

**Vegard Nyhus og Eirik Bredal Skjørten**

# **En test av optimerte handelsstrategier på Oslo Børs**

**A test of optimized trading strategies on Oslo Stock Exchange**

**MASTEROPPGAVE - Økonomi og administrasjon/siviløkonom**

**Trondheim, Mai 2016**

**Hovedprofil: Finansiering og investering**

**Veileder: Denis Becker**



NTNU har intet ansvar for synspunkter eller innhold i oppgaven.

Framstillingen står utelukkende for studentens regning og ansvar.

## **Forord**

Denne avhandlingen er skrevet som avsluttende oppgave i vårt toårige masterstudium i økonomi og administrasjon ved NTNU - Handelshøyskolen i Trondheim. Oppgaven er skrevet innenfor studieretningen finans og har et omfang på 30 studiepoeng.

Vi har i denne oppgaven undersøkt ulike problemstillinger knyttet til optimerte handelsstrategier på Oslo Børs. Grunnen til at vi har valgt å skrive om dette er at vi begge to er interesserte i aksjer og aksjemarkedet. Vi har i løpet av denne prosessen lært veldig mye om aksjer og handelsstrategier.

Vi ønsker å takke vår veileder Denis Becker for konstruktive tilbakemeldinger og gode innspill gjennom arbeidet med denne oppgaven.

Vi står selv til ansvar for alle synspunkter, vurderinger og eventuelle feil som fremkommer i oppgaven.

Trondheim 26. mai 2016

---

Vegard Nyhus

---

Eirik Bredal Skjørten

## **Sammendrag**

Hensikten med denne oppgaven har vært å teste hvorvidt optimerte handelsstrategier basert på teknisk analyse klarer å oppnå daglig meravkastning over en kjøp og hold strategi. Vi har optimert strategiene for best mulig resultat i en periode for så å se hvor godt de virker i neste periode. Alle strategiene er basert på eksponentielt vektete glidende gjennomsnitt. Strategiene har blitt optimert og testet på daglige sluttkurser fra Oslo Børs i perioden Januar 2000 – Februar 2016.

Vi har også testet strategiene på indekser som er simulert med en GARCH modell for å gi en pekepinn på hvor anvendelige disse strategiene vil være i fremtiden.

Til slutt har vi optimert nye handelsstrategier på 100 indekser som har blitt generert av GARCH modellen, og testet disse strategiene på 5000 nye indekser.

Vi klarte med flere av våre strategier å oppnå en høyere avkastning enn referanseporteføljen, men den daglige avkastningen til disse strategiene var ikke signifikant større enn referanseporteføljens avkastning. Testene på simulerte indekser ga ingen risikostjustert meravkastning for alle strategiene.

Resultatene våre viser liten støtte for bruk av teknisk analyse på Oslo Børs.

## **Abstract**

The purpose of this thesis has been to test whether optimized trading strategies based on technical analysis can achieve daily excess returns above a buy and hold portfolio. These strategies have been optimized in one period and then tested in the next one to see how well they function. The strategies are all based on exponentially weighted moving averages. They have been optimized and tested on daily closing values from Oslo Stock Exchange (Oslo Børs), in the period January 2000 – February 2016.

We have also tested the strategies on indexes simulated using a GARCH model. This is done to check the general viability of our strategies, for future use.

Finally, we have optimized new strategies on 100 indexes also generated by our GARCH model, and tested these strategies on 5000 different GARCH indexes.

We managed, with several strategies to get a higher return than the reference portfolio, but the daily returns did not differ significantly from the reference portfolio. The tests on simulated indexes showed no risk-adjusted excess return for all the strategies.

Our results provide little support for use of technical analysis on Oslo Stock Exchange.

# Innhold

1. Innledning.....	1
1.1 Problemstilling .....	2
1.2 Oppgavens struktur.....	3
2. Teori.....	4
2.1 Markedseffisiens og random walk .....	4
2.2 Tekniske handelsstrategier.....	8
2.2.1 Hva er teknisk analyse .....	8
2.2.2 Indikatorer .....	9
3. Tidligere forskning .....	12
3.1 Utenlandske studier.....	12
3.2 Masteroppgaver på Oslo Børs .....	13
4. Datasett.....	16
4.1 In-Sample .....	16
4.2 Out-of-sample test .....	18
4.3 GARCH test.....	20
5. Metode .....	21
5.1 Hypoteser.....	21
5.2 Resultatmåling.....	22
5.3 Utforming av strategier .....	23
5.4 Transaksjonskostnader .....	26
5.5 GARCH.....	27
6. Resultater.....	29
6.1 Test av handelsstrategier in-sample .....	29
6.2 Test av handelsstrategier out-of-sample .....	33
6.3 Test av handelsstrategier på simulerte aksjedata.....	36
6.4 Optimering på simulerte indekser.....	37
7. Diskusjon.....	40
7.1 Out-of-Sample .....	40
7.2 Simulerte aksjedata.....	41
8. Konklusjon .....	42
Referanseliste .....	43
Appendiks .....	46
Test av normalfordeling .....	46
Test for autokorrelasjon .....	47
Eksempel på simulert GARCH indeks.....	50
T-tester: strategier out-of-sample mot kjøp og hold .....	50

## **Tabelliste:**

<i>Tabell 1: Deskriptiv statistikk på Oslo Børs i in-sample perioden.....</i>	s. 17
<i>Tabell 2: Deskriptiv statistikk for out-of-sample perioden.....</i>	s. 19
<i>Tabell 3: Avkastning og sharpe ratio på handelsstrategier in-sample.....</i>	s. 30
<i>Tabell 4: Avkastninger på kjøps- og salgssignaler in-sample.....</i>	s. 31
<i>Tabell 5: Tosidige T-tester for daglig avkastning i in-sample perioden.....</i>	s. 31
<i>Tabell 6: Avkastning og sharpe ratio på handelsstrategier out-of-sample.....</i>	s. 34
<i>Tabell 7: Avkastning på kjøps- og salgssignaler out-of-sample.....</i>	s. 35
<i>Tabell 8: Tosidige t-tester for daglig avkastning i out-of-sample perioden.....</i>	s. 36
<i>Tabell 9: Avkastning og sharpe ratio på handelsstrategier på GARCH indekser.....</i>	s. 36
<i>Tabell 10: Avkastning på kjøps- og salgssignaler på GARCH indekser.....</i>	s. 37
<i>Tabell 11: Resultater fra in-sample optimering på GARCH indekser.....</i>	s. 38
<i>Tabell 12: Avkastning og sharpe ratio på handelsstrategier på GARCH indekser.....</i>	s. 38

## **Figurliste:**

<i>Figur 1: Eksempel på glidende gjennomsnitt.....</i>	s. 10
<i>Figur 2: Aksjekursutviklingen på Oslo Børs i in-sample perioden.....</i>	s. 16
<i>Figur 3: Daglige avkastninger på Oslo Børs i in-sample perioden.....</i>	s. 16
<i>Figur 4: Aksjekursutviklingen på Oslo Børs i out-of-sample perioden.....</i>	s. 18
<i>Figur 5: Daglige avkastninger på Oslo Børs i out-of-sample perioden.....</i>	s. 19
<i>Figur 6: Strategiers lønnsomhet in-sample.....</i>	s. 29
<i>Figur 7: Strategiers lønnsomhet in-sample.....</i>	s. 30
<i>Figur 8: Strategiers lønnsomhet out-of-sample.....</i>	s. 33
<i>Figur 9: Strategiers lønnsomhet out-of-sample.....</i>	s. 33

# 1. Innledning

Ideelt sett skal aksjer kjøpes når prisene er på bunn og selges når prisene er på topp. Problemet er at aksjeprisene er så stokastiske at det er vanskelig å forutsi når disse hendelsene vil inntreffe. Som et ledd i målet om å tjene penger på aksjehandel har bruken av teknisk analyse og utviklingen av ulike handelsstrategier blitt utbredt.

Muligheten til å kunne predikere aksjekursbevegelse basert på eksisterende aksjedata vekker stadig interesse blant aktører på aksjemarkedet. I skarp kontrast til de som praktiserer teknisk analyse har akademikere en tendens til å være skeptiske til konseptet. Dette baserer seg ofte på markedseffisiensteorien (Fama og Malkiel, 1970) som utfordret konseptet med teknisk analyse og har blitt en hjørnestein i moderne finansiell teori. Kort forklart sier markedseffisiensteorien at all relevant informasjon er inkludert og reflektert i eksisterende aksjekurser. På denne måten vil eneste mulighet til å oppnå meravkastning være ved å ta økt risiko, hvilket betyr at den best mulige risikojusterte avkastningen vil være markedsavkastningen. Dette vil si at dersom markedseffisiensteorien holder, er det ingen mulighet for at investeringsstrategier basert på teknisk analyse vil gi risikojustert meravkastning.

Striden om hvorvidt teknisk analyse er et nyttig verktøy har ført til en rekke studier på området. Spesielt siden 90-tallet har teknisk analyse fått økt interesse etter forskning, fra blant andre Brock et al. (1992), som har påpekt at det kan settes spørsmålstegn rundt markedseffisiensteorien. Flere direkte tester av teknisk analyse på forskjellige markeder i verden har oppnådd signifikant meravkastning ved bruk av relativt enkle handelsstrategier.

Derimot har det de siste årene vist seg å være vanskeligere å oppnå meravkastning ettersom markedene blir mer og mer utviklede (Sullivan et al., 1999, Bajgrowicz and Scaillet, 2012). Allikevel er det mange profesjonelle analyseselskaper som for eksempel investtech.com eller meglerhuset Christiania Securities som bruker mye tid og ressurser på å finne feilprisede aksjer ved hjelp av teknisk analyse. Dette indikerer at mange analytikere og investorer tror på et ineffisient aksjemarked på Oslo Børs.

Vi er på bakgrunn av dette interessert i å teste hvorvidt bruk av handelsstrategier basert på teknisk analyse kan være lønnsomt på Oslo Børs. Vi vil i denne oppgaven definere og teste ulike handelsstrategier basert på en av de mest populære tekniske indikatorene, glidende

gjennomsnitt. Mye tidligere forskning har fokusert på å teste ulike strategier med fastsatte parametere i håp om å oppnå meravkastning. Vi vil i stedet rette fokuset mot å optimere lengdene og andre parametere ved de ulike strategiene in-sample, for så å teste de out-of-sample. Disse strategiene vil kun basere seg på historisk data, hvor alt som blir gjort vil være basert på data fra dagene før.

Det er få studier som har fokusert på optimering av handelsstrategier på det norske aksjemarkedet. Vi vil i tillegg teste handelsstrategiene på simulerte fremtidige aksjekurser av Oslo Børs generert ved hjelp av en GARCH-modell. Dette vil være en test av hvor lønnsomme de optimerte strategiene vil være i fremtiden og en test av deres generelle anvendelighet. Per nå vet vi ikke om noen andre studier som optimerer flere glidende gjennomsnittsbaserte handelsstrategier og tester de på simulerte fremtidige aksjekurser av Oslo Børs.

Vi vil også teste om en optimering av strategiene på 100 simulerte aksjekurser fra GARCH-modellen vil kunne gi meravkastning på 5000 simulerte aksjekurser, for å undersøke om vi kan definere verdifulle handelsstrategier som kan benyttes i fremtiden.

Hvis vi oppnår en risikojustert meravkastning utover en kjøp og hold- strategi, når vi tester på GARCH simulerte indekser vil det være en indikasjon på at disse strategiene i gjennomsnitt vil være lønnsomme å bruke i fremtiden. Dette er vi også i vår forståelse de første til å studere med norske data.

## 1.1 Problemstilling

Forskningsspørsmålene som vår oppgave tar for seg er som følger:

1. Kan vi oppnå signifikant daglig risikojustert meravkastning i out-of-sample testen på Oslo Børs ved å optimere glidende gjennomsnittsbaserte handelsstrategier in-sample?
2. Kan vi oppnå risikojustert meravkastning over referanseporteføljen på simulerte aksjedata basert på en GARCH-modell ved å optimere glidende gjennomsnittsbaserte handelsstrategier in-sample?



3. Kan vi, ved å optimere nye handelsstrategier på 100 simulerte aksjekurser oppnå en risikostjustert meravkastning over referanseporteføljen på nye 5000 simulerte aksjekurser?

## **1.2 Oppgavens struktur**

Denne oppgaven er organisert som følger. I kapittel 2 presenterer vi de mest relevante delene fra teorien om markedseffisiens og grunnleggende teori rundt teknisk analyse og handelsstrategier. I kapittel 3 presenterer vi tidligere forskning på teknisk analyse og optimering. I kapittel 4 skriver vi om datasettene vi skal utføre testene på. Kapittel 5 inneholder metoden vi bruker for å gjennomføre oppgaven vår. Kapittel 6 viser de empiriske resultatene av testene våre. Kapittel 7 gir en diskusjon av funnene våre og i kapittel 8 viser vi konklusjonen på oppgaven.

## 2. Teori

I dette kapittelet vil vi presentere relevant teori. Første delen vil ta for seg teorien rundt markedseffisiens. Del to vil inneholde grunnleggende teori om teknisk analyse. I tillegg vil vi nevne ulike indikatorer som har blitt brukt i tidligere forskning, mens vi vil gå nærmere inn på indikatoren glidende gjennomsnitt som vi benytter i vår studie.

### 2.1 Markedseffisiens og random walk

En av de som har vært sentrale i utviklingen av teorien om markedseffisiens er Eugene Fama. Han definerte et effisient marked på denne måten: “A market in which prices always “fully reflect” available information is called efficient” Fama (1970).

Fama (1970) mener også at tre betingelser må være tilstede for at markedseffisienshypotesen skal holde, disse er som følger:

- I) Det er ingen transaksjonskostnader eller skatter.
- II) Informasjonen er tilgjengelig, gratis, og det er umulig å forutse ny informasjon
- III) Investorer tolker informasjonen likt.

Selv om forutsetningene ikke er realisert i et marked betyr ikke dette nødvendigvis at det ikke er effisient. Det vil for eksempel være fullt mulig med et effisient marked selv om det finnes transaksjonskostnader. Bailey et al. (1990) kommer blant annet frem til at feilprisinger som er mindre enn transaksjonskostnadene kan forekomme i et effisient marked.

Jensen (1978) presiserer at et marked er effisient med tanke på informasjonssettet  $\theta_t$  om det er umulig å gjøre økonomiskprofitt ved å handle på basis av  $\theta_t$ . Hvor  $\theta_t$  er all tilgjengelig informasjon på tidspunkt  $t$ .

Kendall og Hill (1953) prøvde å finne ut om det var et forutsigbart mønster i prisendringen til en aksje. Det de fant var at endringene i pris virket tilfeldige, og at prisene like gjerne kunne bevege seg i én retning som i den andre. De kom dermed fram til at prisene fulgte et random walk mønster. «Det at priser følger et random walk mønster betyr at den neste bevegelsen er uavhengig av alle tidligere bevegelser» (Alexander, 1964). Dette utelukker ikke en drift i

kursutviklingene, eller at aksjekursene er forventet å stige over tid. Dersom det ikke var forventet at de skulle det ville det vært betydelig færre som handlet aksjer.

Hvis Kendall, eller noen andre hadde formulert en måte for å forutse fremtidige aksjekurser ville investorer kunne benyttet seg av denne modellen til å tjene store penger, ved å kjøpe (selge) de aksjene som skulle stige (synke) i verdi. Dette ville betydd at aksjeprisene ikke reflekterte all relevant informasjon. Hvis denne modellen forutså at en aksje skulle gå opp i verdi i fremtiden ville det istedenfor endt opp med at aksjen gikk opp i verdi med en gang, da investorer ville kjøpt aksjene til prisen var på det nivået den skulle havne på.

I et effisient aksjemarked vil aksjekursene reflektere all relevant informasjon, det vil si at informasjon som kunne bli brukt til å forutse kursendringer allerede vil være reflektert i aksjekursene. Straks det kommer ny kursrelevant informasjon vil denne også bli reflektert i aksjekursen. Det eneste som vil føre til en kursendring vil være ny informasjon. Denne kursendringen vil være uforutsigbar, ettersom hvis det var mulig å forutsi kursendringen ville dette allerede vært en del av dagens informasjon og reflektert i aksjekursen. Dette er noe av essensen i teorien om at utviklingen følger et random walk mønster (Bodie et al., 2009).

Hvis det derimot var mulig å predikere bevegelser i aksjepriser ville dette vært et tegn på at markedet ikke var effisient, ettersom det vil bety at det eksisterte informasjon som ikke allerede var reflektert i prisene. Om det skulle vise seg at det er mulig å forutse bevegelser i aksjepriser ved hjelp av tekniske indikatorer er det også mulig at disse indikatorene, om de skulle bli kjent, blir priset inn i aksjene. Dermed er markedet tilbake til å bli effisient. Bodie et al. (2009) bruker begrepet selv-destruering, om fenomenet at noen jakter på nye tekniske indikatorer som kan brukes til å forutse markedets utvikling, disse vil så bli kjent og vil bli selv-destruert ved at de blir brukt av for mange aktører på markedet slik at de må finne nye indikatorer.

