

Mads Reginiussen

Fredrik Antonsen

Reverseringseffekter i aksjekurser

En empirisk studie av prisutviklingen i det norske aksjemarkedet, og implikasjoner for investorer

Mean Reversion in Stock Prices

An empirical study of price behaviour in the Norwegian stock market, and implications for investors

MASTEROPPGAVE - Økonomi og administrasjon/siviløkonom

Trondheim, Mai 2016

Hovedprofil: Finansiering og investering

Veileder: Michael Kisser



**NTNU har intet ansvar for synspunkter eller innhold i oppgaven.
Framstillingen står utelukkende for studentens regning og ansvar.**

Sammendrag

Denne studien undersøker om prisutviklingen i det norske aksjemarkedet inneholder reverseringseffekter, og hvilke implikasjoner dette eventuelt har for investorer. Ved hjelp av variansratiotester for månedlige, årlige og toårige avkastningsperioder finner studien tegn til at aksjekurser reverserer, med sterkest effekt på toårig sikt. Til tross for at undersøkelser av langsiktig avhengighet krever store utvalg, gir testene (nær) signifikant negativ autokorrelasjon på 5%-nivå for toårige avkastninger. Dette antyder at aksjer som har falt de to siste årene, har større sannsynlighet for å stige de påfølgende to årene. Funnet av negativ autokorrelasjon, og derav en mulig reverseringseffekt, er basert på studie av OSEAX (Oslo Børs All-share Index) og OSEBX (Oslo Børs Benchmark Index) over en periode fra 1983 til 2016. Resultatene endres ikke vesentlig når det tas høyde for effekter tilknyttet små selskaper, likviditet, eller finanskrisen. I tillegg viser autokorrelasjonstestene signifikant positiv autokorrelasjon for månedlige avkastninger, noe som svarer til en momentumseffekt. Et tydelig mønster som viser seg i testresultatene er den positive autokorrelasjonen på månedlig sikt, som snur og blir negativ for årlige og toårige avkastninger. Med utgangspunkt i disse funnene forkastes random walk modellen, og nullhypotesen om tilfeldig prisutvikling, da de tyder på at aksjekursene inneholder både en momentums- og en reverseringseffekt.

Videre formes en kontrær handelsstrategi som forsøker å utnytte seg av reverseringseffekten ved kjøp av tidligere tapere, og shortsalg av tidligere vinnere. Strategien tar utgangspunkt i rangerings- og holdeperioder på to år, ettersom denne periodelengden gav de mest lovende resultatene fra variansratiotesten. Resultatene fra en regresjonsmodell antyder ingen signifikant meravkastning for handelsstrategien, noe som impliserer at eventuelle reverseringseffekter vanskelig lar seg utnytte av investorer i markedet. Det viser seg imidlertid at en portefølje bestående av tidligere tapere genererer signifikant høyere meravkastning enn en portefølje bestående av tidligere vinnere, noe som på sin side støtter reverseringshypotesen.

Basert på den empiriske undersøkelsen finner utredningen tegn til reverseringseffekter for det norske aksjemarkedet, men det virker vanskelig for investorer å utnytte seg av slike effekter. Et interessant funn er at taperaksjene utklasser vinneraksjene, og forskjellen i avkastning er statistisk signifikant.

Abstract

This thesis examines whether prices in the Norwegian stock market are mean reverting, and which implications this may have for investors. Using variance ratio tests on monthly, yearly and two-year returns, we find evidence for mean reversion in stock prices, with strongest effect for the longer return periods. Despite the fact that tests of long-term dependence require large data samples, the study finds (close to) significant mean reversion on the conventional 5% level for two-year returns. This implies that stocks, which prices have fallen the previous two years, tends to perform better the following two years. The empirical finding of negative autocorrelation, i.e. a reversal effect, is based on a study of OSEAX (Oslo Børs All-share Index) and OSEBX (Oslo Børs Benchmark Index) over the years 1983-2016. The results do not change significantly when adjusted for small size effects, liquidity or the financial crisis. Further, the autocorrelation test shows a significant momentum effect, i.e. positive autocorrelation, for the shorter return horizons. Our null hypothesis, stating that the prices act as a random walk, is rejected, as the results suggests that the prices contain both momentum and reversal effects.

