
Speciale
Cand. Oecon.
AAU 2013

Studerende:
Niels-Henrik Winther

Vejleder:
Hans Sommerfeldt

Den Efficiente Markeds Hypotese vs. Teknisk Analyse

Test af OMXC20 og OMXC30 ved anvendelse af teknisk analyse og bootstrap

Resume:

The efficient market hypothesis short statement “security prices reflect all information” have generated many discussion among the academic world and the practitioners of finance, many of the latter part believe more on technical analysis, which is a method developed by traders in over 100 year. Here some of technical analysis widely used moving averages is tested against the efficient market hypothesis, one off the implications of market efficiency is that there are no trading rule that can produce more profit than the buy-and-hold strategy.

The main difference between the efficient market hypothesis and technical analysis is the assumption of rationality. While EMH is a theory with a clear strategy, buy-and-hold, technical analysis is relying on some, and some will say a lot, rules of thumb. While EMH is a deduction from an axiom, TA is an induction from a learning process.

The test of the danish leading stock index OMXC20 and the leading swedish stock market index, will compare the efficiency of the two markets. The method is much like Brock, Lakonishok and LeBaron(1992), first the moving averages buy-and-signal is for significance, then a random walk bootstrap will be performed. Another test to decide market efficiency is the break-even test, where the number of transactions of the moving average rules is measured against the trading rules mean return. At last the problem with data snooping is considered and White’s reality check is performed on the moving averages.

The results indicates that the swedish stock market index OMXC30 seems more efficient than the danish stock market index OMXC20. The trade signals performs better on the danish index, both statistics and economic indicators.

Indholdsfortegnelse

Kapitel I – Introduktion.....	5
1.1 Problemstillingen.....	5
1.2 Emnet og indhold.....	6
1.2.1 Louis Bachelier og Charles Henry Dow	7
1.2.2 Rationalitet vs. læreprocesser i økonomisk teori	9
1.3 Metodologiske overvejelser	12
1.3.1 Beslutningsgrundlaget: deduktive vs. induktive slutninger.....	12
1.3.2 Økonomiske agenter og økonomer	14
1.4 Specialets indhold.....	15
Kapitel II – Aktier og forventninger til afkast.....	17
2.1 Forventet afkast og aktiens fundamentale værdi.....	17
2.1.1 Homogene forventninger	17
2.1.2 Heterogene forventninger.....	19
2.2 Nutidsværdien med tidsvarierende forventede afkast	21
Kapitel III - Den effektive markeds hypotese og teknisk analyse.....	24
3.1 Den effektive markeds hypotese.....	24
3.1.1 Definition af den effektive markeds hypotese.....	24
3.1.2 Operationalisering af EMH.....	26
3.1.3 Betingelser og konsekvenser kapital markeds efficiens	27
3.1.4 Ligevægtsmodeller for EHM.....	28
3.1.2 Kritik af den efficiente markeds hypotese	31
3.2 Teknisk analyse	35
3.2.1 Definition af teknisk analyse	35
3.2.2 Momentum og support-and-resistance	37
3.2.3 Moving averages.....	38
3.2.3 Testmuligheder for teknisk analyse.....	39
3.3 Empiriske test af aktieafkast.....	39
3.3.1 Danske empiriske undersøgelser.....	40
3.3.2 Udenlandske empiriske undersøgelser	42
Kapitel IV – Deskriptiv statistik	44
4.1 De fire momenter.....	44

<i>4.2 Autokorrelation og Portmanteau statistik</i>	45
<i>4.3 Statistisk analyse af OMXC20 og OMXC30</i>	45
Kapitel V – Test af Moving Averages	48
<i>5.1 Moving Averages</i>	48
<i>5.2 Bootstrap test – random walk</i>	54
<i>5.3 Break-even omkostninger for moving averages</i>	58
<i>5.4 Bootstrap Whites reality check</i>	62
Kapitel VI - Konklusion.....	66
BILAG	68
Litteraturliste:.....	78

Kapitel I – Introduktion

Udgangspunktet er en undersøgelse om aktiemarkedet er informations effektivt og hvilken prisdannelses mekanisme der korresponderer til det informations effektive marked. Dette blyses gennem de to komplementære opfattelser af prisdannelsen på aktiemarkedet, *The Efficient Market Hypothesis* og *Technical Analysis*.

I dette kapitel fremsættes først problemstillingen, derefter nogle betragtninger om emnet og indholdet, her relateres rationalitet og læreprocesser til prisdannelsen på finansielle markeder, da dette er væsentlig del af twisten mellem EHM og TA, hvilket fører til nogle metodologiske overvejelser om økonomiske agenters beslutningsprocedure. Til sidst gives der en beskrivelse af specialets indhold.

1.1 Problemstillingen

Prisdannelses mekanismen på finansielle markeder har store konsekvenser for den enkelte investor og hele økonomien, da en given prisdannelsesproces implicerer en given rationel adfærd. Der sættes fokus på to tilgange, *det effektive marked* hvor det antages at prisdannelsen reflekterer økonomiens reale tilstand, samt *det psykologiske marked* hvor prisdannelsen antages at være præget af gensidige forventninger og spekulation.

Hvis kurserne på børsen reflekterer tilbagediskonterede nutidsværdier for de underliggende aktiver, så vil kurserne give en hurtig tilgængelig information om hele økonomien og om enkelte virksomheders tilstand, hvilket betyder at alle økonomiens agenter får et pålideligt beslutningsgrundlag, for at gennemføre investeringer som sikrer en optimal allokering af ressourcer. Hvis kurserne derimod er ”psykologisk” betinget, i sådan en grad at investorer medtager information som omhandler ”markedets psykologi” og andres forventninger i deres investerings beslutninger, så har historiske kurser og gensidige forventninger også betydning for prisdannelsen, hvilket medfører en uhensigtsmæssig allokering af ressourcer. Keynes giver en mulig forklaring på diskrepansen i de to tilgange, han fremhæver at det socialøkonomiske formål med institutionen børsen er ikke nødvendigvis sammenfaldende med individers private formål, Keynes(1973, s. 155):

"The social object of skilled investment should be to defeat the dark forces of time and ignorance which envelop our future. The actual, private obejct of most skilled investment today is 'to beat the gun', as the Americans so well express it, to outwit the crowd, and to pass the bad, or depreciating, half-crown to the other fellow."

Forskellen mellem den effektive og psykologiske prisdannelse, er investorernes opfattelse af det relevante informationssæt og behandlingen af dette informationssæt. Den centrale antagelse i finansielle og mange andre mikroøkonomiske modeller er rationalitets antagelsen, hvordan økonomiske agenter træffer beslutninger og hvilke kognitive midler de har til rådighed til at løse en given problemstilling.

Specialet vil diskutere forskellige aspekter ved rationalitets antagelsen i økonomiske ligevægts modeller, rettet mod de finansielle markeder. Herefter undersøges det danske OMXC20 og svenske OMXC30 gennem historiske markedsdata, og beskrive/teste markedets efficiens gennem statistiske test af de to indeks og købs- og salgssignaler genereret af TA. Den effektive markeds hypoteses passive adfærdsimplikation, buy-and-hold strategien, anvendes som benchmark for teknisk analyses købs- og salgssignaler der opfattes som en udforskning af adfærdsregler som dels har statistisk signifikans, økonomisk profitabilitet og realistisk adfærd på markedet. Udfra testene vil det til sidst vurderes hvor efficiensen er størst, på det danske eller det svenske aktiemarked.

1.2 Emnet og indhold

Her præsenteres ophavsmændene til EMH og TA samt nogle af deres tilhængere, relationen mellem rationalitet og prisdannelse, herunder forskellige rationalitets begreber og læreprocesser.

1.2.1 Louis Bachelier og Charles Henry Dow

I år 1900 afleverede Louis Bachelier sin matematiske doktorafhandling "Theory of Speculation"¹ i Paris. På samme tidspunkt analyserede Charles Dow prisbevægelser på børsen i New York, og offentliggjorde sine betragtninger i Wall Street Journal. Begge studerede prisdannelsen på børsen, men deres udgangspunkt, metoder og konklusioner var vidt forskellige.

Bachelier var matematiker og anså børsen for at være et stort kasino, Bachelier(1900, s. 27):

"The spot buyer may be compared with a gambler. In effect, if the price of a security might increase after its purchase, a decrease is equally possible"

Bachelier opdagede den kontinuere random walk proces under sin analyse af prisfastsættelse af optioner, og dette opfattes som startskudet for random walk teorien anvendt på de finansielle markeder, og dermed den efficiente markeds hypotese.

Bachelier's opfattelse af børsen fremsættes dagligt når finansielle medier udfører ex post analyser om børsens reaktion på politiske begivenheder, offentliggørelse af statistikker, naturkatastrofer, trusler om krig o.m.. Forklaringen på kursbevægelser er eksogene chok eller nyheder i informationssættet, og børsen er barometeret som måler økonomiens reale tilstand. Kapitalmarkedet karakteriseres i denne forklaring som rationelt, mekanisk og informations effektivt.²

Charles Henry Dow har lagt navn til "Dow Theory"³, chartisme eller teknisk analyse, han konstruerede flere indeks, og søgte efter kausale sammenhænge mellem kurser

¹ Afhandlingen originaltitel var "Theorie de la Speculation". Den blev oversat til engelsk i forbindelse med udgivelsen af Cootner(1964), "The Random Character of Stock Market Prices".

² Arthur, Holland, LeBaron & Taylor(1996).

³ Charles Dow var grundlægger af Wall Street Journal og chefredaktør i perioden 1900-1902, hans editorials er grundlaget for "Dow Theory". Senere udledte bladets efterfølgende chefredaktør William Peter Hamilton implikationerne af Dow's ideer i bogen "The Stock Market Barometer".

på indeks og/eller individuelle værdipapirer, gennem denne søgeproces inducerede han nogle regler for kursbevægelserne på kapitalmarkedet, disse regler anvendes så til at forudsige kursudviklingen.

Praktikere af Dow's ideer og metoder er børsmæglere og spekulanter, der køber/sælger værdipapirer i forventning om at de meget snart stiger/falder. Børsmæglere der mener teknisk analyse er en mulighed for at spekulere på markedet, hævder at der forekommer kursbevægelser som ikke nødvendigvis har nogen direkte korrespondens til verdens tilstand eller værdipapirers nutidsværdier. Forklaringen er "markedet psykologi", det forhold at markedet har sit eget liv, og dets opførsel betegnes med adjektiver som nervøst, uroligt, passivt, positivt m.fl., hvilket skyldes det forhold at prisdannelsen er afhængig af investorernes heterogene forventninger til fremtidige priser. Kapitalmarkedet karakteriseres i denne forklaring som psykologisk, organisk og ikke informations effektivt.⁴

De to opfattelser af kapitalmarkedets natur, udtrykkes i debatten mellem teoretikere og praktikere. Striden er indædt, teknisk analyse(chartisme) er ikke populær i finansieringslitteraturen, Malkiel(1981):

"Obviously, I'm biased against the chartist. This is not only a personal predilection, but a professional one as well. Technical analysis is anathema to the academic world. We love to pick on it. Our bullying tactics are prompted by two considerations: (1) the method is patently false; and (2) it is easy to pick on. And while it may seem a bit unfair to pick on such a sorry target, just remember: it is your money we are trying to save."

Omvendt nyder EMH ikke den store respekt i finansielle kredse specielt udenfor den akademiske verden, Soros(1994):

"...this [efficient market theory] interpretation of the way financial markets operate is severely distorted. ... It may seem strange that a patently false theory should gain such widespread acceptance."

Teknisk analyse kritiseres for ikke at have et fast teoretisk fundament, at deres handelsregler er subjektive eller irrationelle, mens den effektive markeds hypotese

⁴ Arthur, Holland, LeBaron & Taylor(1996).

kritiseres for en manglende realisme i deres forklaring på hvordan kapitalmarkederne fungerer.

Stridens æble peger mod anvendelsen af rationalitets begreber i økonomisk teori, og uenigheden kan tolkes som den metodologiske kritik af økonomers interesse for hvordan mennesker *burde* opføre sig, i stedet for at interessere sig for hvordan mennesker *egentlig* opfører sig.

1.2.2 Rationalitet vs. læreprocesser i økonomisk teori

Simplifikationen af de økonomiske agenters adfærd fremkom med den marginalistiske revolution. Estrup(1991) karakteriserer denne revolution som uddrivelsen af psykologi fra økonomisk teori. Adam Smith og andre klassikere havde opereret med psykologiske begreber som ønske, begær, behov, glæde, nytte, behag o.l.. Walras' kunststykke var at antage økonomiens enheder udelukkende havde betydning som efterspørgere og udbydere, hermed var alle psykologiske begreber samlet under en eksogen antagelse, og banen var kridtet op for præference begrebet og den matematiske generelle økonomiske ligevægt.

Den marginalistiske revolution, Hick-Allen's ordinale nyttebegreb, Von Neumann-Morgenstem's spilteori og Arrow-Debreu-Hahn's generelle ligevægts teori, er alle betragtet som store fremskridt indenfor økonomisk teori, af den årsag at det har været en tilnærmelse mod naturvidenskabens metode, som i forrige århundrede var idealet for alle videnskaber. Målet for denne forskning er at bevise eksistensen af ligevægte, som er tilstande hvor et system er i hvile eller indre balance.

Men eksistensbeviset for den generelle ligevægt, fx. Debreu(1959), påviser kun muligheden for at den optimale prisvektor findes, men ikke hvilke adfærdsprocesser der fører til at den bliver aktualiseret. Dette har været problemet for generel ligevægts teori siden dens fødsel, Walras' intentionelle forklaring var at der fandtes en imaginær auktionarius som famlede sig frem til de korrekte priser som clearede markedet, Edgeworth modellerede markedsclearingen som forhandlinger mellem grupper, og viste at hvis der var tilstrækkelig mange udbydere og efterspørgere, så ville kernen i forhandlingsrummet skrumpe og Walras' ligevægts prisen ville fremkomme entydigt,

men resultatet var udledt under betingelsen om at der kun blev handlet til ligevægts priser.

Men i Walras og Edgeworth's tilgange deltager de økonomiske agenter i en fiktiv markedsproces, hvor de lærer hvilke forventninger de andre agenter har om priserne, de økonomiske agenter er med andre ord involveret i en læreproces, det er tilsyneladende nødvendigt at specificere en læremekanisme, for at vise systemet har en hvile tilstand eller ligevægt.

Resultatet af ovenstående forsknings paradigme er at menneskelige beslutnings procedurer og dermed handlinger er gjort eksogene og mekaniske, og menneskelig adfærd er i økonomisk teori en teori om det rationelle logiske valg, modelleret som den universelle tyngdekraft i økonomisk interaktion.

Arthur(1996) hævder at både den effektive markeds hypotese og teknisk analyse har deres berettigelse, men under forskellige adfærdsregimer. Det afgørende for den enkelte teoris succes er i hvilken grad investorerne udforsker forskellige forventnings modeller hvor tit de evaluerer og reviderer deres forventninger til fremtidige priser. Hvis udforskningen af forventnings modeller er relativ lille så vil prisen på aktiver nærme sig den rationelle forventnings pris, som er konsistent med den effektive markeds hypotese, men hvis udforskningen af forventnings modeller er større, så vil prisdannelsen blive kompleks og psykologisk betinget.

Arthur(1996) formulering af forventninger som hyppigt udforskes er funderet i umuligheden af at deducere sig frem til optimale beslutninger i et heterogent miljø, eller umuligheden af at danne matematiske forventninger. Arthur er inspireret af Keynes som både var økonom og investor, eller teoretiker og praktiker på kapitalmarkedet, hans udlægning af hvordan kapitalmarkedet fungerer, Keynes(1973, s. 152):

"We are assuming, in effect, that the existing market valuation is uniquely correct in relation to our existing knowledge of the facts which will influence the yield of the investment, and that it will only change in proportion to changes in this knowledge; though, philosophically speaking, it cannot be uniquely correct, since our existing knowledge does not provide a sufficient basis for a calculated mathematical expectation. In point of fact, all sorts of considerations enter into the market valuations which are in no way relevant to the prospective yield."

Keynes afviser her at beregne finansielle aktivers fundamentale værdi, fordi investorerne ikke er i stand til at beregne de matematiske forventninger. Dette skyldes manglende viden om den objektive sandsynlighedsfordeling, hvilket betyder at forventningen til denne fordeling er subjektiv, implikationen af dette er at de øvrige investors sandsynlighedsfordeling også er subjektiv. Den enkelte investors forsøg på at forudsige de andre investors forventninger ender ud i en uendelig regres, fordi forventningerne er subjektive og heterogene. Den uendelige regres må tilføres en dogmatisk afbrydelse, hvis der overhovedet skal foretages noget valg, ifølge Keynes(1973, s. 162-163) findes denne afbrydelse i den menneskelige natur:

“...human decisions affecting the future, whether personal or political or economic, cannot depend on strict mathematical expectation, since the basis for making such calculations does not exist; and that it is our innate urge to activity which makes the wheel go round, our rational selves choosing between the alternatives as best we are able, calculating where we can, but often falling back for our motive on whim or sentiment or chance.”

Keynes beskriver mennesket trang til at udføre handlinger fremfor passivt at følge verdens gang gennem begrebet ”animal spirits”. Keynes beskrivelse af menneskelige valg stemmer overens med teknisk analyses arbejdsmetoder. Men denne spontane optimisme findes ikke i den effektive markedshypotese, investerings strategien er passiv fordi tesen er at intet kan slå markedets definerede ligevægt.

En anden måde at bryde den uendelige regres i forventningerne på, er at postulere at agenternes subjektive sandsynligheds fordeling er identisk med økonomiens objektive sandsynligheds fordeling, med andre ord at agenterne danner rationelle forventninger ifølge Muth(1961). Denne metode anvender et instrumentalistik metodesyn, postulatet at agenternes adfærd er ”som om” deres aggregerede adfærd er nytte- og profitmaksimerende, justificerer således den *repræsentative agent*, og det ovenstående problem med heterogenitet er løst.

Men at postulere en intentionel mekanisme giver ikke en forklaring på hvordan priser dannes, eller hvordan den enkelte agent forholder sig til den omgivende verdens signaler, Hayek(1937, s. 45):

"The statement that, if people know everything, they are in equilibrium is true simply because that is how we define equilibrium. The assumption of a perfect market in this sense is just another way of saying that equilibrium exist, but does not get us any nearer an explanation of when and how such a state will come about. It is clear that if we want to make the assertion that under certain conditions people will approach that state we must explain by what process they will acquire the necessary knowledge."

Processen Hayek omtaler er en læreproces, som handler om individets tanker om den omliggende verden, i hvilken grad og hvordan hans viden korresponderer til verdens tilstand, de objektive facts hvilket inkluderer andre agenters adfærd da denne manifesteres i markedet. For at vise hvordan ligevægten fremkommer er det nødvendigt at udvikle hypoteser om kausale sammenhænge i det økonomiske miljø, om hvordan erfaring skaber viden gennem en induktiv læreproces.

1.3 Metodologiske overvejelser

De metodologiske overvejelser er centreret omkring antagelsen agenters adfærd i økonomisk teoris. Først handler det om agenternes beslutningsgrundlag, hvilket er den viden som er fundamentet for økonomiske agenters handlinger. Der argumenteres for at dette fundament ikke kan være fuldkommen sikkert, og konsekvensen af dette er at mennesket må udføre handlinger, som ikke udelukkende kan repræsenteres af et lukket logisk system. Derefter fremstilles en mulig løsning, nemlig at økonomiske agenter anvender samme metode som økonomen eller videnskabsmanden, med det resultat at rationaliteten er begrænset.

1.3.1 Beslutningsgrundlaget: deduktive vs. induktive slutninger

Grundlaget for rationel adfærd eller at træffe økonomisk hensigtsmæssige beslutninger er viden i form af bearbejdet information, denne viden består principielt af to typer; den aksiomatiske som giver deduktive slutninger og den empiriske form giver induktive slutninger

Fundamentet for den substantive rationelle økonomiske agent er et aksiomatisk system, som indeholder en respons til enhver tilstand. Gödel's inkomplethedsteorem siger at der indenfor ethvert konsistent aksiomatisk system, findes teoremer som ikke

lader sig afgøre, systemet er dermed inkomplet. Implikationen af Gödel's teorem er at den substantive rationelle agent ikke kan afgøre alle valgsituationer. Gödel's teorem er en videreudvikling af Epimedes paradoks: "Jeg lyver" som ikke kan lade sig afgøre på grund af dets selvreference. Ifølge Nørrestranders(1994) startede Gödel med at reflektere over udsagnet "Jeg kan ikke bevise", hvis dette udsagn er sandt, er det kun sandt hvis det ikke kan bevise, og hvis udsagnet er falsk så kan man bevise det, men man har bevist noget som ikke passer.

Gödel teorem bliver ofte opfattet som noget negativt, noget der begrænser mennesket og videnskabens muligheder, men denne opfattelse kan også betragtes på en anden måde, Nørrestranders(1994):

"... Gödels bevis er da også et bevis for afmagt. Men det er ikke menneskenes afmagt, der er tale om. Det er logikkens afmagt. Vi slipper aldrig af med behovet for vores egen dømmekraft... Gödels bevis er en mageløs hyldest til det menneskelige sinds kreativitet."

Den menneskelige faktor kan ikke uddrives, menneskets dømmekraft og kreativitet rækker ud over logikkens grænser, eller det kan ikke lade sig gøre at beskrive en uendelig verden endeligt.

Fundamentet for den procedurale rationelle økonomiske agent er søgen efter mønstre, en induktiv læreproces hvor der forsøges at bringe orden i en evig informationsstrøm. Adfærds- eller tommelfingerregler læres gennem erfaring, gennem observation induceres adfærdsregler som hele tiden er åben for revidering. I modsætning til det substantive rationalitets begreb sætter det procedurale rationalitets begreb ikke restriktive krav til denne videns entydighed eller fuldstændighed som beslutningsgrundlag, hvis dette ikke var tilfældet så ville det procedural rationalitetsbegreb, være fanget af problemet med induktion. Den empiriske grundelse for induktionsprincippet bygger på et cirkulært ræsonnement, når induktionsprincippet anvendes på sig selv.⁵

De to rene former for frembringelse af viden, deduktion og induktion, er ikke i stand til at producere fuldkommen pålidelig viden. Gödels teorem udelukker deduktion, mens

⁵ Knudsen(1991)

problemets med induktion er velkendt. Kriteriet for at vælge mellem induktive og deduktive beslutningsalgoritmer for økonomiske agenter kan ikke afgøres med fuldstændig sikkerhed, da hverken induktive eller deduktive metoder kan frembringe fuldstændig pålitelig viden. Men selv om denne sikkerhed ikke er til stede, træffer mennesket alligevel beslutninger hele tiden, hvilket skyldes menneskets trang til at udforske verden for at kunne handle hensigtsmæssigt i den.

