegiad enamasti järgisid turul esinevaid trende, kuid siiski vältisid maksimaalseid languseid turul.

Hindamaks testitavate strateegiate tulemuslikkust lähtudes nii genereeritud tootlusest kui ka tootluste volatiilsusest, on töös arvatud portfelli kogu ajaperioodi näitajate põhjal Sharpe'i suhtarv. Sharpe'i suhtarv hindab portfelli tulusust ühe riskiühiku kohta ja võimaldab hinnata, kas strateegia suuremad tootlused tulenevad headest

investeerimisotsustest või kaasneb see suurema riski võtmisega. Üldiselt näitab see, kui palju lisatulu on võimalik teenida ühe ühiku riski lisamisel ja võimaldab omavahel võrrelda erinevate riskitasemetega portfelle. Mida suurem on Sharpe'i suhtarvu väärtus, seda parem on strateegia riskiga kohandatud tulemuslikkus. Suhtarvu väärtust üle ühe hinnatakse heaks, väärtust üle kahe väga heaks ning väärtust üle kolme suurepäraseks näitajaks. Analüüsis testitud strateegiate Sharpe'i suhtarvud on esitatud järgnevas tabelis nr. 3. Parema ülevaatlikkuse saavutamiseks on tabelis välja toodud ka strateegiate kogutulused, kogurisk ning riskivaba määr.

**Tabel 3.** Strateegiate koguperioodi tootlus, risk, riskivaba määr ja Sharpe'i suhtarv ajavahemikul 2000 kuni 2013.

| Strateegia                          | MACD ja Markowitz | Markowitz    | Osta-ja-hoia |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| Portfelli tootlus (%)               | 211.73            | 229.71       | 269.76       |
| Portfelli risk (%)                  | 7.02              | 7.99         | 12.92        |
| Riskivaba määr (%)                  | 2.00              | 2.00         | 2.00         |
| Sharpe'i suhtarv                    | 29.894            | 28.485       | 20.723       |
| <b>Sharpe'i suhtarv aasta kohta</b> | <b>2.135</b>      | <b>2.035</b> | <b>1.480</b> |

Allikas: autori arvutused.

Tabelist on näha, et parima Sharpe'i suhtarvuga strateegiaks osutus MACD ja Markowitzi portfelliteoorial põhinev strateegia. Portfelli koguriskiga 7,02% kujunes Sharpe'i suhtarvuks ühe aasta kohta 2,135, mida võib lugeda väga heaks näitajaks. Antud tulemus on parem ainult Markowitzi portfelliteoorial põhinevast strateegiast 0,1 ühiku võrra. Markowitzi portfelliteoorial põhineva strateegia perioodi kogurisk oli 7,99% ning Sharpe'i suhtarvuks ühe aasta kohta kujunes 2,035. Muidu perioodil parimat tulusust näidanud osta-ja-hoia strateegia Sharpe'i suhtarvu näitaja aasta kohta oli 1,48, mis on 0,655 võrra madalam kui põimitud strateegia vastav näitaja. Osta-ja-hoia strateegia kogurisk tervel perioodil oli 12,92%. Portfelli risk näitab, kui palju erinesid kvartaalsete perioodide üksikud tulusused terve ajaperioodi keskmistest tulusustest.

Saadud tulemused näitavad, et kogu perioodi parimaks riski-tulu näitajaga strateegiaks käsitletaval perioodil oli MACD ja Markowitzi portfelliteoorial põhinev investeerimisstrateegia. Ehk teisisõnu iga võetud ühiku riski kohta toodab testitav MACD ja Markowitzi portfelliteooria põimitud strateegia kõige enam tulusust. Nii ainult Markowitzi kui ka osta-ja-hoia strateegia paremad tootlused on seega eelkõige seotud strateegiate suurema riskitasemega ja on tingitud võetud riskist. Põimitud strateegia kõrgem Sharpe'i suhtarv tõestab MACD ja Markowitzi portfelliteoorial põhineva strateegia parimat riski-tulu määra vaadeldaval perioodil.

### **2.3 Järeldused**

Viimases empiirilise osa alapeatükis tehakse analüüsi tulemuste põhjal autoripoolsed järeldused MACD indikaatori ja Markowitzi portfelliteooria põimitud strateegia rakendamise kohta. Järelduste tegemisel esitatakse autoripoolne arvamus strateegia tulemuslikkuse kohta, analüüsitakse saadud tulemuste võimalikke põhjuseid ning tehakse ettepanekud strateegia edasise arendamise võimaluste kohta.

Analüüsi tulemustest selgus, et käsitletaval perioodil ajavahemikul 2000–2013 kujunes parima riski-tulu määraga aktsiaporfelliks käesolevas bakalaureusetöös arendatav strateegia, mis põhineb tehnilises analüüsis kasutatava MACD indikaatori ja Markowitzi portfelliteooria teooriate põimimisel. Põimitud strateegia Sharpe'i suhtarvuks perioodi kohta kujunes 29,894, mis teeb aastaseks näitajaks 2,135. Antud näitaja on suurem võrdluseks toodud ainult Markowitzi portfelliteoorial põhineva portfelli näitajast 0,1 ühiku võrra ja ületab osta-ja-hoia strateegia vastavat näitajat 0.655 ühiku võrra. Saadud tulemus kinnitab autoripoolset oletust, et MACD rakendamine portfelliteoorias võib parandada aktsiaporfelli üldist riskiga kohandatud tulemuslikkust. Kahe strateegia Sharpe'i suhtarvu erinevus ei ole aga siiski väga suur, mis tõttu võib strateegiate käitumist turul lugeda suhteliselt sarnaseks. Põimitud strateegia vähendas küll portfelli riskitaset ning osutus kasulikuks investeringutega kaasneva liigse riski vältimisel, kuid ettevaatlikkusega kaasnes ka madalam teenitud tootlus, mis kokkuvõttes arvestades strateegiate riski-tulu määra ei näidanud väga suurt erinevust kahe strateegia toimimise vahel. Arvestada tuleb aga ka muidugi tõsiasjaga, et iga väiksemgi vahe on vahe ning võib oluliselt mõjutada realselt investeerimistegevust.

Analüüsidest saadud strateegiaid kirjeldavaid tulemusi, taandab autor strateegiate sarnase tulemuslikkuse üldiselt kolmele põhilisele punktile, mis tema arvates võiksid mõjutada strateegiate käitumist.

Esiteks leiab autor, et Markowitzi portfelliteooria üldiselt töötab hästi turul ilmnevate languste vältimisel, mis on MACD indikaatori üheks tähtsaimaks omaduseks. Modernse portfelliteooria omadus vältida madalate tulususte ja kõrge riskitasemega aktiivaid investeerides nendel perioodidel riskivaba määraga mingil määral tasakaalustab MACD indikaatori omadust selliseid aktiivaid portfelli mitte kaasata. See tingib turu ebastabiilsetel perioodidel olukorra, kus strateegiad käituvad sarnaselt ning otsest eelist ei ole kummalgi strateegial. Käesoleva uurimismetoodika kasutamisel jäävad vaatluse alt välja ka MACD indikaatori poolt genereeritud müügisignaalid, mille kasutamisel võiks põimitud strateegia tootlus märgatavalt paraneda. Hetkel põhjustab MACD ja portfelliteooria põimitud strateegia madalamat tootlust olukord, kus trendide püüdmissel ollakse ettevaatlikud, sest oodatakse pikaajalise EMA kinnitust toimunud muutustele turul, kuid niivõrd hästi ei võeta arvesse negatiivsete trendide mõju aktsiate hinnatasemele.

Ühe võimalusena näeb autor kaasata strateegiasse katteta lühikeseks müük, kus tulu loodetakse teenida aktsiahinna langusest. Sellisel juhul oleks võimalik optimaalsetes portfellides MACD ostusignaalidega aktsiatele omistada negatiivne osakaal ja eeldatavasti parandada strateegia tootlust. Selline käitumine võimaldaks paremini arvestada turul esinevate langustrendidega.