Further, a contrarian trading strategy is formed, trying to exploit the reversal effect by buying previous losers and short selling previous winners. The strategy uses return horizons of two years, which gave the most promising results from the variance ratio test. A regression of the portfolio's performance shows no significant abnormal returns. This suggests that it may be hard to make a profit based on these reversal effects. However, the study also concludes that a portfolio buying the previous losers would achieve significantly higher abnormal return than a portfolio buying the previous winners, which in turn favours the reversal hypothesis.

Based on the empirical study there is evidence supporting a reversal effect in the Norwegian stock market, but it also appears to be difficult for investors to profit on this effect. Though it is interesting that losers over the past two years tend to outperform winners when observing the return over the next two years.

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på masterstudiet i økonomi og administrasjon med spesialisering i finansiering og investering ved Handelshøyskolen i Trondheim. Oppgaven har et omfang på 30 studiepoeng og er skrevet i løpet av vårsemesteret 2016. Temaet er valgt med bakgrunn i vår interesse for aksjemarkedet og et ønske om utvidet innsikt på området.

Arbeidet med oppgaven har vært lærerikt, men også bydd på enkelte utfordringer. Studier av reverseringseffekter krever bakgrunnskunnskap som spenner over flere retninger innen finansfaget. I prosessen har vi fått bruk for mye av kunnskapen vi har ervervet i løpet av studietiden, samtidig som temaet for oppgaven har fordret ytterligere forståelse for tidsserieanalyser. Vi håper studien kan bidra med innsikt i reverseringsfenomenet og at den inspirerer til videre studier.

Vi vil også benytte anledningen til å takke vår veileder, førsteamanuensis Michael Kisser ved Norges Handelshøyskole, for verdifulle råd og oppmuntrende tilbakemeldinger underveis i prosessen. Dine innspill har sikret god framdrift, og hjulpet oss med å strukturere arbeidet.

Innholdet i denne oppgaven står for forfatterens regning.

Trondheim 23.05.2016

Mads Reginiussen

Fredrik Antonsen

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	III
ABSTRACT	IV
FORORD	V
INNHOLDSFORTEGNELSE	VII
FIGUROVERSIKT	IX
TABELLOVERSIKT	IX
1. INNLEDNING	1
1.1 INTRODUKSJON	1
1.2 PROBLEMSTILLING	2
1.3 STUDIENS STRUKTUR	3
2 TEORI	5
2.1 INTRODUKSJON	5
2.2 PRISINGSMODELLER.....	5
2.2.1 <i>Kapitalverdimodellen</i>	5
2.2.2 <i>Arbitrasjeprisingsteori</i>	6
2.2.3 <i>Tre-faktormodellen</i>	7
2.3 MARKEDSEFFISIENSHYPOTEBEN	8
2.3.1 <i>Fair game</i>	9
2.3.2 <i>Martingale</i>	10
2.3.3 <i>Random walk</i>	11
2.3.4 <i>Ulike former for markedseffisiens</i>	12
2.3.5 <i>Litteraturgjennomgang</i>	13
2.3.6 <i>Forutsetninger for effisiente markeder</i>	15
2.4 ANOMALIER.....	16
2.4.1 <i>Momentum</i>	18
2.4.1.1 Historisk utvikling	18
2.4.1.2 Hvor står vi i dag?.....	19
2.4.2 <i>Mean reversion</i>	20