Selv om prisendringene følger et random walk mønster betyr det ikke at prisene er tilfeldige. Det at aksjer er korrekt priset er en viktig forutsetning for et effisient marked. Derimot betyr det at hvis antagelsen om at all relevant informasjon er reflektert i prisene vil det ikke være mulig å vite om den neste informasjonen vil føre til en positiv eller negativ endring i markedet.

Bodie et al. (2009) beskriver også tre faktorer som de mener gjør at debatten om markedseffisiens ikke vil bli avgjort.

## **Investerings størrelse**

Om en investor forvalter en stor portefølje kan en liten prosentvis økning i lønnsomhet øke inntjeningen med flere millioner, men det vil være utfordrende å måle dette statistisk. Selv om mange vil være enige i at aksjepriser er i nærheten av riktig verdi vil en forvalter av en stor portefølje ha mulighet til å gjøre profitt selv på små feilprisinger.

## **Utvalgsskjevhet**

Dersom en investor oppdager en strategi som gir god avkastning har vedkommende to muligheter, enten å holde det for seg selv, eller å publisere disse funnene, slik at alle kan benytte seg av de. Dette vil antageligvis føre til at strategien ikke lenger vil være lønnsom. Mange investorer ville valgt å holde det for seg selv, mens investorer som finner en strategi som ikke gir avkastning vil være mer villig til å dele denne. Dette vil føre til at de aller fleste kjente strategier vil støtte hypotesen om et effisient marked.

## **Flaks**

Bodie et al. (2009) bruker kron og mynt som et eksempel. De beskriver et scenario hvor 10 000 mennesker slår kron og mynt, i dette scenarioet vil noen slå kron 75 % av gangene de prøver. Om det antas at et marked er effisient vil et kjøp av en aksje kunne sammenlignes med å slå kron og mynt, i den forstand at aksjen kan gå enten opp eller ned i verdi. Allikevel om tilstrekkelig mange investorer er på markedet, med ulike strategier og fremgangsmåter, vil også noen av disse tjene på et flertall av investeringene sine. Noen vil kalle dette flaks, men en suksessfull investor vil si at det er ferdigheter.

Grossman og Stiglitz (1980) påpeker at det er mulig, med fundamental analyse, å finne informasjon som ikke er reflektert i aksjeprisene for så å tjene på dette, men at denne informasjonen koster penger. For at et marked skal være effisient er det viktig at noen finner denne informasjonen, men om det ikke var potensiale til å tjene på dette ville få vært villige til å gjøre denne jobben. En viss grad av ineffisiens kan på denne måten være viktig for å ha et effisient marked. Et paradoks med effisiente markeder er dermed at hvis alle tror markedet er effisient vil muligens ingen analysere prisene i markedet, noe som vil føre til feilprising, noe som igjen strider med teorien om effisiente markeder.

Ulike markeder vil naturlig nok ha ulik grad av effisiens, blant annet basert på hvor mye de studeres. I større markeder som studeres inngående av investorer og medier vil graden av

effisiens ofte være høyere enn i mindre analyserte og mer «oversette» markeder. Mindre regulerte markeder kan også være utsatt for mer innsidehandel.

Jensen (1978) deler markedseffisiens inn i de tre følgende typene

### **Svak form**

Markedseffisiens på svak form innebærer at all informasjon som kan innhentes av å analysere historiske priser er reflektert i markedet. Dette betyr at om et marked er svakt effisient vil det være umulig å si noe om fremtidig prisutvikling kun ved hjelp av historisk prisdata. Hvis dette stemmer betyr det at teknisk analyse ikke vil kunne være lønnsomt over tid, dette fordi teknisk analyse tar utgangspunkt i mønstre og gjentakelse. Det er denne formen for effisiens som er fokuset for denne oppgaven, da den benytter seg av historiske data med formål å bruke disse til å si noe om fremtiden.

### **Halvsterk form**

Om et marked er effisient på halvsterk form innebærer dette ikke bare at historisk prisdata er reflektert i prisene, men også all offentlig kjent informasjon. Dette vil da bety at verken teknisk eller fundamental analyse er lønnsomt. Ingen av disse vil altså slå markedet over tid.

### **Sterk form**

Markedseffisiens på sterk form innebærer at all informasjon som er kjent av noen er reflektert i prisene. Dette inkluderer også innsideinformasjon. Dette er regnet som et ekstremtilfelle, og er ikke vanlig.

Bodie et al. (2009) beskriver at alle versjonene av markedseffisiens har det til felles at priser skal reflektere all tilgjengelig informasjon. Dette betyr ikke at prisene alltid vil være riktige. Ved enkelte tilfeller vil det vise seg at enkelte aktivum har vært feilpriset, og en kan ikke være sikker på at dagens priser vil vise seg å være riktige. Prisene bør derimot i snitt være riktige om markedene er effisiente.

## 2.2 Tekniske handelsstrategier

### 2.2.1 Hva er teknisk analyse

Bakgrunnen for de handelsstrategiene vi benytter i vår studie er teorien om teknisk analyse. Tradere som baserer seg på teknisk analyse gjør det ofte basert på troen om at tidligere mønstre i priser vil gjenta seg i fremtiden, slik at disse kan brukes for å gjøre antagelser om fremtidig prisutvikling (Gencay, 1998). Teknisk analyse går ut på å utnytte periodiske trender i historiske aksjekurser. På den måten er målet å generere en unormal avkastning ved aksjehandel. Teknikere mener at markedet ikke vil være så effisient at aksjeprisene reflekterer ny informasjon umiddelbart. Derfor vil det være mulig å identifisere og investere i en trend på et tidlig stadium. Murphy (1999) nevner tre antagelser som teknisk analyse er basert på:

Den første antagelsen går ut på at all informasjon er diskontert inn i markedet og innlemmet i prisene på de verdipapirene som blir omsatt. Dette betyr at dagens pris ikke er av betydning for teknikeren, fordi de kun trenger å vite om prisene vil falle eller stige. Teknikere vil kun studere markedsprisen fordi all informasjon til syvende og sist vil bli reflektert i prisen. Ved å studere prisdiagrammer og en rekke tekniske indikatorer, kan de la markedet fortelle hvordan prisene mest sannsynlig vil bevege seg. De første antagelsen må være akseptert for at videre teori om teknisk analyse skal gi mening.

Den andre antagelsen sier at priser beveger seg i trender. Dette innebærer at en lavere sluttpris i dag vil indikere en lavere sluttpris i morgen og omvendt. Teknikere prøver å identifisere trender i en tidlig fase og handle i retning med trenden, og blir derfor ofte referert til som trend-følgere. Hele trend-følger tilnærmingen baserer seg på å følge trenden til den viser tegn til reversering.

Siste antagelsen innebærer at markedet repeterer seg selv over tid. Viktigheten er derfor stor i å forstå fortiden for å kunne predikere fremtiden. Studier som teknikere har benyttet involverer menneskelig psykologi i stor grad. Menneskelig psykologi har en tendens til å forandre seg lite, hvor mønstre som har gitt gode resultater i tidligere perioder forventes å fortsette og gjøre det bra i fremtiden.

## 2.2.2 Indikatorer

Tekniske analytikere handler basert på signaler gitt av indikatorer som fokuserer på å oppdage tilbakevendende og forutsigbare mønstre i aksjeprisene. Tekniske handelstrategier kan være både enkle og avanserte. Enkle strategier består av en eller to indikatorer, mens avanserte strategier kombinerer flere. Indikatorene kan være enten ledende eller etterslepene. Ledende indikatorer prøver å finne trender før de skjer, mens etterslepene indikatorer fokuserer på å finne trender og følge de.

### 2.2.2.1 Glidende Gjennomsnitt

«...History has shown that when the S&P index rises decisively above its (moving) average the market is likely to continue on an upward trend. When it is below the average that is a bearish signal. » The New York Times 11.3.88

Et glidende gjennomsnitt er summen av aksjekursen de siste  $x$  antall dager dividert på antall dager. Navnet glidende kommer av at siste notering erstattes med en ny. Gjennomsnittet vil derfor bevege seg, avhengig av aksjekursen og lengden på snittet. Ett langt snitt vil bevege seg langsommere enn et kort snitt. Enkle glidende snitt brukes ofte til å definere trenden i en aksje. Som sitatet fra The New York Times ovenfor viser vil forholdet mellom kursen og gjennomsnittet indikere trender. På grunn av at gjennomsnittet beveger seg langsommere enn kursen vil avstanden mellom de øke når kursen går i trendretningen, mens den vil minske når trenden nærmer seg slutten. Når trenden har endret retning får vi et kjøps- eller salgssignal i det kursen og gjennomsnittet krysser. Glidende gjennomsnitt er en kontinuerlig teknikk, det vil si at brukeren alltid går enten kort eller lang (Høidal og Haugerud, 1994). Glidende gjennomsnitt blir av Gencay (1999) beskrevet som en av basisene innen trendfølging og regnes som en etterslepene indikator. Korte glidende snitt er mer følsomme og genererer flere kjøps- og salgssignaler og beveger seg nærmere rådataen. Et lengere snitt derimot vil generere færre signaler, og større bevegelser i kursen vil gi mindre utslag.

Et enkelt glidende snitt kan utledes ved:

$$MA_t = \frac{1}{n}(S_t + S_{t-1} + \dots + S_{t-n+1}) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} S_{t-i}$$

der  $n$  er antall dager i det glidende gjennomsnittet og  $S_t$  er sluttkursen dag  $t$ .

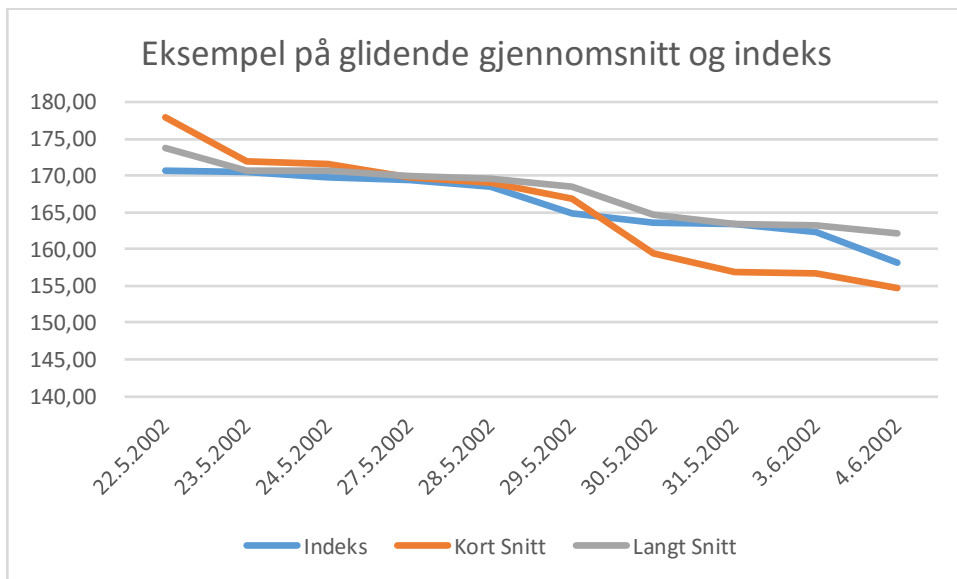
I tillegg til et enkelt glidende gjennomsnitt finnes en annen metode hvor det regnes ut et vektet gjennomsnitt. Her vil de siste dagers kurs tillegges en tyngre vekt enn de eldste. Dette bygger på formening om at de siste dagers kursutvikling er viktigere enn det som skjedde flere dager tilbake (Høidal og Haugerud, 1994). Det vanligste her vil være en vektning som

vokser eksponentielt frem til siste observasjon. På denne måten vil gjennomsnittet reagere raskere på en kursendring. Et eksponentielt vektet snitt kan for eksempel utledes på denne måten:

$$MA_t = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * MA_{t-1}$$

Hvor  $X_t$  er indeksens verdi ved tidspunkt t, og  $MA_t$  er verdien til det glidende gjennomsnittet på tidspunkt t.  $\alpha$  er den tilhørende vekten til det gjeldende glidende gjennomsnittet.

En annen mye anvendt strategi er å benytte seg av to glidende gjennomsnitt, ett kort og ett langt. Dunis (1989) fant at bruk av to glidende gjennomsnitt var mer lønnsomt i forhold til å kun bruke ett. Dette mente han skyldtes en ustabilitet i parameterne som det til en viss grad er mulig å unngå ved å benytte to glidende gjennomsnitt. Kjøpssignal gis ved at det korte gjennomsnittet krysser det lange nedenfra. Tilsvarende gis det salgssignal når det korte snittet går under det lange. Det korte glidende gjennomsnittet vil respondere raskere på endringer i aksjekursen. Derfor vil alltid det korteste gjennomsnittet synke og stige gjennom det lengre gjennomsnittet (Grøtte, 2006)



Figur 1: Eksempel på glidende gjennomsnitt

Når det korte snittet krysser det lange ovenfra vil dette tolkes som at indeksen er på vei nedover. Dette blir illustrert i grafen over, hvor indeksen faller etter at snittene har krysset. Om signalet vist i grafen over hadde blitt fulgt ville det vært mulig å selge seg ut mens indeksen var på vei nedover og dermed tape mindre i denne perioden enn ved å holde indeksen hele tiden.



Det største problemet med glidende gjennomsnitt er at det bare fungerer i et sterkt trendene marked (Grøtte, 2006). Når aksjen går sidelengs vil det bli en rekke kjøp og salg. På grunn av at bruk av glidende gjennomsnitt ikke vil fange øyeblikket da trenden oppstår, men kun når trenden er i gang, vil disse kjøp og salgene kun gi små gevinster og i mange tilfeller tap. I tillegg må det legges til transaksjonskostnader.

#### ***2.2.2.2 Trading Range Break***

TRB er en etterslepene indikator basert på støtte og motstand. Støtte og motstandsnivåene er basert på henholdsvis historiske kursbunner og toppe og indikerer endringer i trender. Et kjøpsignal oppstår når kursen krysser motstandsnivået, da motstandsnivået regnes som et lokalt maksimum. Grunnen ligger i at kursene normalt vil bevege seg mellom de to støtte- og motstandsnivåene. Kursene vil ha problemer med å krysse motstandsnivået fordi mange investorer vil selge seg ut på toppunktet. Derimot hvis kursen krysser motstandsnivået vil dette være et signal om et nytt toppunkt og kursen vil forventes å stige ytterligere. Motsatt vil tilfellet være ved støttenivået hvor skjæring med støttenivået vil indikere ett nytt bunnpunkt som gir et salgssignal.

#### ***2.2.2.3 Filterregel***

Filterregelen er en etterslepene indikator som bygger på TRB. Indikatoren baserer seg på et momentum i markedet, med troen på at stigende priser har en tendens til å fortsette å stige og fallende priser har en tendens til å fortsette å falle. Forskjellen fra TRB er at det legges til en prosentsats som kursene må krysse topp- eller bunnpunktene med for at det skal gis kjøps- eller salgssignaler. Et filter på 1 % betyr at kursen må stige/synke med 1 % over tidligere toppunkt/bunnpunkt. Dette for å hindre at falske signaler hvor prisene krysser toppunktet, men går ned igjen til samme prisnivå igjen.

#### ***2.2.2.4. Relative strength index***

RSI er en ledende indikator som indikerer den relative styrken til hvordan en aksje beveger seg målt mot seg selv. RSI gir en sammenligning av snittbevegelse på stigende dager med snittbevegelse på fallende dager i en begrenset periode. Ved hjelp av RSI-verdier mellom 0-100 vises det om en aksje er overkjøpt ved høy RSI eller oversolgt ved lav RSI. Hvis RSI krysser en av grensene indikerer dette et trendskifte. Presset på å selge/kjøre aksjen vil føre til en nedadgående/oppadgående trend.

## 3. Tidligere forskning

Det er foretatt mange studier av teknisk analyse med formål om å oppnå meravkastning. Underliggende i disse studiene er en problemstilling rettet mot test av svak effisiens. Vi vil se nærmere på studier som involverer indikatoren glidende gjennomsnitt, med en hovedvekt på studier som optimerer eller tester på Oslo Børs.