Teise punktina, mis autori arvates võib mõjutada kahe strateegia suhteliselt sarnast tulemust, tooks autor välja tõsiasja, et antud olukorras oli mõlema strateegias kasutatava teooria rõhk asetatud sarnasele ajaperioodile. Ehk teisisõnu, nii MACD indikaatori näitajate – lühi- ja pikaajaliste eksponentsiaalsete libisevate keskmiste – kui ka Markowitzi teooria sisendite – oodatav tulusus ja standardhälve – arvutamisel keskenduti pigem lühiajaliste trendide püüdmissel turul. Aktsiate standardhälve arvutamisel lähtuti käesolevas uurimuses nelja kvartali tulususte muutustest, mida investeerimise puhul vaadeldakse siiski suhteliselt lühiajalise perioodina. Lühiajalisi trende hindab ka MACD indikaatori arvutamisel kasutatavad 12-päevased ja 26-päevased ekponentsiaalsed libisevad keskmised.

Strateegia arendamiseks näeb autor võimalust pikendada standardhälbe leidmisel kasutatava perioodi pikkust. Autor eeldab, et kaasates strateegiasse pikema perioodi standardhälve, oleks põimitud strateegia rakendamisel võimalik arvestada nii pikaajaliste kui lühiajaliste trendidega turul, sest standardhälve hindaks aktsiate hinna käitumist pikemal perioodil ning MACD indikaatori signaalide näol oleks strateegias esindatud ka lühiajalised liikumised ja hetkemeelestatus turul. Sellisel juhul võiks MACD lisamine portfelliteooriasse pakkuda veelgi enam lisandväärtust, sest siis oleks strateegia kasutamisel arvestatud rohkem informatsiooni ning investeerimisotsused võiksid põhineda erinevate tegurite koosmõjul tehtud järeldustel. Kindlasti ei tohiks ka standardhälbe arvutamise perioodi venitada liiga pikaks, sest siis tekib võimalus olukorraks, kus turutsüklite liikumised kattuvad ja saadud tulemused ei väljenda enam konkreetseid trende. See pärsiks autori arvates eelkõige tõusvate trendide püüdmist turul. Samuti võib liiga pikkade perioodide kaasamine strateegiasse muuta selle praktikas raskesti rakendatavaks.

Esitatud oletuse testimiseks kordas autor töös läbi viidud analüüsi erinevate aktsiate riski leidmiseks kasutatavate standardhälvete perioodide pikkustega. Autorit huvitas, kas pikemate standardhälvete perioodide kaasamisel analüüsi on võimalik parandada strateegia tulemuslikkust. Selleks kordas autor testimist neljal korral ning aktsiate standardhälbed leiti 360-päeva ehk 1,5 aasta, 480-päeva ehk 2 aasta, 600-päeva ehk 2,5 aasta ja 720-päeva ehk 3 aasta pikkusel perioodil. Saadud katsete tulemused on esitatud järgnevas tabelis nr. 4.

Tabelis nr. 4 on esitatud MACD ja Markowitzi portfelliteooria põimitud strateegia väärtused erinevatel standardhälvete perioodidel. Tabelis on välja toodud vastavate perioodide portfelli tootlused, risk, Sharpe'i suhtarv ja Sharpe'i suhtarv ühe aasta kohta.

Tabelist on näha, et MACD ja Markowitzi portfelliteooria põimimisel erinevate standardhälvete perioodide kasutamine põhjustas märgatavaid muutuseid strateegia toimimises. Tabelist on näha, et põimitud strateegia näitas parimat riski-tulu suhtega tulemust 480-päevase ehk 2-aastase standardhälbe arvutamise perioodil.

**Tabel 4.** Põimitud strateegia koguperioodi tootlus, risk, Sharpe'i suhtarv ja Sharpe'i suhtarv ühe aasta kohta erinevatel standardhälvete perioodidel ajavahemikul 2000 kuni 2013.

| Standardhälbe periood        | 360-päeva | 480-päeva | 600-päeva | 720-päeva |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Portfelli tootlus (%)        | 147.45    | 182.68    | 190.05    | 177.94    |
| Portfelli risk (%)           | 6.12      | 5.60      | 6.36      | 6.43      |
| Sharpe'i suhtarv             | 23.755    | 32.243    | 29.550    | 27.365    |
| Sharpe'i suhtarv aasta kohta | 1.900     | 2.686     | 2.569     | 2.487     |

Allikas: autori arvutused.

Kasutades 480-päevast standardhälbe arvutamise perioodi hindamaks aktive riskitaset, kujunes koguperioodi tootluseks 182,68% portfelleriskiga 5,6%. Need väärtused genereerivad 0,2% keskmise riskivaba määra juures Sharpe'i suhtarvaks ühe aasta kohta 2,686, mis kinnitab autoripoolset oletust, et standardhälbe perioodi suurendamisel on võimalik tagada parema riski-tulu määraga portfelli. Võrreldes 1-aastase standardhälve perioodiga paranes Sharpe'i suhtarvu väärtus ühe aasta kohta 0,551 ühiku võrra. Samas on aga tabelist ka näha, et kõik suuremad standardhälve perioodid ei taganud paremat tulemust vaadeldaval perioodil. Näiteks 1,5 aastase pikkuse perioodi rakendamisel vähenes Sharpe'i suhtarv ühe aasta kohta 0,235 ühiku võrra. Märgatavalt langes pikema standardperioodi kasutamisel portfelliga kaasnev riskitase.

Võrdluseks testis autor ka ainult Markowitzi portfelliteoorial põhineva strateegia tulemuslikust 480-päevase standardhälve perioodi rakendamisel. Sellisel juhul kujunes ainult Markowitzi portfelliteoorial põhineva portfelli tulususeks vaadeldaval perioodil 146,5%, portfelli riskiga 6,62%, mis teeb Sharpe'i suhtarvaks ühe aasta kohta 1,82 ühikut, mis on märgatavalt kehvem kahe strateegia põimimisel saadud tulemustest.

Täieliku pildi saamiseks oleks strateegia edasisel arendamisel oluline optimeerida kasutatavate perioodide pikkust paljude erinevate väärtuste lõikes.

Kolmandaks leiab autor, et MACD ja Markowitzi portfelliteooria põimitud strateegia rakendamine võiks osutada veelgi enam kasulikumaks suuremate ja mitmekesisemate aktivaportfellide haldamisel. Autor usub, et tehnilise analüüsi põimimine portfelliteooriasse lihtsustab investori jaoks sisendite valimist oma portfelli, kuid väikese portfelli korral ei ole vahe niivõrd märgatav. Põimitud strateegia rakendamine suurtel portfellidel, kus kaubeldakse erinevatel finantsturgudel, maksimeeriks tehnilise analüüsi eeliseid kuna see võimaldaks lihtsama vaevaga investoril jälgida mitmeid turge korraga. Suuremate portfellide korral kerkib esile ka põimitud strateegia omadus koostada portfellid väiksem arv aktsiatest, mis vähendab investori jaoks investeeringutega kaasnevat tehingukulust.

Kokkuvõtlikult võib järeldada, et Markowitzi portfelliteooria ja tehnilise analüüsi MACD indikaatori ühine kasutamine strateegiana on võimalik ning pakub seejuures investorile ka lisandväärtust. Kahe teooria põimimine võimaldab koostada parema riskitulu määraga aktsiaportfelli, mis minimeerib investori jaoks investeeringutega kaasnevat riski. Autor usub, et testitav strateegia võib osutada kasulikuks tööriistaks aktsiaturgudel kauplemiseks pigem riskikartlikule investorile, kelle eesmärk investeerimisel on oma vara väärtuse säilitamine ja püsivalt stabiilne tootlus. Autor leiab, et põimitud strateegia rakendamisel põhinevad investeerimisotsused mitmete tegurite koosmõjul ning otsuste tegemisel arvestatakse rohkem informatsiooni.