2.4.2.1	Historisk utvikling	21
2.4.2.2	Studier på norske data	24
2.4.2.3	Hvor står vi i dag?	24
2.5	FORKLARINGER PÅ REVERSERINGSEFFEKTEN	25
2.5.1	<i>Rasjonelle bobler</i>	26
2.5.2	<i>Tidsvarierende forventet avkastning</i>	27
2.5.3	<i>Atferdsmessige forklaringer</i>	27
2.5.4	<i>Mikrostrukturelle forklaringer</i>	30
2.6	OPPSUMMERING OG HYPOTESER	31
3	METODE	33
3.1	INTRODUKSJON	33
3.2	VARIANSRATIOTESTEN	33
3.2.1	<i>Tidsperiode og datasett</i>	33
3.2.2	<i>Analysemodell</i>	36
3.2.3	<i>Testspesifikasjon</i>	37
3.2.4	<i>Multiple estimeringsteknikker</i>	42
3.3	KONTRÆR HANDELSSTRATEGI	42
3.3.1	<i>Tidsperiode og datasett</i>	43
3.3.2	<i>Analysemodell</i>	44
3.3.3	<i>Testspesifikasjoner</i>	45
3.4	VALIDITET OG RELIABILITET	47
3.4.1	<i>Nominelle versus reelle data</i>	47
3.4.2	<i>Beregning av avkastninger</i>	48
3.4.3	<i>Feilkilder og begrensninger</i>	49
3.5	OPPSUMMERING METODE	51
4	ANALYSE	53
4.1	INTRODUKSJON	53
4.2	VR-RESULTATER	53
4.2.1	<i>OSEAX og OSEBX</i>	53
4.2.2	<i>Finanskrisen</i>	59
4.2.3	<i>Likviditet og selskapsstørrelse</i>	60
4.2.4	<i>Enkeltaksjer</i>	62
4.2.5	<i>Diskusjon rundt resultater</i>	64

4.3	KONTRÆR HANDELSSTRATEGI	65
4.3.1	<i>Handelsstrategiens prestasjon</i>	66
4.3.2	<i>Test for unormal avkastning</i>	67
4.3.3	<i>Lønnsomme tapere?</i>	70
4.3.4	<i>Diskusjon rundt resultater</i>	74
5	KONKLUSJON	77
5.1	OPPSUMMERING OG KONKLUSJON	77
5.2	FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING	80
	LITTERATURLISTE	81
	VEDLEGG 1: OVERSIKT OVER FORKORTELSER OG NOTASJON	86
	VEDLEGG 2: UTLEDNING AV TESTSTATISTIKKEN TILKNYTTET RW1	87
	VEDLEGG 3: UTLEDNING AV TESTSTATISTIKKEN TILKNYTTET RW3	91
	VEDLEGG 4: T-TEST FOR FORSKJELL I ALPHA-KOEFFISIENTER	93
	VEDLEGG 5: OVERSIKT OVER STUDIENS HYPOTESER	94
	VEDLEGG 6: FULLSTENDIGE RESULTATER FRA VR-TESTEN	94

Figuroversikt

FIGUR 3-1	INTUISJON BAK VR-TESTEN	40
FIGUR 3-2	IKKE-OVERLAPPENDE OBSERVASJONER	45
FIGUR 3-3	OVERLAPPENDE OBSERVASJONER	45
FIGUR 4-1	ANTALL VR OVER/UNDER 1 FOR MÅNEDLIGE AVKASTNINGER	63
FIGUR 4-2	ANTALL VR OVER/UNDER 1 FOR ÅRLIGE AVKASTNINGER	63
FIGUR 4-3	ANTALL VR OVER/UNDER 1 FOR TOÅRIGE AVKASTNINGER	63
FIGUR 4-4	UTVIKLINGEN TIL HANDELSSTRATEGIEN OG OSEAX	67
FIGUR 4-5	UTVIKLINGEN TIL TAPER- OG VINNERPORTEFØLJEN	71

Tabelloversikt

TABELL 4-1	BESKRIVENDE STATISTIKK FOR OSEAX	54
TABELL 4-2	VR-VERDIER FOR OSEAX	55
TABELL 4-3	VR-VERDIER FOR REALAVKASTNINGEN TIL OSEAX	57