### 3.1 Utenlandske studier

Lukac et al. (1988) regnes som den første moderne studien innen teknisk analyse. I studien optimerer de parameterne på tolv tekniske handelssystemer på tolv futures markeder i perioden 1978-1984. Parameterne inkluderer blant annet lengden på de korte og lange glidende gjennomsnittene. Optimeringen ble gjort ved å simulere hvert handelssystem på en treårsperiode over en stor rekke parametere. Parameterne som ga størst profitt in-sample ble brukt som parametere out-of-sample på neste års handel. På slutten av neste år igjen ble nye parametere valg basert på optimering av forrige treårsperiode. Effekten av handelsreglene blir testet med statistiske signifikanstester og justert for transaksjonskostnader og risiko. Fire av de tolv handelsreglene gir signifikant netto avkastning og signifikant risikojustert avkastning.

Brock et al. (1992) kom med en studie som var det første av sitt slag som fikk signifikant meravkastning ved hjelp av teknisk analyse på børldata. I studien testet de bruken av 26 fastsatte handelsstrategier basert på glidende gjennomsnitt og trading range break. Dette ble gjort på daglige tall fra Dow Jones Industrial Average (DJIA) i tidsrommet 1897-1986. I tillegg til å teste på historiske tall tester de også strategiene på fire forskjellige simulerte serier. Disse er basert på fire modeller som er randomiserte versjoner av originale grafer, deriblant en GARCH modell. GARCH modellen klarer ikke å forklare meravkastningen som strategiene gir in-sample. Ett viktig funn fra studien var at kjøps signaler genererte høyere avkastning enn salgssignaler og at avkastningene på kjøps signalene var mindre volatile enn på salgssignalene. Transaksjonskostnader er ikke inkludert i studien, derfor kan de ikke konstatere hvorvidt det er svak effisiens på DJIA i testperioden.

Bessembinder og Chan (1995) tester handelsstrategiene til Brock et al. på seks asiatiske markeder i tidsperioden 1975-1991. De oppnådde meravkastning på alle markedene korrigert for transaksjonskostnader, men strategiene hadde mindre effekt i mer utviklede markeder som

Hong Kong og Japan. Lignende studier av Hudson et al. (1996) og Detry (2001) sliter derimot med å bevise lønnsomhet på henholdsvis Storbritannia og 15 land i EU.

Taylor (2000) optimerer en glidende gjennomsnittsbasert handelsstrategi på seks store aksjemarkeder. Optimeringen er utført ved å maksimere differansen mellom gjennomsnittlig kjøpsavkastning og gjennomsnittlig salgsvkastning for DJIA fra 1897 til 1968.

Kjøpsavkastningene indikerer her gjennomsnittsavkastningen i markedet som følger et kjøpsignal, mens salgsvkastningen indikerer gjennomsnittsavkastningen i markedet som følger et salgssignal. En maksimering av differansen vil være en måte å optimere profitt ved handelsstrategien. Resultatene viser at differansen mellom gjennomsnittlig avkastning mellom kjøps- og salgsvkastning var sterkt positiv og signifikant for FTA indeksen, UK 12-share indeksen, 4 av 12 UK firmaer og på DJIA for 3 av 5 subperioder. Kjøpsposisjoner har også lavere standardavvik enn salgsvkastninger for alle serier unntatt to. Transaksjonskostnader er ikke tatt hensyn til i testen, men de oppnådde en gjennomsnittlig breakeven one-way transaksjonskostnad på 0,35 %.

Fifield et al. (2005) tester prediksjonsevnen til en glidende gjennomsnittsregel og en filterregel på 11 europeiske aksjemarkeder over perioden 1991 til 2000. De finner at kun de minst utviklede markedene viser noe grad av forutsigbarhet i avkastningene. Metghalchi et al. (2012) tester om tre handelsstrategier ved glidende gjennomsnitt gir profitt på 16 europeiske aksjemarkeder, deriblant Norge og Oslo Børs. Studien er testet på data i perioden 1990-2006. Funnene deres gir en signifikant positiv differanse mellom de fleste kjøp-salgsvkastningene. De konkluderer med at teknisk analyse ved glidende gjennomsnitt kan brukes til å predikere fremtidig aksjebevegelse og skape meravkastning utover en kjøp og hold strategi, korrigert for transaksjonskostnader.

## **3.2 Masteroppgaver på Oslo Børs**

Ugland og Østbø (1992) tester svak effisiens på Oslo Børs i perioden 1982-1992 ved hjelp av flere indikatorer innen teknisk analyse, deriblant glidende gjennomsnitt. Perioden blir delt i to, hvor første periode brukes til å optimere parameterne til alle indikatorene ved hjelp av et analyseprogram. Den andre perioden er en out-of-sample periode hvor strategien som ga høyeste avkastning i første periode blir simulert. Resultatene gir en meravkastning på 2 % justert for transaksjonskostnader. Det er ikke testet om avkastningen er signifikant forskjellig fra null og den er ikke justert for risiko. Allikevel konkluderer de med å forkaste hypotesen

om svak effisiens, siden kapitalen ved en slik strategi står plassert risikofritt i deler av perioden.

Gjelstad (1994) studerer i likhet med Ugland og Østbø (1992) glidende gjennomsnitt og flere andre tekniske indikatorer med fokus på hvilke som gir høyest avkastning på Oslo Børs i perioden 1986 til 1994. Optimeringen av parameterne er gjort i en in-sample periode for så å bli testet i en out-of-sample periode. Gjelstad optimerer parameterne videre på nye in-sample perioder og tester de out-of-sample for hvert år. Han oppnår meravkastning etter transaksjonskostnader ved bruk av glidende gjennomsnitt og point & figure, men resultatene er kun signifikante for en av aksjene. Dermed kunne det ikke konkluderes hvorvidt Oslo Børs var svak effisient eller ikke.

Nerva (2009) tester en strategi som kombinerer glidende gjennomsnitt, RSI og en stop-loss funksjon på Oslo Børs i perioden 2004-2009. Nerva bruker en ikke-parametrisk test for å vurdere om strategien gir meravkastning utover kjøp og hold. Strategien gir meravkastning på alle år unntatt i 2005, inkludert transaksjonskostnader. Volatiliteten er også lavere ved bruk av strategien sammenlignet med bruk av kjøp og hold. Nerva konkludere med at strategiene er nyttige og at dette indikerer at Oslo Børs ikke er svakt effisient i testperioden.

Tollefsen (2010) studerer markedseffisiens på Oslo Børs i perioden 1998-2010. Han tester to handelsstrategier, hvor den ene kombinerer trading-range breakout og glidende gjennomsnitt, mens den andre er Swing Trade strategien som Nerva bruker. I den første strategien optimerer han parameterne, innenfor et gitt intervall, med profitt som optimeringskriterium. I likhet med Gjelstad (1994) gjøres optimeringen for hvert år og blir deretter testet out-of-sample neste år. I optimeringen tar han ikke hensyn til avkastning oppnådd i risikofritt aktivum eller transaksjonskostnader. Den andre strategien er en statisk strategi som benytter de samme parameterne hvert år. Ved å inkludere transaksjonskostnader får han at den første handelsstrategien gir signifikant meravkastning og han konkluderer med at historisk prisbevegelse kan benyttes til å predikere fremtidig prisbevegelse. For den andre strategien er det ingen indikasjoner på at signalene har noen verdi, noe som kan indikere at en optimering av handelsstrategier er den beste måten å utfordre markedseffisiens.

Dahl og Karevold (2014) tester om variable glidende gjennomsnitt og faste glidende gjennomsnitt, samt trading-range breakout er suksessfulle strategier på OBX og OSEBX i perioden 1997-2013. Resultatene er testet med en tradisjonell t-test og en residual bootstrap av Brock et al. (1992). Resultatene viser at strategiene genererer profitt på OSEBX, korrigert

for transaksjonskostnader. Videre finner de at kjøpssignaler generere høyere avkastning enn salgssignaler, samt at avkastningen på kjøpssignaler er mindre volatil enn på salgssignaler. Resultatene fra residual bootstrap viser at avkastningen fra handelsstrategiene ikke er forenelig med en random walk (Dahl og Karevold, 2014). De konkluderer med at reglene ikke har prediktiv kraft og at de gir lav støtte for teknisk analyse på Oslo Børs.

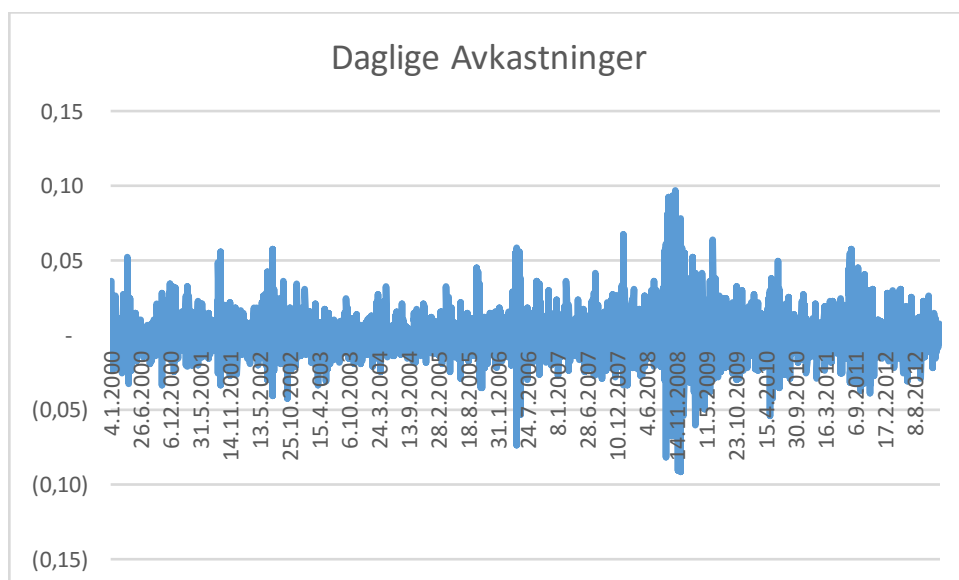
## 4. Datasett

Vi vil i dette kapittelet vise datasettene vi har brukt for å gjennomføre denne oppgaven, og vi vil presentere deskriptiv statistikk for disse datasettene.

### 4.1 In-Sample



Figur 2: Aksjekursutviklingen på Oslo Børs i in-sample perioden



Figur 3: Daglige avkastninger på Oslo Børs i in-sample perioden

Tydelig volatilitetscluster rundt finanskrisen (2008-2009)

Resultatene i tabellen er daglig data på formen.

$$\text{Avkastning} = \ln\left(\frac{\text{Sluttkurst}_t}{\text{Sluttkurst}_{t-1}}\right)$$

	<b>HELE PERIODEN</b>	<b>2000 – 2003</b>	<b>2004 – 2006</b>	<b>2007 – 2009</b>	<b>2010 – 2012</b>
<b>N</b>	3259	995	756	753	755
<b>SNITT</b>	0,03017 %	-0,00305 %	0,13370 %	-0,02738 %	0,01465 %
<b>STD. AVVIK</b>	1,51236 %	1,18967 %	1,20489 %	2,19108 %	1,32683 %
<b>MIN</b>	-9,70885 %	-5,74774 %	-5,79569 %	-9,70885 %	-5,75872 %
<b>MAKS</b>	9,18642 %	4,22474 %	7,3409 %	9,18642 %	5,44340 %
<b>SKJEVHET</b>	-0,60915	-0,50956	-0,53175	-0,55092	-0,29055
<b>KURTOSE</b>	5,46840	1,98616	4,66355	3,38084	1,81389

Tabell 1: Deskriptiv statistikk på Oslo Børs i in-sample perioden

Som det kan leses av tabellen over har alle periodene negativ skjevhet og positiv kurtose.

Det har blitt utført en Kolmogorov-Smirnov test på avkastningene og det viser seg at de ikke er normalfordelt, noe som ikke er uvanlig med finansielle data.

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
avkastning	,072	3259	,000

Kritisk verdi for denne testen er at signifikansen må være over 0,05 for at dataene skal være normalfordelte.

All data er hentet fra datastream og vi har hentet daglige sluttkurser for all-share indeksen på Oslo børs (OSEAX). Vi valgte denne indeksen fordi den inneholder alle aksjer på Oslo børs, og vil da representere det norske aksjemarkedet i sin helhet. Det vil ikke være mulig å investere direkte i denne indeksen. Det vil derfor bli en hypotetisk test på den generelle aksjekursutviklingen på Oslo Børs.

Det er i denne oppgaven antatt at kjøper (selger) kan handle ved kursåpning basert på informasjonen fra tidligere dager. Denne antagelsen blir benyttet i flere tidligere studier (Neely, 2003). Benyttet data er fra perioden 3.1.2000 til 5.2.2016. Denne perioden inkluderer flere turbulente perioder, blant annet finanskrisen. Datasettet består av 4033 observasjoner

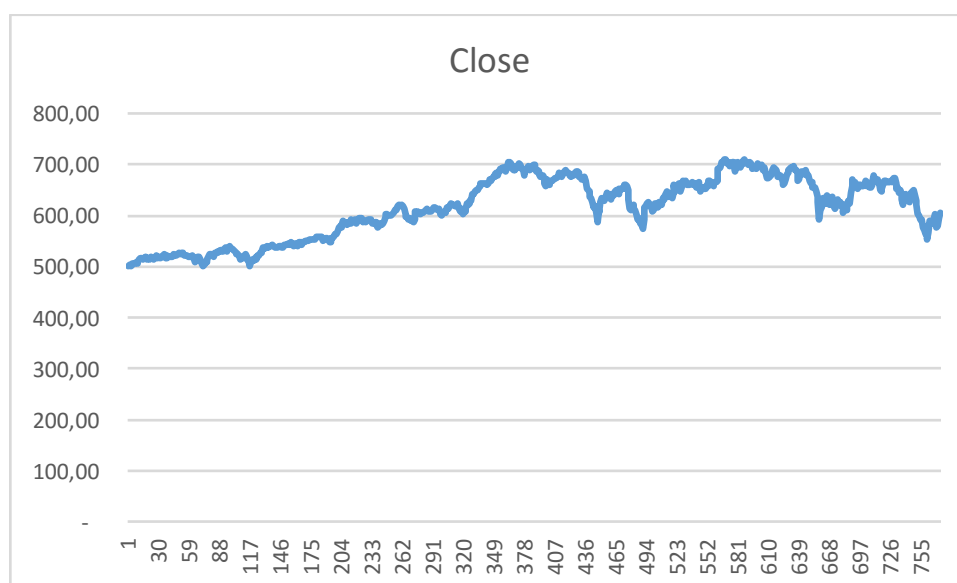
(sluttkurser) med tilhørende datoer (in-sample perioden har 3259 observasjoner). De siste observasjonene er reservert til en out-of-sample test. Vi har bevisst valgt en lang in-sample periode å optimere på for at strategiene skal få med seg oppturer og nedturer i norsk økonomi. Vi vil dermed forsøke å unngå ett av problemene til Tollefsen (2010) som fikk dårlige resultater da den ettårige out-of-sample perioden skilte seg stort fra in-sample perioden forrige år som strategien var optimert på.

Vår oppgave har også fokus på om strategiene kan brukes i fremtiden, altså utover bare out-of-sample perioden. Derfor mener vi at muligheten for å oppnå meravkastning i out-of-sample og på simulerte data er størst ved å optimere på en lang in-sample periode.

Vi har også hentet 1 måneders NIBOR (Norwegian Inter Bank Offered Rate) fra datastream, til hele perioden, og regnet denne om til en daglig rentesats. Denne skal brukes som en proxy for risikofri rente slik at kapitalen kan plasseres risikofritt om den ikke er investert i indeksen. Etersom det er totalavkastningen i en periode vi er ute etter å studere, vil vi også være ute etter en optimal plassering av kapitalen utenfor aksjemarkedet.

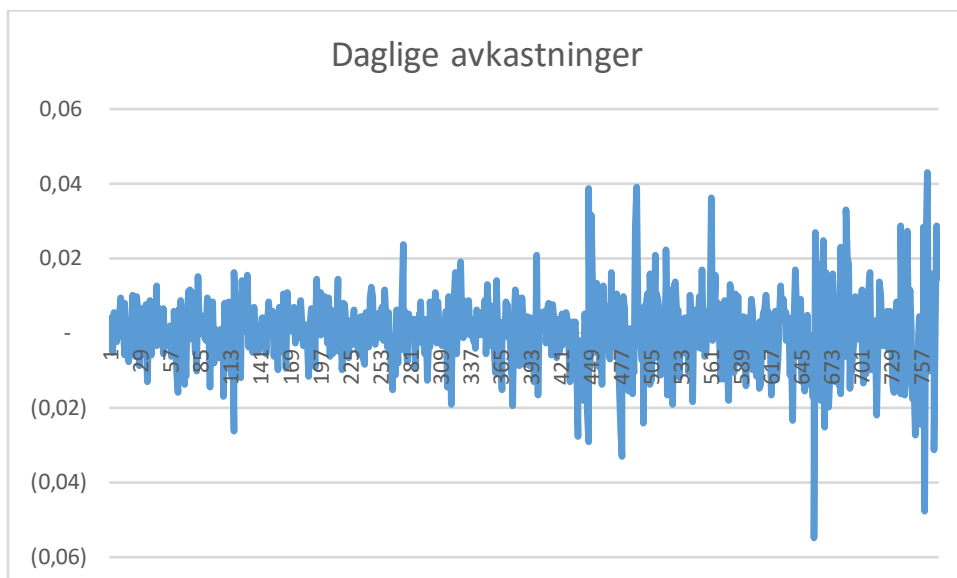
Den beste perioden er rett før finanskrisen mens den dårligste er under finanskrisen, det er også i denne perioden vi finner dagen med høyest avkastning og dagen med lavest avkastning. Utenom perioden rundt finanskrisen er alle standardavvikene relativt stabile fra 1,189 % i den første perioden til 1,326 % i den siste.