## KOKKUVÕTE

Tänapäevases finantsmaailmas on väga laialdaselt kasutusele võetud Markowitzi poolt esitatud modernne portfelliteooria, mis põhineb investeringute diversifitseerimisel ning mille eesmärgiks on parima võimaliku portfelli leidmine lähtuvalt investori riskitaluvusest ja oodatavast tootlusest. Modernne portfelliteooria on aluseks mitmete suuremate finantsinstitutsioonide ja –fondide tegevusele ja on olnud portfelli moodustamisel kasutusel juba üle 50 aasta. Autorit huvitas, kas sellist laialt levinud strateegiat on võimalik ka kindlate tehnilise analüüsi võtetega edasi arendada ning kohandada erainvestori vajadustele? Tehnilise analüüsi meetoditest valiti välja libisevate keskmiste kaugenemise ja lähenemise (MACD) indikaator ning strateegia arendamisel asetati rõhk portfelliteooria sisendite valimisele, mida autor peab finantsinstitutsioonide üheks suurimaks eeliseks erainvestorite ees.

Töö esimene osa keskendus uurimuse läbiviimiseks vajaliku teoreetilise baasi kirjeldamisele. Esimeses alapeatükis anti ülevaade tehnilise analüüsi olemusest keskendudes MACD indikaatori põhilistele omadustele. Tehniline analüüs kujutab endast turgude jälgimist graafiliste ja statistiliste meetoditega eesmärgiga prognoosida aktive hindu tulevikus ja hinnata hetkemeelestatust turul. Suurimaks eeliseks fundamentaalse analüüsi ees peetakse tehnilise analüüsi omadust jälgida korraka mitmeid erinevaid turge ning võimalikust kasutada seda erinevate aktivatega kauplemisel. Üks enim kasutatavamaid tehnilise analüüsi võtteid on libisevate keskmiste analüüs, mida kasutatakse lühiajaliste hinnakõikumistega seotud „müra“ leevendamiseks eesmärgiga tabada turul ilmnevaid trende. Üheks libisevatel keskmistel põhinevaks meetodiks on ka MACD indikaator, mis põhineb eksponentsiaalsel libiseval keskmisel ning keskendub turul ilmnevate trendide jälgimisele lähtudes lühi- ja pikaajaliste hinnamuutuste vahest. Ostu- ja müügisignaali genereerimisel lähtutakse MACD joone, mis on leitav lühiajaliste eksponentsiaalsete libisevate keskmiste väärtuste lahutamisel pikaajalistest eksponentsiaalsetest libisevatest keskmistest, ning

omakorda MACDst võetud libiseva keskmise joone ehk signaaljoone vahest. Kokkuvõtlikult võib öelda, et ostusignaalsiks peetakse joonte ristumist MACD joone liikumisel alt üles ning müügisignaalsiks loetakse joonte ristumist MACD joone liikumisel ülevalt alla.

Teine alapeatükk keskendus Markowitzi poolt esitatud modernse portfelliteooria seisukohalt oluliste mõtete ülevaatlilikule kirjeldamisele. Markowitzi teooria kohaselt moodustatakse optimaalne portfelli sõltuvalt investori riskikartlikkusest ja oodatavast tootlusest viisil, mis maksimeeriks oodatavat tulusust kindla riskitaseme juures või minimeeriks investeringutega kaasnevat riski arvestades investori soovitud tulumäära. Markowitzi portfelliteooria põhineb väärtpapeririski mõõtmisel oodatava tulususe dispersioonina ehk riski vaadeldakse kui tulususe varieeruvust mingist keskmisest või oodatavast tulususest. Oodatav tulusus on investori ihaldatud tulumäär, mida investor loodab oma tehtavatelt investeringutelt tulevikus saada. Oluline modernse portfelliteooria seisukohalt on fakt, et riske on võimalik diversifitseerimise teel aga maandada vaid omavahel vähe korreleeruvate aktive puhul. Arvestades neid näitajaid ning aktive omavahelist korrelatsiooni on Markowitzi teooria kohaselt leitav efektiivsete piirportfellide hulk, mille seast on vastavalt investori riskikartlikkusele võimalik leida tema jaoks optimaalsete osakaaludega portfelli. Parimaks võimalikus lahendiks loetakse efektiivse turukõvera ja investori samaväärsuskõvera puutepunkti.

Töö teises osas viidi MACD ja Markowitzi portfelliteooria põimitud strateegia testimiseks läbi empiiriline analüüs. Teise osa esimene alapeatükk käsitleb uurimuses kasutatud meetodika ning andmete valikut. Empiirilise analüüsi läbiviimiseks kasutati 11 New Yorki aktsiabörsil noteeritud ettevõtte ajalooliseid andmeid ajavahemikul 01.04.1999 kuni 01.04.2014. Strateegia testimiseks koostas töö autor kolm samadest aktsiatest koosnevat aktsiaportfelli, mille haldamisel rakendati erinevaid strateegiaid. Ühe portfelli haldamisel rakendas autor MACD indikaatori ja portfelliteooria põimitud strateegiat, teise portfelli haldamisel lähtuti tavapärase Markowitzi portfelliteooria põhitõdedest ning kolmas aktsiaportfelli põhines lihtsal osta-ja-hoia meetodil. Põimitud strateegia kasutamisel lähtuti põhimõttest, et aktsia kaasatakse portfelliteooriasse juhul kui kvartali vahetumise hetkel esineb aktsial ostusignaali ja aktsiatest loobutakse juhul kui antud ajahetkel esineb MACD indikaatori genereeritud müügisignaali. Põimitud

strateegial ja ainult Markowitzi mudelil põhineva strateegia portfelle hallati pidevalt - loodud portfelle korrastati kvartaalselt.

Analüüsi tulemustest selgust, et tehnilise analüüsi indikaatori MACD ja Markowitzi portfelliteooria ühine rakendamine on empiirilisel teostatav ning kahe strateegia põimimine pakub investorile lisaväärtust. Analüüsi tulemuste põhjal võib väita, et MACD indikaatori kaasamine Markowitzi portfelliteooriasse vähendas investeringutega kaasnevat riski ning kokkuvõttes tagas kõige parema riski-tulu määraga aktsiaportfelli. Põimitud strateegia rakendamisel vaadeldaval ajaperioodil kujunes portfelli tulususeks 211,73% ja portfelli riskiks 7,02%, mis 0,2 protsendilise riskivaba määra juures teeb Sharpe'i suhtarvu aastaseks väärtuseks 2,135. Antud väärtus on 0.1 ühiku võrra suurem ainult Markowitzi portfelliteoorial põhineva strateegia Sharpe'i suhtarvu aastasest väärtusest, milleks kujunes 2,035. Osta-ja-hoia strateegia Sharpe'i suhtarvu aastane väärtus perioodil oli 1,48, mis on 0,655 võrra madalam põimitud strateegia vastavast näitajast.

Saadud tulemuste põhjal jõuti käesolevas bakalaureusetöös järeldusteni, et MACD indikaatori kaasamine Markowitzi portfelliteooriasse on kasulik ning võimaldab luua parema riski-tulu näitajaga aktsiaportfelli. Eelkõige osutus strateegiate põimimine kasulikuks investeringutega kaasneva riski vähendamisel. Autor usub, et testitav strateegia võib osutada kasulikuks tööriistaks aktsiaturgudel kauplemiseks pigem riskikartlikele investoritele, kelle eesmärk investeerimisel on oma vara väärtuse säilitamine ja püsivalt stabiilne tootlus. Autor leiab, et põimitud strateegia rakendamisel põhinevad investeerimisotsused mitmete tegurite koosmõjul ning otsuste tegemisel kaasatakse otsustusprotsessi rohkem informatsiooni. Käesolevas analüüsis saadud kahe strateegia tulemusi võib aga siiski pidada suhteliselt sarnaseks. Sarnasuste põhjustena tõi autor välja kolm põhilist punkti. Esiteks testitud strateegia ei võtnud otseselt arvesse MACD poolt genereeritud müügisignaale, mistõttu ei arvestatud strateegias niivõrd hästi turul ilmnevate langustrendidega. Teiseks, nii MACD kui ka portfelliteooria ajaline suunitlus hindas eelkõige lühiajalisi liikumisi turul. Ja kolmandaks, analüüsi oli kaasatud suhteliselt väike aktsiaportfell, mis ei maksimeeri tehnilise analüüsi omadust teha paljude erinevate aktsiate hulgast parimaid valikuid.