1.3.2 Økonomiske agenter og økonomer

Økonomer og økonomiske agenter eller mennesket i almindelighed står overfor samme problemstilling, de ønsker at forstå verdens reale sammenhænge for at være i stand til at udføre intelligente handlinger i deres respektive domæne. Metoden til at opnå dette mål er at finde mønstre og sammenhænge mellem variable og tilstande, at nedtvinge orden i en evig strøm af ny information og udvikle hypoteser som reflekterer deres viden og måske kan anvendes i andre sammenhænge.

Personlighed psykologen George Kelly har udviklet en teori om at for at kunne forstå menneskets handlinger, må vi betragte videnskaben. Kelly(1963) tager udgangspunkt i to forhold:

"This theory of personality actually started with the combination of two simple notions: first, that man might be better understood if he were viewed in the perspective of the centuries rather than in the flicker of the passing moments; and second, that each man contemplates in his own personal way the stream of events upon which he finds himself so swiftly borne."

Kellys sidste pointe kan direkte relateres til den effektive markeds tilhænger og den tekniske analytiker, tilhængere af de to hypoteser har hver deres opfattelse af prisdannelsen på kapitalmarkedet, derfor vil de fortolke den samme information på forskellig måde.

"Man looks at his world through transparent patterns or templets which he creates and then attempts to fit over the realities of which the world is composed. The fit is not always very good. Yet without such patterns the world appears to be such an undifferentiated homogeneity that man is unable to make any sense out of it. Even a poor fit is more helpful to him than nothing at all. Let us give the name constructs to these patterns that are tentatively tried on for any size. They are ways of construing the world. They enables man, and lower animals too, to chart a course of behavior, explicitly formulated or implicitly acted out, verbally expressed or utterly inarticulate, consistent with other courses of behavior or inconsistent with them, intellectually or vegetatively sensed."

Spørgsmålet er hvilke arbejdsmetoder der er den gængse for den økonomiske videnskab, eller hvilken form for rationalitet- besidder økonomer når de arbejder som videnskabsfolk ? Loasby(1991) giver et svar:

"Economics is a very curious subject. If we reflect upon the questions which are investigated and those who are evaded, the factors which are carefully specified and those who are ignored, the methods which are favored and those which are rejected, or even despised, we may well think that some of the selections are bizarre – especially for a discipline whose members often pride themselves on their devotion to the logic of rational choice."

Økonomers arbejdsmetode er ifølge denne beskrivelse inkonsistent, økonomers valg af problemstillinger og metoder er ad hoc, den er givet ved det som falder økonomen ind i den pågældende situation. Loasby(1991) mener at kompleksiteten er årsagen til økonomers inkonsistente arbejdsmetoder, alene at beskrive den fysiske verden som den er, rækker ud over menneskets opfattelsesevne, og når menneskelig handlinger dertil introduceres i det økonomiske system, karakteriserer Loasby(1991) den økonomiske videnskab som "attempting the impossible".

Hvis denne arbejdsmetode overføres til den økonomiske agent, så må rationaliteten være begrænset, for midlerne til at løse problemer med er inkonsistente, den entydige korrespondens mellem middel og mål er afbrudt, mennesket/økonomen har endnu ikke forstået verdens sammenhænge som det substantive rationalitets begreb antager. Så for at forstå verden i sådan en grad at det er muligt at udføre intelligente handlinger i den, er det nødvendigt at lære signifikante sammenhænge og relationer mellem observerede fænomener.

1.4 Specialelets indhold

Kapitel 1 fremstiller problemstillingen hvis fokus er rettet mod rationalitet antagelsens relation til prisdannelsen, derefter følger problemformuleringen og beskrivelse af specialelets metode og indhold.

Kapitel 2 beskriver homogene og heterogene forventninger til priser på finansielle markeder og viser umuligheden af anvendelsen af matematiske forventninger i et heterogent miljø. Derefter vises sammenhængen mellem aktiers tidsvarierende afkast, dividender og kurser.

Kapitel 3 præsenterer teorien om den effektive markeds hypotese og fremsætter nogle af teknisk analyses arbejdsmetoder. Det centrale for EMH og TA er prisdannelses antagelserne og de tilhørende adfærds implikationer. Til sidst gives der et overblik over empiriske tests af teorierne, både fra den danske og udenlandske litteratur.

Kapitel 4 er en empirisk analyse af OMXC20 og OMXC30's afkast. Begge tidsserier behandles først som univariate tidsserier. Der testes for afkastens fordeling gennem de fire momenter og autokorrelation, disse indikatorer anvendes til at vise i hvilken grad datamaterialet afviger fra normalfordelingens og random walk hypotesens stokastiske egenskaber, og implikationerne heraf diskutes.

Kapitel 5 tester moving averages for OMXC20 og OMXC30 for signifikante køb-og-salgs signaler, både statistisk og økonomisk. Endvidere testes random walk som prisdannelses mekanisme for OMXC20 og OMXC30 og endelig implementeres White's Reality Check for at vurdere graden af data-snooping.

Kapitel 7 er konklusionen, derefter følger bilag og litteraturlisten.

Kapitel II – Aktier og forventninger til afkast

Kapitlet viser forskellen mellem homogene og heterogene forventninger når man skal udlede et finansielt aktivs forventede afkast med konstant afkastskrav. Derefter vises finansielle aktivers afkast med tidsvarierende forventede afkast.

2.1 Forventet afkast og aktiens fundamentale værdi

Det forventede afkast for en aktie, tilbage diskonteres og da fremkommer aktiens fundamentale værdi. Antagelsen om investorernes homogenitet er kritisk, derfor udledes der først forventninger for det homogene tilfælde og bagefter det heterogene tilfælde.

Den teoretiske værdi af en investering opgøres i nutidsværdier. For at sammenligne forskellige investeringer fordelagtighed, sammenlignes deres nutidsværdier, og investeringen med den største nutidsværdi dominerer andre investeringsmuligheder med samme risiko.

2.1.1 Homogene forventninger

Det kritiske i at prisfastsætte aktier ligger i at bestemme det fremtidige afkast af aktien, eller nærmere det forventede afkast da afkastet ikke kendes med sikkerhed. Det forventede afkast for en aktie i perioden t til $(t+1)$ er lig, for N investorer med homogene forventninger er lig:

$$\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N E_{jt} R_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{E_{jt} V_{t+1} - V_t + E_{jt} D_{t+1}}{V_t} \quad (2.1)$$

hvor V_t er aktiens fundamentale værdi på tidspunkt t og $E_{jt} D_{t+1}$ investors j 's forventning til dividende udbetaling mellem perioderne t og $(t+1)$. E_{jt} er den matematiske forventningsoperator for agent j betinget af informationssættet Ω_t , som består af al tilgængelig information på tidspunkt t . Da agenterne er homogene og anvender den samme model for at bestemme $E_{jt} V_{t+1}$ og $E_{jt} D_{t+1}$ kan ligning (2.1) reduceres til:

$$E_t R_{t+1} = \frac{E_t V_{t+1} - V_t + E_t D_{t+1}}{V_t} \quad (2.2)$$

Ligning (2.2) er ikke operationaliserbar, så antag at investorer er villig til at tage risikoen ved et givent positivt afkastkrav, $k_{it+1} > 0$, homogenitets antagelsen reducerer k til at være ens for alle investorer og hvis vi dertil antager k er en konstant så er subskriftet elimineret:

$$E_t R_{t+1} = k \quad (2.3)$$

antag endvidere at den stokastiske adfærd af $R_{t+1}-k$, gennemsnitlig overholder at:

$$E_t(R_{t+1} - k | \Omega_t) = 0 \quad (2.4)$$

ved substitution opnås en differentialligning som bestemmer den fundamentale værdi over tid:

$$V_{t+1} = V_t \delta_t E_t(V_{t+1} + D_{t+1}) \quad (2.5)$$

hvor $\delta_t = 1/(1+k)$ som er diskonteringsfaktoren eller den inverse af bruttoafkast kravet. Nu anvendes loven om itererede eller rationelle forventninger, som siger at ens forventninger er nutidige fordi man ikke kan vide hvordan ens forventninger vil ændre sig i fremtiden, et eksempel:

$$E_t [E_{t+1} [E_{t+2} \cdots [E_{t+n}] \cdots]] = E_t V_{t+n} \quad (2.6)$$

Med dette resultat lagges (2.5), og ved gentagen substitution får vi:

$$V_t = \delta E_t D_{t+1} + \delta^2 E_t D_{t+2} + \cdots + \delta^N E_t (V_{t+N} + D_{t+N}) \quad (2.7)$$

og ved anvendelse af en transervalitets betingelse, som siger at dividenderne ikke vokser eksplosivt og dermed udelukker bobler:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E_t [\prod_{t=1}^N \delta^N D_{t+N} + V_{t+N}] \rightarrow 0 \quad (2.8)$$

får vi det endelige resultat for den fundamentale værdi på tidspunkt t:

$$V_t = E_t \left[\sum_{j=1}^{\infty} \delta^j D_{t+j} \right] \quad (2.9)$$

Den fundationale værdi er udledt under antagelserne om itererede eller rationelle forventninger, dividenderne ikke vokser eksplosivt, det forventede afkast er konstant og den repræsentative agent.

For at V_t kan være lig nutidsværdien af aktien må det også gælde at investorerne øjeblikkeligt sætter markedsprisen $P_t = V_t$, hvilket betyder ingen mulighed for arbitrage. Med denne antagelse omskrives (2.9) til:

$$P_t = E_t \left[\sum_{j=1}^{\infty} \left[\prod_{i=1}^j \delta_{t+i} \right] D_{t+j} \right] \quad (2.10)$$

Ligning (2.10) er ikke umiddelbart operationalisérbar da den indeholder ikke observerbare forventninger. For at operationalisere ligning (2.10) behøver vi en hypotese om investorernes forudsigelse af dividenderne og af diskonteringsraterne.

2.1.2 Heterogene forventninger

Når man erstatter antagelsen om homogene forventninger, med en antagelse om heterogene forventninger, så er der ingen nærliggende matematisk grundelse for at forventningerne ikke kan bestemmes formalt som Keynes citatet i kapitel 1 påstod.

Det er tilstrækkeligt at antage der er to investorer, eller to grupper af investorer, udgangspunktet er igen ligning (2.1) og metoden er den samme:

$$\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N E_{jt} R_{t+1} = \frac{1}{N} k_{1t+1} + \frac{1}{N} k_{2t+1} \quad (2.11)$$

dette udtryk substitueres ind i (2.5) og som i tilfældet med homogene agenter defineres δ :

$$V_{1t} = \delta_t \frac{1}{N} [E_{1t} V_{1t+1} + E_{1t} D_{1t+1} + E_{2t} V_{2t+1} + E_{2t} D_{2t+1}] - V_{2t} \quad (2.12)$$

hvor

$$\delta_t = \frac{1}{\frac{1}{2}(k_{1t+1} + k_{2t+1}) + 1} \quad (2.13)$$

og ligningen fremskrives en periode, og vi får agent 1's forventninger til den fundationale værdi i periode $t+1$ betinget af hans forventninger i periode t , $E_{1t}V_{1t+1}$

$$E_{1t}V_{1t+1} = \frac{1}{N} E_{1t} \delta_{t+1} [E_{1t}V_{1t+2} + E_{1t}D_{1t+2} + E_{1t}[E_{2t+1}V_{2t+2}] + E_{1t}[E_{2t+1}D_{2t+2}]] \\ - E_{1t}V_{2t+1} \quad (2.14)$$

da δ 'erne ikke længere er konstante er det nødvendigt at danne forventninger til dem, hvilket ikke simplificerer udtrykket. Det giver ingen mening at fortsætte med gentagen substitution, allerede nu er det klart at udtrykket vil vokse, da der hele tiden vil komme nye forventningsled som postulerer mere og mere komplekse gensidige forventninger. Konklusionen er at når investorerne er heterogene, så får forventningerne en rekursiv karakter, de bliver nødt til danne deres forventninger på en forudsigelse af andre investors forventninger, og denne selvreference gør den formalistiske forventningsdannelse umulig.

Dette problem løses i EMH, og ligevægts modeller i almindelinghed, ved at antage rationelle forventninger, som løser den rekursive forventnings dannelse ved at antage de økonomiske agenter opfører sig "som om" de kender den korrekte økonomiske model. Hvis det antages at alle de økonomiske agenter kender den korrekte model så forefindes heterogene forventninger ikke eksplisit i modellen, men den findes implicit i arbitrage argumentet.

2.2 Nutidsværdien med tidsvarierende forventede afkast⁶

At sætte afkastet lig en konstant er ikke særligt realistisk, men det er mere besværligt at arbejde med nutidsværdier når de forventede afkast er tidsvarierende fordi sammenhængen mellem priser og afkast bliver ikke-lineær.

En akties afkast er definieret som

$$R_{t+1} \equiv \frac{P_{t+1} + D_{t+1}}{P_t} - 1 \quad (2.15)$$

nutidsværdien af denne definitoriske identitet vil give en forklaring på sammenhængen mellem dividender og prisbevægelser for en given aktie. Det antages at de forventede afkast ikke er konstante men varierer over tiden. Først tages logaritmen til definitionen af aktiers afkast

$$r_{t+1} \equiv \log(P_{t+1} + D_{t+1}) - \log(P_t) = p_{t+1} - p_t + \log(1 + e^{d_{t+1} - p_{t+1}}) \quad (2.16)$$

Det sidste led er en ikke-linær funktion $f(d_{t+1} - p_t)$, denne approximeres omkring gennemsnittet af $(x_{t+1}), \bar{x}$, ved anvendelse af en første ordens Taylor udvidelse $f(x_{t+1}) \approx f(\bar{x}) + f'(\bar{x})(x_{t+1} - \bar{x})$, hvor følgende må holde

$$\overline{d-p} = \log(e^{\overline{d-p}}), \quad f(\overline{d-p}) = \log(1 + e^{\overline{d-p}}), \quad f'(\overline{d-p}) = \frac{e^{\overline{d-p}}}{1 + e^{\overline{d-p}}}, \quad (2.17)$$

dette substitueres ind i (2.16)

$$r_{t+1} \approx p_{t+1} - p_t + \log(e^{\overline{d-p}}) + \frac{e^{\overline{d-p}}}{1 + e^{\overline{d-p}}} \cdot (d_{t+1} - p_{t+1} - \log(e^{\overline{d-p}})) \quad (2.18)$$

nu defineres parameteren eller diskonteringsraten $\rho \equiv \frac{1}{1 + e^{\overline{d-p}}}$

⁶ Udledningen følger Campbell, Lo & MacKinlay(1997) side 260-264

$$r_{t+1} \approx p_{t+1} - p_t + \log\left(\frac{1}{\rho} - 1\right) + (1 - \rho) \cdot \left(d_{t+1} - p_{t+1} - \log\left(\frac{1}{\rho} - 1\right)\right) \quad (2.19)$$

nu defineres $k \equiv -\log(\rho) - (1 - \rho) \log\left(\frac{1}{\rho} - 1\right)$ og vi får

$$r_{t+1} \approx k + \rho p_{t+1} + (1 - \rho) d_{t+1} - p_t \quad (2.20)$$

Implikationen for priserne, fremkommer ved at forwarde ligningen, sammen med en betingelse for at udelukke rationelle bobler $\lim_{j \rightarrow \infty} \rho^j, p_{t+j} = 0$

$$p_t = \frac{k}{1-\rho} + \sum_{j=0}^{\infty} \rho^j [(1 - \rho) d_{t+1+j} - r_{t+1+j}] \quad (2.21)$$

hvis prisen er høj, må det betyde en kombination af høje dividender og lave afkast i fremtiden. Hvis der tages forventninger på begge sider når man frem til en konsistens betingelse for forventninger

$$p_t = \frac{k}{1-\rho} + E_t \left[\sum_{j=0}^{\infty} \rho^j [(1 - \rho) d_{t+1+j} - r_{t+1+j}] \right] \quad (2.22)$$

som kan simplificeres til følgende

$$p_t = \frac{k}{1-\rho} + p_{dt} - p_{rt} \quad (2.23)$$

hvor p_{dt} er den forventede diskonterede værdi af $(1 - \rho)$ gange fremtidige forventede værdier af logaritmiske dividender og p_{rt} er den forventede diskonterede værdi af fremtidige afkast.

Det er også muligt at udtrykke aktivets afkast som linære funktioner af revisioner af forventede fremtidige dividender og afkast.

$$\begin{aligned}
 r_{t+1} - E_t[r_{t+1}] &= E_{t+1} \left[\sum_{j=0}^{\infty} \rho^j \Delta d_{t+1+j} \right] - E_t \left[\sum_{j=0}^{\infty} \rho^j \Delta d_{t+1+j} \right] \\
 &\quad - \left(E_{t+1} \left[\sum_{j=0}^{\infty} \rho^j r_{t+1+j} \right] - E_t \left[\sum_{j=0}^{\infty} \rho^j r_{t+1+j} \right] \right)
 \end{aligned} \tag{2.24}$$

Denne ligning viser det uforventede afkast kan henvises til ændringer i forventningerne til fremtidige dividender eller afkast. Ligningen kunne for nemheds skyld også udtrykkes som

$$r_{t+1} - E_t[r_{t+1}] = \eta_{t+1} = \eta_{d,t+1} - \eta_{r,t+1} \tag{2.25}$$

hvor η_{t+1} er det uforventede aktieafkast, hvilket forklares som differensen mellem $\eta_{d,t+1}$ som er ændringen i forventningerne til dividendeudbetalingerne og $\eta_{r,t+1}$ er ændringen i forventningerne til fremtidige afkast.

Kapitel III - Den effektive markeds hypotese og teknisk analyse

Kapitlet beskriver fundamentet for EMH og teoriens opfattelse af prisdannelsen. Herefter præsenteres teknisk analyses opfattelse af prisdannelsen. For begge opfattelser af prisdannelsen vurderes rationalitets antagelsen og de dertil tilhørende adfærdsimplikationer. Derefter gives et overblik over den empiri som har relation til de to teorier.

3.1 Den effektive markeds hypotese

Read(2013) gennemgang af den historiske udvikling af EMH starter ved Bachelier's doktorafhandling om prisdannelsen på den franske børs "Theorie de la speculation" fra år 1900. Bachelier var den første som modelerede en random walk som prisdannelses mekanisme i finansierings litteraturen. Dette betyder at prisen på aktiverne er uforudsigelige da de kun reagerer på nyheder, dette evige integration af information skaber ligevægten på markedet, og kraften som fremmaner ligevægten er arbitrage.

Bachelier's arbejde gik i glemmebogen i et halvt århundrede, indtil Paul Samuelson fik kendskab til hans afhandling. Han arbejdede videre på Bacheliers ide, og kom frem til at et efficient marked vil følge en hukommelsesfri martingale egenskab som også beskriver en random walk. Samuelson var klar over at arbitrage var drivkraften mod ligevægten, men han forholdt sig skeptisk til om ligevægten ville blive etableret eller med andre ord om arbitragen var tilstækkelig. Men Samuelson grundlagde den teoretiske justifikation for EMH.

Eugene Fama tog Samuelson's teoretiske udlægning uden forbeholdet for arbitrage processen, og udlagde finansierings litteraturens mantra "security prices reflects all information". Fama udviklede sin teori fra sin ph.d i 1965 til sin berømte artikel i 1970, den var paradigme-affirmerende og er samtidig med rationel forventnings hypotesen som prægede makroøkonomien i denne periode og senere frem.

3.1.1 Definition af den effektive markeds hypotese

Den effektive markeds hypotese er den dominerende tese i finansierings litteraturens forklaring på hvordan kapitalmarkeder fungerer.

Fama(1970,1991) står som milepæle i litteraturen om den effektive markeds hypotese, Fama's definition af den effektive markeds hypotese:⁷

"I take the market efficiency hypothesis to be the simple statement that security prices fully reflects all available information."

Fama har droppet citationstegnene siden sin artikel i 1970. Definitionen kan kritiseres for ikke at specificere implikationerne af "fully reflects", Malkiel(1992) er mere eksplisit:

⁸

" A capital market is said to be efficient if it fully and correctly reflects all relevant information in determining security prices. Formally, the market is said to be efficient with respect to some information set...if security prices would be unaffected by revealing that information to all participants. Moreover, efficiency with respects to an information set...implies that it is impossible to make economic profits by trading on information of[that information set]."

Malkiel's definition er mere uddybende end Fama's. Markedet er effektivt i forhold til et givent informationssæt, således vil en afsløring af alle markedsdeltagernes informationssæt ikke ændre priserne på et effektivt marked, hvilket implicerer en ligevægtspris. Hvis der er en forskel mellem markedsprisen og den fundamentale pris, så er den mindre end informations- og transaktionsomkostningerne enhver anden forskel er arbitreret væk af professionelle investorer.

Terminologien for kapitalmarkeds effektivitet har udviklet sig til en direkte relation til informationsmængden, som er opdelt i trekategorier af markedseffektivitet.⁹ Afkasts forudsigelighed er en test om der findes information i den historiske kursudvikling, der kan anvendes til at opnå et afkast der er højere end markedets gennemsnitlige afkast.

⁷ Fama(1991) p. 1575

⁸ Malkiel(1992) p.

⁹ Den følgende terminologi anvender Fama(1990). Førhen, Fama(1970) kaldtes afkasts forudsigelighed for *svag form for effektivitet*, mens begivenhedsstudier kaldtes *semi-stræk effektivitet* og endelig hed tests for privat information for *stærk form effektivitet*.

Begivenhedsstudier er test omkring prisernes reaktion med hensyn til ny information, såsom offentliggørelse af årsregnskaber. Tests for privat information er direkte relateret til insider handel.

3.1.2 Operationalisering af EMH

At priserne fuldt ud reflekterer den tilgængelige information har ingen empirisk testbare implikationer. Det er derfor nødvendigt at antage at betingelserne for markedsrigevægt kan udtrykkes i forventede afkast.

Fama(1970) fremsætter en generel påstand om at markedsefficiens kan relateres til en teori om et givent finansielt aktivs forventede afkast:¹⁰

$$E(\tilde{p}_{t+1} | \Omega_t) = [1 + E(\tilde{r}_{t+1} | \Omega_t)] p_t \quad (3.1)$$

Iedet $E(\tilde{r}_{t+1} | \Omega_t)$ er ligevægtens forventede afkast, og den bestemmes af hvilken teori man anvender for ligevægten. Hvis priserne er defineret i ligevægt og dermed fuldt ud reflekterer den tilgængelige information, så er det muligt at definere excess market value

$$x_{t+1} = p_{t+1} - E_t(p_{t+1}) \quad (3.2)$$

og excess returns

$$z_{t+1} = r_{t+1} - E_t(r_{t+1}) \quad (3.3)$$

Hvilket begge er fair games variable ifølge Samuelsons resultat, hvormed det gælder at

$$E_t(\tilde{x}_{t+1}) = E_t(\tilde{z}_{t+1}) = 0 \quad (3.4)$$

¹⁰ Fama(1970, p.384), indekseringen for det enkelte aktiv er udeladt i denne fremstilling.

Hvis ligning (3.4) holder så er markedet i ligevægt og priserne reflekterer fuldt ud den tilgængelige information, med andre ord er arbitrage processen gennemført, hvilket implicerer at der ikke eksisterer noget handelsystem eller nogen strategi som kan generere en profit som er større end buy-and-hold strategien.