## 4.2 Out-of-sample test



Figur 4: Aksjekursutviklingen på Oslo Børs i out-of-sample perioden





Figur 5: Daglige avkastninger på Oslo Børs i out-of-sample perioden

Out-of-sample	
N	773
Snitt	0,02435 %
Std. Avvik	0,98019 %
Min	-5,48653 %
Maks	4,29138 %
Skjevhet	-0,14920
Kurtose	0,03493

Tabell 2: Deskriptiv statistikk for out-of-sample perioden

For å kontrollere effektiviteten til handelsstrategiene våre vil det bli utført en out-of-sample test på de siste årene i datamaterialet slik at resultatene kan sammenlignes med in-sample resultatene. Selv om det vil være mulig å finne en strategi som vil gi gode resultater in-sample skal, ifølge teorien om markedseffisiens, ikke disse gi meravkastning når de testes i en out-of-sample periode.

Ved å dele opp datasettet i to perioder, hvor vi optimerer in-sample og tester på en uberørt periode out-of-sample, vil det vises om strategiene klarer å fange opp de psykologiske faktorene i markedet. Vår out-of-sample periode går fra januar 2013 til 05.02 2016. I denne

perioden er det 774 observasjoner. Dette betyr at vi har 474 handledager i out-of-sample perioden, da de første 300 observasjonene brukes til å regne ut de eksponentielt vektete snittene.

### **4.3 GARCH test**

Vi har også ønsket å foreta en out-of-sample test på strategiene ved å bruke en GARCH modell for å generere simulerte avkastninger slik at vi kan lage syntetiske indekser som vi vil teste strategiene på. Hensikten med dette er å teste strategiene på data som vil inneha noen av de samme «trekkene» som de fra Oslo Børs, men som har den egenskapen at vi kan teste veldig grundig ettersom vi kan generere så mange indekser vi vil. Fordelen med dette er at vi kan teste strategiene mot en kjøp og hold på 5000 forskjellige simulerte indekser og dermed få et mye bedre bilde av hvor stor den eventuelle forskjellen på de ulike strategiene og kjøp og hold strategien er. Når vi tester på så mange indekser er det lettere å utelukke tilfeldigheter i datamaterialet og unngå risikoen for at tilfeldigheter kan påvirke utfallet av undersøkelsen.

Denne testen skal forsøksvis også gi et godt bilde av hvor robuste de strategiene vi formulerer er, hvor anvendelige disse strategiene vil være i fremtiden og om det vil lønne seg å bruke disse kontra å holde markedsporteføljen.

# 5. Metode

I dette kapittelet formulerer vi hypotesene våre, og forklarer hvordan vi har gått frem for å teste disse.

## 5.1 Hypoteser

Oppgaven vår baserer seg på et hypotetisk-deduktiv forskningsmetode, som tar utgangspunkt i hypoteser, fremmet av oss, som vi ønsker å undersøke nærmere. Nullhypotesene tar utgangspunkt i teorien om svak markedseffisiens.

### 5.1.1 Hypotese 1

**Nullhypotesen (H<sub>0</sub>):** Den daglige avkastningen til handelsstrategiene vil ikke være signifikant større enn null i out-of-sample perioden.

**Alternativhypotesen (H<sub>1</sub>):** Den daglige avkastningen til handelsstrategiene vil være større enn null i out-of-sample perioden.

Nullhypotesen springer utfra teorien om markedseffisiens, som sier at det ikke vil være mulig å oppnå en høyere avkastning enn markedsporteføljen kun ved å bruke historiske data for å forutse fremtidige bevegelser i aksjemarkedet. Dette blir dermed en test av om Oslo Børs har vært effisient på svak form i testperioden.

For å undersøke denne hypotesen vil vi foreta t-tester på de daglige avkastningene til handelsstrategiene våre og se om de viser seg å være signifikant forskjellige fra null. Selv om vi tester om hypotesen er signifikant vil vi benytte tosidige t-tester, slik at vi også kan teste om noen strategier er signifikant dårligere enn null.

I t-testene vil vi benytte oss av et signifikansnivå på 5 %.

### **5.1.2 Hypotese 2**

**Nullhypotesen (H<sub>0</sub>):** Handelsstrategiene våre klarer ikke å oppnå en risikojustert meravkastning i forhold til kjøp og hold på 5000 simulerte indekser.

**Alternativhypotesen (H<sub>1</sub>):** Handelsstrategiene våre klarer å oppnå en risikojustert meravkastning i forhold til kjøp og hold på 5000 simulerte indekser.

For å undersøke denne hypotesen vil vi sammenligne Sharpe-ratioene til de ulike strategiene vi tester mot kjøp og hold strategien. Disse tallene vil være basert på gjennomsnitts resultatene strategiene våre, og kjøp og hold oppnår på 5000 forskjellige indekser. Om strategiene våre klarer å oppnå risikojustert meravkastning vil dette være en indikasjon på at handelsstrategiene er robuste.

### **5.1.3 Hypotese 3**

**Nullhypotesen (H<sub>0</sub>):** Strategiene vi genererer ved å optimere på 100 simulerte indekser klarer ikke å oppnå en risikojustert meravkastning større enn en kjøp og hold på 5000 simulerte indekser.

**Alternativhypotesen (H<sub>1</sub>):** Strategiene vi genererer ved å optimere på 100 simulerte indekser klarer å oppnå en risikojustert meravkastning større enn en kjøp og hold på 5000 simulerte indekser.

For å undersøke denne hypotesen vil vi optimere nye strategier på 100 indekser vi har simulert med GARCH modellen, for så å teste disse på 5000 nye indekser. Vi vil sammenligne resultatene fra disse 5000 indeksene mot resultatet til en kjøp og hold, for å se om strategiene våre oppnår en høyere sharpe ratio enn kjøp og hold porteføljen eller ikke.

## **5.2 Resultatmåling**

Vi vil i tillegg til å teste de daglige avkastningene også presentere strategienes sharpe-ratio og meravkastning. Disse vil være annualisert slik at det blir lett å sammenligne in-sample perioden med out-of-sample og GARCH perioden.

Vi vil sammenligne avkastningen fra handelsstrategiene våre mot en kjøp og hold strategi på indeksen strategiene er testet på. Mossin (1986) påpeker at hvis aksjekursene er uavhengige fra tidligere bevegelser vil ingen handelsstrategi gi større gjennomsnittlig avkastning enn en kjøp og hold strategi. Derfor er det interessant å måle strategiene våre opp mot denne. En kjøp og hold strategi innebærer å holde indeksen i hele perioden. Kjøp og hold strategien utfører kun to handler, et kjøp helt i starten av testperioden og et salg på slutten av perioden.

Sharpe (1966) ratio vil bli presentert som et mål på risikojustert lønnsomhet.

$$\frac{r_p - r_f}{\sigma_p}$$

Hvor  $r_p$  er porteføljens avkastning,  $r_f$  er risikofri avkastning og  $\sigma_p$  er porteføljens standardavvik. Sharpe-ratioen uttrykker strategiens avkastning per enhet total risiko. Siden vi skal måle strategiene våre mot en kjøp og hold strategi vil det være fordelaktig å kunne presentere et mål utover meravkastning for å sammenligne strategiene med hverandre.

### 5.3 Utforming av strategier

Vi har i denne oppgaven valgt å fokusere på glidende gjennomsnitt, og handelsstrategier knyttet til dette. Vi ville prøve å optimere for å se om det var mulig å finne en strategi som ville gi god lønnsomhet i fremtidige perioder. Det første trinnet i å optimere en handelsstrategi innebar å definere hvilke parametere vi ville forsøke å optimere. Vi har valgt å bruke to vektete, glidende gjennomsnitt, et kort og et langt. I optimeringen har vi benyttet solverfunksjonen i Excel for å finne ut hvilke lengder på snittene og hvilke vektorer som ville gitt høyest lønnsomhet på børldataene våre. Vi har forsøkt flere ganger å løse optimeringsproblemene ved å legge inn ulike startparametere for å øke sjansene for å finne optimale verdier. Strategiene vil også blitt testet med bands, det vil si at det ene snittet må være en viss prosentverdi høyere/lavere enn det andre før det handles. For strategier med bands vil ikke nødvendigvis alle dager generere ett kjøps- eller salgs-signal. Dette er gjort for å redusere antall kjøp- og salgssignaler ved å eliminere signaler i perioder hvor kort og langt glidende gjennomsnitt er nærme hverandre (Brock et al., 1992).

Vi skal definere flere handelsstrategier ved å bruke 2 eksponentielt veide glidende gjennomsnitt (EWMA) av ulik lengde, og bruke disse til å generere kjøps- og salgssignaler.

Om det korte glidende gjennomsnittet er høyere enn det lange vil det være et kjøpssignal og omvendt. Om det genereres et kjøpssignal vil vi holde indeksen til vi får et salgssignal, når dette skjer vil vi enten shorte eller selge oss ut av indeksen, avhengig av strategi. Denne vektingen vil være på formen:

$$MA_t = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * MA_{t-1}$$

Hvor  $X_t$  er indeksens verdi ved tidspunkt t, og  $MA_t$  er verdien til det glidende gjennomsnittet på tidspunkt t.  $\alpha$  er den tilhørende vekten til det gjeldende glidende gjennomsnittet.

Optimeringsmodellen vi bruker i denne oppgaven er en «ikke-fullstendig» modell. Dette betyr at modellen ikke prøver hver eneste mulige kombinasjon av tillatte parametere for hver variabel i modellen, dette betyr at det ikke er noen garanti for at vi finner de beste løsningene, eller at noen klarer å reprodusere nøyaktig de samme resultatene som vi får.

For at strategiene kunne utformes på best mulig måte har det blitt satt begrensninger på hvilke verdier variablene vi har optimert på kunne ha.

Antall dager i det korte og det lange gjennomsnittet måtte være et sted fra 1 til 300 og det korte måtte inkludere færre dager enn det lange. Dette betyr at vi ikke vil handle i løpet av de 300 første handledagene i en testperiode for å kunne sammenligne periodene på likt grunnlag, og fordi vi ville tillate at en strategi kunne se på opptil 300 datapunkter i det lange snittet.

Vi har også spesifisert en størrelses rekkevidde på vekter og bands.

### **Basert på dette har vi definert ulike strategier:**

Vi holder indeksen hvis det korte snittet er høyere enn det lange, og vi selger oss ut av indeksen, og plasserer pengene risikofritt hvis det lange er høyere enn det korte.

Vi shorter indeksen hvis det lange snittet er høyere enn det korte og plasserer pengene risikofritt hvis det korte er høyere enn det lange.

Vi har også utformet en strategi hvor vi holder indeksen hvis det korte er høyere enn det lange, men hvor vi shorter indeksen hvis det lange er høyere enn det korte snittet. Det vil si at vi alltid er i markedet.

Vi låner penger for å doble investeringene hvis det korte snittet er høyere enn det lange og plasserer pengene risikofritt ved et salgssignal. Dette er gjort av blant annet (Brock et al., 1992) og (Metghalchi et al., 2012). Vi låner penger for å shorte indeksen ved et salgssignal og

plasserer pengene risikofritt ved et kjøpssignal. Vi benytter samme rente når vi låner som når vi plasserer pengene risikofritt. Vi har også utformet en strategi hvor vi låner penger for å shorte hvis det korte snittet er mindre enn det lange og plasserer pengene risikofritt om det korte er størst.

Alle strategiene vil bli testet både med og uten bands.

### **Strategiene kort fortalt:**

Strategi 1 (Buy): Vi holder indeksen hvis snitt kort > snitt lang og plasserer pengene risikofritt når dette ikke er tilfellet.

Strategi 2 (BuyShort): Vi holder indeksen hvis snitt kort > snitt lang og shorter indeksen i de periodene hvor snitt kort < snitt lang.

Strategi 3 (Short): Vi shorter indeksen når snitt lang > snitt kort og plasserer pengene risikofritt når snitt kort > snitt lang

Strategi 4 (Leverage): Vi låner penger for å doble investeringen i indeksen når snitt kort > snitt lang og plasserer pengene risikofritt når det lange er større enn det korte.

Strategi 5 (ShortLeverage): Vi låner penger og shorter når snitt lang > snitt kort og plasserer pengene risikofritt når snitt kort > snitt lang.

Strategi 6 – 10 er tilsvarende som strategi 1 -5 bare at disse strategiene er med bands i tillegg.

Alle disse strategiene vil bli optimert for å finne passende vektorer, lengder og eventuelt bands. Resultatene vil bli presentert i resultatkapittelet.

Optimeringsproblem for strategien: Buy uten band

Maksimer:  $\sum_{i=1}^t \text{Portefølje}$

$$\text{Portefølje}_t = \text{Portefølje}_{t-1}((1 + x_t) * r_t) + (1 - x_t) * rf_t - H_t * \text{Kurtasje}$$

Hvor  $\text{kurtasje} = 0,15 \% * \text{portefølje}_{t-1}$

$R_t$  er avkastningen til indeksen på tidspunkt  $t$

$Rf_t$  er daglig avkastning til risikofri rente på tidspunkt  $t$ .

$$H_t \in \{0,1\}$$

$$H_t = 0 \text{ om } x_t - x_{t-1} = 0$$

$$H_t = 1 \text{ om } x_t - x_{t-1} \neq 0$$

$H_t$  er en variabel som kan ha verdien «1» eller «0». Den har verdien 1 om det utføres en handel på tidspunkt t og 0 hvis det ikke utføres en ny handel.

$$X_t \in \{0,1\}$$

$$X_t = 1 \text{ hvis } MAk_t > MAL_t \text{ og } X_t = 0 \text{ hvis } MAk_t < MAL_t$$

Hvor MAk er verdien til det korte glidende snittet på tidspunkt t og MAI er verdien til det lange glidende snittet på tidspunkt t.

## 5.4 Transaksjonskostnader

Tekniske regler som genererer meravkastning trenger ikke bryte med markedseffisiensteorien hvis det ikke er inkludert transaksjonskostnader. For å teste om strategier gir meravkastning i praksis må transaksjonskostnader inkluderes. Dette av den grunn at transaksjonskostnader kan gjøre at en implementering av handelsstrategi blir dyr (Harris, 2003).

### 5.4.1 Kurtasje

Kurtasje er transaksjonskostnaden en investor må betale megleren for å bevege seg inn og ut av posisjoner i ulike aktiva. På nordnet.no (<https://www.nordnet.no/tjenester/prisliste.html>) gis det kurtasje i Norden for 0,15 %. Det er dette vi har benyttet som grunnlag for transaksjonskostnader i oppgaven. Transaksjonskostnaden blant tidligere norske studier har stor sett ligget mellom 0,05 % (Nerva, 2009) og 0,20 % (Tollefsen, 2010). Disse kostnadene er satt inn i modellene slik at de blir tatt hensyn til i optimeringene.



## 5.5 GARCH

Vi har som nevnt også ønsket å teste strategiene våre på en rekke indekser som vi har valgt å generere med en GARCH modell, dette for å kunne si noe om hvor anvendelige handelsstrategiene våre vil være generelt, og ikke bare i out-of-sample perioden.

Indeksverdiene fra datastream er grunnlaget som har blitt brukt å generere denne modellen. For å lage en GARCH modell har avkastningene til indeksen blitt lagget og det har blitt utført en regresjon på dette, med avkastningene som avhengig variabel og de laggede verdiene som uavhengig. To lag har blitt benyttet som uavhengige variabler for å forklare avkastningene.

Resultatet av regresjonen var at neste periodes avkastning kunne forklare på formen:

$$r_t = \alpha + \beta_1 * r_{t-1} + \beta_2 * r_{t-2} + \varepsilon_t$$

Hvor:  $r_t$  er avkastningen på tidspunkt t,  $r_{t-1}$  er avkastningen i forrige periode og  $r_{t-2}$  er avkastningen for to perioder siden.

Resultatene fra regresjonen var som følger:

$$\alpha = 0,000439$$

$$\beta_1 = -0,0000611$$

$$\beta_2 = -0,01$$

For å finne residualverdiene har regresjonsresultatene blitt brukt i den hensikt å predikere hva avkastningen vil være i en gitt periode, og forskjellen på disse predikerte verdiene og de reelle verdiene blir da residualene.