Järelduste osas toodi välja ka autoripoolsed ettepanekud strateegia edasiseks arendamiseks. Autor leiab, et kaasates strateegiasse katteta lühikeseks müügi, oleks võimalik paremini arvestada ka MACD poolt genereeritud müügisignaalidega ja tulu teenida aktsiahinna langusest. Strateegia arendamisel on oluline koht ka optimaalsete EMA parameetrite ja standardhälbe perioodi valikul. Autor usub, et strateegia puhul on võimalik leida vastavate perioodide optimaalne vahekord, et investeerimisel oleks võimalik arvestada nii lühiajaliste kui ka pikaajaliste trendidega. Viimase ettepanekuna toob autor esile võimaluse testida strateegia tulemuslikust suuremate aktsiaportfellide põhjal, kasutades ära tehnilise analüüsi omadust jälgida korruga mitmeid erinevaid turge ning võimalikust kasutada seda erinevate aktivatega kauplemisel.

## VIIDATUD ALLIKAD

1. 13 Week Treasury Bill historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EIRX&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
2. **Alexander, G.J., Sharpe, W.F., Baily, J.V.** Fundamentals of Investments. Second Edition. New Jersey: Prentice Hall Inc., 1993, 873 p.
3. AllianceBernstein Holding L.P. historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=AB&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
4. Ambev S.A. historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=ABEV&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
5. **Amling, F.** Investments: an introduction to analysis and management. Englewood Cliffs: Prentice Hall Inc, 1989, 780 p.
6. **Andersen, K., Glenn, P.** Portfolio Preservation During Severe Market Corrections: A Market Timing Enhancement to Modern Portfolio Theory.  
[[http://www.naaim.org/wp-content/uploads/2013/10/00H\\_Portfolio\\_Preservation\\_During\\_Severe\\_Market-Corrections\\_Kristine\\_Andersen.pdf](http://www.naaim.org/wp-content/uploads/2013/10/00H_Portfolio_Preservation_During_Severe_Market-Corrections_Kristine_Andersen.pdf)] 22.05.2014
7. **Appel, G.** Technical Analysis: Power Tools for Active Investors. Ameerika Ühendriigid: Financial Times/Prentice Hall, 2005, 241 p.
8. **Arhipova, J.** „Libisevate keskmiste kasutamine pikaajalisel investeerimisel“. Tartu: Tartu Ülikool, 2011, 76 lk. (magistritöö)

9. Ashland Inc historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=ASH&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
10. **Beljanina, M.** Väärtpaperiportfelli tulemuslikkuse analüüs AS LHV näitel: magistritöö ärijuhtimise magistri kraadi taotlemiseks, Tartu Ülikooli Ettevõttemajanduse Instituut, 2009, 64 lk. (magistritöö)
11. Biglari Holdings Inc. historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=BH&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
12. Black Hills Corporation historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=BKH&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
13. BorgWarner Inc. historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=BWA&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
14. **Cohen, J.B., Zinbarg, E.D., Zeikel, A.** Investment Analysis and Portfolio Management. Fifth Edition. Illinois: Irwin, 1987, 738 p.
15. Dril-Quip Inc historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=DRQ&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
16. **Elton, E.J., Gruber, M.J.** Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. Fifth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1995, 715 p.
17. **Fama, E.F.** Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. – The Journal of Finance, 1970, Vol. 25, Iss. 2, pp. 383-417
18. GenCorp Inc. historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=GY&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014

19. **Harrington, D.R.** Modern Portfolio Theory, The Capital Asset Pricing Model & Pricing Theory: A User's Guide. New Jersey: Prentice Hall Inc., 1987, 229 p.
20. International Business Machines Corporation historical prices. Yahoo Finance. [<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=IBM&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
21. **Klaasen, J.** „Tehnilise analüüsi kasutamine investimisstrateegia loomisel Tallinna börsil“. Tartu: Tartu Ülikool, 2003, 60 lk. (bakalaureusetöö)
22. **Krumm, K.** Investeeringute alused. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2011, 91 lk.
23. **Kuning, S., Tuusis, D.** Väärtpaperite portfelli analüüs. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 1995, 82 lk.
24. **Link, M.** High Probability Trading. Ameerika Ühendriigid: McGraw-Hill Professional, 2003, 288 p.
25. **Markowitz, H.** Portfolio Selection - The Journal of Finance, 1952, Vol. 7, Iss. 1, pp. 77-91
26. **Markowitz, H.** Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment. First Edition. New York: Chapman & Hall, Ltd., 1959, 343 p.
27. Modern Portfolio Theory. [<http://www.angelfire.com/ma3/gillsie/cfa3a/Modern%20Portfolio%20Theory.pdf>] 22.05.2014
28. Moving Average Convergence-Divergence – Stockcharts.com [[http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart\\_school:technical\\_indicators:moving\\_average\\_conve](http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart_school:technical_indicators:moving_average_conve)] 22.05.2014
29. **Murphy, J.** Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications. New York: New York Institute of Finance, 1999, 542 p.

30. **Omnisore, I., Yusuf, M., Cristopher, N.** The modern portfolio theory as an investment decision tool - Journal of Accounting and Taxation, 2012, Vol. 4, pp. 19-28
  
31. **Pring, M.** Technical Analysis Explained : The Successful Investor's Guide to Spotting Investment Trends and Turning Points 4th Edition. Ameerika Ühendriigid: McGraw-Hill Professional, 2002, 560 p.
  
32. Return Calculations. University of Washington.  
[<http://faculty.washington.edu/ezivot/econ424/returnCalculations.pdf>]  
22.05.2014
  
33. Risk and Return: Expected Return. Columbia University.  
[[http://ci.columbia.edu/ci/premba\\_test/c0332/s6/s6\\_3.html](http://ci.columbia.edu/ci/premba_test/c0332/s6/s6_3.html)] 22.05.2014
  
34. Risk Premia. Stanford University.  
[[http://www.stanford.edu/~wfsharpe/mia/prb/mia\\_prb2.htm](http://www.stanford.edu/~wfsharpe/mia/prb/mia_prb2.htm).] 22.05.2014
  
35. S&P500 historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EGSPC&a=03&b=1&c=2012&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
  
36. Statistical Sampling and Regression: Covariance and Correlation. Columbia University. [[http://www0.gsb.columbia.edu/premba/analytical/s7/s7\\_5.cfm](http://www0.gsb.columbia.edu/premba/analytical/s7/s7_5.cfm)]  
22.05.2014
  
37. StockScouter ratings. Microsoft. [<http://money.msn.com/investing/stockscouter-stock-ratings.aspx>] 22.05.2014
  
38. Technical Analysis. Financial Dictionary. [<http://financial-dictionary.thefreedictionary.com/Technical+Analysis>] 22.05.2014
  
39. Teekay Corporation historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=TK&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014

40. The Cooper Companies Inc historical prices. Yahoo Finance.  
[<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=COO&a=03&b=1&c=1999&d=03&e=1&f=2014&g=d>] 22.05.2014
41. **Tomberg, A.** Portfelliriskide hindamine aktsiate portfelli näitel, Tartu Ülikooli Matemaatilise Statistika Instituut, 2007, 91 lk. (magistritöö)

## LISAD

**Lisa 1.** Matlabi skript MACD ja Markowitzi portfelliteooria põimitud strateegia arvutamiseks.

```
libisev1=12;
libisev2=26;
signaal=9;

for n1=1:11
EMA12(:,n1)=tsmovavg(adjclose(:,n1),'e',libisev1);
EMA26(:,n1)=tsmovavg(adjclose(:,n1),'e',libisev2);
end

EMA12(isnan(EMA12))=0;
EMA26(isnan(EMA26))=0;

for n2=1:11
macd_number(:,n2)=EMA12(:,n2)-EMA26(:,n2);
end

macd_number(1:26,:)=zeros;

for n3=1:11
SIGNAAL(:,n3)=tsmovavg(macd_number(:,n3),'e',signaal);
end

for n4=1:11
POSITSIOON(:,n4)=macd_number(:,n4)>SIGNAAL(:,n4);
end

POSITSIOON_NIHUTATUD=zeros(3774,11);

for n5=1:11
POSITSIOON_NIHUTATUD(2:end,n5)=POSITSIOON(1:end-1,n5);
end

stdev_per=240;

for n6a=1:11
```