3.1.3 Betingelser og konsekvenser kapital markeds efficiens

De tilstrækkelige betingelser for kapital markeds efficiens:¹¹

- I. Ingen transaktions omkostninger
- II. Al tilgængelig information er frit tilgængeligt for alle markedsdeltagere
- III. Enighed om implikationer af den nutidige information for den nutidige pris og fordelingen af fremtidige priser

De tilstrækkelige betingelser er ikke sammenfaldende med de nødvendige betingelser for markeds efficiens. F.eks. når investorer anvender al tilgængelig information, vil transaktionsomkostninger ikke påvirke priserne men kun begrænse antallet af transaktioner i nogen grad. Ligeledes kan markedet være kan være efficient bare et tilstrækkeligt antal investorer har den tilgængelige information.

Fama(1990) kalder EMH for en ekstrem hypotese fordi der er omkostninger ved information og transaktioner. Fama(1990) henviser til Grossman & Stiglitz(1980) som viser, at hvis al information er gratis for alle markedsdeltagere, og priserne samtidigt reflekterer denne information, så er incitamentet til at opsoege informationen forsvundet, og spørgsmålet er så hvem skal så forandre priserne så de kan reflektere den tilgængelige information. Passivitet er inkonsistens med et efficient marked, og dens tilhørende ligevægt, for hvis alle price-takers, hvem skal så ændre priserne? Af samme boldgade kan no-trade teoremet¹² nævnes, ophavsmændene er Michael Harrison & David M. Kreps. Dilemmaet er at i økonomisk teori, regner køberen prisen for undervuderet og sælgeren regner prisen for overvurderet, men på et informations

¹¹ Fama(1970, s. 387)

¹² Read(2013, s.111)

efficient marked er der ingen informations forskelle, hvilket implicerer der ikke foregå nogle handler.

Leroy(1989) kristiserer Fama's operationalisering af EMH. Hvis det definerede afkast $r_{t+1} = \frac{p_{t+1}-p_t}{p_t}$ substitueres ind i (3.1) og betingelserne i (3.2) og (3.3) overholdes får vi

$$E_t(p_{t+1}) = \left[1 + E_t\left(\frac{p_{t+1}-p_t}{p_t}\right)\right] p_t \quad (3.5)$$

hvilket kan reduceres til

$$E_t(p_{t+1}) = E_t(p_{t+1}) \quad (3.6)$$

hvilket er en tautologi. Metoden er velkendt fra makroøkonomien, hvor der postuleres rationelle forventninger, det at alle agenter i økonomien kender den sande økonomiske teori, hvilket svarer til at starte med at definere ligevægten.

Fama(1991) anser joint-hypothesis problemet for at være det største problem med EMH. Test af EMH ved at postulere en ligevægts model for prisdannelsen, og derefter teste om denne teori holder empirisk er en indirekte måde at teste informationseffektiviteten på, svagheden er ifølge Campell, Lo og MacKinlay(1997, s. 24):

"If efficiency is rejected, this could be because the market is truly inefficient or because an incorrect equilibrium model has been assumed. This joint hypothesis problem means that market efficiency as such can never be rejected."

Dette betyder reelt at markeds efficiens ikke kan testes, ej heller graden af markeds efficiens.

3.1.4 Ligevægtsmodeller for EMH

For at teste EMH skal der postuleres en prisdannelses model som skal opfylde fair game egenskaberne, som Bachelier og Samuelson grundlagde.

Ortogonal betingelsen gælder for alle random walk hypoteser og martingales, og er en udmærket måde at karakterisere forskellige ligevægts modeller for EMH:

$$\text{cov}[f(r_t), g(r_{t+k})] = E[(f(r_t) - \mu_t)(g(r_{t+k}) - \mu_{t+k})] = 0 \quad (3.7)$$

hvor $f(\cdot)$ og $g(\cdot)$ er to vilkårlige funktioner. Hvis begge funktioner er uden restriktioner er det enten en RW1 eller RW2, hvis den ene funktion er linær og den anden funktion er uden restriktioner er det en martingale, og endelig hvis begge funktioner er linære er det en RW3.¹³

Martingales

Martingale modellen er defineret udfra følgende betingelser:

$$E(P_{t+1} | P_t, P_{t-1}, \dots) = P_t \quad (3.8)$$

$$E(P_{t+1} - P_t | P_t, P_{t-1}, \dots) = 0 \quad (3.9)$$

En martingale kaldes også et *fair game* og er karakteriseret ved at være uforudsigeligt, således at forventningen til morgendagens pris er prisen i dag. Problemet med martingale processer er at de kun er defineret for første moment og derfor ikke kan redegøre for risikoen ved at holde et givent finansielt aktiv. Af en submartingale proces udleder Fama(1970) *buy-and-hold strategien* og udelukker samtidigt ethvert handelssystem på informationssættet.

RW1: Random walk med IID fejller

Den simpleste version af random walk hypotesen har uafhængige og identisk fordelte fejller

$$P_t = \mu + P_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.10)$$

¹³ Campbell, Lo & MacKinlay(1997, s.30)

hvor $\epsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$ og μ er driftaten, hvis fejlledene er normalfordelt følger priserne en *browsk bevægelse*. RW1 er også et *fair game*. RW1 har følgende betingede gennemsnit og varians:

$$E[P_t | P_0] = P_t + \mu t \quad (3.11)$$

$$Var[P_t | P_0] = \sigma^2 t \quad (3.12)$$

af (3.11) og (3.12) ses det at RW1 ikke er stationær og dens betingede gennemsnit og varians er linære i tiden, hvilket også er gældende for RW2 og RW3. Test af RW1 kan være run tests hvor man tester hvor hyppigt priserne følger samme retning.

RW2: Random walk med INID fejled

Antagelsen og identisk fordelte fejled passer dårligt til finansielle data, derfor slækkes der på denne antagelse i RW2:

$$P_t = \mu + P_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.13)$$

Her er $\epsilon_t \sim INID(0, \sigma_i^2)$, kravet til fejlledene er løsnet fordi fejlledene ikke kræver en konstant varians, hvilket er ubetinget heteroskedacitet. Vanskelig at teste statistisk da dette kræver identiske fordelinger. Historisk er RW2 testet gennem probabiliteten i filterregler og teknisk analyse.

RW3: Random walk med ukorrelerede fejled

En endnu mere generel random walk, er at tillade ukorrelerede fejled som f.eks tillader at kovariansen mellem kvadrerede fejled ikke nødvendigvis er nul.

$$P_t = \mu + P_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.14)$$

Her er $\epsilon_t \sim NINID(0, \sigma_t^2)$, hvor $cov(\epsilon_t, \epsilon_{t-k}) = 0$ og $cov(\epsilon_t^2, \epsilon_{t-k}^2) \neq 0$ for $k \neq 0$. RW3 testes gennem test for autokorrelation og variansratioer.

Et eksempel på en RW3 proces er en ARCH(1) model:

$$r_t = \mu + p_t - (\mu + p_{t-1}) = \epsilon_t \quad (3.15)$$

$$\epsilon_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + v_t \quad (3.16)$$

v_t er hvid støj. Proccessen har ukorrelerede forøgelser, men den er tydeligvis ikke uafhængig for de kvadrerede forøgelser.

3.1.2 Kritik af den efficiente markeds hypotese

Kritikken af EMH er specielt rettet mod at teorien ikke har nogen testbare udsagn, samt problemet med dobbelhypotesen. Dette har resulteret i en række markedsanomalier.

Undersøgelser af aktiers price/earnings eller P/E forholdet har vist at aktier med en lav P/E systematisk giver højere afkast end aktier med lavere P/E værdi. Da P/E er offentligt kendt er dette i strid med efficiens på markedet, da denne information kan bruges til at opnå et overnormalt afkast. Ligeledes viser empiriske undersøgelser tegn på overreaktioner af prissættelser, aktier som har oplevet et kraftig fald i kurset har betydelig større chance for at give et højere afkast i den nærmeste fremtid, der findes altså en *mean-reversion*. Forklaringen er at en væsentlig del af markedsdeltagerne ikke handler rationelt, som antaget af EMH. Andre eksempler på ubetydelige anomalier er januar effekten hvor nogle undersøgelser har vist at kursstigningerne er kraftigst i januar, hvorfor man bør købe aktier sidst i december, for at opnå januar kursstigninger. Endelig er der weekend effekten, hvor nogle undersøgelser viser at der er en tendens til kurserne er faldende om mandagen, hvorfor man bør gå i en kort position om fredagen. Men disse anomalier opfattes som kuriositeter.

Overskydende volatilitet i aktiekurser

Hvis den faktiske pris på en aktie er fundamentalprisen fra kapitel 2, så skal kurset svinge i takt med fremtidige dividender, eller med andre ord hvis den aktuelle kurs er det optimale bud på fundamentalprisen, må den ikke variere mere end den korrekte

fundamentalpris beregnet *ex-post* ud fra de faktiske dividender. Cuthbertson(2004, s.257-267) redegør for Robert Schillers arbejde med varians-ratio testen.¹⁴

Lad den korrekte fundamentale pris være

$$P_t^* = P_t + \eta_t \quad (3.17)$$

hvor den korrekte pris er

$$P_t^* = \sum_{i=1}^{\infty} (1 + \delta)^{-1} D_{t+i} \quad (3.18)$$

og forudsigelsesfejlen er andet led på højresiden af (3.17)

$$\eta_t = \sum_{i=1}^{\infty} (1 + \delta)^{-1} e_{t+i} \quad (3.19)$$

P_t er altså markedet vurdering af den korrekte pris som fremkommer ved at tage den betingede forventning til (3.17)

$$P_t = E(P_t^* | \Omega_t) \quad (3.20)$$

P_t er altså markedets bud på P_t^* udfra den tilstedeværende information på tidspunkt t. På grund af ortogonals betingelsen på der ikke være korrelation mellem P_t og η_t , så kan variansen til (3.17) skrives som:

$$var(P_t^*) = var(P_t) + var(\eta_t) \quad (3.21)$$

da variansen altid er positive kan det ses af (3.21) at

$$var(P_t^*) \geq var(P_t) \quad (3.22)$$

¹⁴ Read(2013, s.190) påpeger at Shiller fandt en varians-ratio på mellem 5 og 13. Shiller har været medstifter af ”Behavioral finance”, som forsøger at forklare prisdannelsen ud fra menneskelig adfærd som en faktor i bestemmelsen af priser på finansielle markeder.

eller udtrykt i varians-ratio testen som Schiller udførte

$$\frac{\text{var}(P_t)}{\text{var}(P_t^*)} \leq 1 \quad (3.23)$$

Varians-ratio testene viser ofte at priserne på de finansielle markeder er for volatile til hvad dividenderne berettiger dem til. Testes der med en konstant diskonteringsfaktor $\delta = k$ får man nærmest en ret linie, og testes der med at sætte diskonteringsfaktoren til renteniveauet $\delta_t = r_t$ fås en kurve som fluktuerer lidt, mens aktuelle kurser er alt for volatile til at kunne forklares af nogen af diskonterings faktorene.

Varians-ratio testene afviser altså markedsefficiens, de to nærmeste forklaringer er irrationelle forventninger eller at diskonteringsfaktorerne ikke er konstante over tid. EMH vælger den sidste løsning, da rationelle forventninger er en nødvendig betingelse for EMH.

Rationelle bobler

En forklaring på varians-ratio testene og andre anomalier med hensyn til for høje kurser kunne være rationelle bobler. Når kurserne ligger over deres fundamentale værdi skyldes det

$$P_t = P_{Dt} + B_{-t} \quad (3.24)$$

hvor

$$B_t = E_t \left[\frac{B_{t+1}}{1+\delta} \right] \quad (3.25)$$

hvor P_{Dt} kaldes den fundamentale værdi og B_t kaldes en rationel bobbelt som er konsistent med rationelle forventninger.¹⁵ Bobbelleddet løser op for betingelsen om at dividenderne ikke eksploderer og kan derfor forklare hvorfor kurserne ikke er lig den

¹⁵ Campbell, Lo & MacKinlay(1997, s.258)

fundamentale værdi. Med rationelle bobler kan EMH forklare for høje priser uden at give slæk på de nødvendige betingelser for teorien.

Noise traders

Noise tradere er karakteriseret ved at de handler på støj i markedet fremfor reel information. Dette kan være på grund af irrationalitet, animal spirits *a la* Keynes eller en teknisk analytiker har fundet et ”mønster” i prisdannelsen. Hvis der er nok noise traders i markedet kan de bringe priserne væk fra den fundamentale værdi. De rationelle investorer vil dog vinde penge på at bringe priserne tilbage til den fundamentale værdi og noise traderne taber pengene. Dette kan forklare mange anomalier i prisdannelsen.

Rationalitets antagelsen: Behavioral finance¹⁶

Behavioral finance, kritiserer EMH's anvendelse af rationalitets antagelsen. Implicit i antagelsen om rationelle forventninger på finansielle markeder er arbitrage argumentet.¹⁷ Spørgsmålet som også Samuelson stillede sig selv, er der tilstrækkelig arbitrage til at den postulerede ligevægt overhovedet bliver realiseret. Dertil kommer spørgsmålet om det er en realistisk antagelse på hvordan markeder fungerer. Behavioral finance hævder at i den virkelige verden, i modsætning til EHM's teori, er det risikabelt at være arbitrage handler.¹⁸ Først skal der findes et finansielt aktiv som er en god substitut for det aktiv som udsættes for noise trading. Dertil løber arbitrage handlerne risikoen for kurserne ikke retter sig mod den fundamentale værdi, hvilket også kaldes 'noise traders risk'.

¹⁶ En retning som studerer sociale, kognitive og emotionelle faktorer i finansielle beslutninger, samt konsekvenserne af disse beslutninger for markedspriserne.

¹⁷ Shleifer(2000)

¹⁸ Shleifer(2000, s.13)

3.2 Teknisk analyse

Afsnittet definerer teknisk analyse og præsenterer de mest populære købs- og salgssignaler som den tekniske analytiker anvender. Teknisk analyse er ikke en veldefineret teori, den er udviklet gennem en søgen efter mønstre i aktiekurser og specielt i at identificere trends, som kunne minde om en induktiv læreproces. Forklaringen på markedsprocessen og prisdannelsen, er betinget af aktørernes individuelle psykologi og interaktionen mellem disse psykologier, hvilket kommer til udtryk i centrale begreber som momentum og support-and-resistance.

3.2.1 Definition af teknisk analyse

Teknisk analyse kaldtes før computerens tid for chartisme, udtrykket fremkom af at man studerede charts, som er grafiske fremstillinger af kurs- og omsætningsbevægelserne, kunsten var så at finde mønstre som var signifikante for prisdannelsen, og ekstrapolere disse mønstre for at anvende dem som handelsregler til at købe og sælge værdipapirer på kort eller lang sigt med pengeprofit for øjemål, to-beat-the-market.

Tekniske analytikere forklarer ikke selve prisdannelses mekanismen med en aksiomatisk teori, men postulerer at psykologi er fundamentet for forståelsen af hvordan priserne på kapitalmarkedet fluktuerer. Pring(2002, s.1) giver følgende definition af teknisk analyse:

"The art of technical analysis is to try to identify trend changes at an early stage and maintain an investment or trading posture until the weight of the evidence shows or proves that the trend has reversed"

Identifikationen af skift i trends, sker ved en søgen i informationssættet efter signifikante mønstre, som skabes af aktørernes samlede psykologi, Pring(2002, s.1)

*"Trends perpetuate because prices in any freely traded market are determined by crowd psychology, by the **attitude** of all marketparticipants to the unfolding fundamentals. I have emphasized the word **attitude** because it is not the fundamentals that are important, it is how people feel about them"*

Og Pring(2001, s.4) præciserer det psykologiske i prisdannelsen:

"Prices are determined by the expectation of those already in the market and those contemplating getting in. The price of a specific security at any one time is determined by the knowledge, hopes, fears and expectations of all those people who already own it or might think of owning it."

Pring udelukker ikke at priserne er lig den fundamentale værdi ifølge den effektive markeds hypotese, da viden er en bestemmende faktor for prisen på et finansielt aktiv, men for at den fundamentale værdi skal realiseres på markedet, så skal alle de andre "psykologiske" have en aggregeret nuleffekt på priserne.

Fordi teknisk analyse købs- og salgssignaler er drevet af en kompleks interaktiv psykologi, er deres handelsanbefalinger også forbundet med nogen usikkerhed, Pring(2001, s. 3) og Pring(2001, s. 5)

"In technical analysis we are dealing with probabilities, and even when the odds are heavily in our favor it's still possible that things won't work out as we would like or expect"

"...technical analysis is far from perfect, even when correctly interpreted. It can certainly help in identifying the direction of a trend, but there is no known method of consistently forecasting its magnitude."

Teknisk analyses præmisser er at:

1. Markedets handlinger diskonterer alt
2. Priser bevæger sig i trends
3. Historien gentager sig selv

Markedets handlinger diskonterer al relevant information i markedet, dette kommer til udtryk i prisændringer hvorfor det er det eneste man behøver at studere. Ændringen i priser reflekterer skift efterspørgsel og udbud, som er drevet af ændringer i fundamentale priser og markedets psykologi. Men i modsætning til en markedsdeltager som studerer årsagen til ændringen i fundamentale priser, så studerer den tekniske analytiker effekterne på markedet af ændringen af prisændringer.

Identifikation af trends i markedet er en nøglepræmis for teknisk analyse. Her skelnes mellem en deterministisk trend, som er relateret til fundamentale forhold som vækst i økonomien, muligheden for at tjene et overnormalt afkast med en viden om vækst i økonomien eller en sektor af økonomien er ikke muligt, her er buy-and-hold strategien dominerende. Tilbage er så stokastiske trend, som pr. definition er uforudsigelige. Teknisk analyse kommer ikke nærmere med forklaringen af hvilke trends de kan identificere.

At historien gentager sig selv bygger på en antagelse om irrationel adfærd i blandt markedsdeltagerne. Menneskelig psykologi har stor effekt på markedet og kan forklare prisændringer. Teknisk analyse antager menneskets psykologi er konstant, at mennesket reagerer på markedssignaler på samme måde som sidste gang det samme markedssignal var til stede. Dette er årsagen at teknisk analyse leder efter mønstre i prisdannelsen som f.eks head-and-shoulders. De giver dog ingen forklaringer på mønstres udseende i forhold til den menneskelige psykologi.

3.2.2 Momentum og support-and-resistance

Teknisk analyse anvender begrebet momentum til at beskrive en lang række individuelle indikatorer, disse kan anvendes alene eller i kombination med hinanden til at afgøre trenden i markedet, som igen anvendes til at afgøre ens position i markedet. Momentum indikatorer behandler normalt historiske priser og volume, ofte gennemsnitlige over ethvert tænkeligt tidsrum. De mest almindelige er moving averages og RSI som er et index som forsøger at vurdere om aktivet er overkøbt eller oversolgt.

Ved at indtægne rette linier i kursudviklingen findes support-and-resistance områder. Support er at købe, aktuelt eller potentiel, en tilstrækkeligt mængde af et givent aktiv til at stoppe en nedadgående trend i en periode, mens resistance er at sælge, aktuelt eller potentiel, et givent aktiv i en opadgående trend således at alle bud bliver tilfredsstillet og priserne derfor ikke er stigende. Kursen bevæger sig altså i et afgrænset område i et givent tidsrum, hvor købere og sælgere er tøvende overfor den fremtidige prissættelse. Når prisen så bryder ud af support-and-resistance området, er en ny trend i gang eller et rally som det udtrykkes.

3.2.3 Moving averages

Teknisk analyses fortalere postulerer mange handelsregler, den enkelte investor har sin egen tolkning af pris-og-volume data, derfor er handelsreglerne yderst subjektive. Her præsenteres kun moving averages som sikkert er detn mest udbredte handelsregel.

Moving averages

Her præsenteres moving averages, som er den mest anvendte tekniske indikator og den mest testede i den finansielle litteratur som omhandler teknisk analyse.

Formålet med Moving Average er at identificere skift i markedets retning eller trendlinier. Moving average består som regel af et kort MA, et langt MA og et bånd angivet i decimaltal.

$$MA_t(s, l, b) = MA_t \left(\frac{1}{s} \sum_{i=0}^{s-1} P_{t-i}; \frac{1}{l} \sum_{i=0}^{l-1} P_{t-i}; b \right) \quad (3.26)$$

Købssignaler eller lange positioner:

$$\frac{1}{s} \sum_{i=0}^{s-1} P_{t-i} > (1 + b) \cdot \frac{1}{l} \sum_{i=0}^{l-1} P_{t-i} \quad (3.27)$$

Neutrale eller hold positioner:

$$(1 + b) \cdot \frac{1}{l} \sum_{i=0}^{l-1} P_{t-i} \geq \frac{1}{s} \sum_{i=0}^{s-1} P_{t-i} \geq (1 - b) \cdot \frac{1}{l} \sum_{i=0}^{l-1} P_{t-i} \quad (3.28)$$

Salgssignaler eller korte positioner:

$$\frac{1}{s} \sum_{i=0}^{s-1} P_{t-i} < (1 - b) \cdot \frac{1}{l} \sum_{i=0}^{l-1} P_{t-i} \quad (3.29)$$

En speciel variant af moving averages er ARMA, forkortelsen dækker over Arnold & Rehfeldt moving averages, det gælder at $b=0$ for disse moving averages, til gengæld er betingelsen for lange positioner at prisen er højere end både det korte og det lange flydende gennemsnit

$$P_t > \frac{1}{s} \sum_{i=0}^{s-1} P_{t-i} \quad \& \quad P_t > \frac{1}{l} \sum_{i=0}^{l-1} P_{t-i} \quad (3.30)$$

mens salgssignaler gives ved at dagens pris er mindre end begge moving averages

$$P_t < \frac{1}{s} \sum_{i=0}^{s-1} P_{t-i} \quad \& \quad P_t < \frac{1}{l} \sum_{i=0}^{l-1} P_{t-i} \quad (3.31)$$

de øvrige signaler hvor prisen ligger mellem det korte og lange gennemsnit er neutrale, hvilket betyder at den økonomiske agent træder ud af markedet.

3.2.3 Testmuligheder for teknisk analyse

Teknisk analyse hævder at nogle af købs- og salgssignalerne er signifikant afhængige af markedets tilstand eller psykologi. Selvom de er signifikante behøves de nødvendigvis ikke at være økonomisk rentable, markedet svingninger kan være så små at transaktionsomkostningerne overstiger indtjeningen af signifikante mønstre i prisdannelsen.

Mønstrene i prisdannelsen kan være flygtige, for hvis et bestemt mønster altid gentages ville børsen være en pengemaskine, mønstrene må derfor være selvdestruerende, i hvert fald når de er for åbenlyse, men spørgsmålet er om mønstrene er tilbagevendende, om markedets psykologi gentager sig, gennem de heterogene agenter interaktion.