Videre settes det opp en modell, med hensikt å forklare standardavviket til en periode på formen:

$$\sigma_t^2 = \alpha + \beta_1 * \sigma_{t-1}^2 + \beta_2 * \varepsilon_{t-1}^2$$

Hvor  $\sigma_t^2$  er denne periodens standardavvik,  $\sigma_{t-1}^2$  er forrige periodes standardavvik og  $\varepsilon_{t-1}^2$  er forrige periodes kvadrerte feilledd.

For å finne de optimale alfa og beta verdiene brukte vi en log likelihood funksjon. Dette gav følgende verdier:

$$\alpha = 0,0005 \%$$

$$\beta_1 = 11,390 \%$$

$$\beta_2 = 86,038 \%$$

Deretter ble disse parameterne benyttet til å lage kunstige varianser ved å inkludere en funksjon som genererer tilfeldige tall innenfor gitte begrensninger. Tallene som blir generert her vil være fremtidige avkastninger. Ved å sette inn en hypotetisk startverdi til indeksene kan det da være mulig å generere nye indekser.

$$Sluttkurs_t = Sluttkurs_{t-1} * (1 + r_t)$$

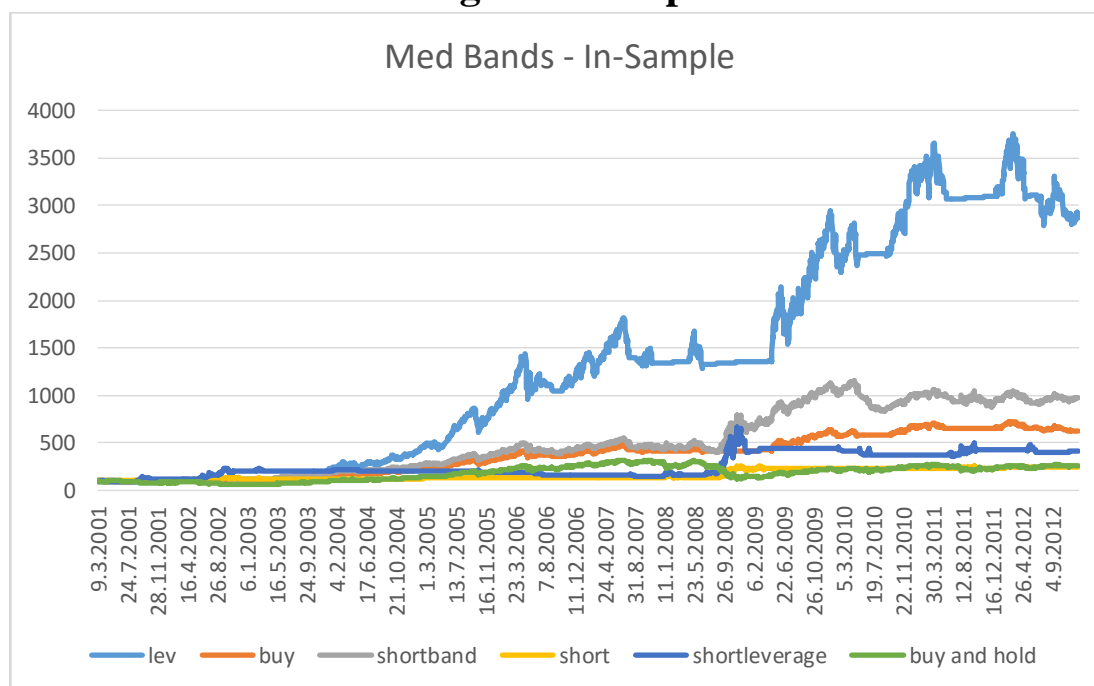
Vi har valgt 100 som startverdi for alle de genererte indeksene.

Vi vil så teste hvordan strategiene våre gjør det på 5000 simulerte indekser, om de slår kjøp og hold strategien eller om vi ikke klarer å oppnå en høyere avkastning med strategiene vi har formulert. Hvis en eller flere av avkastningene genererer en høyere gjennomsnittlig lønnsomhet enn kjøp og hold, vil vi regne det som at de kan gi bedre lønnsomhet. Vi vil også se på hvilke strategier som vil gi den beste risikonøytrale avkastningen.

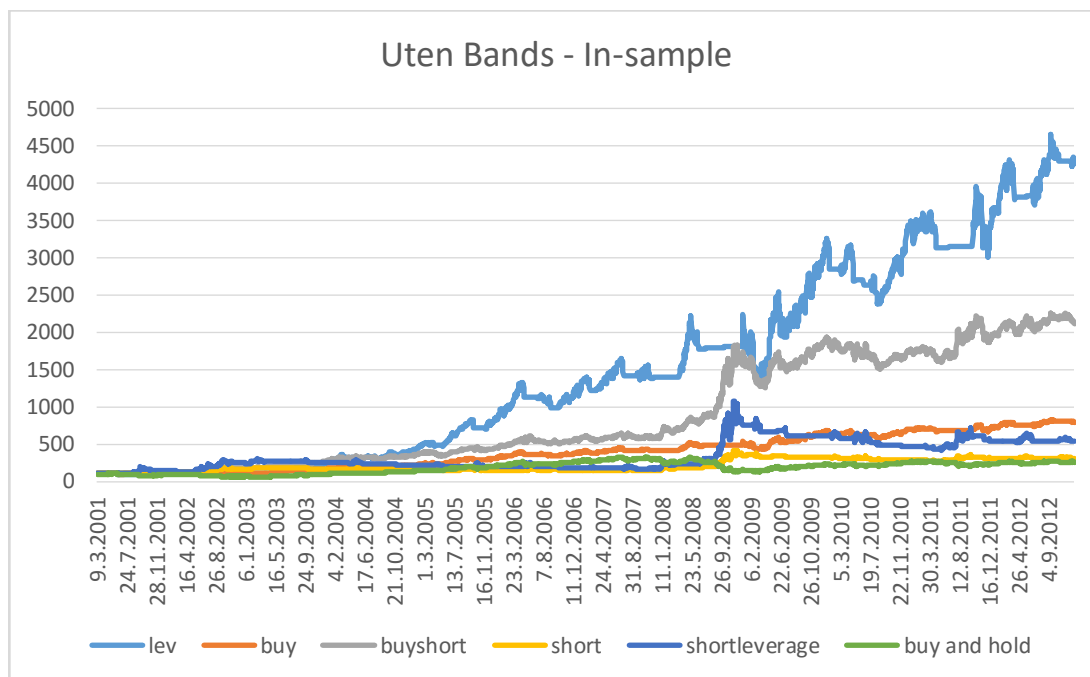
## 6. Resultater

Dette kapitlet vil bli benyttet til å presentere resultatene fra de strategiene vi har testet, delt opp etter de ulike periodene de har blitt testet i. Tabellene under viser resultatene fra testene av handlingsstrategiene. Både med årlig avkastning som et mål på lønnsomhet og sharpe ratio som et mål på risikojustert lønnsomhet. Vi vil også presentere t-tester for den daglige avkastningen til strategiene og t-tester for de daglige avkastningene til signalene i in-sample og out-of-sample periodene. Alle resultatene inkluderer transaksjonskostnader som spesifisert tidligere i oppgaven. Vi presenterer også hvor mange handler som utføres med hver strategi innenfor gjeldende periode, og resultatene fra kjøps og salgssignalene hver strategi genererer. Vi har valgt å presentere resultater for alle strategiene vi har testet.

### 6.1 Test av handelsstrategier in-sample



Figur 6: Strategiers lønnsomhet in-sample



Figur 7: Strategiers lønnsomhet in-sample

Grafene over er fordelt på strategier med og uten bands. Grunnen til dette er for å gi en bedre oversikt over strategiene.

Det er tydelig i figurene over at det er stor forskjell i lønnsomhet blant de ulike handelsstrategiene. Det er også mulig å se store forskjeller på hvordan de ulike strategiene gjør det i perioden 2008 – 2009 hvor det forekommer store endringer i porteføljeværdiene. Alle porteføljene begynner for enkelhets skyld med en verdi på 100.

In-Sample Test	Total Return	Årlig Return	Årlig Excess Return	Årlig Std	Annualisert Sharpe
BuyBand	524,43 %	18,25 %	14,24 %	14,75 %	0,97
LevBand	2771,18 %	35,96 %	31,95 %	29,56 %	1,08
BuyShortBand	872,01 %	23,14 %	19,13 %	24,01 %	0,80
Buy	697,14 %	20,92 %	16,91 %	15,39 %	1,10
Lev	4159,47 %	40,95 %	36,94 %	30,85 %	1,20
BuyShort	2017,00 %	32,22 %	28,21 %	25,30 %	1,12
Short	211,22 %	10,95 %	6,94 %	20,19 %	0,34
LevShort	442,98 %	16,75 %	12,74 %	40,21 %	0,32
ShortBand	139,97 %	8,34 %	4,33 %	16,46 %	0,26
LevShortBand	307,34 %	13,72 %	9,71 %	34,27 %	0,28
Buy and Hold	155,73 %	8,98 %	4,97 %	25,38 %	0,20

Tabell 3: Avkastning og sharpe ratio på handelsstrategier in-sample

Alle strategiene har en høyere sharpe verdi enn indeksen, og ni stykker har en høyere meravkastning. Det er også store sprik i standardavvikene til de ulike strategiene.

In-Sample	Avkast Kjøpssignal	Avkast Salgssignal	Kjøp - Salg	Std Kjøp	Srd Salg	Ant. Handler	snitt per handel
BuyBand	0,00109 (2.35)**	-0,00053 (-1.69)*	0,00161 (3.06)**	0,01152	0,01975	98	36,3
LevBand	0,00109 (2.35)**	-0,00053 (-1.69)*	0,00161 (3.06)**	0,01152	0,01975	98	36,3
BuyShortBand	0,00072 (1.07)	-0,00100 (-1.25)	0,00172 (2.56)**	0,01177	0,02565	140	37,3
Buy	0,00121 (2.78)**	-0,00083 (-2.14)**	0,00204 (3.78)**	0,01181	0,01985	110	33,6
Lev	0,00121 (2.78)**	-0,00083 (-2.14)**	0,00204 (3.78)**	0,01181	0,01985	110	33,6
BuyShort	0,00121 (2.77)**	-0,00081 (-2.12)**	0,00202 (3.75)**	0,01180	0,01980	113	26,2
Short	0,00121 (2.79)**	-0,00082 (-2.12)**	0,00203 (3.77)**	0,01176	0,01984	110	20,3
LevShort	0,00121 (2.79)**	-0,00082 (-2.16)	0,00203 (3.79)**	0,01176	0,01990	100	22,4
ShortBand	0,00033 (1.25)	-0,00142 (-1.41)	0,00175 (2.96)**	0,01248	0,02589	40	22,9
LevShortBand	0,00083 (1.54)	-0,00132 (-1.67)*	0,00216 (3.27)**	0,01246	0,02443	106	10,1
Snitt	0,00101	-0,00089	0,00190	0,01187	0,02147	102,5	27,9

Tabell 4: Avkastninger på kjøps- og salgssignaler in-sample

Resultatene fra t-testene står i parentes under signalene. Kjøps- og salgssignalene har blitt testet mot gjennomsnittlig daglig avkastning, og kjøp – salg har blitt testet mot 0, slik som Brock et al. (1992) gjør. \*\* Betyr at signalet er signifikant på 5 % nivå mens \* betyr at det er signifikant på 10 % nivå. Snitt per handel er gjennomsnittlig antall dager i markedet for hvert gang strategien signaliserer at en skal kjøper seg inn.

Avkast kjøpssignal er den gjennomsnittlige daglige avkastningen til indeksen etter at et kjøpssignal har blitt generert av de ulike strategiene. Avkast salgssignal er tilsvarende for salgssignaler. Avkastningen til de ulike signalene vil ikke nødvendigvis være de samme som avkastningene til de ulike handelsstrategiene, men sier i stedet hvordan markedet beveger seg i forhold til de signalene strategiene genererer.

Vi kan se i in-sample tabellen at alle signalene for alle strategiene har det fortegnet de ideelt burde ha. Et kjøpsignal for en strategi vil si at det er en antagelse om at kursen skal gå opp og omvendt med et salgssignal. Dermed skal avkastningen til kjøpsignaler ideelt sett være positiv, mens avkastningen til salgssignaler skal helst være negativ for at strategiene skal fungere. Vi finner i likhet med blant annet Brock et al. (1992) at det er betydelig høyere volatilitet som følger et salgssignal sammenlignet med et kjøpsignal.

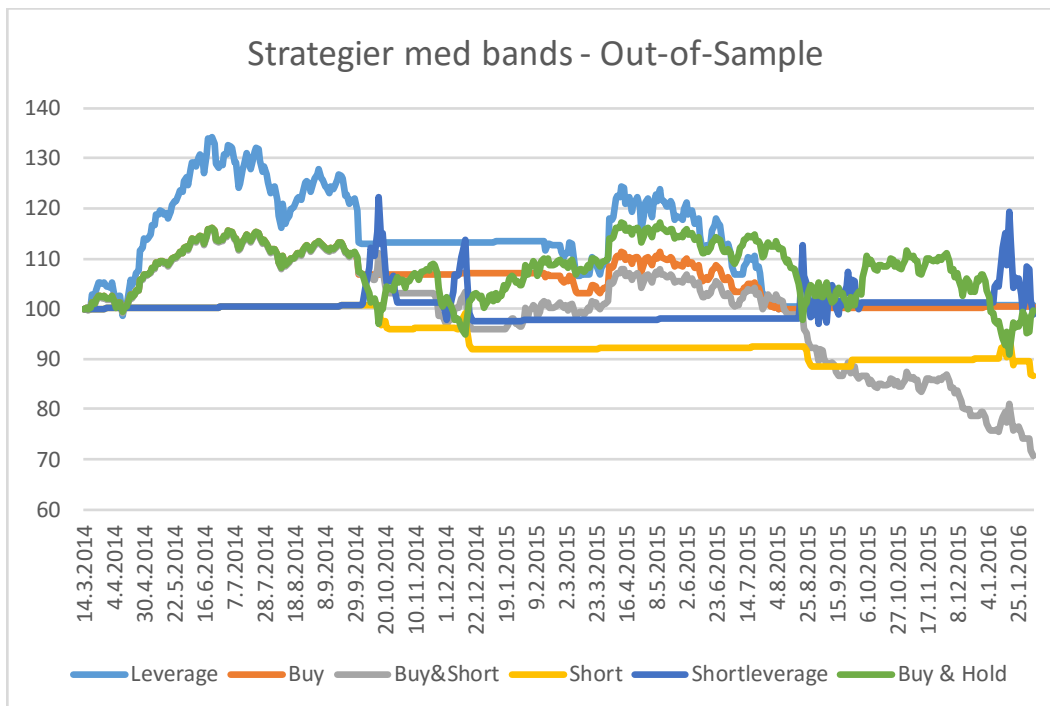
Hver handel som telles er en endring i posisjon, det være seg et kjøp, et salg eller en shorting av indeksen.