## Lisa 1 järg.

```
for n6=stdev_per+2:length(adjclose(:,1))

    st_dev(n6,n6a)=std(adjclosereturn(n6-stdev_per:n6-1,n6a));
    mean_roi(n6,n6a)=mean(adjclosereturn(n6-stdev_per:n6-1,n6a));
end
end

for b=stdev_per+2:length(kuupaev)
    if month(kuupaev(b,1))==4 & month(kuupaev(b-1,1))==3
        vahetabel1=adjclosereturn;
        [,veerg]=find(POSITSIOON_NIHUTATUD(b,:)==0);
        for n8=length(veerg):-1:1
            vahetabel1(:,veerg(n8))=[];
        end

        kovarid=cov(vahetabel1(b-stdev_per:b,:));
        vahetabel2=mean_roi(b,:);
        for n9=length(veerg):-1:1
            vahetabel2(:,veerg(n9))=[];
        end
        [portfrisk,portret,portwt]=portopt(vahetabel2,kovarid,20);

        try

[riskyrisk,riskyreturn,riskywts,riskyfraction,overallrisk,overallreturn]
n]=portalloc(portfrisk,portret,portwt,RISKFREERATE(b,1),RISKFREERATE(b
,1),5);
        catch
            riskyrisk=0;
            riskyreturn=0;
            riskywts=NaN;
            riskyfraction=0;
            overallrisk=0;
            overallreturn=RISKFREERATE(b,1);
            ERROR(b,1)=1000;
        end

        [,veerg2]=find(POSITSIOON_NIHUTATUD(b,:)==1);

        stats(b,1)=riskyrisk;
        stats(b,2)=riskyreturn;
        stats(b,3)=roundn(riskyfraction,-2);
        stats(b,4)=overallrisk;
        stats(b,5)=overallreturn;

        for c=1:length(veerg2)
            try
                kaalud(b,veerg2(c))=riskywts(1,c);
            catch
                kaalud(b,veerg2(c))=riskywts(1,1);
            end
        end
    end
end
```

## Lisa 1 järg.

```
elseif month(kuupaev(b,1))==7 & month(kuupaev(b-1,1))==6
    vahetabel1=adjclosereturn;
    [veerg]=find(POSITSIION_NIHUTATUD(b,:)==0);
    for n8=length(veerg):-1:1
        vahetabel1(:,veerg(n8))=[];
    end

    kovarid=cov(vahetabel1(b-stdev_per:b,:));
    vahetabel2=mean_roi(b,:);
    for n9=length(veerg):-1:1
        vahetabel2(:,veerg(n9))=[];
    end
    [portfrisk,portret,portwt]=portopt(vahetabel2,kovarid,20);

try

[riskyrisk,riskyreturn,riskywts,riskyfraction,overallrisk,overallreturn]=portalloc(portfrisk,portret,portwt,RISKFREERATE(b,1),RISKFREERATE(b,1),5);
catch
    riskyrisk=0;
    riskyreturn=0;
    riskywts=NaN;
    riskyfraction=0;
    overallrisk=0;
    overallreturn=RISKFREERATE(b,1);
    ERROR(b,1)=1000;
end

stats(b,1)=riskyrisk;
stats(b,2)=riskyreturn;
stats(b,3)=roundn(riskyfraction,-2);
stats(b,4)=overallrisk;
stats(b,5)=overallreturn;

for c=1:length(riskywts)
    kaalud(b,c)=riskywts(1,c);
end

elseif month(kuupaev(b,1))==10 & month(kuupaev(b-1,1))==9
    vahetabel1=adjclosereturn;
    [,veerg]=find(POSITSIION_NIHUTATUD(b,:)==0);
    for n8=length(veerg):-1:1
        vahetabel1(:,veerg(n8))=[];
    end

    kovarid=cov(vahetabel1(b-stdev_per:b,:));
    vahetabel2=mean_roi(b,:);
    for n9=length(veerg):-1:1
        vahetabel2(:,veerg(n9))=[];
    end
end
```

## Lisa 1 järg.

```
[portfrisk,portret,portwt]=portopt(vahetabel2,kovarid,20);

    try

[riskyrisk,riskyreturn,riskywts,riskyfraction,overallrisk,overallreturn]=portalloc(portfrisk,portret,portwt,RISKFREERATE(b,1),RISKFREERATE(b,1),5);
    catch
        riskyrisk=0;
        riskyreturn=0;
        riskywts=NaN;
        riskyfraction=0;
        overallrisk=0;
        overallreturn=RISKFREERATE(b,1);
        ERROR(b,1)=1000;
    end

stats(b,1)=riskyrisk;
stats(b,2)=riskyreturn;
stats(b,3)=roundn(riskyfraction,-2);
stats(b,4)=overallrisk;
stats(b,5)=overallreturn;

    for c=1:length(riskywts)
        kaalud(b,c)=riskywts(1,c);
    end

elseif month(kuupaev(b,1))==1 & month(kuupaev(b-1,1))==12
vahetabel1=adjclosereturn;
[,veerg]=find(POSITSIION_NIHUTATUD(b,:)==0);
for n8=length(veerg):-1:1
    vahetabel1(:,veerg(n8))=[];
end

kovarid=cov(vahetabel1(b-stdev_per:b,:));
vahetabel2=mean_roi(b,:);
for n9=length(veerg):-1:1
    vahetabel2(:,veerg(n9))=[];
end
[portfrisk,portret,portwt]=portopt(vahetabel2,kovarid,20);

    try

[riskyrisk,riskyreturn,riskywts,riskyfraction,overallrisk,overallreturn]=portalloc(portfrisk,portret,portwt,RISKFREERATE(b,1),RISKFREERATE(b,1),5);
    catch
        riskyrisk=0;
        riskyreturn=0;
        riskywts=NaN;
        riskyfraction=0;
        overallrisk=0;
        overallreturn=RISKFREERATE(b,1);
        ERROR(b,1)=1000;
    end
```

### Lisa 1 järg.

```
stats(b,1)=riskyrisk;
stats(b,2)=riskyreturn;
stats(b,3)=roundn(riskyfraction,-2);

stats(b,4)=overallrisk;
stats(b,5)=overallreturn;

for c=1:length(riskywts)
    kaalud(b,c)=riskywts(1,c);
end

end

clear kovarid riskywts riskyrisk riskyreturn portfrisk portret
portwt;
end
```