3.3 Empiriske test af aktieafkast

Analysen af markedsdata fra børsen har været underkastet mange empiriske undersøgelser. Ifølge Campbell, Lo og MacKinlay(1997) har det tiltrukket mange videnskabsfolk fra forskellige discipliner at udforske markedsdata fra børsen, motivationen skyldes dels udfordringen i form af komplekse datamængder og jagten på at finde en pengemaskine. Her gengives nogle danske resultater som har direkte relation til den senere analyse af danske aktier, og nogle udenlandske som er metodologisk relevante.

3.3.1 Danske empiriske undersøgelser

Den danske empiri for aktiemarkedets effektivitet er ikke overvældende, hverken i omfang eller kreativitet.

Jensen og Johansen(1986) foretager en empirisk analyse af 30 professionelle investørers opfattelse af det danske aktiemarked. En del af deres spørgsmål til investorerne handler om markedets effektivitet, her finder de at 57% af investorerne mener at kunne beregne kursafvigelser som kan udnyttes, dvs. kurser som ikke reflekterer aktiens fundamentale værdi. Dette stemmer overens med at 73% af de samme investorer ikke mener at kurserne følger en random walk, ligesom 48% mener at kurserne bevæger sig cyklistisk. Desuden udarbejder 62% af investorerne tekniske analyser, men ikke med særligt gode resultater, ca. 20-25% succes. Der er overensstemmelse mellem investorernes opfattelse af markedets effektivitet og udarbejdelsen af tekniske analyser, men det er ulogisk at så mange udarbejder tekniske analyser når succesgraden med disse er så lille.

Jensen og Madsen(1987) studerer forventningsdannelsen på det danske aktiemarked, de fremstiller en rationel hypotese hvor gensalgsværdien af aktien er inkorporeret i kursen og en forventningshypotese hvor det der bestemmer aktiens værdi, er det som en anden investor er villig til at betale for den. De finder at 2/3 af de adspurgte investorer inddrager andre investors køb eller salg i deres forventninger, hvilket betyder at nogle investorer inddrager andre investors forventninger i deres egne forventninger. Desuden mener flere investorer at deres humør påvirker deres vurdering af værdipapirer, godt humør giver en positiv vurdering af værdipapirer og omvendt for dårlig humør.

Jennergren og Toft-Nielsen(1977) undersøger 15 aktiers daglige afkast i en periode på 2 år, og finder at der er systematiske ugentlige kursbevægelser, dvs. at kurserne ikke følger en random walk. Desuden finder de at afkastene ikke er normalfordelt men snarere følger en leptografisk fordeling, hvilket vil sige at afkastfordelingen har "fede" haler i forhold til normalfordelingen.

Grabech Sørensen(1980) udfører en %-filtertest på samme datasæt som Jennergren og Toft-Nielsen(1977). Han finder at det er muligt at opnå et resultat som er bedre end markedets, ved anvendelse af simple handelsregler, som består i at hvis et aktiv falder en vis procentdel så købes det i forventning om at prisen stiger, og omvendt falder aktivet en vis procentdel så sælges det og gevinsten indkasseres.

Bentzen(1986) undersøger daglige afkasts fordeling over ugens dage for året 1985, dette gøres ved strategien "køb i dag - sælg i morgen". Her finder han at afkastet fra fredag til mandag har været 0.05%, mens afkastet fra torsdag til fredag har været 0.34%. For perioden 1950-1985 udfører Bentzen også en test for månedlige afkast, strategien er således "køb i begyndelsen af måneden - sælg i slutningen af måneden". Her finder han en månedseffekt, nogle måneder giver bedre afkasts muligheder end andre måneder.

Svart og Camp(1990) undersøger markeds effektivitet for 55 aktier i perioden 1985-1989. Først tester de daglige afkast for autokorrelation, og her finder de at der er lineær afhængighed mellem successive afkast. Derefter implementerer de en filteranalyse, som køber og sælger aktier efter en statistisk regel, dette filters afkast sammenlignes med den simple køb-og-behold strategi, og viser sig at give et højere afkast.

Generelt finder de danske undersøgelser at markedet ikke er absolut effektivt. Graden af effektivitet er testet gennem filterregler, som indikerer at det ikke er muligt at afvise at der eksisterer mønstre i prisdannelsen, hvilket også bekræftes af Camp og Svart's autokorrelations test og Bentsen's signifikante mønster i ugedags effekten for 1985.

Afvigelsen fra deterministiske eller matematiske forventninger, påpeges af Jensen og Madsen undersøgelse af forventningsdannelsen, som kan karakteriseres som endogen eller keynesiansk, begrundet af at agenter inddrager andres forventninger i deres egne forventninger, og at deres humør påvirker deres opfattelse af det økonomiske miljø. Yderligere finder Jensen og Johansen flere indicier for at kursdannelsen ikke er informations effektiv, gennem deres undersøgelse af investorers opfattelse af prisdannelsen. De fleste investorer udarbejder tekniske analyser, fordi de mener at kunne identificere aktiver som er over- eller undervurderede, at de ikke er

særlig succesfulde er en ting, noget andet er deres arbejdsmetode som udspringer fra deres opfattelse af hvordan markedet fungerer, deres forsøg på at forudsige markedets bevægelser skyldes at de mener det er muligt at forudsige markedets bevægelser.

3.3.2 Udenlandske empiriske undersøgelser

Den udenlandske, og specielt den amerikanske, empiri om markedsafkast og markeds effektivitet på aktiemarkedet er enorm. Tendensen har været at den effektive markeds hypotese har været dominerende fra 1960'erne frem til starten af 1990'erne, hvor flere efterhånden har vist interesse for teknisk analyses formåen, f.eks. Brock, Lakonishok og LeBaron(1992).

Konflikten mellem tilhængere af den effektive markeds hypotese og teknisk analyse, stammer tilbage til Cowles(1933) "Can Stock Market Forecasters Forecast ?". Artiklen analyserer chartisten William Peter Hamiltons artikler fra Wall Street Journal og Barron's i tidsrummet 1902-1929. Cowles klassificerer artiklernes indhold som signaler om køb, salg eller neutral, og finder at havde man fulgt Hamiltons råd, havde man fået et afkast som var dårligere end markedets. Brown, Goetzman og Kumar(1998) analyserer Cowles(1933) og tolker dels Hamilton's signaler anderledes, og finder at hvis man justerer afkastene for risiko, så var Hamilton faktisk ret succesfuld. Ved hjælp af et neutralt netværk som genkender mønstre i prisdannelsen og identificerer Hamilton's købs- og salgssignaler, viser de at Hamilton's signaler også kunne anvendes med overskud 50 år efter hans død.

Brock, Lakonishok og LeBaron(1992) tester to af teknisk analyses købs- og salgssignaler, flydende gennemsnit og støtte-og-modstand som simple handelsregler. Det flydende gennemsnit med en længde på mellem 50 og 200 dage, giver signifikante købs- og salgssignaler, og et afkast som er betydelig højere end markedets. Støtte-og-modstands signalerne implementeres ved at når kurven den laveste/højeste indenfor et givet tidsrum, så købes/sælges det pågældende aktiv. Også denne handelsregel giver signifikante regler og et afkast som er større end markedets. Men de signifikante købs-og-salgssignaler har opnået deres signifikans

gennem antagelsen om afkast som er normalfordelte, hvilket empirisk aldring har været tilfældet for finansielle aktiver. Derfor anvender BLL(1992) bootstrap test for random walk, AR(1), GARCH og EGARCH for at vurdere om disse prisdannelses mekanismer kan simulere markedets afkastsfordeling for teknisk analyses købs-og-salgssignaler. Dette afviser BLL(1992) men gør dog opmærksom på datasnooping problemet i deres undersøgelse.

Sullivan, Timmerman & White(1999) gentager BLL(1992) og udvider antallet af teknisk analyses handelssignaler til knapt 8000 forskellige handelsregler og finder ikke overraskende nye og bedre regler. STW(1999) finder en løsning på datasnooping problemet som BLL(1992) er bevidste om. De tester også BLL(1992) handelsregler out-of-sample og finder at handelsreglerne som var profitable over en 100 årig periode overhovedet ikke var signifikante out-of-sample.

Lo, Mamaysky & Wang(2000) implementerer 10 handelsregler som er genereret af mønstre i kursudviklingen, f.eks. head-and-sholders og double-tops. De forsøger at formalisere visuelle mønstre i kursudviklingen og betoner at identifikationen af visuelle mønster er et af de områder hvor mennesket endnu har en fordel fremfor computeren, på grund af menneskets kognitive evner. De anvender en kernel estimator for at smoothe kurserne. Konklusionen er at der findes indhold i mønstrene, men det er ikke sikkert de er økonomisk profitable.

Park & Irwin(2007) giver et overblik over artikler som handler om teknisk analyse i økonomiske tidsskrifter i perioden 1960-2004. De 66 artikler er ingenlunde jævnt fordelt, i de første 35 år var der 26 artikler, mens der i de sidste 9 år var der 40 artikler, hvilket indikerer en kraftig vækst som kan indikere øget computerkraft og måske en stigende interesse i det akademiske miljø for teknisk analyse. Park & Irwin(2007) undersøger også teknisk analyses profitalitet for undersøgelser mellem 1988-2004, og finder at 60% af dem var profitable, 20% gav et blandet resultat og 20% var unprofitable.

Kapitel IV – Deskriptiv statistik

Data er hentet fra Datastream på Handelshøjskolen i Århus. Det består af daglige lukkekurser for OMXC20 og OMXC30, som henholdsvis er det mest likvide aktieindeks i Danmark og Sverige. Perioden løber fra den xx/xx-1990 til den XX/xx-2013. Datasættet deles op i 4 delperioder med henblik på at analysere forskellige aspekter af datamaterialet over tid.

4.1 De fire momenter

Her beskrives datasættets afvigelse fra lognormalfordelingen $r_{it} \sim \mathcal{N}(\mu_i, \sigma_i^2)$.

Første moment er gennemsnittet.

$$\hat{\mu} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \epsilon_t \quad (4.1)$$

Andet moment er variansen.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\epsilon_t - \hat{\mu})^2 \quad (4.2)$$

Det tredje moment skewness beskriver symmetrien i afkastene, normalfordelingen har skewness på 0, hvilket indikerer den er fuldstændig symmetrisk omkring gennemsnittet.

$$\hat{S} = \frac{1}{T\hat{\sigma}^3} \sum_{t=1}^T (\epsilon_t - \hat{\mu})^3 \quad (4.3)$$

En negativ skewness værdi betyder at afkastene under gennemsnittet er overrepræsenterede, mens det omvendte er tilfældet for en positiv skewness.

Det fjerde moment kurtosis eller topstjelheden og har værdien 3 for normalfordelingen. Aktieafkast har normalt fede haler hvilket giver kurtosis værdier der er signifikant større end normalfordelingens.

$$\hat{K} = \frac{1}{T\hat{\sigma}^4} \sum_{t=1}^T (\epsilon_t - \hat{\mu})^4 - 3 \quad (4.4)$$

4.2 Autokorrelation og Portmanteau statistik

Autokorrelation er korrelations koefficienten mellem laggede afkast, udledt under betingelse af kovarians stationaritet af $[r_t]$. Først findes autokovariansen $\gamma(k)$

$$\gamma(k) \equiv Cov[r_t, r_{t+k}] = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{T-k} (r_t - \bar{r}_T)(r_{t+k} - \bar{r}_T) \quad (4.5)$$

Autokorrelationen $\rho(k)$ fremkommer ved at anvende forudsætningen om kovarians stationaritet

$$\rho(k) \equiv \frac{Cov[r_t, r_{t+k}]}{\sqrt{Var[r_t]}\sqrt{Var[r_{t+k}]}} = \frac{Cov[r_t, r_{t+k}]}{Var[r_t]} = \frac{\gamma(k)}{\gamma(0)} \quad (4.6)$$

Hvis autokorrelationen afviger fra 0, vil priserne på de finansielle aktiver have en grad af forudsigelighed, fordi forventningen til prisen til lagget k kan beregnes med nogen sandsynlighed.

Portmanteau statistik summerer autokorrelationernes afvigelse fra 0 og kvadrerer dem, for at teste hypotesen om at alle autokorrelationer er lig 0.

$$Q_m = T \sum_{k=1}^m \rho^2(k) \quad (4.7)$$

Valget af antallet af lags m er kritisk for testen, for få lags betyder at man misser højere ordens autokorrelation, mens for mange lags kan udvande testen på grund af lav højere ordens autokorrelation. Her følges standardvalget på lagget 5 og 10.

4.3 Statistisk analyse af OMXC20 og OMXC30

I tabel 4a og 4b undersøges OMXC20 og OMXC30 for afvigelser fra normalfordelingen og autokorrelation.

Tabel 4a: Det danske indeks OMXC20 logaritmiske afkast. De fire momenter, autokorrelation og Portmanteau, (*) indikerer signifikans på 5(1)%.

	1990-2013	1990-1995	1996-2001	2002-2007	2008-2013
N	5648	1317	1500	1503	1328
Mean	0,000298	0,000064	0,000624	0,000359	0,000092
Std.	0,0121	0,0089	0,0114	0,0110	0,0160
Skewness	-0,289 **	-0,233 **	-0,350 **	-0,374 **	-0,195 **
Kurtosis	5,78 **	4,56 **	1,53 **	2,84 **	5,53 **
Barlett std.	0,01331	0,02756	0,02582	0,02579	0,02744
ρ_1	0,05810 **	0,16210 **	0,08351 **	-0,01438	0,04895
ρ_2	-0,02290	-0,02400	-0,04755	0,01802	-0,03159
ρ_3	-0,03630 **	-0,02322	-0,02074	-0,02290	-0,05746 *
ρ_4	0,02810 *	0,00340	0,03920	-0,01864	0,05394 *
ρ_5	-0,02620 *	-0,00352	0,00374	-0,01644	-0,05390 *
Q5	37,84 **	36,22 **	16,86 **	2,52	16,90 **
Q10	48,95 **	40,12 **	21,65 *	10,40	23,04 *

Tabel 4b: Det svenske indeks OMXC30 logaritmiske afkast. De fire momenter og autokorrelation, (*) indikerer signifikans på 5(1)%

	1990-2013	1990-1995	1996-2001	2002-2007	2008-2013
N	5633	1321	1505	1502	1305
Mean	0,000338	0,000484	0,000599	0,000160	0,000093
Std.	0,0153	0,0129	0,0167	0,0137	0,0176
Skewness	0,124 **	0,553 **	0,023	0,051	0,088
Kurtosis	3,72 **	5,19 **	2,55 **	3,29 **	3,47 **
Barlett std.	0,01332	0,02751	0,02578	0,02580	0,02768
ρ_1	0,02089	0,14538 **	0,00946	-0,00847	-0,01327
ρ_2	-0,04415 **	-0,04099	-0,05143 *	0,01858	-0,08478 **
ρ_3	-0,04482 **	-0,03609	-0,01243	-0,05827 **	-0,07662 **
ρ_4	-0,00005	0,06270 *	-0,03183	-0,01101	0,00231
ρ_5	-0,01310	0,03363	0,02092	-0,03852	-0,05533 *
Q5	25,71 **	38,54 **	6,53	8,13	21,27 **
Q10	36,66 **	42,22 **	15,19	10,99	23,57 **

OMXC30 har et højere gennemsnitlig afkast end OMXC20, og en tilhørende højere standardafvigelse og dermed risiko. Delperiode 1 og 3, 1990-1995 og 2002-2007, viser at der er en markant forskel på det gennemsnitlige afkast for OMXC20 og OMXC30 i delperioder. Hvor OMXC30's i første delperiode har et gennemsnitlig afkast som er knapt 6 gange højere end OMXC20, så er OMXC20's gennemsnitlige afkast godt og vel 2 gange højere end OMXC30 i tredje delperiode. Standardafvigelsen i

afkastene er højest i fjerde delperiode for begge indeks på trods af et meget lavt gennemsnitlig afkast for begge indeks. Begge indeks viser en stor variation i standard afvigelsen, hvilket tyder på heteroskedasitet.

Det svenske OMXC30 er relativt mere normalfordelt i afkastene end det danske OMXC20. Dette ses på tredje og fjerde moment, hvor værdierne for hele perioden er mere signifikante for hele perioden for det danske indeks. OMXC30 er desuden ikke signifikant i de tre sidste delperioder hvor OMXC20 også er signifikant for skewness, det bemærkes også at OMXC30 er skævt til højre i alle periodeinddelinger, mens OMXC20 er skævt til venstre i alle periodeinddelinger. Topstjelheden er signifikant for begge indeks i alle periodeinddelinger.

Autokorrelationen er ifølge Q_5 og Q_{10} mest signifikant for OMXC20 for hele perioden 1990-2013. Q_5 og Q_{10} er signifikant i alle delperioder for OMXC20 pånær den tredje fra 2002-2007, for OMXC30 Q_5 og Q_{10} er den heller ikke signifikant i 2 delperiode fra 1996-2001.

Den positive autokorrelation af første grad bemærkelsesværdig, da denne indeholder umiddelbart information om efterfølgende afkast og åbner muligheden op for en relativ simpel handelsstrategi som potentielt kunne give et overnormalt afkast. Denne er signifikant for hele perioden for OMXC20, samt i delperiode 1 og 2, hvorefter den bliver negativ i delperiode 3, derefter bliver den betydeligt positiv dog uden at blive signifikant i fjerde delperiode. For OMXC30 er den positive autokorrelation af første grad kun signifikant i delperiode 1 mellem 1990-1995.

Tendensen for begge indekser er at den positive autokorrelation dominerer i starten af hele perioden men dette skifter til negativ autokorrelationen af 2, 3, og 5 grad til sidst i perioden. Dette kunne være en indikation af mere efficiente markeder, både på grund af skiftet fra positiv til negativ autokorrelation og dels at autokorrelationen indtræffer på senere tidspunkter, og dermed bliver mere uforudsigelig.

Kapitel V – Test af Moving Averages

Kapitlet præsenterer empirien for teknisk analyse købs-og slagssignaler for moving averages. Først en statistik test af signalernes gennemsnit og deres signifikans, derefter en bootstrap test for random walk med moving averages a la Brock, Lakonishok og LeBaron(1992). Derefter beregnes break-even omkostningerne for at vurdere rentabiliteten ved at følge købs-og-salgssignalerne.

5.1 Moving Averages

Udvælgelsen af de moving averages(MA), forsøger at tage hensyn til en kort og lang investeringshorisont, samt de mest almindelige i litteraturen og dermed forhåbentlig også i praksis. Derfor er de korte moving averages på 1, 2 og 5 dage mens de lange moving averages er på 50, 100, 150 og 200 dage. Der testes kun for et bånd på 1% på de MA som har 1 dags kort gennemsnit.

Metodologien er den samme som Brock, Lakonish & LeBaron(1992), EHM's benchmark buy-and-hold strategien bruges som målepind for teknisk analyses købs-og-salgssignaler. Der testes om det gennemsnitlige buy, sell og buy-sell er signifikant fra sampelens gennemsnit. T-værdierne for buy:

$$t_b = \frac{\bar{x}_b - \bar{x}_h}{\sqrt{\frac{\sigma_b^2}{N_b} + \frac{\sigma_h^2}{N_h}}} \quad (5.1)$$

hvor \bar{x}_b , σ_b^2 og N_b er middel, varians og antallet for købssignalerne, mens subscriptet h refererer til hele sampelen eller for buy-and-hold.

T-værdierne for sell:

$$t_s = \frac{\bar{x}_s - \bar{x}_h}{\sqrt{\frac{\sigma_s^2}{N_b} + \frac{\sigma_h^2}{N_h}}} \quad (5.2)$$

og buy-sell:

$$t_{b-s} = \frac{\bar{x}_b - \bar{x}_s}{\sqrt{\frac{\sigma_b^2}{N_b} + \frac{\sigma_s^2}{N_s}}} \quad (5.3)$$

er beregnet på samme måde, blot erstattet med de relevante subscripts. T-værdierne er beregnet under forudsætningen om normalfordelte afkast, stationaritet og uafhængig fordeling, må de tages med et gran salt, da den statistiske analyse af datasættet i kapitel 3, viste at afkastfordelingen var præget af autokorrelation, leptokurtiske og betinget heteroskedacitet.

Tabel 5a og 5b beskriver forskellige moving averages for 1990-2013. Generelt er signifikansen af købs-og-salgssignalerne mere signifikante for OMXC20 end for OMXC30. Specielt er der signifikante købssignaler for OMXC20 og flere typer af signifikante salgssignaler og endelig er der også betydelig mere signifikans i forskellen mellem købs-og-salgssignaler for det danske indeks.

Tabel 5a viser at alle salgssignaler har negativ fortegn for alle salgssignaler, altså at salgssignaler formår at generere et negativt afkast. Selvom det kun er ARMA købssignalerne der er signifikante, så bidrager alle købssignalerne til at lave en stor forskel på købs-og-salgssignaler hvor der også er udpræget signifikans. Standard afvigelsen er også markant forskellig mellem købs-og-salgssignaler, købssignaler har meget lavere standards afvigelser end salgssignalerne. MA(1,50,0) klarer sig dårligst af de lange flydende gennemsnit, hvilket også kan ses i kombinationer af korte og lange gennemsnit, hvor hvor 50 dages gennemsnittet klarer sig dårligere end 100, 150 og 200 dages gennemsnittene. Generelt viser tabel 5a, at forskellige typer flydende gennemsnit kan sortere OMXC20's effektivt i købs-og-salgssignaler. Det er bemærkelsesværdigt at alle salgssignaler har negative middelværdi. Antallet af købssignaler er omtrent det dobbelte som antallet af salgssignaler hvilket er konsistent med den opadgående trend i markedet.