In-Sample	N	Snitt	Standaardavvik	Standardfeil	95 % konfidensintervall	T	P
Buyband	2959	0,000619	0,008963	0,000165	( 0,000296; 0,000942)	3,76	0,000
Buylevband	2959	0,001135	0,017959	0,00033	( 0,000487; 0,001782)	3,44	0,001
Buyshortband	2959	0,000769	0,014585	0,000268	( 0,000243; 0,001294)	2,87	0,004
Buy	2959	0,000702	0,009353	0,000172	( 0,000364; 0,001039)	4,08	0,000
Lev	2959	0,001268	0,01874	0,000345	( 0,000592; 0,001943)	3,68	0,000
Buyshort	2959	0,001032	0,01537	0,000283	( 0,000478; 0,001586)	3,65	0,000
Short	2959	0,000384	0,012268	0,000226	(-0,000059; 0,000826)	1,7	0,089
Shortlev	2959	0,000572	0,024427	0,000449	(-0,000309; 0,001452)	1,27	0,203
Shortband	2959	0,000297	0,010256	0,000189	(-0,000072; 0,000667)	1,58	0,115
Shortlevband	2959	0,000475	0,020824	0,000383	(-0,000276; 0,001225)	1,24	0,215

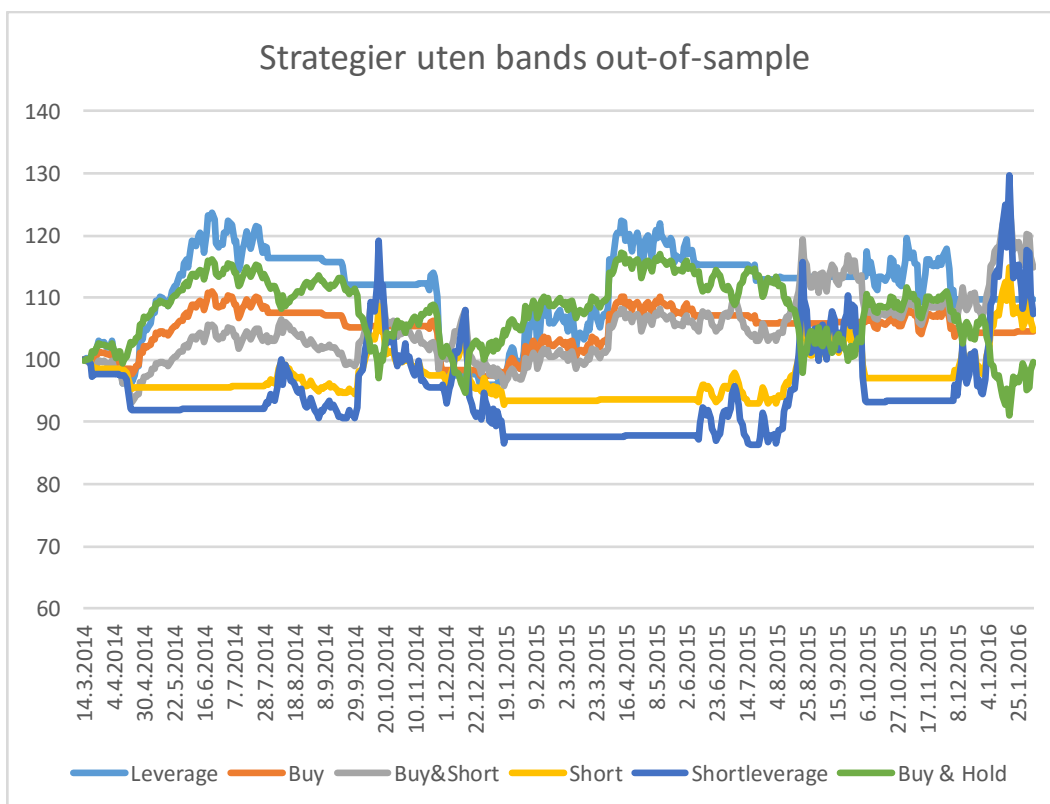
*Tabell 5: Tosidige T-tester for daglig avkastning i in-sample perioden*

Seks av strategiene oppnår en daglig avkastning som er signifikant større enn null, på 5 % nivå. Ingen av strategiene gir en avkastning som er signifikant dårligere enn null.

## 6.2 Test av handelsstrategier out-of-sample



Figur 8: Strategiers lønnsomhet out-of-sample



Figur 9: Strategiers lønnsomhet out-of-sample

Grafene over viser porteføljeverdiene til ulike strategier med tilhørende tidspunkt i out-of-sample perioden. Ingen av strategiene i den øverste tabellen klarer å oppnå meravkastning mens alle i den nederste klarer det. Grafene viser at lønnsomheten til strategiene varierer kraftig i perioder av markedet. Det er også mulig å se at strategiene med bands har en større tendens til å forbli «passive» i lengere perioder, begge strategiene som kun benytter seg av shortsalg venter en periode før de begynner å handle, noe de ikke gjør uten bands. Selv om de unngår å tape i penger i markedet i startperioden ender de allikevel opp med en dårligere meravkastning totalt sett. I perioden fra desember 2014- april 2015 er kjøp og hold strategien den mest lønnsomme.

Out-of-Sample Test	Total Return	Årlig Return	Årlig Excess Return	Årlig Std	Annualisert Sharpe
BuyBand	0,38 %	0,20 %	-1,31 %	8,90 %	-
LevBand	0,75 %	0,39 %	-1,12 %	17,81 %	-
BuyShortBand	-26,71 %	-15,12 %	-16,63 %	15,56 %	-
Buy	4,49 %	2,34 %	0,83 %	9,86 %	0,08
Lev	9,78 %	5,04 %	3,53 %	19,71 %	0,18
BuyShort	19,43 %	9,82 %	8,31 %	18,02 %	0,46
Short	4,77 %	2,49 %	0,98 %	15,17 %	0,06
LevShort	7,31 %	3,79 %	2,28 %	30,35 %	0,08
ShortBand	-13,25 %	-7,22 %	-8,73 %	8,19 %	-
LevShortBand	-1,21 %	-0,64 %	-2,15 %	24,14 %	-
Buy and Hold	-1,09 %	-0,58 %	-2,09 %	18,04 %	-

Tabell 6: Avkastning og sharpe ratio på handelsstrategier out-of-sample

5 strategier oppnår meravkastning og 7 strategier slår indeksen i out-of-sample perioden. Vi oppnår derimot ikke en årlig return på noen av strategiene som er i nærheten av det vi fikk in-sample, dette er dog ikke veldig overraskende, både ettersom det er out-of-sample og fordi indeksen har hatt en svak negativ utvikling i perioden. Handling med glidende gjennomsnitt gir gjerne bedre resultater om indeksen beveger seg oppover eller nedover, og en del dårligere når den beveger seg sidelengs. Den mest lønnsomme strategien i out-of-sample perioden (Buyshort) oppnår en meravkastning på 8,31 % og en sharpe ratio på 0,46. Ingen av strategiene som benytter seg av bands klarer å få positiv meravkastning i out-of-sample perioden, mens alle som ikke benytter seg av dette oppnår positiv meravkastning. Vi presenterer ikke Sharpe ratio for de strategiene som ikke oppnår positiv meravkastning.



Out-of-Sample	Avkast Kjøpssignal	Avkast Salgssignal	Kjøp - Salg	Std Kjøp	Std Salg	Ant. Handler	snitt per handel
BuyBand	0,00015 (0.18)	-0,00003 (-0.1)	0,00018 (0.17)	0,00803	0,01393	22	21,2
LevBand	0,00015 (0.18)	-0,00003 (-0.1)	0,00018 (0.17)	0,00803	0,01393	22	21,2
BuyShortBand	-0,00015 (-0.46)	0,00393 (1.6)	-0,00408 (0.64)	0,00860	0,01842	34	23,1
Buy	0,00036 (0.53)	-0,00025 (-0.34)	0,00061 (0.58)	0,00868	0,01371	28	17,4
Lev	0,00036 (0.53)	-0,00025 (-0.34)	0,00061 (0.58)	0,00868	0,01371	28	17,4
BuyShort	0,00049 (0.78)	-0,00037 (-0.48)	0,00086 (0.82)	0,00841	0,01381	27	17,6
Short	0,00035 (0.51)	-0,00023 (-0.33)	0,00058 (0.55)	0,00865	0,01368	26	18,5
LevShort	0,00035 (0.51)	-0,00023 (-0.33)	0,00058 (0.55)	0,00865	0,01368	26	18,5
ShortBand	-0,00025 (-0.63)	0,00616 (1.26)	-0,00641 (-1.02)	0,01041	0,02276	16	2,9
LevShortBand	0,00006 (-0.01)	0,00008 (0.01)	-0,00003 (0.06)	0,00934	0,01822	8	21,0
Snitt	0,00019	0,00088	-0,00069	0,00875	0,01558	23,7	17,8

Tabell 7: Avkastning på kjøps- og salgssignaler out-of-sample

Også i out-of-sample perioden er det høyere volatilitet etter et salgssignal enn etter et kjøpssignal, ingen av signalene er signifikante i out-of-sample perioden.

Ingen av strategiene oppnår signifikante signalprediksjoner på hverken 5 % eller 10 % nivå. Syv strategier har en kjøp - salg verdi som er høyere enn null, alle verdiene er lavere enn de er in-sample. En verdi over null indikerer at de kan til en viss grad predikere bevegelser i markedet. De som har verdier høyere enn null har også en verdi som er høyere enn den gjennomsnittlige daglige avkastningen.

Out-of-Sample	N	Snitt	Standardavvik	Standardfeil	95 % konfidensintervall	T	P
Buyband	473	0,000008	0,005644	0,000259	(-0,000502; 0,000518)	0,03	0,975
Buylevband	473	0,000016	0,011286	0,000519	(-0,001004; 0,001036)	0,03	0,976
Buyshortband	473	-0,00073	0,009851	0,000453	(-0,001624; 0,000156)	-1,62	0,106
Buy	473	0,000093	0,006249	0,000287	(-0,000472; 0,000657)	0,32	0,747
Lev	473	0,000197	0,012493	0,000574	(-0,000932; 0,001326)	0,34	0,732
Buyshort	473	0,000293	0,01141	0,000525	(-0,000738; 0,001324)	0,56	0,577
Short	473	0,000099	0,009604	0,000442	(-0,000769; 0,000966)	0,22	0,823
Shortlev	473	0,000149	0,019217	0,000884	(-0,001587; 0,001885)	0,17	0,866
Shortband	473	-0,00030	0,005193	0,000239	(-0,000770; 0,000169)	-1,26	0,209
Shortlevband	473	-0,00003	0,015281	0,000703	(-0,001406; 0,001355)	-0,04	0,971

Tabell 8: Tosidige t-tester for daglig avkastning i out-of-sample perioden

For å si noe om hvor gode strategiene er har vi testet om noen av de daglige avkastningene til strategiene var forskjellige fra null med en t-test. Resultatet var at ingen av de gjennomsnittlige daglige avkastningene var signifikant forskjellige fra null.

### 6.3 Test av handelsstrategier på simulerte aksjedata

Vi presenterer ikke grafer for lønnsomheten til strategiene våre på simulerte data, ettersom lønnsomhetene er beregnet som et gjennomsnitt over 5000 simulerte indekser.

Garch	Total Return	Årlig Return	Årlig Excess Return	Årlig Std	Annualisert Sharpe
BuyBand	-2,43 %	-2,031 %	-3,54 %	15 %	-
LevBand	13,38 %	11,029 %	9,52 %	30 %	0,317
BuyShortBand	6,45 %	5,346 %	3,84 %	19 %	0,201
Buy	4,45 %	3,769 %	2,26 %	16 %	0,141
Lev	12,00 %	9,902 %	8,39 %	32 %	0,262
BuyShort	0,36 %	0,300 %	-1,21 %	21 %	-
Short	-5,95 %	-4,985 %	-6,49 %	14 %	-
LevShort	-9,90 %	-8,322 %	-9,83 %	28 %	-
ShortBand	-0,11 %	-0,092 %	-1,60 %	5 %	-
LevShortBand	-1,41 %	-1,176 %	-2,69 %	17 %	-
Buy and Hold	13,25 %	10,926 %	9,42 %	21 %	0,448

Tabell 9: Avkastning og sharpe ratio på handelsstrategier på GARCH indekser

Meravkastning er basert på gjennomsnittlig årlig risikofri rente. For gjeldende periode i GARCH simuleringene har vi brukt en gjennomsnittlig risikofri rente i out-of-sample perioden.

Fire av strategiene oppnår meravkastning over 5000 GARCH simuleringer. Ingen har bedre sharpe ratio enn kjøp og hold, en av strategiene (LevBand) har marginalt bedre meravkastning enn kjøp og hold.

GARCH	Avkast Kjøpssignal	Avkast Salgssignal	Kjøp - Salg	Std Kjøp	Std Salg	Ant. Handler
BuyBand	-0,0001	0,0011	-0,0012	0,0133	0,0136	14,8
LevBand	-0,0001	0,0011	-0,0012	0,0133	0,0136	14,8
BuyShortBand	0,0002	0,0025	-0,0023	0,0133	0,0142	21,7
Buy	0,0003	0,0007	-0,0005	0,0132	0,0137	24,1
Lev	0,0003	0,0007	-0,0005	0,0132	0,0137	24,1
BuyShort	0,0002	0,0007	-0,0005	0,0135	0,0136	24,3
Short	0,0002	0,0007	-0,0005	0,0134	0,0137	24,1
LevShort	0,0002	0,0007	-0,0005	0,0134	0,0136	24,1
ShortBand	0,0004	0,0030	-0,0027	0,0136	0,0145	5,2
LevShortBand	0,0004	0,0019	-0,0015	0,0132	0,0141	11,3
Snitt	0,0002	0,0013	-0,0011	0,0133	0,0138	18,9

Tabell 10: Avkastning på kjøp- og salgssignaler på GARCH indekser

Alle verdiene fra GARCH testene er gjennomsnittet av 5000 simuleringer. Ingen av strategiene har en kjøp - salg som er positiv, noe som betyr at strategiene ikke klarer å gi gode indikasjoner på fremtidige svingninger i de simulerte tidsseriene. Det er som nevnt noen som oppnår meravkastning, men ingen som med stor margin oppnår noe høyere enn kjøp og hold strategien.

Resultatene fra GARCH-simuleringene derimot passer mer inn i teorien om markedseffisiens, der gir ingen av signalene en positiv kjøp minus salg verdi. Standardavvikene etter kjøps- og salgssignaler er også nesten identiske på GARCH-simuleringene.

## 6.4 Optimering på simulerte indekser

Noe av det vi ville finne ut i denne oppgaven var om det var mulig å optimere en strategi på flere indekser som var generert av GARCH modellen vår, som kunne slå en kjøp og hold strategi på andre indekser som GARCH modellen vår hadde generert. Vi fikk modellen til å

generere 100 indekser som vi brukte som grunnlag for å optimere. Vi brukte de samme 100 indeksene for å optimere på alle strategiene. Resultatene er i tabellen under.

In-sample	Sluttkurs	Total Return	Daglig Return	Årlig return	Årlig excess Return
Buyband	107,32	7,32 %	0,024 %	6,06 %	4,55 %
Buylevband	117,10	17,10 %	0,053 %	14,06 %	12,55 %
Buyshortband	106,82	6,82 %	0,022 %	5,65 %	4,14 %
Buy	109,82	9,82 %	0,031 %	8,12 %	6,61 %
Lev	118,53	18,53 %	0,057 %	15,22 %	13,71 %
Buyshort	106,71	6,71 %	0,022 %	5,56 %	4,05 %
Short	99,37	-0,63 %	-0,002 %	-0,53 %	-2,04 %
Shortlev	97,60	-2,40 %	-0,008 %	-2,01 %	-3,52 %
Shortband	103,52	3,52 %	0,012 %	2,93 %	1,42 %
Shortlevband	103,52	3,52 %	0,012 %	2,93 %	1,42 %
Buy & hold	112,27	12,27 %	0,039 %	10,12 %	8,61 %

Tabell 11: Resultater fra in-sample optimering på GARCH indekser

I tabellen under er resultatene til strategiene som vi optimerte på 100 GARCH indekser.

out-of-sample	Total Return	Daglig Return	Årlig Return	Årlig excess Return	Årlig Standardavvik	Årlig Sharpe
Buyband	5,75 %	0,019 %	4,77 %	3,26 %	14,0 %	0,23
Buylevband	12,90 %	0,040 %	10,64 %	9,13 %	28,2 %	0,32
Buyshortband	4,72 %	0,015 %	3,92 %	2,41 %	10,9 %	0,22
Snitt buy	6,23 %	0,020 %	5,16 %	3,65 %	13,0 %	0,28
Snitt lev	9,90 %	0,031 %	8,18 %	6,67 %	27,0 %	0,25
Buyshort	-1,09 %	-0,004 %	-0,91 %	-2,42 %	21,5 %	-
Short	-3,68 %	-0,012 %	-3,08 %	-4,59 %	15,9 %	-
Shortlev	-9,53 %	-0,033 %	-8,01 %	-9,52 %	31,9 %	-
Shortband	2,77 %	0,009 %	2,30 %	0,79 %	-	-
Shortlevband	3,37 %	0,011 %	2,80 %	1,29 %	-	-
Buy & hold	13,25 %	0,041 %	10,93 %	9,42 %	21,5 %	0,44

Tabell 12: Avkastning og sharpe ratio på handelsstrategier på GARCH indekser

Resultatene viser at ingen av strategiene slo kjøp og hold strategien, da den har høyest årlig avkastning og høyest risikjustert avkastning. Grunnen til at det på Shortband og Shortlevband ikke er oppgitt standardavvik er at de i nesten alle tilfeller forble passive hele eller lange deler av testperioden.

## 7. Diskusjon

In-sample testene gir overnaturlig gode resultater. Dette er som forventet da en optimering av parameterne in-sample vil gi en tilnærmet perfekt kombinasjon til hver strategi. I tillegg har vi optimert på en lang in-sample periode som gir oss bedre resultater enn ved bruk av en kort in-sample periode. Sammenlignet med de fleste studier av glidende gjennomsnitt som tester ulike på forhånd fastsatte parametere, deriblant Brock et al. (1992), Bessembinder og Chan (1995) og Metghalchi et al. (2012), vil ikke disse resultatene være i fokus hos oss ved en optimering. Forskjellen ligger i at de kan teste sine strategier med fastsatte parametere på in-sample perioden, mens vi i hovedsak bruker denne perioden på å optimere. Vår testperiode out-of-sample kan derfor sammenlignes med deres in-sample periode. Våre parametere vil endre seg etter hvilke data de optimeres på og in-sample resultatene gir ikke et realistisk bilde av fortjeneste fordi det ikke er mulig å optimere på et datasett for så å bruke strategiene på samme datasett. Allikevel er det interessant å se at en optimal parametersammensetning av de ulike strategiene gir så stor fortjeneste sammenlignet med kjøp og hold.