## Lisa 2. Matlabi skript ainult Markowitzi portfelliteoorial põhineva strateegia

arvutamiseks.

```
stdev_per=240;
for n6a=1:11
    for n6=stdev_per+2:length(adjclose(:,1))
        st_dev(n6,n6a)=std(adjclosereturn(n6-stdev_per:n6-1,n6a));
        mean_roi(n6,n6a)=mean(adjclosereturn(n6-stdev_per:n6-1,n6a));
    end
end

for b=stdev_per+2:length(kuupaev)
    if month(kuupaev(b,1))==4 & month(kuupaev(b-1,1))==3
        kovariatsioonid=cov(adjclosereturn(b-stdev_per:b,:));

[PortRisk,PortReturn,PortWts]=portopt(mean_roi(b,:),kovariatsioonid);

[RiskyRisk(b,1),RiskyReturn(b,1),RiskyWts(b,:),RiskyFraction(b,1),Over
allRisk(b,1),OverallReturn(b,1)]=portalloc(PortRisk,PortReturn,PortWts
,RISKFREERATE(b,1),RISKFREERATE(b,1),3);

        elseif month(kuupaev(b,1))==7 & month(kuupaev(b-1,1))==6
            kovariatsioonid=cov(adjclosereturn(b-stdev_per:b,:));

[PortRisk,PortReturn,PortWts]=portopt(mean_roi(b,:),kovariatsioonid);
[RiskyRisk(b,1),RiskyReturn(b,1),RiskyWts(b,:),RiskyFraction(b,1),

OverallRisk(b,1),OverallReturn(b,1)]=portalloc(PortRisk,PortReturn,Port
Wts

,RISKFREERATE(b,1),RISKFREERATE(b,1),5);

        elseif month(kuupaev(b,1))==10 & month(kuupaev(b-1,1))==9
            kovariatsioonid=cov(adjclosereturn(b-stdev_per:b,:));

[PortRisk,PortReturn,PortWts]=portopt(mean_roi(b,:),kovariatsioonid);

[RiskyRisk(b,1),RiskyReturn(b,1),RiskyWts(b,:),RiskyFraction(b,1),Over
allRisk(b,1),OverallReturn(b,1)]=portalloc(PortRisk,PortReturn,PortWts
,RISKFREERATE(b,1),RISKFREERATE(b,1),5);

        elseif month(kuupaev(b,1))==1 & month(kuupaev(b-1,1))==12
            kovariatsioonid=cov(adjclosereturn(b-stdev_per:b,:));

[PortRisk,PortReturn,PortWts]=portopt(mean_roi(b,:),kovariatsioonid);

[RiskyRisk(b,1),RiskyReturn(b,1),RiskyWts(b,:),RiskyFraction(b,1),Over
allRisk(b,1),OverallReturn(b,1)]=portalloc(PortRisk,PortReturn,PortWts
,RISKFREERATE(b,1),RISKFREERATE(b,1),5);
            clear kovariatsioonid PortRisk PortReturn PortWts

        end
end
```

### Lisa 3. Matlabi skript põimitud strateegia tulususe arvutamiseks.

```
o=1;
for a=2:length(adjclose)

    if month(kuupaev(a,1))==4 & month(kuupaev(a-1,1))==3;

        uus_adjclose(o,:)=adjclose(a,:);
        uus_kaalud(o,:)=kaalud(a,:);
        uus_riskfreerate(o,1)=RISKFREERATE(a,1);
        uus_kuupaev(o,1)=kuupaev(a,1);

        o=o+1;

    elseif month(kuupaev(a,1))==7 & month(kuupaev(a-1,1))==6;

        uus_adjclose(o,:)=adjclose(a,:);
        uus_kaalud(o,:)=kaalud(a,:);

        uus_riskfreerate(o,1)=RISKFREERATE(a,1);
        uus_kuupaev(o,1)=kuupaev(a,1);

        o=o+1;

    elseif month(kuupaev(a,1))==10 & month(kuupaev(a-1,1))==9;

        uus_adjclose(o,:)=adjclose(a,:);
        uus_kaalud(o,:)=kaalud(a,:);
        uus_riskfreerate(o,1)=RISKFREERATE(a,1);
        uus_kuupaev(o,1)=kuupaev(a,1);

        o=o+1;

    elseif month(kuupaev(a,1))==1 & month(kuupaev(a-1,1))==12;

        uus_adjclose(o,:)=adjclose(a,:);
        uus_kaalud(o,:)=kaalud(a,:);
        uus_riskfreerate(o,1)=RISKFREERATE(a,1);
        uus_kuupaev(o,1)=kuupaev(a,1);

        o=o+1;
    end
end

for v=1:11
    for b1=2:length(uus_adjclose) ;

        valekvartalreturn(b1,v)=(uus_adjclose(b1,v))/(uus_adjclose(b1-
1,v))-1;
        kvartalreturn(b1,v)=valekvartalreturn(b1,v)-0.005;
    end
end
```

### Lisa 3 järg.

```
for b1=2:length(uus_adjclose);

    kaalutudtootlus (b1,:)= kvartalreturn(b1,:).* uus_kaalud(b1-1,:);

    kaalutudtootlus (b1,:)= kvartalreturn(b1,:).* uus_kaalud(b1-1,:);

    kaalutudtootlus (b1,:)= kvartalreturn(b1,:).* uus_kaalud(b1-1,:);
kaalutudtootlus (b1,:)= kvartalreturn(b1,:).* uus_kaalud(b1-1,:);

end

for i=1:length(kaalutudtootlus)

    kogutootlus(i,1) = sum(kaalutudtootlus(i,:));

end

for i=1:length(kaalutudtootlus)

    kogutootlus1(i,1) = sum(kaalutudtootlus(i,:));

end

kogutootlus1(isnan(kogutootlus1))=uus_riskfreerate(isnan(kogutootlus1)
);

end

kogutootlus_kumulatiivne=cumsum(kogutootlus1);

macdportfellitootlus=sum(kogutootlus1(5:60,:))
macdportfelistdev=std(kogutootlus1(5:60,:))
riskfreemean=mean(uus_riskfreerate)

Sharpe=(macdportfellitootlus-riskfreemean)/ macdportfelistdev
```

#### Lisa 4. Matlabi skript Markowitzi strateegia tulususe arvutamiseks.

```
o=1;
for a=2:length(adjclose)

    if month(kuupaev(a,1))==4 & month(kuupaev(a-1,1))==3;

        uus_adjclose(o,:)=adjclose(a,:);
        uus_kaalud(o,:)=RiskyWts(a,:);
        uus_riskfreerate(o,1)=RISKFREERATE(a,1);

        o=o+1;

    elseif month(kuupaev(a,1))==7 & month(kuupaev(a-1,1))==6;

        uus_adjclose(o,:)=adjclose(a,:);
        uus_kaalud(o,:)=RiskyWts(a,:);
        uus_riskfreerate(o,1)=RISKFREERATE(a,1);

        o=o+1;

    elseif month(kuupaev(a,1))==10 & month(kuupaev(a-1,1))==9;

        uus_adjclose(o,:)=adjclose(a,:);
        uus_kaalud(o,:)=RiskyWts(a,:);
        uus_riskfreerate(o,1)=RISKFREERATE(a,1);

        o=o+1;

    elseif month(kuupaev(a,1))==1 & month(kuupaev(a-1,1))==12;

        uus_adjclose(o,:)=adjclose(a,:);
        uus_kaalud(o,:)=RiskyWts(a,:);
        uus_riskfreerate(o,1)=RISKFREERATE(a,1);

        o=o+1;
    end

end

for v=1:11
```

#### Lisa 4 järg.

```
for b1=2:length(uus_adjclose) ;
    valekvartalreturn(b1,v)=(uus_adjclose(b1,v))/(uus_adjclose(b1-
1,v))-1;
    kvartalreturn(b1,v)=valekvartalreturn(b1,v)-0.005;

end
end

for b1=2:length(uus_adjclose);

    kaalutudtootlus (b1,:)= kvartalreturn(b1,:).* uus_kaalud(b1-1,:);
    kaalutudtootlus (b1,:)= kvartalreturn(b1,:).* uus_kaalud(b1-1,:);
    kaalutudtootlus (b1,:)= kvartalreturn(b1,:).* uus_kaalud(b1-1,:);
    kaalutudtootlus (b1,:)= kvartalreturn(b1,:).* uus_kaalud(b1-1,:);

end

for i=1:length(kaalutudtootlus)

    kogutootlus(i,1) = sum(kaalutudtootlus(i,:));

end

for i=1:length(kaalutudtootlus)

    kogutootlus1(i,1) =sum(kaalutudtootlus(i,:));

end

kogutootlus1(isnan(kogutootlus1))=uus_riskfreerate(isnan(kogutootlus1)
);

end

kogutootlus_kumulatiivne=cumsum(kogutootlus1);

markoportfellitootlus=sum(kogutootlus1(5:60,:))
markoportfellistdev=std(kogutootlus1(5:60,:))
riskfreemean=mean(uus_riskfreerate)

Sharpe=(markoportfellitootlus-riskfreemean)/ markoportfellistdev
```