Kapitel V – Test af Moving Averages

TABEL 5A: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 1990-2013 for OMXC20.							
Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med (*) for 5(1)% signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.							
	Buy	Sell	Buy-Sell	σ BUY	σ Sell	N Buy	N Sell
BUY-AND-HOLD	0,000298	0,000298	0,000000	0,0121	0,0121	5648	0
MA(1,2,0)	0,000982 *	-0,000455 **	0,001437 **	0,0116	0,0125	2959	2689
	2,55	-2,60	4,46				
MA(1,5,0)	0,000844 *	-0,000353 *	0,001197 **	0,0110	0,0132	3071	2577
	2,13	-2,13	3,66				
MA(1,50,0)	0,000535	-0,000093	0,000628	0,0098	0,0151	3515	2133
	1,02	-1,07	1,72				
MA(1,100,0)	0,000679	-0,000411	0,001090 **	0,0098	0,0154	3672	1976
	1,67	-1,88	2,84				
MA(1,150,0)	0,000712	-0,000486 *	0,001198 **	0,0098	0,0154	3697	1951
	1,81	-2,04	3,11				
MA(1,200,0)	0,000695	-0,000438	0,001133 **	0,0099	0,0153	3669	1979
	1,73	-1,93	2,97				
MA(1,2,1)	-0,000901	-0,002686 *	0,001785	0,0181	0,0211	235	257
	-1,01	-2,26	1,01				
MA(1,5,1)	0,001070	-0,000049	0,001119	0,0122	0,0166	1152	935
	1,95	-0,61	1,71				
MA(1,50,1)	0,000528	-0,000191	0,000719	0,0098	0,0159	2998	1723
	0,95	-1,17	1,70				
MA(1,100,1)	0,000666	-0,000598 *	0,001264 **	0,0099	0,0161	3377	1738
	1,57	-2,17	2,99				
MA(1,150,1)	0,000741	-0,000540 *	0,001281 **	0,0098	0,0157	3532	1810
	1,93	-2,08	3,16				
MA(1,200,1)	0,000700	-0,000414	0,001113 **	0,0098	0,0156	3569	1851
	1,75	-1,79	2,79				
MA(2,50,0)	0,000485	-0,000011	0,000496	0,0098	0,0151	3516	2132
	0,81	-0,85	1,36				
MA(2,100,0)	0,000639	-0,000342	0,000981 *	0,0098	0,0154	3682	1966
	1,50	-1,67	2,56				
MA(2,150,0)	0,000688	-0,000438	0,001126 **	0,0098	0,0154	3690	1958
	1,71	-1,92	2,93				
MA(2,200,0)	0,000692	-0,000432	0,001124 **	0,0099	0,0153	3666	1982
	1,73	-1,92	2,95				
MA(5,50,0)	0,000526	-0,000084	0,000610	0,0100	0,0150	3533	2115
	0,99	-1,05	1,67				
MA(5,100,0)	0,000677	-0,000415	0,001092 **	0,0099	0,0154	3687	1961
	1,66	-1,86	2,85				
MA(5,150,0)	0,000718	-0,000493 *	0,001211 **	0,0099	0,0153	3688	1960
	1,84	-2,07	3,17				
MA(5,200,0)	0,000710	-0,000466 *	0,001176 **	0,0099	0,0153	3668	1980
	1,80	-2,01	3,09				
ARMA(2,50,0)	0,001098 **	-0,000669 *	0,001767 **	0,0098	0,0150	2070	1244
	2,97	-2,12	3,71				
ARMA(2,100,0)	0,001173 **	-0,001157 **	0,002330 **	0,0098	0,0155	2084	1101
	3,27	-2,94	4,53				
ARMA(2,150,0)	0,001121 **	-0,001436 **	0,002557 **	0,0096	0,0153	2074	1066
	3,10	-3,49	4,96				
ARMA(2,200,0)	0,001063 **	-0,001525 **	0,002588 **	0,0094	0,0151	2036	1056
	2,90	-3,71	5,08				
ARMA(5,50,0)	0,000965 **	-0,000432	0,001397 **	0,0096	0,0154	2287	1349
	2,60	-1,63	3,01				
ARMA(5,100,0)	0,001075 **	-0,000864 *	0,001939 **	0,0095	0,0161	2244	1149
	3,03	-2,32	3,77				
ARMA(5,150,0)	0,000965 **	-0,001267 **	0,002232 **	0,0093	0,0160	2223	1103
	2,61	-3,07	4,27				
ARMA(5,200,0)	0,000948 *	-0,001290 **	0,002238 **	0,0092	0,0159	2176	1084
	2,55	-3,12	4,29				

Kapitel V – Test af Moving Averages

TABEL 5B: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 1990-2013 for OMXC30.
Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med ^{}(*) for 5(1)% signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.**

	Buy	Sell	Buy-Sell	σ BUY	σ Sell	N Buy	N Sell
BUY-AND-HOLD	0,000338	0,000338	0,000000	0,0153	0,0153	5633	0
MA(1,2,0)	0,000953 1,85	-0,000332 -1,78	0,001285 ** 3,12	0,0143	0,0164	2937	2696
MA(1,5,0)	0,000387 1,54	0,000278 -0,15	0,000109 0,26	0,0136	0,0172	3094	2539
MA(1,50,0)	0,000713 1,31	-0,000285 -1,31	0,000998 * 2,11	0,0120	0,0197	3513	2120
MA(1,100,0)	0,00073 1,39	-0,000355 -1,44	0,001085 * 2,22	0,0117	0,0202	3595	2038
MA(1,150,0)	0,000618 1,00	-0,000184 -1,03	0,000802 1,60	0,0115	0,0206	3664	1969
MA(1,200,0)	0,000527 0,68	-0,000048 -0,73	0,000575 1,10	0,0117	0,0209	3781	1852
MA(1,2,1)	-0,000293 -0,63	0,001051 0,62	-0,001344 -0,89	0,0196	0,0231	450	410
MA(1,5,1)	0,000367 0,07	0,000544 0,33	-0,000177 -0,25	0,0149	0,0204	1440	1206
MA(1,50,1)	0,000651 1,06	-0,000023 -0,69	0,000674 1,28	0,0120	0,0205	3123	1803
MA(1,100,1)	0,000691 1,24	-0,000299 -1,22	0,000990 1,87	0,0116	0,0209	3398	1818
MA(1,150,1)	0,000590 0,89	-0,000310 -1,21	0,000900 1,69	0,0115	0,0211	3502	1812
MA(1,200,1)	0,000597 0,92	-0,000138 -0,87	0,000735 1,35	0,0116	0,0212	3610	1735
MA(2,50,0)	0,000599 0,91	-0,000089 -0,91	0,000688 1,46	0,0120	0,0196	3495	2138
MA(2,100,0)	0,000664 1,15	-0,000240 -1,17	0,000904 1,85	0,0117	0,0203	3602	2031
MA(2,150,0)	0,000593 0,91	-0,000141 -0,94	0,000734 1,46	0,0116	0,0206	3672	1961
MA(2,200,0)	0,000503 0,59	-0,000001 -0,65	0,000504 0,97	0,0118	0,0208	3782	1851
MA(5,50,0)	0,000608 0,93	-0,000097 -0,93	0,000705 1,51	0,0121	0,0195	3477	2156
MA(5,100,0)	0,000709 1,31	-0,000325 -1,34	0,001034 2,11 *	0,0118	0,0202	3610	2023
MA(5,150,0)	0,000646 1,10	-0,000235 -1,13	0,000881 1,76	0,0116	0,0206	3661	1972
MA(5,200,0)	0,000585 0,88	-0,000160 -0,96	0,000745 1,44	0,0118	0,0207	3763	1870
ARMA(2,50,0)	0,000956 1,86	-0,001157 -2,44	0,002113 ** 3,34	0,0119	0,0203	2058	1241
ARMA(2,100,0)	0,000971 1,94	-0,001347 ** -2,58	0,002318 ** 3,46	0,0115	0,0210	2042	1143
ARMA(2,150,0)	0,000843 1,57	-0,001326 * -2,43	0,002169 ** 3,11	0,0112	0,0214	2049	1081
ARMA(2,200,0)	0,000820 1,51	-0,001131 * -2,09	0,001951 ** 2,72	0,0113	0,0216	2109	1024
ARMA(5,50,0)	0,000733 1,25	-0,000066 -0,69	0,000799 1,33	0,0117	0,0204	2334	1360
ARMA(5,100,0)	0,000798 1,47	-0,000087 -0,66	0,000885 1,35	0,0113	0,0213	2274	1218
ARMA(5,150,0)	0,000643 0,99	-0,000087 -0,63	0,000730 1,07	0,0110	0,0217	2268	1143
ARMA(5,200,0)	0,000613 0,89	-0,000126 -0,30	0,000739 0,69	0,0111	0,0219	2319	1077

Tabel 5b har også negative afkast på alle salgssignaler pånær MA(1,5,0) og MA(1,5,1), hvilket kan skyldes at det svenske marked er præget af mere negativ autokorrelation i de 5 første lags sammen mindre positiv autokorrelation ift. det danske indeks. Dog er der langt færre signifikante salgssignaler og køb-salgssignaler og ingen signifikante købssignaler. Af de lange flydende gennemsnit klarer 200 dages gennemsnittet sig noget dårligere end de flydende gennemsnit for 50, 100 og 150 dage. Tabellen viser dog en forskel mellem køb-og salgssignaler, men ikke i samme grad som OMXC20.

Sammenholdes tabel 5A og 5B, er der langt flere signifikante t-værdier i det danske OMXC20 end i det svenske OMXC30. Forskellen er betragtelig og kunne tyde på at det svenske marked er mere efficient end den danske. Selv købssignaler er signifikante for ARMA signalerne, hvilket er usædvanligt i litteraturen og salgssignalene har også betragtelig højere t-værdier på det danske marked.

Bilag 1 ABCD og bilag 2 ABCD viser hhv. OMXC20 og OMXC30 for de fire delperioder. Delperioderne indeholder mindre signifikans end hele perioden.

I delperiode 1, 1990-1995, har OMXC20 negative gennemsnit for alle salgssignaler og en udpræget signifikans i ARMA handelsstrategierne. Den positive autokorrelation af første grad gør MA(1,2,0) meget signifikant med en t-værdi på 6, ligeledes har MA(1,5,0) en t-værdi på godt 4. I delperiode 2 har OMXC20 blandede fortegn i salgssignalene, dog er alle ARMA's salgssignaler negative hvilket er medvirkende til signifikansen i specielt denne type handelsstragi i delperiode 2. I delperiode 3 2002-2007, er alle t-værdier meget lave, købsignalene ligger dog over gennemsnittet pånær de meget korte flydende gennemsnit. I delperiode 4 2008-2013, har alle salgssignaler igen negativt fortegn og enkelte køb-salg ARMA signaler er signifikante, dog er graden af signifikans stigende fra den forgående periode.

For det svenske OMXC30 er salgssignalene negative for den første delperiode, pånær for nogle af MA(5,x,0) handelsstrategierne, og signifikansen er også størst i ARMA signalerne, den positive autokorrelation er udpræget hvilket giver store t-værdier for MA(1,2,0), hvilket også resulterer i at de flydende gennemsnit med 2-dage kort flydende gennemsnit er mere signifikante end dem med 5-dages kort flydende gennemsnit. I den anden delperiode er signifikansen generelt faldende og

salgssignalernes fortegn er blandede, kun ARMA(2,x,0) er signifikante dog ikke for det lange flydende gennemsnit for 200 dage som i øvrigt klarer sig dårligt i denne periode, hvilket ses af MA(1,200,0) som har en negativ t-værdi. Den trede delperiode, 2002-2007, giver t-værdier som er positive for købssignaler og negative for salgssignaler, men signifikansen er end ikke til stede i købs-salgssignaler. I den fjerde delperiode er fortegnene på både købs-og salgssignaler blandede, hvilket kan skyldes at både MA(1,2,0) og MA(1,5,0) har negative gennemsnit for købssignaler og positive gennemsnit for salgssignaler, MA(1,5,0) er enddog signifikant med en t-værdi på -2,39.

Sammenholdes bilag 1 ABCD og bilag 2 ABCD, er der igen større t-værdier i det danske OMXC20 end i det svenske OMXC30, specielt i første, anden og fjerde delperiode. En væsentlig årsag kunne være forskellen i autokorrelationen på de to tidsserier, specielt i fjerde periode er autokorrelationen forskellig i de to tidsserier. For begge tidsserier er standard afvigelsen for købssignaler betragtelig mindre end den er for salgssignalerne, hvilket peger en afhængighed mellem signalet og en indbygget varians i markedet. Endvidere viser bilagene stor variation af handelsstrategierne over tid, og dette vil sikkert være tilfældet med enhver tidsinddeling.

5.2 Bootstrap test – random walk

For at vurdere tabel 5a og 5b's t-værdier resultater anvendes der en bootstraps test på random walk. Alle afkastene trækkes op i en tilfældig rækkefølge og genererer en tidsserie af lukkepriser, som har samme begyndelse- og slutkurs som de aktuelle data. Dette gøres 500 gange, og dermed fremkommer en p-værdi for at en tilfældig genereret dataserie med samme afkastfordeling, vil give større forskelle end de testede flydende gennemsnit.

Tabel 5C viser at købs-og salgssignalerne er meget tæt på det gennemsnitlige niveau eller buy-and-hold strategien. Der er dog en tendens at salgssignalerne genererer et højere afkast end markedets! Derfor er p-værdierne for købssignaler tæt på 0, mens salgssignalernes p-værdi er tæt på 1. Standard afvigelsen er identisk for købs-og-salgssignaler, hvilket også kommer til udtryk i p-værdierne, hvilket betyder at den normale heteroscedacitet er forsvundet ved at omarrangere afkastene. Endelig er antallet af købs-og salgssignaler nærmest sig hinanden i bootstrapstenen, hvilket betyder at antallet af købssignaler er mindre og antallet af salgssignaler er steget. Det ser altså ikke ud til at en tilfældig omarrangering af afkastene kan reproducere købs-og-salgssignalerne fra teknisk analyse for det danske OMXC20 indeks eller med andre ord rækkefølgen af afkastene er ikke tilfældig.

Kapitel V – Test af Moving Averages

TABEL 5C: Bootstrap gennemsnitsværdier og p-værdier for OMXC20 1990-2013. Random walk, afkastene trækkes i tilfældig rækkefølge og kurserne gendannes, hvorefter moving averages beregnes.							
BUY-AND-HOLD	Buy 0,000298	Sell 0,000298	Buy-Sell 0,000000	σ BUY 0,0121	σ Sell 0,0121	N Buy 5648	N Sell 0
MA(1,2,0)	0,000294 0,000	0,0003 1,000	-0,000008 0,000	0,0121 0,992	0,0121 0,030	2958 0,000	2690 0,520
MA(1,5,0)	0,0003 0,000	0,00029 1,000	0,000014 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,042	2993 0,000	2655 0,998
MA(1,50,0)	0,00029 0,040	0,0003 0,984	-0,000007 0,024	0,0121 1,000	0,012 0,000	3162 0,000	2486 1,000
MA(1,100,0)	0,00028 0,000	0,00032 1,000	-0,000037 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3273 0,000	2375 1,000
MA(1,150,0)	0,00028 0,002	0,00033 1,000	-0,000048 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3363 0,002	2285 0,998
MA(1,200,0)	0,000281 0,002	0,000332 1,000	-0,000051 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3436 0,005	2212 0,954
MA(1,2,1)	0,000308 0,210	0,000310 0,790	-0,000002 0,122	0,0120 0,000	0,0120 0,000	234 0,000	257 0,450
MA(1,5,1)	0,000295 0,364	0,000313 0,962	-0,000018 0,392	0,0121 0,362	0,0121 0,000	1196 0,978	1026 1,000
MA(1,50,1)	0,00029 0,014	0,000311 1,000	-0,000023 0,002	0,0121 1,000	0,0121 0,000	2684 0,000	2025 1,000
MA(1,100,1)	0,000287 0,002	0,000319 1,000	-0,000032 0,002	0,0121 1,000	0,0121 0,000	2941 0,000	2055 0,998
MA(1,150,1)	0,000287 0,010	0,000325 0,996	-0,000038 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3085 0,000	2033 0,962
MA(1,200,1)	0,000282 0,000	0,000332 0,954	-0,000050 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3193 0,000	1998 0,850
MA(2,50,0)	0,000300 0,098	0,000296 0,964	0,000004 0,056	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3163 0,000	2485 1,000
MA(2,100,0)	0,000284 0,004	0,000317 1,000	-0,000033 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3274 0,000	2374 1,000
MA(2,150,0)	0,000281 0,004	0,000326 1,000	-0,000045 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3363 0,002	2285 0,998
MA(2,200,0)	0,000278 0,004	0,000334 1,000	-0,000056 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3436 0,054	2212 0,946
MA(5,50,0)	0,000297 0,056	0,000300 0,974	-0,000003 0,036	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3165 0,000	2483 1,000
MA(5,100,0)	0,000281 0,000	0,000322 1,000	-0,000041 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3276 0,000	2372 1,000
MA(5,150,0)	0,000280 0,000	0,000328 1,000	-0,000048 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3364 0,002	2284 0,998
MA(5,200,0)	0,000276 0,000	0,000339 1,000	-0,000063 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	3437 0,005	2211 0,946
ARMA(2,50,0)	0,000294 0,000	0,000298 1,000	-0,000004 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	1852 0,000	1310 0,966
ARMA(2,100,0)	0,000290 0,000	0,000336 1,000	-0,000046 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	1851 0,000	1263 1,000
ARMA(2,150,0)	0,000287 0,000	0,000340 1,000	-0,000053 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	1871 0,000	1198 0,988
ARMA(2,200,0)	0,000282 0,000	0,000342 1,000	-0,000060 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	1893 0,026	1148 0,904
ARMA(5,50,0)	0,000304 0,002	0,000290 1,000	0,000014 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	2065 0,000	1558 1,000
ARMA(5,100,0)	0,000294 0,000	0,000311 1,000	-0,000017 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	2005 0,000	1386 1,000
ARMA(5,150,0)	0,000294 0,000	0,000322 1,000	-0,000028 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	2001 0,000	1292 1,000
ARMA(5,200,0)	0,000291 0,000	0,000326 1,000	-0,000035 0,000	0,0121 1,000	0,0121 0,000	2008 0,010	1227 0,976

Kapitel V – Test af Moving Averages

TABEL 5D: Bootstrap gennemsnitsværdier og p-værdier for OMXC30 1990-2013. Random walk, afkastene trækkes i tilfældig rækkefølge og kurserne gendannes, hvorefter moving averages beregnes.

BUY-AND-HOLD	Buy 0,000338	Sell 0,000338	Buy-Sell 0,000000	σ BUY 0,0153	σ Sell 0,0153	N Buy 5633	N Sell 0
MA(1,2,0)	0,000332 0,002	0,00034 0,998	-0,000012 0,002	0,0153 1,000	0,0153 0,000	2936 0,000	2697 0,790
MA(1,5,0)	0,00034 0,400	0,00033 0,998	0,000009 0,394	0,0153 1,000	0,0153 0,000	2924 0,000	2709 1,000
MA(1,50,0)	0,00032 0,014	0,00036 1,000	-0,000035 0,004	0,0153 1,000	0,015 0,000	3077 0,000	2556 1,000
MA(1,100,0)	0,00033 0,016	0,00036 1,000	-0,000030 0,008	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3176 0,000	2457 1,000
MA(1,150,0)	0,00032 0,046	0,00037 0,992	-0,000057 0,020	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3251 0,000	2382 1,000
MA(1,200,0)	0,000319 0,000	0,000371 0,962	-0,000052 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3314 0,000	2319 1,000
MA(1,2,1)	0,000351 0,214	0,000331 0,814	0,000020 0,124	0,0152 0,000	0,0153 0,000	405 0,000	411 0,000
MA(1,5,1)	0,000345 0,466	0,000314 0,962	0,000031 0,454	0,0153 0,860	0,0153 0,000	1494 0,486	1348 0,500
MA(1,50,1)	0,00031 0,044	0,000378 0,994	-0,000066 0,014	0,0153 1,000	0,0153 0,000	2708 0,492	2189 0,474
MA(1,100,1)	0,000317 0,026	0,000373 0,998	-0,000056 0,040	0,0153 1,000	0,0153 0,000	2924 0,494	2201 0,462
MA(1,150,1)	0,000310 0,060	0,000382 0,982	-0,000072 0,032	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3050 0,512	2172 0,492
MA(1,200,1)	0,000313 0,000	0,000389 0,938	-0,000076 0,000	0,0153 1,000	0,0154 0,000	3146 0,504	2136 0,484
MA(2,50,0)	0,000325 0,064	0,000354 0,978	-0,000029 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3077 0,000	2556 1,000
MA(2,100,0)	0,000328 0,030	0,000354 0,996	-0,000026 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3177 0,000	2456 1,000
MA(2,150,0)	0,000320 0,054	0,000366 0,986	-0,000046 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3252 0,000	2381 1,000
MA(2,200,0)	0,000319 0,136	0,000370 0,930	-0,000051 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3314 0,000	2319 1,000
MA(5,50,0)	0,000328 0,066	0,000351 0,982	-0,000023 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3081 0,000	2552 1,000
MA(5,100,0)	0,000323 0,024	0,000360 1,000	-0,000037 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3179 0,000	2454 1,000
MA(5,150,0)	0,000322 0,024	0,000364 0,994	-0,000042 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3254 0,000	2379 1,000
MA(5,200,0)	0,000321 0,062	0,000368 0,986	-0,000047 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	3315 0,000	2318 1,000
ARMA(2,50,0)	0,000309 0,018	0,000346 1,000	-0,000037 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	1802 0,000	1275 1,000
ARMA(2,100,0)	0,000301 0,006	0,000331 1,000	-0,000030 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	1793 0,000	1314 1,000
ARMA(2,150,0)	0,000295 0,032	0,000350 1,000	-0,000055 0,000	0,0153 1,000	0,0153 0,000	1805 0,000	1252 1,000
ARMA(2,200,0)	0,000303 0,038	0,000355 1,000	-0,000052 0,002	0,0153 1,000	0,0153 0,000	1823 0,000	1206 1,000
ARMA(5,50,0)	0,000331 0,072	0,000351 0,906	-0,000020 0,044	0,0153 1,000	0,0153 0,000	1989 0,000	1622 1,000
ARMA(5,100,0)	0,000328 0,052	0,000344 1,000	-0,000016 0,042	0,0153 1,000	0,0153 0,000	1921 0,000	1454 1,000
ARMA(5,150,0)	0,000321 0,130	0,000361 0,894	-0,000040 0,082	0,0153 1,000	0,0153 0,000	1907 0,000	1366 1,000
ARMA(5,200,0)	0,000329 0,156	0,000368 1,000	-0,000039 0,074	0,0153 1,000	0,0153 0,000	1909 0,000	1304 1,000

Kapitel V – Test af Moving Averages

Tabel 5D viser samme resultat for det svenske OMXC30. Her er p-værdierne for buy, sell og buy-sell større end dem for OMXC20, dog ikke i sådan en grad at man kan konkludere at en random walk kan forklare prisdannelsen på OMXC30. Men det tyder på at OMXC30 i højere grad følger en random walk end OMXC20 gør.

Her kunne der specificeres flere ligevægtsmodeller som er konsistente med EMH's krav til ligevægtsmodellen som skal kunne forklare prisdannelsen. I litteraturen testes ofte GARCH og EGARCH som viser større forklaringskraft, f.eks. Brock, Lakonishok og LeBaron(1992). Uligevægts modellen AR(1) er også hyppigt testet, for at vurdere om autokorrelationen er signifikant nok til at kunne forklare moving averages købs-og-salgssignalers signifikans. P-værdierne her ligner dem fra litteraturen, og hidtidige undersøgelser viser at specielt E-GARCH giver lidt større forklaringskraft, altså at p-værdierne nærmer sig 0,5 men ikke tilstrækkeligt til at kunne forklare moving averages evne til at sortere markedet priser i købs-og-salgssignaler.

Lige som i den statistiske analyse af datasættet i kapitel 4, og testen af signifikante købs-og-salgssignaler, peger bootstrap testen på at det svenske OMXC30 er mere efficient end det danske OMXC20. P-værdier

5.3 Break-even omkostninger for moving averages

De statistiske test af moving averages middelværdis signifikans er ikke en tilstrækkelig betingelse for at de er rentable at implementere i markedet. Break-even værdierne er angivet i procent og skal sammenlignes med handelsomkostninger. P.t. er det muligt at udføre en handel med 0,04% i kurtage, hvis man omsætter for 30 millioner på 3 måneder.¹⁹ I 2008 anslog Metghalchi, Chang og Marcucci(2008) de samlede handelsomkostninger til 0,5% pr. handel på det svenske marked, prisen er dog faldet væsentlig siden på grund af internethandlen. Men går man tilbage i tiden var det uden tvivl væsentlig dyrere at handle med aktier.