### 7.1 Out-of-Sample

Testen på out-of-sample perioden gir en oversikt om våre optimerte strategier kan brukes til å forutse fremtidige aksjeavkastninger. Som vist i de empiriske resultatene oppnår vi meravkastning på alle strategiene uten bands, og de alle fleste strategiene, syv av ti, er mer lønnsomme enn kjøp og hold strategien. 5 av strategiene har også en positiv sharpe ratio, noe kjøp og hold strategien ikke har i out-of-sample perioden. Dette står i samsvar med tidligere forskning ved bruk av optimering og testing på out-of-sample perioder. Både (Lukac et al., 1988), (Taylor, 2000) og (Tollefsen, 2010) oppnår signifikant meravkastning på de fleste av sine strategier. I våre resultater er ingen av disse meravkastningene signifikante. Gjelstad (1994) oppnår også ikke-signifikant meravkastning, noe som gjør at vi i likhet med han ikke kan konkludere med at Oslo Børs ikke var svak effisient i out-of-sample perioden.

Vår out-of-sample test dreier seg om de siste tre årene på Oslo Børs. Sammenlignet med mange tidlige studier på 90-tallet som oppnår signifikant meravkastning er dette en mye senere periode, noe som tilsier mer utviklet marked. Bessembinder og Chan (1996) fant at handelsstrategiene sine hadde mindre effekt i mer utviklede markeder. Studiene som har oppnådd signifikant meravkastning på Oslo Børs har vært over 5-15 års perioder mellom 1990

og 2010 (Metghalchi et al., 2012, Nerva, 2009, Tollefsen, 2010). Det vil derfor kunne være tilfellet at markedet har utviklet seg til å bli mer effisient i vår out-of-sample periode som er 2013-2016. Vi kan dog ikke konkludere med dette kun ved én form for testing av markedet. Vi finner også at volatiliteten som følger et salgssignal er høyere enn volatiliteten som følger et kjøpsignal, noe som indikerer at strategiene klarer å finne en viss skjevhet i markedet.

Vi oppnår derimot ikke en daglig avkastning fra noen av strategiene våre som er større enn null i out-of-sample perioden. Dette kan tyde på at markedet har vært effisient på svak form i undersøkelsesperioden vår. Om et markedet har vært effisient i testperioden, har ikke nødvendigvis stor generaliserbarhet ettersom effisiensen i et marked er under konstant utvikling (Bodie et al, 2008).

## 7.2 Simulerte aksjedata

Resultatene fra de simulerte tallene var at ingen av strategiene oppnådde en bedre sharpe-ratio enn kjøp og hold strategien. Dette betyr at ingen av strategiene klarer å oppnå en bedre risikojustert meravkastning. Ettersom alle GARCH resultatene er basert på snittverdien av 5000 simuleringer skal de verdiene vi får være relativt presise. Det er ingen av strategiene som oppnår en positiv kjøp-salg verdi. Dette betyr at ingen av strategiene klarer i adekvat grad å forutse svingningene som blir presentert i de GARCH genererte indeksene. Dette stemmer overens med teorien om et effisient marked. Vi finner en strategi som har en marginalt bedre meravkastning enn GARCH over 5000 simuleringer. Resultatet av GARCH testene ligner mye på resultatene Brock et al. (1992) oppnår på sine GARCH tester, hvor de ikke finner den lønnsomheten de fant når de testet på virkelig aksjedata.

Når vi optimerer en strategi på GARCH-genererte indekser klarer vi heller ikke å oppnå noen meravkastning som er på nivå med, eller bedre enn kjøp og hold. Dette tilsier en stor variasjon i de simulerte indeksene. Det er heller ingen av strategiene som ble optimert på GARCH rekkene som gjør det bedre enn den beste fra in-sample perioden, en grunn til dette kan være at utvalget på 100 indekser var for lite til å utføre denne testen, og at resultatet kunne blitt bedre om vi hadde optimert på flere indekser, eventuelt så kan det hende at vi kunne ha valgt et bedre sett med parametere for å løse dette problemet på en bedre måte.

## 8. Konklusjon

Vi har i denne oppgaven forsøkt å skape nye handelsstrategier basert på eksponentielt vektete glidende gjennomsnitt, for så å teste hvordan disse strategiene klarte seg i out-of-sample perioden og hvordan de gjorde det på indekser generert med en GARCH modell. Vi finner i out-of-sample testen at selv om flere av strategiene var mer lønnsomme enn kjøp og hold i perioden, så er ikke de daglige avkastningene til disse strategiene signifikant større enn null (eller signifikant større enn de daglige avkastningene til kjøp og hold strategien).

Avkastningen til signalene strategiene genererer er heller ikke signifikant større enn gjennomsnittsavkastningen i perioden. Dette betyr at strategiene ikke klarer å generere gode nok signaler out-of-sample. Dermed kan vi forkaste den første alternativhypotesen. På GARCH testen er resultatene fra signalene enda dårligere enn i out-of-sample perioden.

Det er vanskelig å konkludere med noe definitivt med tanke på hypotese 2 og 3, men resultatene vi fikk der tilsier at enten så burde vi valgt andre parametere å optimere på om vi skulle løst dette problemet, eller så er GARCH modellen vår såpass uforutsigbar at dette også ville gitt lignende resultater. Vi kan i hvert fall konkludere med at strategiene vi fant ikke virker lovende sammenlignet med å kjøpe markedsindeksen.

Vi beholder dermed nullhypotesen i alle tilfellene og forkaster alternativhypotesene. Det er dermed ikke sagt at vår måte å løse dette problemet på er den beste eller at en annen måte å optimere på ville gitt samme resultater. Selv om det ikke er noen garanti for at markedet faktisk har vært svakt effisient i perioden, så støtter våre funn markedseffisienshypotesen. Vi konkluderer med at, resultatene vi får, indikerer at Oslo børs har vært effisient på svak form i perioden vi har testet.



# Referanseliste

- ALEXANDER 1964. Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks. *Industrial Management Review*, 5, 25–46.
- BAILEY, W. S., R. M. YEN, S. 1990. Properties of Daily Stock Returns from the Pacific Basin Stock Markets: Evidence and Implications. *Pacific-Basin capital markets research*, 1, 155-171.
- BAJGROWICZ, P. & SCAILLET, O. 2012. Technical trading revisited: False discoveries, persistence tests, and transaction costs. *Journal of Financial Economics*, 106, 473-491.
- BESSEMBINDER, H. & CHAN, K. 1995. The profitability of technical trading rules in the Asian stock markets. *Pacific-Basin Finance Journal*, 3, 257-284.
- BODIE, Z., KANE, A. & MARCUS, A. J. 2009. *Investments*, New York London,, McGraw-Hill Higher Education ;.
- BROCK, W., LAKONISHOK, J. & LEBARON, B. 1992. Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *Journal of Finance*, 47, 1731-1764.
- DAHL, M. S. & KAREVOLD, I. B. 2014. *Can simple technical trading rules be successful in the Norwegian stock market?*. Master, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- DETRY, P. J., GREGOIRE, P 2001. Other Evidences of the Predictive Power of Technical Analysis: the Moving-Average Rules on European Indices. European Financial Management Association.
- DUNIS, C. 1989. *Computerized Technical System and Exchange Rate Movements*, Faulkner Ltd. .
- FAMA, E. F. 1970. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25, 383-417.
- FIFIELD, S. G. M., POWER, D. M. & DONALD SINCLAIR, C. 2005. An analysis of trading strategies in eleven European stock markets. *The European Journal of Finance*, 11, 531-548.
- GENCAY, R. 1998. The predictability of security returns with simple technical trading rules. *Journal of Empirical Finance*, 5, 347–359.
- GENCAY, R. 1999. Linear, non-linear and essential foreign exchange rate prediction with simple technical trading rules. *Journal of International Economics*, 47, 91–107.
- GJELSTAD, V. 1994. *Teknisk aksjeanalyse : en empirisk undersøkelse på Oslo Børs*. Master, Høgskolesentreret i Nordland.

- GROSSMAN, S. J. & STIGLITZ, J. E. 1980. On the Impossibility of Informationally Efficient Markets. *The American Economic Review*, 70, 393-408.
- GRØTTE, O. 2006. *Aksjekjøp og daytrading : metode, psykologi, risiko og strategier*, Oslo, Hegnar media.
- HARRIS, L. 2003. *Trading and Exchanges: Market Microstructure for Practitioners*. New York: Oxford University Press.
- HUDSON, R., DEMPSEY, M. & KEASEY, K. 1996. A note on the weak form efficiency of capital markets: The application of simple technical trading rules to UK stock prices - 1935 to 1994. *Journal of Banking and Finance*, 20, 1121-1132.
- HØIDAL, G. B. & HAUGERUD, P. G. 1994. *Valutamarkedet : teknisk og fundamental analyse*, Oslo, Ad Notam Gyldendal.
- JENSEN, M. C. 1978. Some Anomalous Evidence Regarding Market Efficiency. *Journal of Financial Economics*, 6, 95-101.
- KENDALL, M. G. & HILL, A. B. 1953. The Analysis of Economic Time-Series-Part I: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 116, 11-34.
- LUKAC, L. P., BRORSEN, B. W. & IRWIN, S. H. 1988. A Test of Futures Market Disequilibrium Using 12 Different Technical Trading Systems. *Applied Economics*, 20, 623-639.
- MALKIEL, B. G. & FAMA, E. F. 1970. EFFICIENT CAPITAL MARKETS: A REVIEW OF THEORY AND EMPIRICAL WORK\*. *Journal of Finance*, 25, 383-417.
- METGHALCHI, M., MARCUCCI, J. & CHANG, Y.-H. 2012. Are moving average trading rules profitable? Evidence from the European stock markets. *Applied Economics*, 44, 1539-1559.
- MOSSIN, J. 1986. *Markedseffisiens: Finansmarkedslære for nøkterne investors*, Oslo, Tano.
- MURPHY, J. J. 1999. *Technical Analysis of the Financial markets*. New York Institute of Finance.
- NEELY, C. J. 2003. Risk-adjusted, ex ante, optimal technical trading rules in equity markets. *International Review of Economics and Finance*, 12, 69-87.
- NERVA, Ø. 2009. *Aksjetrading ved bruk av teknisk swing-trade analyse: en test av svak effisiens på Oslo Børs mellom 2004 og 2009*. Master, Graduate School of Business, University of Nordland.
- SHARPE, W. F. 1966. Mutual Fund Performance. *The journal of Business*, 39, 119-138.
- SULLIVAN, R., TIMMERMANN, A. & WHITE, H. 1999. Data-Snooping, Technical Trading Rule Performance, and the Bootstrap. *The Journal of Finance*, 54, 1647-1691.
- TAYLOR, S. J. 2000. Stock index and price dynamics in the UK and the US: new evidence from a trading rule and statistical analysis. *The European Journal of Finance*, 6, 39-69.

TOLLEFSEN, T. 2010. *Er Oslo Børs svakt effisient? En test av teknisk analyse*. Master, Department of Finance, Norwegian School of Economics.

UGLAND, R. & ØSTBØ, A. 1992. *En empirisk undersøkelse av svak effisiens på Oslo Børs: basert på teknisk aksjeanalyse*. Master, Høgskolesenteret i Nordland.

**Internett:**

Nordnet.no (2016), Nedlastet 10.April, 2016 fra <https://www.nordnet.no/tjenester/prisliste.html>

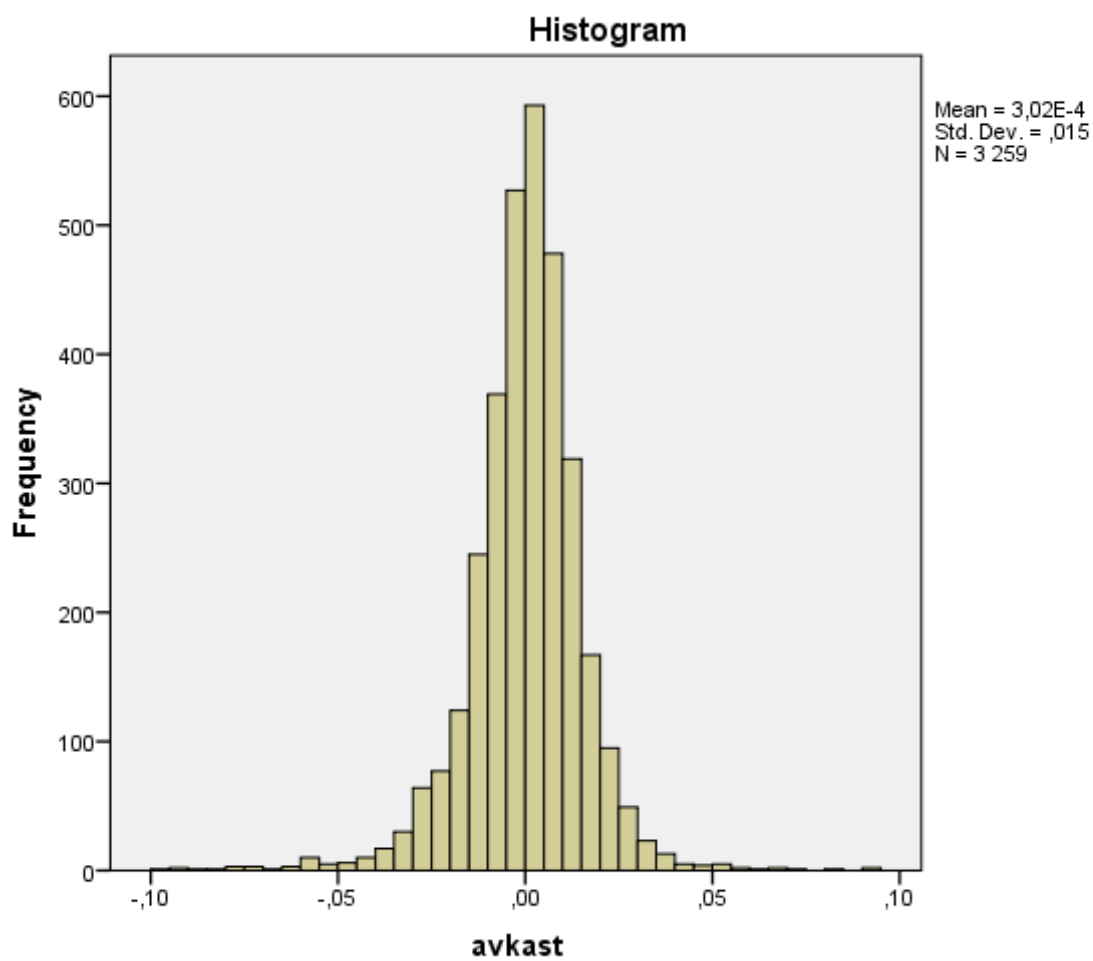
# Appendiks

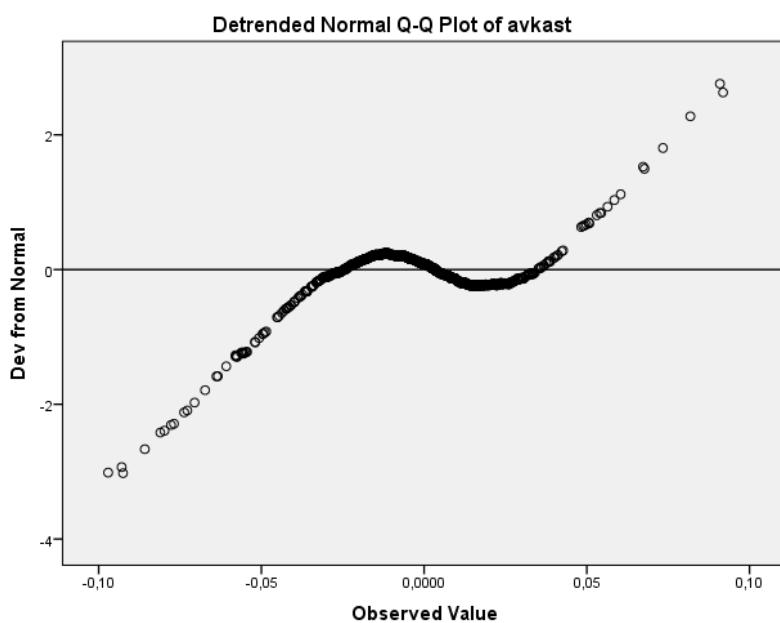
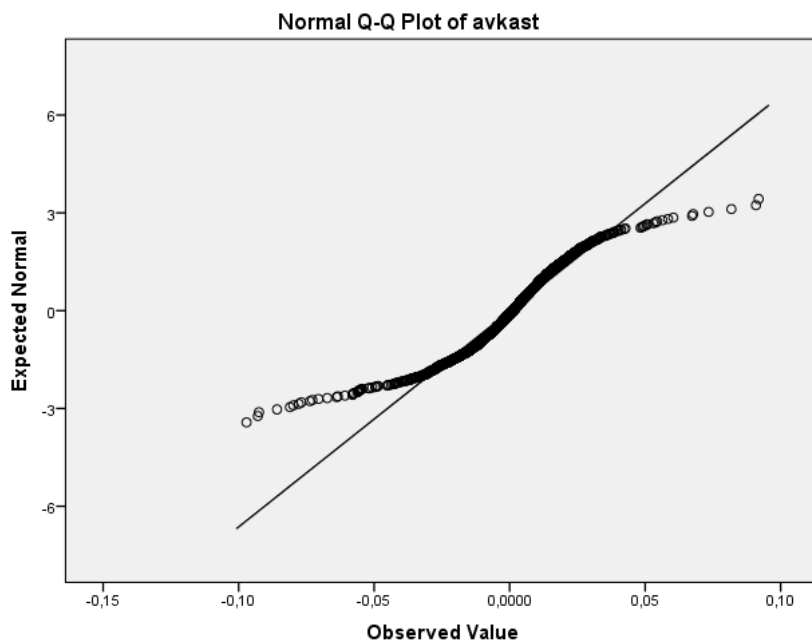
## Test av normalfordeling