**Lisa 5.** Strateegiate kvartaalsed tulusused.

| <b>Kvartal</b>   | <b>MACD-Markowitz (%)</b> | <b>Markowitz (%)</b> | <b>Osta-ja-hoia (%)</b> |
|------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|
| 2000 II kvartal  | 0.0587                    | 0.0587               | 0.055680512             |
| 2000 III kvartal | 0.0605                    | 0.0605               | 0.067119236             |
| 2000 IV kvartal  | 0.0553                    | 0.0553               | 0.071152519             |
| 2001 I kvartal   | 0.0404                    | 0.0404               | 0.035645344             |
| 2001 II kvartal  | 0.0357                    | 0.0357               | 0.093292921             |
| 2001 III kvartal | 0.0227                    | 0.0227               | -0.157369476            |
| 2001 IV kvartal  | 0.017                     | 0.017                | 0.215957425             |
| 2002 I kvartal   | 0.0176                    | 0.0176               | 0.029669755             |
| 2002 II kvartal  | 0.0168                    | 0.0168               | -0.087303604            |
| 2002 III kvartal | 0.0155                    | 0.0155               | -0.179019927            |
| 2002 IV kvartal  | 0.0119                    | 0.0119               | 0.064550785             |
| 2003 I kvartal   | 0.011                     | 0.011                | -0.034021418            |
| 2003 II kvartal  | 0.0087                    | 0.0087               | 0.275593255             |
| 2003 III kvartal | 0.0091                    | 0.0091               | 0.032056498             |
| 2003 IV kvartal  | 0.009                     | 0.009                | 0.146839585             |
| 2004 I kvartal   | 0.0092                    | 0.0092               | 0.114721545             |
| 2004 II kvartal  | 0.012                     | 0.012                | 0.076071974             |
| 2004 III kvartal | 0.0166                    | 0.0166               | 0.042764377             |
| 2004 IV kvartal  | 0.022                     | 0.022                | 0.14962081              |
| 2005 I kvartal   | 0.0273                    | 0.0273               | 0.040392806             |
| 2005 II kvartal  | 0.0309                    | 0.0309               | -0.053886972            |
| 2005 III kvartal | 0.0348                    | 0.0348               | 0.11971888              |
| 2005 IV kvartal  | 0.0411                    | 0.0411               | -0.010893526            |
| 2006 I kvartal   | 0.0455                    | 0.0455               | 0.11762161              |
| 2006 II kvartal  | 0.0487                    | 0.0487               | -0.043958995            |
| 2006 III kvartal | 0.048                     | 0.048                | 0.003374142             |
| 2006 IV kvartal  | 0.0491                    | 0.0491               | 0.075197647             |
| 2007 I kvartal   | 0.0489                    | 0.0489               | 0.098778388             |
| 2007 II kvartal  | 0.0479                    | 0.0479               | 0.082140805             |
| 2007 III kvartal | 0.0384                    | 0.0384               | 0.019630217             |
| 2007 IV kvartal  | 0.0312                    | 0.0312               | -0.095595635            |
| 2008 I kvartal   | 0.0136                    | 0.0136               | -0.113842529            |
| 2008 II kvartal  | 0.0181                    | 0.0181               | -0.017910663            |
| 2008 III kvartal | 0.0047                    | 0.0047               | -0.152030197            |
| 2008 IV kvartal  | 0.0013                    | 0.0013               | -0.368860075            |
| 2009 I kvartal   | 0.002                     | 0.002                | 0.022190489             |
| 2009 II kvartal  | 0.0016                    | 0.0016               | 0.389984271             |
| 2009 III kvartal | 0.0009                    | 0.341703635          | 0.37793132              |
| 2009 IV kvartal  | -0.038897304              | 0.189609377          | 0.151100761             |
| 2010 I kvartal   | 0.146179647               | 0.052559416          | 0.067286254             |

**Lisa 5 järg.**

|                  |              |              |              |
|------------------|--------------|--------------|--------------|
| 2010 II kvartal  | -0.129509823 | -0.161438132 | -0.076252159 |
| 2010 III kvartal | 0.163284505  | 0.118622833  | 0.164397922  |
| 2010 IV kvartal  | 0.370191424  | 0.293864356  | 0.152225147  |
| 2011 I kvartal   | 0.133666667  | 0.096057906  | 0.084412228  |
| 2011 II kvartal  | 0.057631179  | 0.112695134  | 0.004078014  |
| 2011 III kvartal | -0.074540479 | -0.078383636 | -0.176180893 |
| 2011 IV kvartal  | 0.118406873  | -0.050245964 | 0.145714102  |
| 2012 I kvartal   | 0.163783172  | 0.160273342  | 0.164781476  |
| 2012 II kvartal  | -0.06621134  | -0.104540582 | -0.076363049 |
| 2012 III kvartal | 0.029013605  | 0.029013605  | 0.129619166  |
| 2012 IV kvartal  | 0.117335891  | -0.072278287 | 0.049366615  |
| 2013 I kvartal   | -0.079819597 | 0.208099066  | 0.13459111   |
| 2013 II kvartal  | 0.10105757   | 0.102455775  | 0.077543357  |
| 2013 III kvartal | 0.073707716  | -0.009411494 | 0.066432159  |
| 2013 IV kvartal  | 0.023264738  | 0.042401743  | 0.061633186  |
| 2013 IV kvartal  | 0.02501672   | 0.043243958  | 0.070233809  |

**Lisa 6.** Strategiate kumulatiivne tulusus.

| <b>Kvartal</b>   | <b>MACD-Markowitz (%)</b> | <b>Markowitz (%)</b> | <b>Osta-ja-hoia (%)</b> |
|------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|
| 2000 II kvartal  | 0.0587                    | 0.0587               | 0.165674006             |
| 2000 III kvartal | 0.1192                    | 0.1192               | 0.232793242             |
| 2000 IV kvartal  | 0.1745                    | 0.1745               | 0.303945761             |
| 2001 I kvartal   | 0.2149                    | 0.2149               | 0.339591105             |
| 2001 II kvartal  | 0.2506                    | 0.2506               | 0.432884026             |
| 2001 III kvartal | 0.2733                    | 0.2733               | 0.27551455              |
| 2001 IV kvartal  | 0.2903                    | 0.2903               | 0.491471974             |
| 2002 I kvartal   | 0.3079                    | 0.3079               | 0.521141729             |
| 2002 II kvartal  | 0.3247                    | 0.3247               | 0.433838125             |
| 2002 III kvartal | 0.3402                    | 0.3402               | 0.254818198             |
| 2002 IV kvartal  | 0.3521                    | 0.3521               | 0.319368983             |
| 2003 I kvartal   | 0.3631                    | 0.3631               | 0.285347564             |
| 2003 II kvartal  | 0.3718                    | 0.3718               | 0.560940819             |
| 2003 III kvartal | 0.3809                    | 0.3809               | 0.592997317             |
| 2003 IV kvartal  | 0.3899                    | 0.3899               | 0.739836902             |
| 2004 I kvartal   | 0.3991                    | 0.3991               | 0.854558447             |
| 2004 II kvartal  | 0.4111                    | 0.4111               | 0.930630422             |
| 2004 III kvartal | 0.4277                    | 0.4277               | 0.973394799             |
| 2004 IV kvartal  | 0.4497                    | 0.4497               | 1.123015609             |
| 2005 I kvartal   | 0.477                     | 0.477                | 1.163408415             |
| 2005 II kvartal  | 0.5079                    | 0.5079               | 1.109521443             |
| 2005 III kvartal | 0.5427                    | 0.5427               | 1.229240323             |
| 2005 IV kvartal  | 0.5838                    | 0.5838               | 1.218346797             |
| 2006 I kvartal   | 0.6293                    | 0.6293               | 1.335968406             |
| 2006 II kvartal  | 0.678                     | 0.678                | 1.292009411             |
| 2006 III kvartal | 0.726                     | 0.726                | 1.295383553             |
| 2006 IV kvartal  | 0.7751                    | 0.7751               | 1.3705812               |
| 2007 I kvartal   | 0.824                     | 0.824                | 1.469359588             |
| 2007 II kvartal  | 0.8719                    | 0.8719               | 1.551500393             |
| 2007 III kvartal | 0.9103                    | 0.9103               | 1.57113061              |
| 2007 IV kvartal  | 0.9415                    | 0.9415               | 1.475534975             |
| 2008 I kvartal   | 0.9551                    | 0.9551               | 1.361692446             |
| 2008 II kvartal  | 0.9732                    | 0.9732               | 1.343781782             |
| 2008 III kvartal | 0.9779                    | 0.9779               | 1.191751586             |
| 2008 IV kvartal  | 0.9792                    | 0.9792               | 0.822891511             |
| 2009 I kvartal   | 0.9812                    | 0.9812               | 0.845082                |
| 2009 II kvartal  | 0.9828                    | 0.9828               | 1.235066271             |
| 2009 III kvartal | 0.9837                    | 1.324503635          | 1.612997592             |
| 2009 IV kvartal  | 0.944802696               | 1.514113012          | 1.764098353             |
| 2010 I kvartal   | 1.090982343               | 1.566672428          | 1.831384607             |