Break-even omkostningerne beregnes som følger:²⁰

$$BE = \frac{AFKAST_{MA} - AFKAST_{EMH}}{\text{Antal transaktioner}} \cdot 100\% \quad (5.4)$$

AFKAST_{MA} findes ved at gange købssignaler og salgsignaler på afkastene, hvor købssignalet har værdien 1 og salgssignalet har værdien -1. Der findes neutrale signaler i MA(1,x,1) og alle ARMA, har værdien 0 men det antages at de dage har et afkast på 1% pro anno, derfor tillægges 0,00004 for hvert neutral signal.²¹ AFKAST_{EMH} er markedets afkast som er summen af alle afkastene.

Værdierne i tabel 5E og 5F har følgende sammenhæng:

$$BE = \frac{\text{ÅOR}}{T} \quad (5.5)$$

¹⁹ <https://www.nordnet.dk/produkter/kontotyper/active-trader.html#kurtageAT>

²⁰ Her var det mere korrekt at anvende et risikojusteret break-even som f.eks. Sharpe ratioen som Metghalchi, Chang & Marcucci(2008). I deres tilfælde som også er OMXC30 fra 1986-2004 har det dog ingen betydning for p-værdierne.

²¹ Dette er en meget simpel handelsstrategi, Metghalchi, Chang & Marcucci(2008) udvikler flere nuancerede strategier med kun at være i markedet på købssignaler og låne penge i banken ved købssignaler, hvilket virker som en strategi der er designet til deres MA'ers egenskaber.

Kapitel V – Test af Moving Averages

TABEL 5E: Break-even for MA for OMXC20 for hele perioden og for 4 delperioder. ÅOR er det årlige overskuds afkast i procent, T er det gennemsnitlige årlige antal transaktioner og BE er break even i procent. Et år er anslættet til 250 lukkekurser og signaler som hverken er køb eller salg sættes til 1% p.a..															
	1990-2013			1990-1995			1996-2001			2002-2007			2008-2013		
	ÅOR	T	BE	ÅOR	T	BE									
MA(1,2,0)	11,4	236,1	0,05	42,3	214,5	0,20	15,8	230,0	0,07	-9,6	245,2	-0,04	6,2	253,8	0,02
MA(1,5,0)	8,4	117,6	0,07	27,2	109,0	0,25	10,2	113,3	0,09	-8,4	126,1	-0,07	9,8	120,9	0,08
MA(1,50,0)	1,8	33,5	0,05	10,3	24,7	0,42	-4,7	34,0	-0,14	-3,3	38,9	-0,09	7,2	35,4	0,20
MA(1,100,0)	7,4	17,2	0,43	7,8	17,8	0,44	0,7	16,7	0,04	3,2	18,3	0,17	20,6	15,8	1,30
MA(1,150,0)	8,8	10,0	0,88	10,6	9,5	1,12	0,0	13,0	0,00	3,6	10,0	0,36	24,3	7,2	3,40
MA(1,200,0)	8,0	5,9	1,35	10,5	5,7	1,84	-0,2	7,7	-0,03	4,3	7,3	0,59	19,9	2,6	7,55
MA(1,2,1)	-4,3	37,7	-0,11	-0,2	17,5	-0,01	-11,9	36,3	-0,33	-6,9	32,6	-0,21	3,9	65,1	0,06
MA(1,5,1)	-1,2	78,7	-0,02	7,4	64,7	0,11	-5,8	79,2	-0,07	-7,2	74,7	-0,10	3,3	96,6	0,03
MA(1,50,1)	1,2	32,0	0,04	10,0	26,6	0,38	-5,9	30,3	-0,20	-3,2	31,3	-0,10	6,4	39,9	0,16
MA(1,100,1)	7,5	17,0	0,44	9,3	17,1	0,54	1,2	14,5	0,09	0,4	21,5	0,02	22,0	14,9	1,48
MA(1,150,1)	8,9	11,1	0,80	10,9	10,3	1,06	2,1	11,3	0,19	1,9	14,6	0,13	24,0	7,5	3,19
MA(1,200,1)	7,3	7,3	0,99	7,9	8,4	0,95	2,6	6,7	0,38	2,5	9,0	0,28	18,3	5,3	3,47
MA(2,50,0)	0,2	24,8	0,01	6,3	20,1	0,31	-6,8	22,7	-0,30	-2,5	28,3	-0,09	5,8	27,9	0,21
MA(2,100,0)	6,1	13,1	0,47	8,0	13,3	0,60	-2,2	15,0	-0,15	0,9	13,0	0,07	21,2	10,5	2,01
MA(2,150,0)	7,9	7,7	1,03	9,5	7,2	1,32	-0,3	9,7	-0,03	3,2	7,3	0,44	22,1	6,4	3,45
MA(2,200,0)	7,9	4,3	1,82	9,7	4,2	2,32	-1,3	6,3	-0,21	6,4	4,0	1,60	19,3	2,6	7,32
MA(5,50,0)	1,6	15,1	0,11	2,7	15,6	0,17	-7,6	15,7	-0,48	0,1	14,3	0,00	13,8	14,3	0,96
MA(5,100,0)	7,5	7,5	1,00	4,7	8,0	0,59	1,0	9,0	0,12	2,5	8,0	0,32	24,7	4,9	5,05
MA(5,150,0)	8,9	4,5	1,97	10,2	3,4	2,99	-1,5	7,0	-0,21	5,3	4,7	1,14	25,4	2,6	9,64
MA(5,200,0)	8,5	3,8	2,23	7,5	4,2	1,80	2,9	5,0	0,58	6,3	3,3	1,90	19,0	2,6	7,21
ARMA(2,50,0)	6,9	134,8	0,05	25,8	119,6	0,22	5,5	132,0	0,04	-6,2	142,0	-0,04	7,2	144,6	0,05
ARMA(2,100,0)	9,9	126,6	0,08	24,4	116,2	0,21	8,5	123,3	0,07	-3,0	131,7	-0,02	13,7	134,8	0,10
ARMA(2,150,0)	10,6	123,1	0,09	26,1	112,0	0,23	8,1	121,5	0,07	-2,9	127,6	-0,02	15,4	130,5	0,12
ARMA(2,200,0)	10,2	121,0	0,08	26,0	110,1	0,24	8,0	118,8	0,07	-2,5	126,2	-0,02	13,4	128,2	0,10
ARMA(5,50,0)	5,4	75,5	0,07	18,9	66,8	0,28	2,9	73,7	0,04	-5,6	82,5	-0,07	8,9	78,1	0,11
ARMA(5,100,0)	8,4	67,4	0,12	17,6	63,4	0,28	5,8	65,0	0,09	-2,4	72,2	-0,03	15,6	68,3	0,23
ARMA(5,150,0)	9,0	63,8	0,14	19,1	59,2	0,32	5,4	63,2	0,09	-2,2	68,0	-0,03	17,3	64,0	0,27
ARMA(5,200,0)	8,6	61,7	0,14	19,1	57,3	0,33	5,3	60,5	0,09	-1,9	66,7	-0,03	15,3	61,7	0,25

Figur 5E viser break-even værdierne for det danske OMXC20. Over hele perioden kunne MA(x,150,0) og MA(x,200,0) være profitabel for en professionel investor da gennemsnits break-even er henholdsvis 1,3% og 1,8%. MA(x,100,x)'s er i underkanten til at være profitabel, mens MA(x,x,50) nærmest har en break-even på nul procent. Den kraftige autokorrelation i første periode og anden periode, sammen med den næsten signifikante i fjerde periode gør MA(1,2,0) til den handelsregel som har den største ÅOR. ARMA modellerne har små positive break-evens, deres aktive handelsstrategi giver et rimeligt overskud i forhold til markedet, men de mange transaktioner gør break-even procenten lille. ARMA modellerne havde høje signifikansværdier i tabel 5A, men implementeret på markedet er deres resultater ikke profitable.

For første delperiode er MA(1,2,0)²² bemærkelsesværdig, den høje positive autokorrelation autokorrelation i denne periode giver en break-even på 0,20% på trods af 214,5 årlige handler. I denne periode vurderes MA(x,150,x) og MA(x,200,x) økonomisk profitable for en professionel investor. Generelt er perioden præget af et relativt lavt antal årlige transaktioner i forhold til de andre delperioder, hvilket kunne tyde på et roligt marked.

I anden delperiode mellem 1996-2001 er der mange negative break-evens og de positive break-evens er for små til at kunne være økonomisk rentabel. Den højeste break-even er 0,58% for MA(5,200,0) hvilket også var det moving average i denne klasse som nåede den højeste t-værdi på 1,60 i bilag 1B.

I tredje delperiode er MA(x,200,0) igen profitabel og MA(x,150,0) er også på vej. Der er også en del negative break-evens, specielt ARMA modellerne som alle giver en negativ break-even.

I fjerde delperiode er MA(x,x,100), MA(x,x,150) og MA(x,x,200) profitable. Alle break evens er positive og de fleste nærmer sig noget der kan dække handelsomskostningerne i tidsperioden 2008-2013. Specielt de moving average som havde 150 og 200 dage som det lange gennemsnit var i stand til at generere break-even værdier som var tilstækkeligt høje ”to-beat-the-gun”.

Tabel 5F viser break-even værdierne for det svenske OMXC30, som er meget forskellig fra det danske OMXC20. Der er ingen break-even som kan siges at være rentabel at anvende i hele perioden. Antallet af transaktioner er betydeligt højere og det årlige overskuds afkast er generelt lavere hvilket fører til lavere break-even procenter. Første og anden delperiode er præget af mange negative og små positive break-even værdier for de almindelige moving averages, ARMA’erne er dog positive med store årlige overskuds afkast men også mange transaktioner, hvilket fører til lave break-even procenter.

²² MA(1,2,0) kan tolkes som et ”fangernes dilemma” spil hvor tit-for-tat strategien anvendes. Samarbejd så længe markedet går i din retning.

Kapitel V – Test af Moving Averages

TABEL 5F: Break-even for MA for OMXC30 for hele perioden og for 4 delperioder. ÅOR er det årlige overskuds afkast i procent, T er det gennemsnitlige årlige antal transaktioner og BE er break even i procent. Et år er anslættet til 250 lukkekurser og signaler som hverken er køb eller salg sættes til 1% p.a..															
	1990-2013			1990-1995			1996-2001			2002-2007			2008-2013		
	ÅOR	T	BE	AOR	T	BE									
MA(1,2,0)	8,3	244,9	0,03	36,0	229,0	0,16	9,8	230,2	0,04	3,2	252,7	0,01	-10,6	267,8	-0,04
MA(1,5,0)	-6,1	128,3	-0,05	14,4	120,0	0,12	-5,4	128,9	-0,04	-2,2	126,5	-0,02	-27,2	137,5	-0,20
MA(1,50,0)	5,5	28,8	0,19	14,2	22,3	0,64	2,3	27,9	0,08	4,5	33,0	0,14	2,1	31,8	0,07
MA(1,100,0)	6,6	17,8	0,37	5,4	19,7	0,27	12,8	10,3	1,24	10,8	13,6	0,79	-3,3	29,5	-0,11
MA(1,150,0)	3,3	14,5	0,23	-2,3	15,5	-0,15	2,9	11,0	0,26	4,9	17,0	0,29	7,8	14,2	0,55
MA(1,200,0)	0,8	13,6	0,06	-4,5	13,2	-0,34	-5,7	16,6	-0,34	6,9	14,3	0,48	7,3	9,6	0,76
MA(1,2,1)	-9,5	63,1	-0,15	-4,8	39,2	-0,12	-14,8	81,4	-0,18	-7,2	51,3	-0,14	-10,6	79,5	-0,1
MA(1,5,1)	-8,1	95,5	-0,09	6,2	87,4	0,07	-9,7	101,2	-0,10	-3,7	90,2	-0,04	-23,4	102,7	-0,2
MA(1,50,1)	0,9	33,1	0,03	6,2	29,0	0,21	-3,1	35,4	-0,09	2,8	31,3	0,09	-1,8	36,6	-0
MA(1,100,1)	4,6	18,7	0,24	6,3	19,3	0,33	9,6	13,0	0,74	5,8	17,0	0,34	-3,9	26,8	-0,1
MA(1,150,1)	3,3	15,4	0,22	-1,1	16,1	-0,07	3,7	11,1	0,33	2,7	19,0	0,14	8,4	15,7	0,53
MA(1,200,1)	2,3	13,0	0,17	-3,1	11,0	-0,28	-0,8	14,0	-0,06	6,7	14,5	0,46	6,6	12,3	0,54
MA(2,50,0)	1,7	21,8	0,08	6,7	17,0	0,39	-1,8	23,3	-0,08	5,0	21,6	0,23	-2,7	25,3	-0,11
MA(2,100,0)	4,4	13,0	0,34	1,8	12,1	0,15	11,8	9,0	1,32	9,7	10,3	0,94	-6,4	21,8	-0,29
MA(2,150,0)	2,5	11,1	0,22	-2,7	12,5	-0,22	-0,3	9,0	-0,03	8,7	10,3	0,84	4,3	12,6	0,34
MA(2,200,0)	0,0	10,7	0,00	-6,3	9,5	-0,67	-8,6	14,6	-0,59	6,6	11,0	0,60	10,1	7,3	1,39
MA(5,50,0)	1,9	15,4	0,12	9,1	12,9	0,71	2,8	16,3	0,17	-0,2	15,6	-0,01	-3,7	16,9	-0,22
MA(5,100,0)	6,0	8,1	0,74	-0,3	8,3	-0,04	11,6	5,6	2,05	10,2	6,3	1,61	1,7	12,6	0,13
MA(5,150,0)	4,2	6,7	0,63	-7,2	8,3	-0,86	2,4	5,6	0,42	11,8	6,3	1,87	10,3	6,5	1,58
MA(5,200,0)	2,7	7,0	0,38	-10,6	7,9	-1,33	-0,1	8,3	-0,01	11,5	7,0	1,64	11,0	4,2	2,61
ARMA(2,50,0)	7,3	136,9	0,05	25,2	125,7	0,20	6,4	129,1	0,05	4,2	142,8	0,03	-4,0	149,8	-0,03
ARMA(2,100,0)	7,9	131,4	0,06	20,2	124,3	0,16	11,8	120,3	0,10	7,4	133,2	0,06	-6,6	148,7	-0,04
ARMA(2,150,0)	6,2	129,7	0,05	15,8	122,3	0,13	6,8	120,6	0,06	4,5	134,8	0,03	-1,4	141,0	-0,01
ARMA(2,200,0)	4,9	129,2	0,04	14,5	121,1	0,12	2,2	123,4	0,02	5,5	133,5	0,04	-1,6	138,7	-0,01
ARMA(5,50,0)	-0,1	78,6	-0	14,7	71,2	0,21	-1,3	78,4	-0,02	1,4	79,7	0,02	-13,5	84,7	-0,16
ARMA(5,100,0)	0,5	73,1	0,01	10,2	69,8	0,15	3,7	69,6	0,05	4,5	70,1	0,06	-15,7	83,5	-0,19
ARMA(5,150,0)	-1,1	71,4	-0,02	6,1	67,8	0,09	-0,9	69,9	-0,01	1,7	71,7	0,02	-11,1	75,9	-0,15
ARMA(5,200,0)	-2,3	70,8	-0,03	5,0	66,6	0,08	-5,2	72,8	-0,07	2,7	70,1	0,04	-11,2	73,6	-0,15

I tredje og fjerde delperiode kan de fleste kombinationer af moving averages med 100, 150 og 200 dage som det lange gennemsnit fremvise break-even værdier som er rentable. ARMA reglerne dør til gengæld ud og ender endda med at blive negative i fjerde periode.

Sammenfattende er der betydelig flere profitable muligheder for at anvende moving average på det danske OMXC20 fremfor det svenske OMXC30, både i over hele perioden, men også i alle fire delperioder. At et af de mest anvendte moving averages MA(1,200,0) virker profitabel at anvende på det danske aktiemarked er overraskende. Testen antyder at det svenske indeks er mere efficient end det danske, fordi disse meget ordinære og vidt udbredte handelsregler genererer et betydeligt større break-even værdier på det danske OMXC20 i forhold til det svenske OMXC30.

5.4 Bootstrap Whites reality check²³

BLL(1992) anvendte bootstrap metoden i afsnit 5.2, men var bevidst om at faren for datasnooping, som fremkommer når et datasæt bruges mere end en gang til at frembringe viden eller at vælge en model. Problemet for BLL(1992) er at de tester moving averages og får nogle resultater som viser de er signifikante. Derefter tester de forskellige ligevægt modeller men genanvender rådata med det formål at finde statistisk signifikans

Sullivan, Timmermann & White(2000) præsenterer en bootstrap metode, der kaldes "White's Reality Check", som kan afgøre om den bedste handelsregel har økonomisk indhold eller bare heldigt udvalgt. For selv på en række tilfældige tal vil det være muligt, med nok computertid, at lave en mekanisk handelsregel som virker, bare den bliver testet på den samme række tilfældige tal.²⁴

Testen laves på en $l \times 1$ performance statistik

$$\bar{f} = n^{-1} \sum_{t=1}^T \hat{f}_t \quad (5.4)$$

hvor l er antallet af tekniske analyses handelsregler, n er antallet af afkasts forudsigelser og T er antallet af afkast. Specifikationen af $f_{k,t}$ hvor k er antallet af moving average:

$$f_{k,t} = r_t \cdot S_k - r_t \cdot S_0 \quad k = 1, \dots, l \quad (5.5)$$

r_{t+1} er det logaritmiske afkast i periode $t+1$, S_k er handelssignalet fra alle moving average reglerne, hvor 1 er en lang position, 0 er en neutral funktion og -1 er en kort position. S_0 har altid værdien 1 hvilket svarer til buy-and-hold strategien. Nulhypotesen er at der ikke eksisterer en superior handelsregel mellem de k regler:

$$H_0: \max_{k=1,\dots,l} E(f_k) \leq 0 \quad (5.6)$$

Hvis man afviser (5.6) så eksisterer der mindst en handelsregel som outperformer benchmark strategien. Dertil anvendes to statistikker:

²³ Testen findes i bilag 3 og kan udføres i Octave/Matlab

²⁴ Sullivan, Timmermann & White(1999, s.1648)

$$\bar{V}_l = \max_{k=1,\dots,l} \{ \sqrt{n}(\bar{f}_k) \} \quad (5.7)$$

$$\bar{V}_{l,i} = \max_{k=1,\dots,l} \{ \sqrt{n}(\bar{f}_{k,i}^* - \bar{f}_k) \} \quad i = 1, \dots, B \quad (5.8)$$

Hvor (5.7) finder det moving average som har det største afkast, når mean return kriteriet anvendes, og herfra trækkes markedets afkast. Herefter starter bootstrappen i (5.8), hvor formålet er at evaluere om de andre handelsregler er i stand til at generere det samme afkast som vores bedste handelsregel, og hvis det er tilfældet er det en indikation af datasnooping.

Bootstrap metodologien fungerer på den måde at man resampler handelsreglernes afkast på følgende måde:

1. Udvælg en tilfældigt dags afkast over alle regler og resampel den
2. Med sandsynlighed q udføres 1 igen og med sansynlighed $(1-q)$ vælges det efterfølgende afkast
3. Hvis det sidste afkast vælges så sættes det første afkast til at være det efterfølgende
4. Gentag trin 2 til at danne en Tx/l matrix af resampled afkast

Bootstrappen giver resampel blokke med varierende længde fra handelsreglerne, hvor den gennemsnitlige længde er $1/q$. En stor værdi af q er passende for data med lille afhængighed, mens en lille værdi af q passer til data som er mere afhængig. Med en $q=0,1$ giver det en gennemsnitlig blok længde på 10, hvilket virker passende for aktie markedet.²⁵²⁶

²⁵ Sullivan, Timmermann & White(1999, s.1690).

²⁶ Sullivan, Timmermann & White(1999) og Metghalchi, Chang og Marcucci(2008) tester også $q=0,01$ og $q=0,5$ hvilket giver bloklængder på henholdsvis 100 og 2 hvilket begge konkluderer ikke har nogen nævneværdig påvirkning af p-værdierne

Der beregnes to p-værdier, p_{nom} som evaluerer den bedste handelsregel mod markedet afkast alene som kaldes den nominelle p-værdi, samt p_{RC} som kaldes Reality Check p-værdien som inddrager alle regler i forhold til markedets afkast for at redegøre for datasnooping:

$$p_{nom} = B^{-1} \sum_{i=1}^B \bar{V}_l > 0 \quad (5.9)$$

$$p_{RC} = B^{-1} \sum_{i=1}^B \bar{V}_{l,i} > \bar{V}_l \quad (5.10)$$

Forskellen mellem de to p-værdier kan tolkes som et udtryk for graden af datasnooping.²⁷

Resultaterne for OMXC20 og OMXC30 for hele perioden og de fire delperioder er gengivet i tabel 5G²⁸

Tabel 5G: Reality check for OMXC20 og OMXC30, i perioden 1990-2013 samt de fire delperioder. Kriteriet er mean return uden transaktionsomkostninger.					
OMXC20	1990-2013	1990-1995	1996-2001	2002-2007	2008-2013
Bedste MA	MA(1,2,0)	MA(1,2,0)	MA(1,2,0)	MA(2,200,0)	MA(5,150,0)
p-nominel	0,026	0,000	0,080	0,052	0,099
p-RC	0,112	0,002	0,223	0,250	0,224
OMXC30	1990-2013	1990-1995	1996-2001	2002-2007	2008-2013
Bedste MA	MA(1,2,0)	MA(1,2,0)	MA(1,100,0)	MA(5,150,0)	MA(5,200,0)
p-nominel	0,135	0,018	0,199	0,230	0,260
p-RC	0,367	0,065	0,513	0,400	0,523

De bedste MA'er i findes i tabel 5E og 5F ÅOR. Den nominelle p-værdi er den bedste strategis signifikansniveau for at slå benchmark strategien uden at tage hensyn til datasnooping, altså at udelukke alle de andre handelsstrategier, så bootstrappen udvælger tilfældige stumper af den bedste handelsregler og vurderer om har et højere afkast end benchmark strategien – buy-and-hold. Her her OMXC20's p-værdier lavere end OMXC30's, der er en tendens til at både de nominelle p-værdier og RC p-

²⁷ Sullivan, Timmermann & White(1999, s.1659)

²⁸ Der bootstrappes 500 gange, hvilket er standard i litteraturen. Der er også udført test på 1000 og 2000 gange bootstrap men det giver ingen forskel.

værdierne er stigende over tiden hvilket indikerer højere grad af datasnooping. Men der er betydelig forskel på de to indeks, hvor OMXC20 holder sig tættere op ad et signifikant på almindeligt niveau på de nominelle p-værider, går det helt galt for OMXC30 i de sidste perioder, der er betydelig datasnooping, hvilket indikerer at handelsreglerne ikke indeholder økonomisk indhold men derimod er en tilfældighed. Der er dog også betragtelig datasnooping for OMXC20, hvorfor det må konkluderes at de bedste MA'ere i de sidste 2-3 delperioder indikerer at der ikke findes en superior handelsregel.