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
avkast	,072	3259	,000	,934	3259	,000

a. Lilliefors Significance Correction





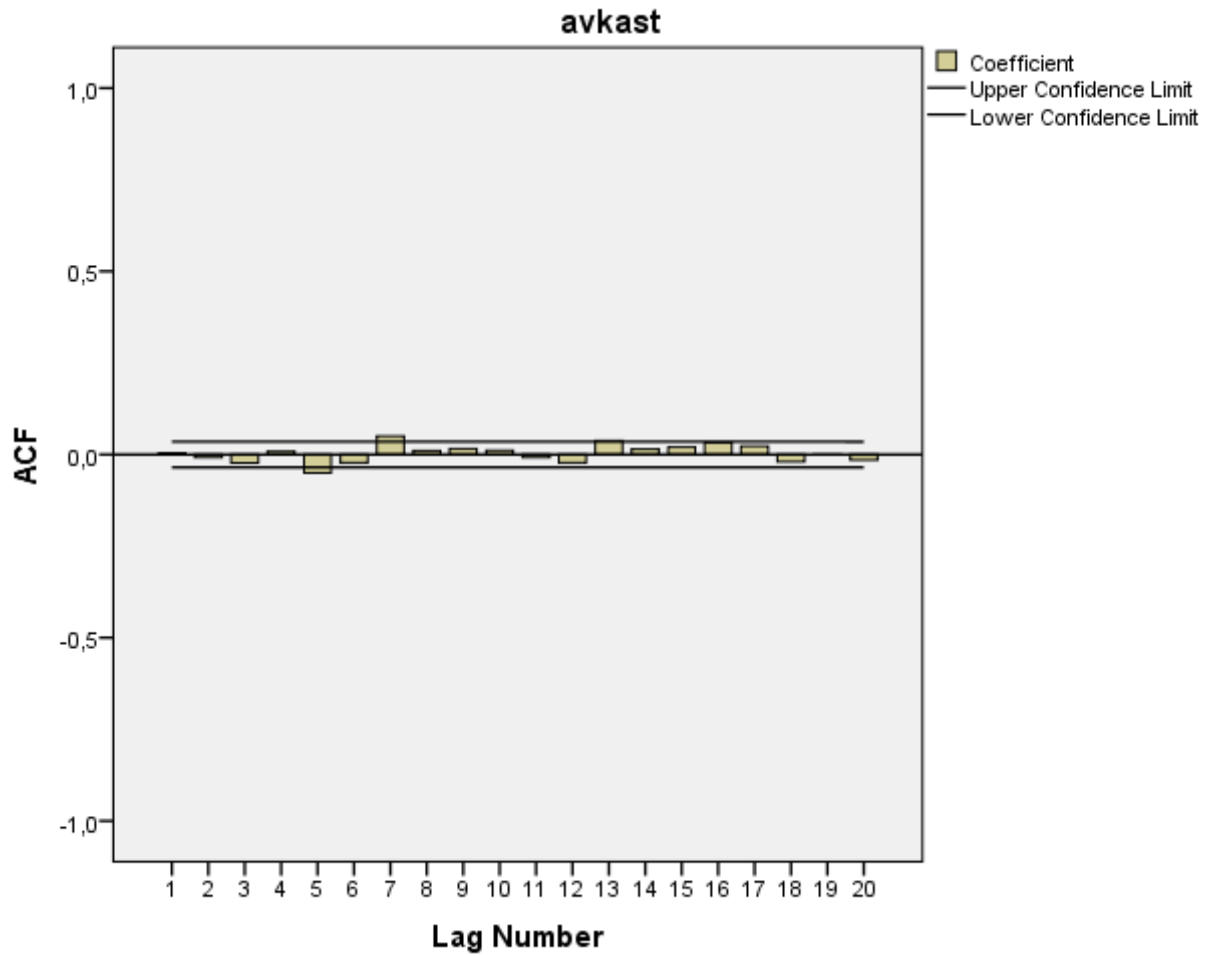
### Test for autokorrelasjon

Model Description		
Model Name		MOD_2
Series Name	1	avkast
Transformation		None
Non-Seasonal Differencing		0
Seasonal Differencing		0

Length of Seasonal Period	No periodicity
Maximum Number of Lags	20
Process Assumed for Calculating the Standard Errors of the Autocorrelations	Independence(white noise) <sup>a</sup>
Display and Plot	All lags

Applying the model specifications from MOD\_2

a. Not applicable for calculating the standard errors of the partial autocorrelations.

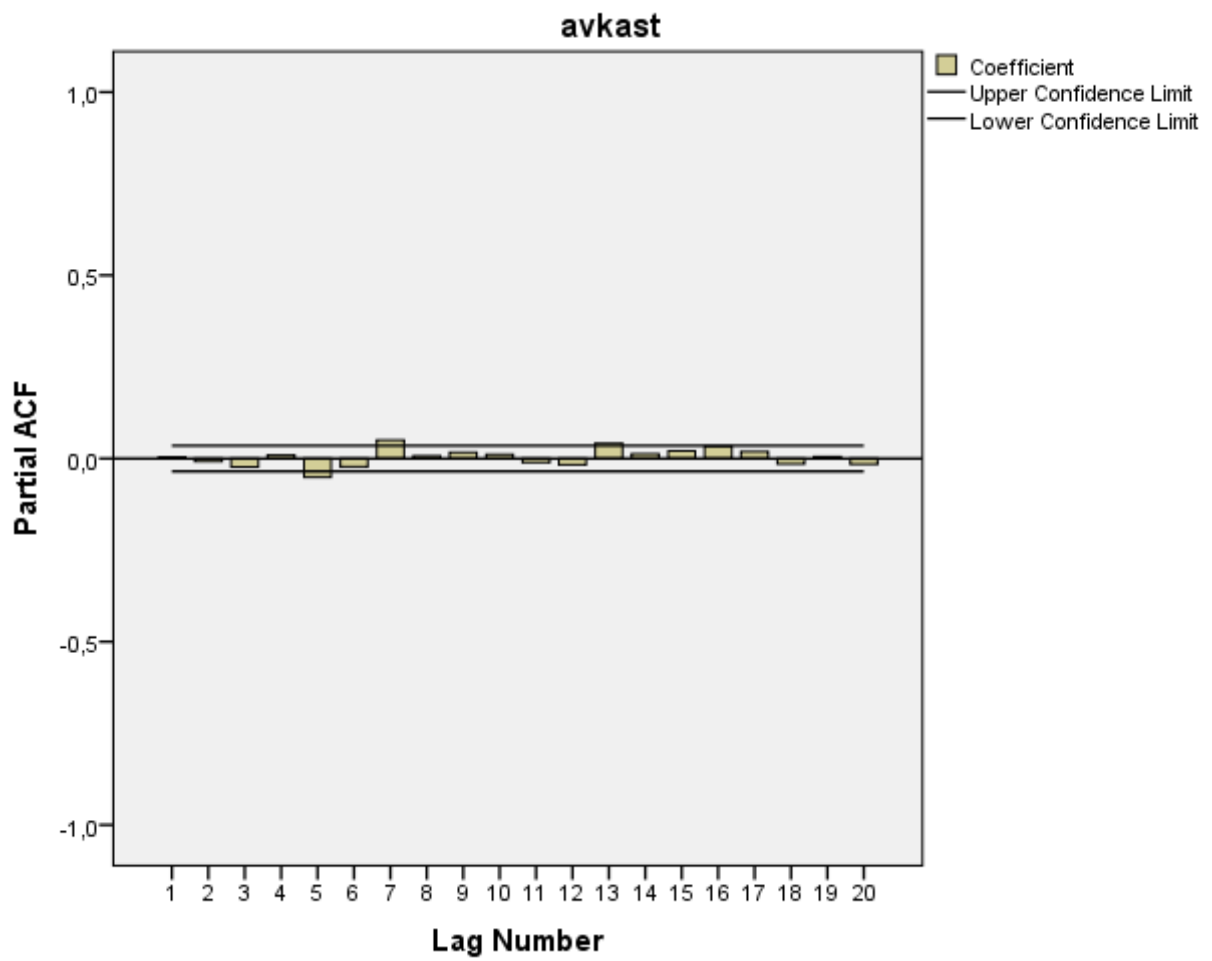


**Partial Autocorrelations**

Series: avkast

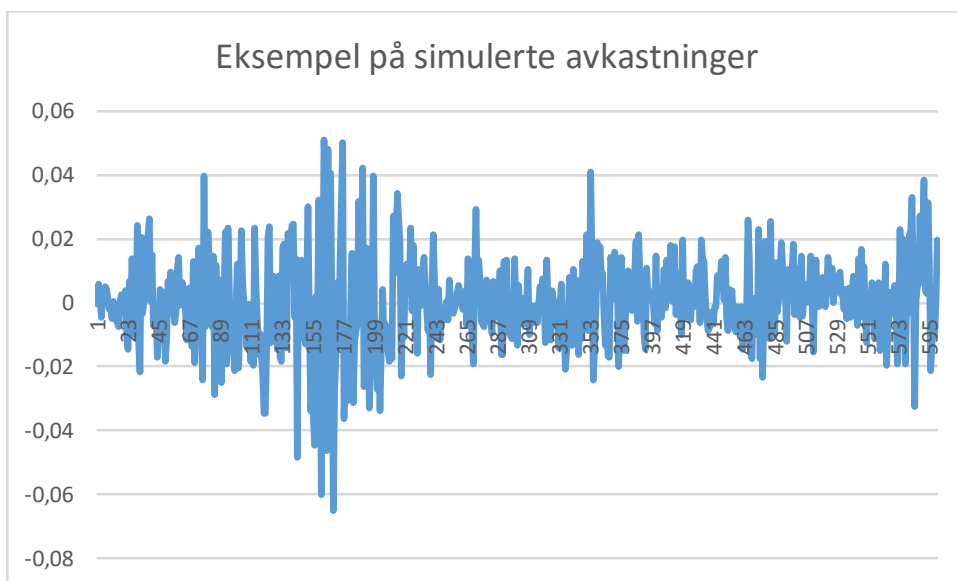
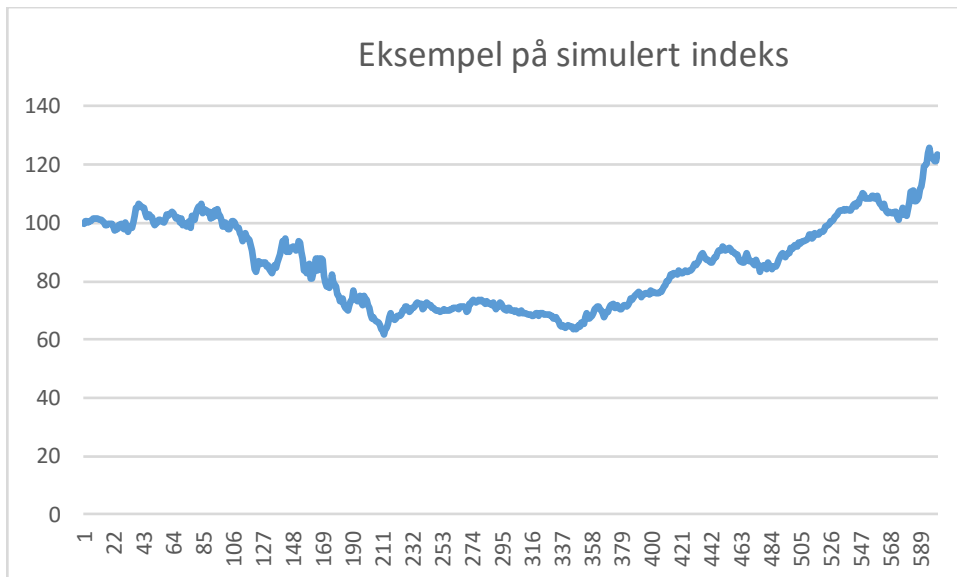
Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	,003	,018
2	-,008	,018
3	-,023	,018
4	,009	,018

5	-.051	,018
6	-.022	,018
7	,050	,018
8	,007	,018
9	,017	,018
10	,011	,018
11	-.011	,018
12	-.017	,018
13	,041	,018
14	,013	,018
15	,021	,018
16	,033	,018
17	,019	,018
18	-.015	,018
19	,005	,018
20	-.016	,018



## Eksempel på simulert GARCH indeks

Grafene under viser ett eksempel på simulerte daglige priser og tilhørende avkastninger som vi genererer med GARCH modellen.



## T-tester: strategier out-of-sample mot kjøp og hold

### Two-sample T for avkast levband vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkast levband	473	0,0000	0,0113	0,00052
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkast levband) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: 0,000022

95% CI for difference: (-0,001427; 0,001471)



T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0,03 P-Value = 0,976 DF = 943

### Two-sample T for avkastbuyband vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkastbuyband	473	0,00001	0,00564	0,00026
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkastbuyband) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: 0,000015

95% CI for difference: (-0,001136; 0,001165)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0,02 P-Value = 0,980 DF = 689

### Two-sample T for avkastbuyshortband vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkastbuyshortband	473	-0,00073	0,00985	0,00045
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkastbuyshortband) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: -0,000727

95% CI for difference: (-0,002088; 0,000634)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1,05 P-Value = 0,295 DF = 924

### Two-sample T for avkastlev vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkastlev	473	0,0002	0,0125	0,00057
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkastlev) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: 0,000204

95% CI for difference: (-0,001324; 0,001731)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0,26 P-Value = 0,794 DF = 936

### Two-sample T for avkastbuy vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkastbuy	473	0,00009	0,00625	0,00029
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkastbuy) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: 0,000099

95% CI for difference: (-0,001076; 0,001275)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0,17 P-Value = 0,868 DF = 731

### Two-sample T for avkastbuyshort vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkastbuyshort	473	0,0003	0,0114	0,00052
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkastbuyshort) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: 0,000299

95% CI for difference: (-0,001158; 0,001756)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0,40 P-Value = 0,687 DF = 943

### Two-sample T for avkastshort vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkastshort	473	0,00010	0,00960	0,00044
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkastshort) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: 0,000105

95% CI for difference: (-0,001242; 0,001452)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0,15 P-Value = 0,878 DF = 916

### Two-sample T for avkastshortlev vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkastshortlev	473	0,0001	0,0192	0,00088
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkastshortlev) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: 0,00016

95% CI for difference: (-0,00186; 0,00217)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0,15 P-Value = 0,880 DF = 768

### Two-sample T for avkastshortband vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkastshortband	473	-0,00030	0,00519	0,00024
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkastshortband) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: -0,000294

95% CI for difference: (-0,001427; 0,000839)

T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -0,51 P-Value = 0,610 DF = 659

### Two-sample T for avkastshortlevband vs avkast buyhold

	N	Mean	StDev	SE Mean
avkastshortlevband	473	-0,0000	0,0153	0,00070
avkast buyhold	473	-0,0000	0,0114	0,00053

Difference =  $\mu$  (avkastshortlevband) -  $\mu$  (avkast buyhold)

Estimate for difference: -0,000019

95% CI for difference: (-0,001741; 0,001702)

T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = -0,02 P-Value = 0,982 DF = 874