**Lisa 6 järg.**

|                  |             |             |             |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 2010 II kvartal  | 0.96147252  | 1.405234296 | 1.755132448 |
| 2010 III kvartal | 1.124757026 | 1.523857129 | 1.91953037  |
| 2010 IV kvartal  | 1.49494845  | 1.817721486 | 2.071755517 |
| 2011 I kvartal   | 1.628615116 | 1.913779392 | 2.156167745 |
| 2011 II kvartal  | 1.686246296 | 2.026474526 | 2.160245759 |
| 2011 III kvartal | 1.611705817 | 1.948090891 | 1.984064866 |
| 2011 IV kvartal  | 1.73011269  | 1.897844926 | 2.129778968 |
| 2012 I kvartal   | 1.893895862 | 2.058118269 | 2.294560444 |
| 2012 II kvartal  | 1.827684522 | 1.953577687 | 2.218197395 |
| 2012 III kvartal | 1.856698127 | 1.982591292 | 2.347816562 |
| 2012 IV kvartal  | 1.974034018 | 1.910313005 | 2.397183177 |
| 2013 I kvartal   | 1.894214421 | 2.118412071 | 2.531774287 |
| 2013 II kvartal  | 1.995271991 | 2.220867846 | 2.609317644 |
| 2013 III kvartal | 2.068979707 | 2.211456352 | 2.675749804 |
| 2013 IV kvartal  | 2.092244445 | 2.253858095 | 2.737382989 |
| 2013 IV kvartal  | 2.117261165 | 2.297102054 | 2.807616799 |

## **SUMMARY**

### APPLICATION OF MACD INDICATOR IN DEVELOPING THE MODERN PORTFOLIO THEORY

Gert Põrk

The modern portfolio theory introduced by H. Markowitz has become one of the most widely used investment strategies around the world. Its idea of constructing the best possible portfolio based on the expected return and investor's tolerance of risk has interlaced with the modern financial world and has become the foundation for many financial institutions and funds. The author of this bachelor's thesis is interested in whether this popular strategy could be improved by the use of certain methods used in technical analysis? Whether this foremost institutional strategy can be adapted to the needs of private investors, whose main goal in the financial markets is to protect the value of their assets in inflational conditions?

This thesis is based on the Markowitz model of modern portfolio theory and the emphasis is put on the selection of stocks that the author sees as one of the biggest advantages of financial institutions. In order to improve the selection process for private investors the method of technical analysis as a tool for quick and moreover rational decisions is used in developing the modern portfolio theory. Technical analysis could also be used as a method for finding a solution to the currently unanswered question of modern portfolio theory. The question, when to buy or sell certain stocks in the financial market?

The method used in this analysis is the moving average convergence-divergence (MACD) indicator that monitors the trends in price movement based on the difference between the short-term and long-term price changes in the market. MACD is regarded as a momentum oscillator that based on these price movements generates buy and sell

signals for the certain stocks. MACD indicator was chosen based on the author's personal preferences.

The objective of this work is to test whether the application of MACD indicator in the modern portfolio theory could improve the strategy's performance based on the risk-reward ratio of the investments. In order to achieve the objective of this thesis the author phrased the following research objectives:

- describe the idea behind technical analysis and moving average convergence-divergence indicator;
- give a theoretical overview of the Markowitz modern portfolio theory;
- test the applicability of MACD indicator in developing the modern portfolio theory;
- compare the performance of the interlaced strategy with a strategy based only on Markowitz model;
- draw conclusions on the applicability of MACD indicator in modern portfolio theory.

The thesis is composed of two parts: the theoretical part to give an overview of the theoretical knowledge necessary to understand the concepts and the empirical part to test the applicability of MACD in modern portfolio theory.

The first chapter of this thesis details the theoretical background and is divided into 2 sub-divisions. First sub-division focuses on technical analysis and moving average convergence-divergence indicator. Technical analysis is based on three main principles: stock prices include all the events, history repeats itself and the prices move in trends. One of the many techniques used in technical analysis is the analysis of moving averages with its main object to allocate the market trends from other short-term price movements. MACD indicator is also based on moving averages and it is used to time your purchases in stock market and is based on exploring the relationship between two different exponential moving averages (EMA): the MACD line, which is calculated by subtracting the long-term EMA from the short-term EMA, and the signalline as the EMA of MACD. The differences between these two lines can indicate the selling and buying signals necessary to make right decisions in the market.

The second sub-division gives an overview of the modern portfolio theory introduced by H. Markowitz in 1952. The idea behind modern portfolio theory is constructing the portfolios based on the expected return and investor's tolerance of risk in a way that minimises the risk for a certain level of return or maximises the expected return for a certain level of risk. It is based on measuring the risk as standard deviation and the emphasis is on diversification of assets. Modern portfolio theory points out that it is only possible to reduce risk by diversification in case of assets with low correlation. The optimal portfolio from all the efficient portfolios located on the efficient frontier is dependent on investor's risk-aversion and is defined as the indifference curve tangent portfolio.

The second chapter gives an overview of the analysis carried out in this thesis. It describes the methodology and used data, and brings out the main results and conclusions of the analysis. In order to test the applicability of the MACD indicator in modern portfolio theory an analysis based on New York Stock Exchange was carried out based on the historical data available at yahoo.finance.com. The author created three portfolios made up by the stocks of 11 different companies. Three different strategies were used to manage the portfolios. One was based on the interlaced strategy, another on the usual Markowitz portfolio theory and the third on simple buy-and-hold strategy. The test-period was 15 years (from 01.04.1999–01.04.2014) and the portfolios were managed quarterly.

The results of the analysis show us that the application of MACD indicator in modern portfolio theory turned out to be useful for reducing the risks associated with investments. In the end the portfolio based on interlaced strategy showed the best risk-to-reward ratio based on Sharpe ratio. The strategy generated 211,73% return with a portfolio risk of 7,02%. With an average risk-free rate of 0,2% the annual Sharpe ratio was 2,135 which was 0,1 points higher than the strategy based on the usual portfolio theory. The buy-and-hold strategy showed a Sharpe ratio value of 1,48.

Based on these results the author concluded that the application of MACD indicator could be regarded as useful in developing the Markowitz modern portfolio theory. By applying MACD in modern portfolio theory the overall risk-reward ratio of the portfolio can be improved. The author believes that especially important is the strategies

ability to reduce the level of risk. The author suggests that the interlaced strategy of MACD and modern portfolio theory could be most valuable to more risk-averse investors whose main goal in the financial markets is to protect the value of their assets and generate a stable return.

In the conclusions part the author also gave his suggestions how to further improve this strategy tested in this thesis. The author believes that by allowing short sales the overall performance of portfolio could be improved as currently the sell signals generated by the indicator are not fully used. It is also important to optimize the periods used for the calculation of EMAs and standard deviation. The author believes that it is possible to find an optimal relationship between the two in order to include both short-term and long-term trends in the strategy. Finally the author suggests that the strategy could be used to manage larger portfolios composed of more stocks traded on different markets. Then the investor could benefit from the technical analysis' ability to monitor many different markets and generate more return.

**Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks  
tegemiseks**

Mina, Gert Põrk (sünnikuupäev: 20.01.1991)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose:

“MACD indikaatori rakendamine portfelliteooria arendamiseks”,

mille juhendaja on doktorant Allan Teder,

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 27.05.2014

---

*(allkiri)*