En forklaring på den kraftige stigning fra de nominelle p-værdier og til reality check p-væridierne, og egentlig også det høje niveau af værdierne, kunne være udvælgelsen af MA'ere i henværende undersøgelse. STW(1999) opererer med knapt 8000 handelsregler af forskellige typer, MA'ere, filterregler mm.. Udvælgelsen af kombinationer af korte(1,2,5) og lange(50,100,150,200) begrænser muligheden for at finde en superior handelsregel, da selve udvælgelsen inviterer til datasnooping, hvilket kan forklare en del af de høje p_{RC} . Et problem med reality check metoden er at hvis man inddrager mange dårlige handelsregler, som f.eks MA(1,5,1) på det svenske OMXC30 som er signifikant med negativt afkast. Bootstrap metoden er nok ikke så velegnet til det relativt lille og de forholdsvis ens handelsregler som er i denne undersøgelse.

Samlet kan der spores en tendens af højere grad af datasnooping, men der er forskel mellem de to indeks. Det danske holder en fornuftig signifikans for nominelle p-værdier, hvilket ikke er tilfældet for det svenske, men begge indeks viser stor grad af datasnooping i de sidste delperioder. MA(1,2,0) giver rimelig signifikans i de første to delperioder, hvilket skyldes den store positive autokorrelation af første grad.

Kapitel VI - Konklusion

Rationalitets antagelsen er en kritisk antagelse i økonomiske teorier, fordi modellens resultater afhænger af denne antagelse. For EMH er rationelle økonomiske agenter kritisk for udledelsen af buy-and-hold strategien, hvor arbitrage argumentet beskytter mod alle situationer hvor menneskelig psykologi inddrages. Hvis der eksisterer tilstrækkelig med noise traders kan arbitrage argumentet falde, fordi så er muligheden for risikofri arbitrage sat ud af spil. Det ligner et spørgsmål om tro på i hvilken grad noise traders har en nuleffekt på ligevægts prisen eller om de indeholder positiv feedback på prisdannelsen.

Den empiriske undersøgelse af det danske OMXC20 index og det svenske OMXC30 indeks indikerede at det svenske indeks var mere efficient end det danske.

Den statistiske analyse af datasættene viste at OMXC30 er mere normalfordelt end OMXC20, dette implicerer dog ikke at det er mere efficient da martingales eller fair games dækker over mange fordelinger af afkast. Men autokorrelationen var også større for det danske indeks, hvilket er en overtrædelse af ortogonal betingelsen som også er en nødvendig betingelse for martingale processer. Begge indeks havde dog signifikant autokorrelation.

Testet imod de mest gængse moving averages virker det svenske OMXC30 index betydeligt mere efficient end det danske OMXC20 index. Der forekom langt flere signifikante t-værdier for handelssignaler på OMXC20, selvom t-væriderne er udledt under betingelsen om normalfordeling, er forskellen så betydeligt så den er iøjnefaldende. De gennemsnitlige køb-, salgs- og køb-salgssignaler var selvfølgelig også højere på det danske marked i forhold til de to markeder ubetingede afkast, hvilket øger sandsynligheden for at der findes profitable handelsstrategier ved anvendelse af moving averages.

Bootstrap test for random walk viste også buy-and-hold strategien nåede højere p-værdier for OMXC30 end for OMXC20, hvilket indikerer at random walk harmonerer bedre med prisdannelsen på det svenske marked end det danske. Det lykkedes for nogle af de to indeks at forklare variansforskellen mellem køb-og-salgsignaler fra moving averages, hvilket kan indikere at der findes information i handelssignalene som er betinget af en højere ordens sammenhæng mellem efterfølgende afkast.

Break-even analysen viste klart at der findes flere potentielt profitable moving averages på det danske marked, af de meget almindelige handelsstrategier der blev testet. Specielt kombinationer af korte moving averages kombineret med lange moving averages på 150 og 200 dage, gav break-even værdier som var tilstrækkelige til at dække transaktionsomkostningerne i de fleste periode inddelinger på det danske marked. Overraskende nok var de samme kombinationer af moving averages kun økonomisk rentable i de sidste to delperioder.

White's Reality Check viste højere signifikans af moving averages handelsstrategien, de nominelle p-værdier havde en tendens til at stige med tiden, hvilket indikerer at regler havde dårligere mulighed for nå over gennemsnittet for buy-and-hold før transaktionsomkostninger. Reality check p-værdierne var også stigende over tiden, og da forskellen mellem de to typer p-værdier viser om handelsstrategien har økonomisk indhold eller er ren og skær held, som en konsekvens af datasnooping, må det konkluderes at begge markeder men igen i højere grad det svenske end det danske, virker mere efficiente over hele tidsperioden. Den kraftige autokorrelation som fandt de bedste handelsregler som MA(1,2,0) har klart mest økonomisk indhold, til gengæld er de jo ikke økonomisk rentable.

Samlet ser det svenske OMXC30 mere efficient ud end det danske OMXC20. Det havde dog været muligt at konkludere lidt kraftigere, hvis Sharpe ratioen havde været anvendt til at risikojustere afkastene og udvælgelsen af handelsregler fra teknisk analyse havde været større og bredere. Sharpe ratioen ville uden tvivl have trukket signifikansniveauet nedad i de forskellige tests, mens en dækkende udvælgelse af handelsregler ville have trukket undersøgelsen i den anden retning – så måske ville det have givet en samlet nuleffekt på nul ligesom "noise traderne".

BILAG

BILAG

BILAG 1A: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 1990-1995 for OMXC20.
 Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med (*) for 5(1)%signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.

	Buy	Sell	Buy-Sell	σ BUY	σ Sell	N Buy	N Sell
BUY-AND-HOLD	0,000064	0,000064	0,000000	0,0089	0,0089	1317	0
MA(1,2,0)	0,001526 ** 3,35	-0,001426 ** -3,64	0,002952 ** 6,07	0,0093	0,0083	665	652
MA(1,5,0)	0,00108 * -2,38	-0,000968 * -2,43	0,002048 ** -4,18	0,0090	0,0088	663	654
MA(1,50,0)	0,000509 -1,08	-0,000401 -1,04	0,000910 -1,84	0,0085	0,0094	673	644
MA(1,100,0)	0,000413 -0,85	-0,000314 -0,84	0,000727 -1,46	0,0083	0,0096	684	633
MA(1,150,0)	0,000534 -1,18	-0,000402 -1,03	0,000936 -1,90	0,0079	0,0098	656	661
MA(1,200,0)	0,000507 -1,15	-0,000415 -1,02	0,000922 -1,85	0,0077	0,0101	685	632
MA(1,2,1)	0,001998 -0,78	0,000488 -0,17	0,001510 -0,43	0,0110	0,0136	20	30
MA(1,5,1)	0,001625 * -2,05	-0,000521 -0,7	0,002146 * -1,99	0,0101	0,0108	201	181
MA(1,50,1)	0,000545 -1,09	-0,000515 -1,21	0,001060 -1,93	0,0086	0,0095	555	538
MA(1,100,1)	0,000348 -0,66	-0,000596 -1,45	0,000944 -1,76	0,0084	0,0098	601	566
MA(1,150,1)	0,000647 -1,45	-0,000377 -0,92	0,001024 * -1,99	0,0078	0,0101	608	613
MA(1,200,1)	0,000384 -0,82	-0,000389 -0,92	0,000773 -1,48	0,0077	0,0103	649	596
MA(2,50,0)	0,000365 -0,73	-0,000248 -0,7	0,000613 -1,24	0,0085	0,0094	671	646
MA(2,100,0)	0,000420 -0,88	-0,000317 -0,85	0,000737 -1,49	0,0084	0,0095	681	636
MA(2,150,0)	0,000498 -1,1	-0,000359 -0,93	0,000857 -1,74	0,0079	0,0099	650	667
MA(2,200,0)	0,000481 -1,09	-0,000384 -0,95	0,000865 -1,74	0,0077	0,0101	683	634
MA(5,50,0)	0,000230 -0,4	-0,000108 -0,39	0,000338 -0,68	0,0087	0,0092	670	647
MA(5,100,0)	0,000297 -0,57	-0,000191 -0,57	0,000488 -0,98	0,0085	0,0094	688	629
MA(5,150,0)	0,000528 -1,18	-0,000378 -0,97	0,000906 -1,85	0,0077	0,0100	643	674
MA(5,200,0)	0,000404 -0,89	-0,000299 -0,77	0,000703 -1,41	0,0076	0,0101	681	636
ARMA(2,50,0)	0,001660 ** -3,06	-0,001659 ** -3,23	0,003319 ** -5,04	0,0091	0,0091	394	373
ARMA(2,100,0)	0,001641 ** -3,01	-0,001646 ** -3,06	0,003287 ** -4,82	0,0090	0,0094	385	353
ARMA(2,150,0)	0,001386 ** -2,60	-0,002156 ** -4,08	0,003542 ** -5,39	0,0085	0,0092	364	360
ARMA(2,200,0)	0,001417 ** -2,77	-0,002266 ** -4,11	0,003683 ** -5,56	0,0081	0,0093	367	334
ARMA(5,50,0)	0,001485 ** -2,80	-0,000913 -1,79	0,002398 ** -3,64	0,0090	0,0097	414	395
ARMA(5,100,0)	0,001219 * -2,31	-0,001191 * -2,24	0,002410 ** -3,63	0,0086	0,0096	395	365
ARMA(5,150,0)	0,001096 * -2,08	-0,001528 ** -2,84	0,002624 ** -3,96	0,0083	0,0097	376	374
ARMA(5,200,0)	0,001208 * -2,40	-0,001477 ** -2,63	0,002685 ** -4,01	0,0080	0,0100	382	351

BILAG

BILAG 1B: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 1996-2001 for OMXC20. Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med (*) for 5(1)% signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.

BUY-AND-HOLD	Buy 0,000624	Sell 0,000624	Buy-Sell 0,000000	σ_{BUY} 0,0114	σ_{Sell} 0,0114	N Buy 1500	N Sell 0
MA(1,2,0)	0,001710 *	-0,000631 *	0,002341 **	0,0108	0,1210	804	82
	2,25	-2,30	3,93				
MA(1,5,0)	0,001489 *	-0,000440	0,001929 **	0,0106	0,0124	836	664
	1,79	-1,89	3,15				
MA(1,50,0)	0,000754	0,00032	0,000434	0,0099	0,0144	1050	450
	0,31	-0,41	0,58				
MA(1,100,0)	0,000870	-0,000053	0,000923	0,0102	0,0143	1100	400
	0,58	-0,87	1,18				
MA(1,150,0)	0,000853	0,00	0,000853	0,0104	0,0139	1097	403
	0,53	-0,82	1,12				
MA(1,200,0)	0,000865	0,000014	0,000851	0,0107	0,0132	1075	425
	0,55	-0,87	1,19				
MA(1,2,1)	-0,000354	-0,002070	0,001716	0,0150	0,0190	57	67
	-0,49	-1,15	0,56				
MA(1,5,1)	0,001569	0,000020	0,001549	0,0115	0,0153	349	234
	1,39	-0,58	1,32				
MA(1,50,1)	0,000727	0,000346	0,000381	0,0099	0,0153	933	343
	0,23	-0,32	0,43				
MA(1,100,1)	0,000900	-0,000236	0,001136	0,0102	0,0151	1026	342
	0,63	-0,98	1,29				
MA(1,150,1)	0,000952	-0,000154	0,001106	0,0104	0,0143	1054	357
	0,75	-0,95	1,34				
MA(1,200,1)	0,001007	-0,000061	0,001068	0,0105	0,0137	1054	378
	0,87	-0,89	1,24				
MA(2,50,0)	0,000688	0,000472	0,000216	0,0100	0,0144	1053	447
	0,15	-0,21	0,29				
MA(2,100,0)	0,000787	0,000171	0,000616	0,0102	0,0144	1103	397
	0,38	-0,58	0,78				
MA(2,150,0)	0,000849	0,000022	0,000827	0,0104	0,0138	1092	408
	0,52	-0,81	1,10				
MA(2,200,0)	0,000833	0,000096	0,000737	0,0107	0,0132	1075	425
	0,47	-0,75	1,03				
MA(5,50,0)	0,000657	0,000543	0,000114	0,0100	0,0145	1065	435
	0,08	-0,11	0,15				
MA(5,100,0)	0,000873	-0,000080	0,000953	0,0103	0,0143	1108	392
	0,58	-0,90	1,21				
MA(5,150,0)	0,000816	0,000111	0,000705	0,0105	0,0137	1092	408
	0,44	-0,70	0,94				
MA(5,200,0)	0,000948	-0,000204	0,001152	0,0107	0,0131	1078	422
	0,74	-1,17	1,60				
ARMA(2,50,0)	0,001564	-0,001070	0,002634 **	0,0098	0,0149	611	257
	1,90	-1,73	2,60				
ARMA(2,100,0)	0,001672 *	-0,001648 *	0,003320 **	0,0100	0,0151	621	217
	2,11	-2,13	3,02				
ARMA(2,150,0)	0,001707 *	-0,001460 *	0,003167 **	0,0100	0,0144	619	218
	2,17	-2,05	3,00				
ARMA(2,200,0)	0,001757 *	-0,001354 *	0,003111 **	0,0101	0,0134	605	226
	2,24	-2,10	3,16				
ARMA(5,50,0)	0,001362	-0,000612	0,001974 *	0,0097	0,0147	669	283
	1,54	-1,34	2,07				
ARMA(5,100,0)	0,001527	-0,001021	0,002548 *	0,0099	0,0152	665	229
	1,87	-1,57	2,37				
ARMA(5,150,0)	0,001411	-0,001319	0,002730 **	0,0100	0,0146	659	226
	1,61	-1,91	2,60				
ARMA(5,200,0)	0,001401	-0,001421 *	0,002822 **	0,0101	0,0139	640	229
	1,56	-2,13	2,82				

BILAG

BILAG 1C: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 2002-2007 for OMXC20.							
Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med (*) for 5(1)% signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.							
	Buy	Sell	Buy-Sell	σ BUY	σ Sell	N Buy	N Sell
BUY-AND-HOLD	0,000359	0,000359	0,000000	0,0110	0,0110	1503	0
MA(1,2,0)	0,000292 -0,15	0,000438 0,14	-0,000146 -0,25	0,0100	0,0119	0	695
MA(1,5,0)	0,000325 -0,08	0,000405 0,08	-0,000080 -0,14	0,0096	0,0125	851	652
MA(1,50,0)	0,000445 -0,22	0,000197 -0,24	0,000248 0,36	0,0086	0,0144	986	517
MA(1,100,0)	0,000607 -0,64	-0,000203 -0,77	0,000810 1,09	0,0087	0,0149	1043	460
MA(1,150,0)	0,000601 -0,62	-0,000244 -0,78	0,000845 1,09	0,0089	0,0150	1074	429
MA(1,200,0)	0,000624 -0,68	-0,000295 -0,86	0,000919 1,21	0,0900	0,0147	1070	433
MA(1,2,1)	-0,002965 -1,59	-0,003265 -1,54	0,000300 0,10	0,0142	0,0181	47	60
MA(1,5,1)	0,000783 0,61	0,000733 0,36	0,000050 0,04	0,0105	0,0150	275	228
MA(1,50,1)	0,000453 0,23	0,000101 -0,32	0,000352 0,44	0,0086	0,0151	825	414
MA(1,100,1)	0,000563 0,51	-0,000049 -0,5	0,000612 0,73	0,0086	0,0156	961	390
MA(1,150,1)	0,000543 0,46	-0,000240 -0,74	0,000783 0,97	0,0088	0,0151	1024	396
MA(1,200,1)	0,000614 0,65	-0,000114 -0,60	0,000728 0,95	0,0089	0,0148	1042	402
MA(2,50,0)	0,000471 0,28	0,000146 -0,31	0,000325 0,47	0,0086	0,0144	986	517
MA(2,100,0)	0,000540 0,46	-0,000062 -0,56	0,000602 0,80	0,0087	0,0150	1053	450
MA(2,150,0)	0,000589 0,59	-0,000225 -0,75	0,000814 1,05	0,0089	0,0150	1053	424
MA(2,200,0)	0,000680 0,81	-0,000427 -1,03	0,001107 1,46	0,0089	0,0148	1068	435
MA(5,50,0)	0,000548 0,48	-0,000003 -0,53	0,000551 0,80	0,0087	0,0142	988	515
MA(5,100,0)	0,000585 0,58	-0,000167 -0,70	0,000752 1,00	0,0088	0,0149	1052	451
MA(5,150,0)	0,000643 0,72	-0,000369 -0,94	0,001012 1,31	0,0090	0,0148	1082	421
MA(5,200,0)	0,000676 0,80	-0,000427 -1,03	0,001103 1,45	0,0090	0,0147	1072	431
ARMA(2,50,0)	0,000704 0,77	0,000936 0,64	-0,000232 -0,37	0,0085	0,0150	596	305
ARMA(2,100,0)	0,000790 0,96	0,000581 0,22	0,000209 0,33	0,0085	0,0157	608	260
ARMA(2,150,0)	0,000744 0,87	0,000499 0,13	0,000245 0,38	0,0085	0,0158	617	238
ARMA(2,200,0)	0,000700 0,77	0,000274 -0,08	0,000426 0,66	0,0084	0,0152	612	237
ARMA(5,50,0)	0,000576 0,51	0,000630 0,31	-0,000054 -0,06	0,0089	0,0090	664	330
ARMA(5,100,0)	0,000735 0,87	0,000427 0,07	0,000308 0,30	0,0089	0,0082	659	268
ARMA(5,150,0)	0,000718 0,84	0,000400 0,04	0,000318 0,30	0,0089	0,0079	666	244
ARMA(5,200,0)	0,000837 1,12	0,000609 0,24	0,000228 0,21	0,0089	0,0083	656	238

BILAG

BILAG 1D: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 2008-2013 for OMXC20. Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med (*) for 5(1)% signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.

	Buy 0,000062	Sell 0,000062	Buy-Sell 0,000000	σ_{BUY} 0,0160	σ_{Sell} 0,0160	N Buy 1328	N Sell 0
BUY-AND-HOLD							
MA(1,2,0)	0,000413 0,43	-0,000247 -0,43	0,000660 0,75	0,0157	0,0163	682	646
MA(1,5,0)	0,000514 0,61	-0,00041 -0,59	0,000924 1,03	0,0143	0,0179	721	607
MA(1,50,0)	0,000381 0,47	-0,000355 -0,44	0,000736 0,73	0,0119	0,0209	806	522
MA(1,100,0)	0,000734 1,08	-0,01032 -1,07	0,011054 1,66	0,0115	0,0217	845	483
MA(1,150,0)	0,000805 1,22	-0,001262 -1,20	0,002067 1,86	0,0114	0,0222	870	458
MA(1,200,0)	0,000721 1,07	-0,000987 -1,00	0,001708 1,61	0,0113	0,0219	839	489
MA(1,2,1)	-0,000829 -0,43	-0,003729 -1,47	0,002900 0,88	0,0219	0,0257	111	100
MA(1,5,1)	0,000436 0,36	-0,000422 -0,39	0,000858 0,57	0,0153	0,0213	327	292
MA(1,50,1)	0,000334 0,38	-0,000498 -0,51	0,000832 0,71	0,0120	0,0222	685	428
MA(1,100,1)	0,000727 1,05	-0,001366 -1,27	0,002093 1,82	0,0117	0,0225	789	440
MA(1,150,1)	0,000789 1,18	-0,001344 -1,24	0,002133 1,88	0,0114	0,0225	846	444
MA(1,200,1)	0,000664 0,97	-0,000979 -0,97	0,001643 1,51	0,0112	0,0220	824	475
MA(2,50,0)	0,000338 0,41	-0,000289 -0,38	0,000627 0,62	0,0119	0,0209	806	522
MA(2,100,0)	0,000748 1,11	-0,001057 -1,06	0,001805 1,69	0,0115	0,0218	845	483
MA(2,150,0)	0,000751 1,13	-0,001157 -1,11	0,001908 1,72	0,0114	0,0223	869	459
MA(2,200,0)	0,000702 1,04	-0,000959 -0,97	0,001661 1,56	0,0113	0,0219	840	488
MA(5,50,0)	0,000574 0,79	-0,000662 -0,74	0,001236 1,23	0,0121	0,0207	810	518
MA(5,100,0)	0,000845 1,27	-0,001201 -1,20	0,002046 1,93	0,0115	0,0217	839	489
MA(5,150,0)	0,000831 1,26	-0,001317 -1,25	0,002148 1,93	0,0115	0,0222	871	457
MA(5,200,0)	0,000698 1,03	-0,000962 -0,95	0,001660 1,55	0,0113	0,0218	837	491
ARMA(2,50,0)	0,000517 0,61	-0,000725 -0,67	0,001242 0,99	0,0117	0,0199	469	309
ARMA(2,100,0)	0,000625 0,78	-0,001794 -1,40	0,002419 1,75	0,0113	0,0210	470	271
ARMA(2,150,0)	0,000641 0,82	-0,002223 -1,62	0,002864 * 1,97	0,0110	0,0215	474	250
ARMA(2,200,0)	0,000336 0,37	-0,002364 -1,77	0,002700 1,92	0,0106	0,0211	452	259
ARMA(5,50,0)	0,000554 0,71	-0,000753 -0,70	0,001307 1,07	0,0112	0,0208	540	341
ARMA(5,100,0)	0,000820 1,13	-0,001529 -1,17	0,002349 1,68	0,0109	0,0223	525	287
ARMA(5,150,0)	0,000620 0,83	-0,002414 -1,68	0,003034 * 2,02	0,0106	0,0230	522	259
ARMA(5,200,0)	0,000311 0,35	-0,002627 -1,86	0,002938 * 2,01	0,0102	0,0227	498	266

BILAG

BILAG 2A: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 1990-1995 for OMXC30. Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med (*) for 5(1)% signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.

	Buy 0,000484	Sell 0,000484	Buy-Sell 0,000000	σ_{BUY} 0,0129	σ_{Sell} 0,0129	N Buy 1321	N Sell 0
BUY-AND-HOLD							
MA(1,2,0)	0,002162 ** 2,83	-0,001253 ** -2,77	0,003415 ** 4,85	0,0123	0,0132	672	649
MA(1,5,0)	0,001418 1,62	-0,000574 -1,62	0,001992 ** 2,79	0,0120	0,0137	702	619
MA(1,50,0)	0,00124 1,45	-0,000672 -1,51	0,001912 * 2,46	0,0108	0,0155	799	522
MA(1,100,0)	0,000928 0,86	-0,000286 -0,98	0,001214 1,50	0,0108	0,0158	838	483
MA(1,150,0)	0,000668 0,37	0,000136 -0,4	0,000532 0,62	0,0103	0,0167	864	457
MA(1,200,0)	0,000595 0,22	0,000269 -0,25	0,000326 0,38	0,0104	0,0167	873	448
MA(1,2,1)	0,003289 1,2	-0,002183 -0,96	0,005472 1,52	0,0183	0,0207	63	56
MA(1,5,1)	0,002631 2,73	-0,000337 -0,82	0,002968 * 2,53	0,0125	0,0153	320	263
MA(1,50,1)	0,001137 1,2	-0,000330 -0,96	0,001467 1,68	0,0110	0,0161	709	438
MA(1,100,1)	0,001014 1,01	-0,000388 -1,02	0,001402 1,59	0,0108	0,0164	782	425
MA(1,150,1)	0,000703 0,43	-0,000016 -0,53	0,000719 0,77	0,0103	0,0173	812	408
MA(1,200,1)	0,000662 0,35	0,000170 -0,35	0,000492 0,54	0,0104	0,0170	815	420
MA(2,50,0)	0,001021 1,02	-0,000327 -1,07	0,001348 1,74	0,0109	0,0154	795	526
MA(2,100,0)	0,000814 0,64	-0,000100 -0,72	0,000914 1,12	0,0107	0,0159	844	477
MA(2,150,0)	0,000654 0,34	-0,000161 -0,37	0,000815 0,57	0,0102	0,0168	865	456
MA(2,200,0)	0,000535 0,1	-0,000384 -0,12	0,000919 0,17	0,0104	0,0167	875	446
MA(5,50,0)	0,001104 1,17	-0,000434 -1,23	0,001538 * 2,00	0,0110	0,0152	789	532
MA(5,100,0)	0,000747 0,52	0,000018 -0,56	0,000729 0,88	0,0104	0,0163	845	476
MA(5,150,0)	0,000513 0,06	0,000431 -0,06	0,000082 0,10	0,0103	0,0167	863	458
MA(5,200,0)	0,000396 -0,18	0,000652 0,20	-0,000256 -0,30	0,0104	0,0166	865	456
ARMA(2,50,0)	0,002363 ** 3,06	-0,002282 ** -2,93	0,004645 ** 4,61	0,0108	0,0154	462	312
ARMA(2,100,0)	0,002232 ** 2,92	-0,001973 * -2,44	0,004205 ** 3,98	0,0104	0,0157	467	278
ARMA(2,150,0)	0,001695 * 2,14	-0,002266 ** -2,59	0,003961 ** 3,63	0,0096	0,0161	474	259
ARMA(2,200,0)	0,001710 * 2,15	-0,002117 * -2,39	0,003827 ** 3,42	0,0097	0,0161	472	248
ARMA(5,50,0)	0,001908 * 2,42	-0,001094 -1,70	0,003002 ** 3,07	0,0107	0,0157	514	334
ARMA(5,100,0)	0,001504 1,73	-0,001213 -1,68	0,002717 ** 2,57	0,0107	0,0162	515	296
ARMA(5,150,0)	0,001138 1,16	-0,001312 -1,64	0,002450 * 2,18	0,0100	0,0169	512	267
ARMA(5,200,0)	0,001165 1,20	-0,001061 -1,40	0,002226 * 1,96	0,0100	0,0169	514	260

BILAG

BILAG 2B: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 1996-2001 for OMXC30. Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med (*) for 5(1)% signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.

BUY-AND-HOLD	Buy 0,000599	Sell 0,000599	Buy-Sell 0,000000	σ_{BUY} 0,0167	σ_{Sell} 0,0167	N Buy 1505	N Sell 0
MA(1,2,0)	0,001490 1,27	-0,000394 -1,25	0,001884 * 2,17	0,0157	0,0178	793	712
MA(1,5,0)	0,000874 0,41	0,000252 -0,41	0,000622 0,70	0,0148	0,0189	840	665
MA(1,50,0)	0,001006 0,66	-0,000125 -0,72	0,001131 1,12	0,0135	0,0213	963	542
MA(1,100,0)	0,001307 1,17	-0,000677 -1,25	0,001984 1,94	0,0133	0,0216	968	537
MA(1,150,0)	0,000986 0,64	-0,000172 -0,73	0,001158 1,10	0,0136	0,0217	1002	503
MA(1,200,0)	0,000684 0,14	0,000397 -0,18	0,000287 0,25	0,0138	0,0221	1059	446
MA(1,2,1)	-0,000517 -0,61	0,000283 -0,16	-0,000800 -0,31	0,0216	0,0223	146	136
MA(1,5,1)	0,000811 0,25	0,000319 -0,22	0,000492 0,35	0,0154	0,0223	457	351
MA(1,50,1)	0,000972 0,59	0,000279 -0,29	0,000693 0,61	0,0135	0,0220	860	461
MA(1,100,1)	0,001227 1,03	-0,000592 -1,1	0,001819 1,71	0,0132	0,0218	938	503
MA(1,150,1)	0,000958 0,59	-0,000370 -0,9	0,001328 1,23	0,0135	0,0218	980	480
MA(1,200,1)	0,000880 0,46	-0,000118 -0,40	0,000998 0,64	0,0137	0,0225	1020	412
MA(2,50,0)	0,000883 0,47	0,000099 -0,5	0,000784 0,78	0,0134	0,0213	959	546
MA(2,100,0)	0,001274 1,11	-0,000629 -1,19	0,001903 1,86	0,0133	0,0215	971	534
MA(2,150,0)	0,000888 0,48	0,000019 -0,55	0,000869 0,82	0,0136	0,0216	1004	501
MA(2,200,0)	0,000595 -0,01	0,000608 0,01	-0,000013 0,00	0,0139	0,0220	1059	446
MA(5,50,0)	0,001029 0,71	-0,000152 -0,71	0,001181 1,17	0,0133	0,0214	957	548
MA(5,100,0)	0,012750 1,11	-0,000610 -1,19	0,001336 1,86	0,0134	0,0213	965	540
MA(5,150,0)	0,000978 0,62	-0,000137 -0,7	0,001115 1,07	0,0136	0,0215	993	512
MA(5,200,0)	0,000851 0,42	-0,000001 -0,52	0,000852 0,75	0,0138	0,0221	1055	450
ARMA(2,50,0)	0,001241 0,90	-0,001663 -1,76	0,002904 * 2,17	0,0135	0,0218	574	323
ARMA(2,100,0)	0,001640 1,49	-0,002174 -2,03 *	0,003814 ** 2,71	0,0130	0,0222	551	295
ARMA(2,150,0)	0,001310 1,00	-0,001967 -1,78	0,003277 * 2,21	0,0133	0,0226	561	271
ARMA(2,200,0)	0,001269 0,96	-0,000998 -1,06	0,002267 1,47	0,0133	0,0227	596	249
ARMA(5,50,0)	0,001121 0,76	-0,000245 -0,65	0,001366 1,02	0,0134	0,0228	640	342
ARMA(5,100,0)	0,001682 1,59	-0,000214 -0,58	0,001896 1,32	0,0131	0,0224	613	310
ARMA(5,150,0)	0,001326 1,08	-0,000020 -0,40	0,001346 0,88	0,0129	0,0235	623	286
ARMA(5,200,0)	0,001220 0,93	-0,000932 -0,22	0,002152 0,19	0,0131	0,0237	658	264

BILAG

BILAG 2C: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 2002-2007 for OMXC30. Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med (*) for 5(1)% signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.

	Buy 0,000160	Sell 0,000160	Buy-Sell 0,000000	σ_{BUY} 0,0137	σ_{Sell} 0,0137	N Buy 1502	N Sell 0
BUY-AND-HOLD							
MA(1,2,0)	0,000416 0,47	-0,000135 -0,43	0,000551 0,76	0,0119	0,0155	803	699
MA(1,5,0)	0,000204 0,08	-0,000102 -0,08	0,000306 0,14	0,0117	0,0159	851	651
MA(1,50,0)	0,000382 0,46	-0,000247 -0,46	0,000629 0,73	0,0101	0,0185	971	531
MA(1,100,0)	0,000544 0,81	-0,000625 -0,87	0,001169 1,28	0,0100	0,0191	1009	493
MA(1,150,0)	0,000376 0,46	-0,000295 -0,48	0,000671 0,72	0,0100	0,0192	1018	484
MA(1,200,0)	0,000422 0,56	-0,000445 -0,61	0,000867 0,89	0,0101	0,0196	1048	454
MA(1,2,1)	-0,001313 -0,73	0,001697 0,69	-0,003010 -1,02	0,0170	0,0215	64	96
MA(1,5,1)	-0,000620 -0,96	-0,000645 -0,68	0,000025 0,02	0,0134	0,0194	337	290
MA(1,50,1)	0,000414 0,52	-0,000091 -0,26	0,000505 0,52	0,0100	0,0193	861	449
MA(1,100,1)	0,000454 0,62	-0,000324 -0,49	0,000778 0,79	0,0099	0,0195	957	438
MA(1,150,1)	0,000333 0,37	-0,000168 -0,32	0,000501 0,50	0,0098	0,0198	972	432
MA(1,200,1)	0,000467 0,65	-0,000364 -0,50	0,000831 0,81	0,0098	0,0201	1009	421
MA(2,50,0)	0,000397 0,49	-0,000274 -0,50	0,000671 0,78	0,0103	0,0183	971	531
MA(2,100,0)	0,000514 0,75	-0,000560 -0,78	0,001074 1,18	0,0100	0,0191	1007	495
MA(2,150,0)	0,000481 0,68	-0,000519 -0,72	0,001000 1,07	0,0100	0,0193	1020	482
MA(2,200,0)	0,000412 0,53	-0,000425 -0,59	0,000837 0,86	0,0101	0,0196	1050	452
MA(5,50,0)	0,000243 0,17	0,000013 -0,17	0,000230 0,27	0,0103	0,0182	959	543
MA(5,100,0)	0,000524 0,76	-0,000595 -0,81	0,001119 1,22	0,0102	0,0189	1013	489
MA(5,150,0)	0,000565 0,86	-0,000691 -0,90	0,001256 1,35	0,0100	0,0193	1018	484
MA(5,200,0)	0,000544 0,81	-0,000716 -0,90	0,001260 1,31	0,0102	0,0194	1044	458
ARMA(2,50,0)	0,000340 0,34	-0,000867 -0,87	0,001207 1,01	0,0096	0,0198	581	309
ARMA(2,100,0)	0,000524 0,70	-0,001267 -1,09	0,001791 1,36	0,0092	0,0206	578	268
ARMA(2,150,0)	0,000238 0,14	-0,001287 -1,08	0,001525 1,12	0,0094	0,0211	582	263
ARMA(2,200,0)	0,000144 -0,03	-0,001769 -1,40	0,001913 1,38	0,0096	0,0212	603	254
ARMA(5,50,0)	0,000336 0,34	-0,000239 -0,36	0,000575 0,52	0,0096	0,0192	664	344
ARMA(5,100,0)	0,000537 0,75	-0,000469 -0,51	0,001006 0,81	0,0091	0,0200	646	288
ARMA(5,150,0)	0,000324 0,33	-0,000382 -0,43	0,000706 0,56	0,0091	0,0204	647	280
ARMA(5,200,0)	0,000288 0,28	-0,000694 -0,65	0,000982 0,75	0,0091	0,0205	663	266

BILAG

BILAG 2D: Resultater for daglige logaritmiske differens afkast i perioden 2008-2013 for OMXC30. Reglerne er identificeret ved (kort, lang, bånd). Buy og Sell er gennemsnitlig afkast og Buy-Sell er differensen, herunder står t-værdierne som er markeret med (*) for 5(1)% signifikans. Standard afvigelsen og antallet N af signaler er givet i de fire sidste kolonner i tabellen.

	Buy 0,000093	Sell 0,000093	Buy-Sell 0,000000	σ_{BUY} 0,0176	σ_{Sell} 0,0176	N Buy 1305	N Sell 0
BUY-AND-HOLD							
MA(1,2,0)	-0,000254 -0,43	0,000458 0,41	-0,000712 -0,73	0,0166	0,0187	669	636
MA(1,5,0)	-0,001007 -1,43	0,00137 1,37	-0,002377 *	0,0157	0,0196	701	604
MA(1,50,0)	0,000225 0,19	-0,000103 -0,17	0,000328 0,30	0,0132	0,0227	780	525
MA(1,100,0)	0,000045 -0,07	0,000164 0,06	-0,000119 -0,11	0,0125	0,0233	780	525
MA(1,150,0)	0,000405 0,48	-0,000371 -0,41	0,000776 0,69	0,0119	0,0237	780	525
MA(1,200,0)	0,000381 0,44	-0,000366 -0,39	0,000747 0,65	0,0121	0,0240	801	504
MA(1,2,1)	-0,001256 -0,75	0,002882 1,16	-0,004138 -1,41	0,0192	0,0261	122	122
MA(1,5,1)	-0,001458 -1,43	0,002717 1,87	-0,004175 *	0,0174	0,0229	326	302
MA(1,50,1)	0,000052 -0,06	0,000034 -0,05	0,000018 0,01	0,0131	0,0237	693	455
MA(1,100,1)	-0,000040 -0,2	0,000133 0,03	-0,000173 -0,14	0,0125	0,0246	721	452
MA(1,150,1)	0,000314 0,34	-0,000621 -0,60	0,000935 0,80	0,0118	0,0242	738	492
MA(1,200,1)	0,000320 0,35	-0,000428 -0,43	0,000748 0,63	0,0120	0,0242	766	482
MA(2,50,0)	0,000064 -0,04	0,000135 0,04	-0,000071 -0,07	0,0132	0,0226	770	535
MA(2,100,0)	-0,000065 -0,24	0,000328 0,21	-0,000393 -0,35	0,0124	0,0233	780	525
MA(2,150,0)	0,000294 0,31	-0,000208 -0,26	0,000502 0,45	0,0120	0,0238	783	522
MA(2,200,0)	0,000467 0,57	-0,000497 -0,51	0,000964 0,84	0,0122	0,0238	798	507
MA(5,50,0)	0,000030 -0,09	0,000183 0,08	-0,000153 -0,14	0,0134	0,0224	772	533
MA(5,100,0)	0,000211 0,18	-0,000087 -0,16	0,000298 0,27	0,0129	0,0231	787	518
MA(5,150,0)	0,000479 0,59	-0,000494 -0,51	0,000973 0,86	0,0122	0,0237	787	518
MA(5,200,0)	0,000491 0,61	-0,000537 -0,54	0,001028 0,90	0,0122	0,0238	799	506
ARMA(2,50,0)	-0,000079 -0,21	0,000274 0,13	-0,000353 -0,24	0,0131	0,0233	441	297
ARMA(2,100,0)	-0,000598 -0,88	-0,000033 -0,09	-0,000565 -0,37	0,0129	0,0240	446	302
ARMA(2,150,0)	0,000116 0,03	0,000089 0,00	0,000027 0,02	0,0122	0,0246	432	288
ARMA(2,200,0)	0,000181 0,12	0,000239 0,09	-0,000058 -0,04	0,0121	0,0249	438	273
ARMA(5,50,0)	-0,000408 -0,68	0,001298 0,90	-0,001706 -1,26	0,0125	0,0228	516	340
ARMA(5,100,0)	-0,000676 -1,05	0,001402 0,93	-0,002078 -1,45	0,0121	0,0239	500	324
ARMA(5,150,0)	-0,000328 -0,59	0,001135 0,70	-0,001463 -0,98	0,0116	0,0246	486	310
ARMA(5,200,0)	-0,000353 -0,62	0,001222 0,72	-0,001575 -1,00	0,0116	0,0251	484	287

BILAG 3: White RC

```

function output = RC(returns, benchmarkReturns,numOfBootstraps)
% INPUTS
%
% returns: T-by-m matrix of returns from strategies/rules that are
% allegedly better than the benchmark. T is the number of observations,
% m is the number of rules/strategies. the oldest observations are on top
% of the matrix.
%
% benchmarkReturns: T-by-k matrix of returns that constitute the benchmark.
%
% numOfBootstraps: number of bootstraps to run. Advised mininum: 500.
% Performance reduces greatly the higher this number.
%
% number of predictions/returns
T = size(returns,1);

% the benchmark vector is the asset with max mean return
[~, ind] = max(mean(benchmarkReturns));
benchRet = benchmarkReturns(:,ind);

% calculate matrix of mean outperformance (mean ret over bench)
mean_ex_rets = bsxfun(@minus, mean(returns), mean(benchRet));

% The first test stat
VI = T^0.5 * max(mean_ex_rets);

% GENERATE BOOTSTRAPPED INDEXES
B=numOfBootstraps; % number of bootstraps
q=0.1; % smoothing parameter
org_ind = (1:T)';
bts_ind(T,B) = 0;
for b=1:B
bts_ind(1,b)=org_ind(randi(T),1);
for i=2:T
u=rand;
if u<q
bts_ind(i,b)=org_ind(randi(T),1);
else
bts_ind(i,b)=bts_ind(i-1,b)+1;
if bts_ind(i,b)>T
bts_ind(i,b)=1;
end
end
end
end

% calculate Vli
Vli(B,1)=0;
for b=1:B
Vli(b,1) = T^0.5 * max(...(mean(returns(bts_ind(:,b),:)) ...
- (mean(benchRet(bts_ind(:,b),:))))...
- mean_ex_rets); % initial mean outperformances 1 x L
end

%%%%%%%
max_ret_test = (VI / T^0.5) * 250 + max(mean(benchmarkReturns))*250;
% doublecheck
max_ret_bench = mean(benchRet) * 250;
p_value_RC = sum(Vli>VI)/B;
disp(' max test max bench rc pval');
disp([max_ret_test, max_ret_bench, p_value_RC]);
output = [max_ret_test, max_ret_bench, p_value_RC];

```

BILAG

Litteraturliste:

Allen, F. & Karjalainen, R.(1999)
"Using genetic algorithms to find technical trading rules"
Journal of Financial Economics 51, (1999) pp.245-271

Andersen, Paul Kruger(1985)
"Kapitaludvidelser og fortegnsret i aktieselskaber"
FINANS/INVEST, nr.5 1985 pp.22-26

Arthur, W. Brian(1993)
"On designing economic agents that behave like human agents"
Journal of Evolutionary Economics, 3 (1993) pp.1-22

Arthur, W. Brian(1994)
"Inductive reasoning and bounded rationality"
American Economic Review, may (1994) pp.406-411

Arthur, W.B., Holland, J.H., LeBaron, B., Palmer, P. & Tayler,P.(1996)
"Asset Pricing under Endogenous Expectations in an Artificial Stock Market"
<http://www.dma.unive.it/~paolop/papers/arthur96asset.pdf>

Bell, D.E., Raiffa, H & Tversky, A.(1988)
"Decision Making: descriptive, normative and prescriptive interactions"
Cambridge University Press 1988

Bentzen, Erik(1985)
"Inddeling af danske aktier i risikogrupper"
FINANS/INVEST 5/1985, pp.34-39

Litteraturliste:

Bentzen, Erik(1986)

“Aktieinvesteringer i perioden 1950-1985”

FINANS/INVEST 3/1986, pp.21-24

Bernsen, Niels Ole & Ulbæk, Ib(1993)

“Naturlig og kunstig intelligens”

Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck 1993

Brock, William C., & LeBaron, Blake D.(1996)

“A dynamic structural model for stock market return volatility and trading volume”

The Review of Economics and Statistics, 1996, pp.94-110

Brock, W., Lakonishok, J. og LeBaron, B.(1992)

“Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties og Stock Returns”

The Journal of Finance, Vol. XIVIL, No. 5, December 1992

Cootner(1964)

Campbell, John Y., Lo, Andrew W. og MacKinlay, A. Craig(1997)

“The Econometrics of Financial Markets”

Princeton University Press

Cuthberson, Keith(2004)

“Quantitative Financial Economics”

John Wiley & Sons Ltd.

Estrup, Hector(1991)

“Nogle grundtræk af den økonomiske teoris udvikling”

Jurist- og Økonomforbundets Forlag, 1991

Fama, Eugene F.(1970)

“Efficient capital markets: A review of theory and empirical work”

Journal of Finance 25(1970), 383-417

Litteraturliste:

Fama, Eugene F.(1990)
"Efficient capital markets II"
Journal of Finance, December(1991), 1575-1617

Fredriksen, Arne Mylleager(1987)
"Teknisk analyse – en introduktion"
Finans/Invest 4/1987, s. 10-15

Grabech Sørensen, Bjarne(1980)
"En filtertest af danske aktiekurser"
Nationaløkonomisk Tidsskrift 1980, nr.2, s. 140-148

Grossman, Sanford J. og Stiglitz, Joseph E.(1980)
"On the Impossibility of Efficient Markets"
The Economic Journal, June(1980), 393-408

Kelly, George(1963)
"A THEORY OF PERSONLITY – The Psychology of Personal Constructs"
W W Norton & Company 1963

Keynes, John Maynard(1973)
"The General Theory of Employment, Interest and Money"
The Royal Economic Society 1973

Knudsen, Christian(1991)
"Økonomisk Metodologi"
DJØF Forlag, 1991

Lo, Andrew W., Mamaysky, Harry og Wang, Jiang(2000)
"Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference,
and Empirical Implementation"
The Journal of Finance, Vol. LV, No.4, August 2000 1705-1765

Litteraturliste:

Loasby,Brian J.(1991),
"Equilibrium and Evolution"
Manchester University Press

Malkiel(1981)

Metghalchi, Massoud, Chang, Yung-Ho og Marcucci, Juri(2008)
"Is the Swedish stock market efficient? Evidence from some simple trading rules"
International Review of Financial Analysis 17(2008) 475-490

Nørrestrand, Tor(1994)
"Mærk Verden"
Gyldendal forlag 1994

Park, Cheol-Ho og Irwin, Scott H.(2007)
"What do we know about the probability of technical analysis?"
Journal of Economic Surveys(2007) Vol.21, No. 4, pp. 786-826

Pring, Martin J.(2002a)
"Momentum Explained Vol.1"
McGraw-Hill 2002

Pring, Martin J.(2002b)
"Momentum Explained Vol.2"
McGraw-Hill 2002

Pring, Martin J.(2001)
"Introduction to Technical Analysis"
McGraw-Hill 2001

Litteraturliste:

Read, Collin(2013)
“The efficient market hypothesis”
Palgrave Macmillan 2013

Schleifer, Andrei(2000)
“Inefficient markets – an introduction to behavioral finance”
Oxford University Press 2000

Solow, Robert M.(1956)
“A Contribution to the Theory of Economic Growth”
Quarterly Journal of Economics, February 1956 pp.65-94

Soros, George(1994)
“The Theory of Reflexivity”
Soros Fund Management, New York, NY. 1994

Sullivan, Ryan, Timmermann, Allan og White, Halbert(1999)
“Data-Scooping, Technical Trading Rule Performance, and the Bootstrap”
The Journal of Finance, VIL. LIV, No. 5, October(1999), 1647-1691

Svart, Brian og Camp, Michael C.(1990)
“Det danske aktiemarkeds effektivitet”
Finans/Invest nr. 2-3, 1990

Tvede, Lars(1990)
“Børshandelens Psykologi”
J.H. Schulz Information A/S 1990