TABELL 4-4 VR-VERDIER FOR OSEBX.....	58
TABELL 4-5 VR-VERDIER FOR OSEAX UTEN FINANSKRISEN.....	59
TABELL 4-6 VR-VERDIER FOR OBX OG OSESX.....	61
TABELL 4-7 ENKELTAKSJER MED VARIANSRATIO OVER/UNDER 1.....	62
TABELL 4-8 RESULTATET AV REGRESJONEN FOR TRE-FAKTORMODELLEN.....	68
TABELL 4-9 RESULTATET AV REGRESJONEN FOR CAPM.....	69
TABELL 4-10 ESTIMERT REGRESJONSMODELL FOR TAPERPORTEFØLJEN.....	72
TABELL 4-11 ESTIMERT REGRESJONSMODELL FOR VINNERPORTEFØLJEN.....	72
TABELL 4-12 BESKRIVENDE STATISTIKK FOR ESTIMERTE ALPHA-VERDIER.....	73
TABELL 4-13 T-TEST AV FORSKJELL I MERAVKASTNING FOR TAPER- OG VINNERPORTEFØLJEN.....	73

1. Innledning

1.1 Introduksjon

Investorenes overordnede mål er å oppnå profitt på bakgrunn av deres forventninger om en usikker framtid. Å forutsi framtidige kursbevegelser basert på observerbare indikatorer er ingen enkel øvelse. Forutsigbare mønster i prisdannelsen vil ifølge teorien om effisiente markeder ikke finnes, ettersom investorer til en hver tid søker å utnytte seg av disse, og eliminerer slike mønster så fort de oppstår. Tilhengere av effisiente markeder hevder at all tilgjengelig informasjon til enhver tid er priset inn i markedet, og for å oppnå høyere avkastning er man nødt til å påta seg høyere risiko. Flere studier antyder imidlertid at aksjer tenderer til å bevege seg etter mer eller mindre forutsigbare mønster (blant annet Summers (1986), Fama og French (1988b), Lo og MacKinlay (1988)). Betyr dette at dagens avkastning er avhengig av tidligere avkastning? Kan man forutsi priser basert på aksjekursenes historiske utvikling? Dette innebærer i så fall et brudd med det man kaller for svak markedseffisiens.

Et gammelt ordtak sier at: ”intet tre vokser inn i himmelen”. Er dette noe man som investor bør ha i bakhodet, eller bygger slike forestillinger på en irrasjonell ”høydeskrekk”? Momentum er et fenomen hvor over-gjennomsnittlig avkastning kan forventes å bli fulgt av avkastning over gjennomsnittet også i framtiden, og tilsvarende for avkastning under gjennomsnittet. Det kan også tenkes at aksjer som stiger over en bestemt periode tenderer til å falle tilbake til et normalnivå over tid. Dette fenomenet er bedre kjent som mean reversion, og vil være fokuset for denne studien. En av årsakene til at vi har valgt å studere reverseringseffekten, er blant annet fordi den har sterke paralleller til investeringsdisiplinen ”value investing”, som har vist seg å være en suksessfull strategi over mange år. Her forsøker investorer å indentifisere underprisede verdipapirer, for så å handle dem til rabatt relativt til fundamentale verdier. I dette ligger det en antakelse om at feilprisingen på sikt vil korrigeres, altså at aksjekursene reverserer.

Når det viser seg at enkelte strategier eller investorer konsistent slår markedet, er det nærliggende å trekke slutningen om at markedet ikke kan være effisient. Som studien vil vise trenger ikke dette nødvendigvis å være tilfelle, men det fordrer noe bakgrunnskunnskap om hva som ligger til grunn for hypotesen om markedseffisiens.

1.2 Problemstilling

Problemstillingen skal reflektere oppgavens hovedfokus, og slik avgrense hva studien skal ta for seg, og hva den ser bort i fra. Utredningens ambisjon er å undersøke om prisdannelser i aksjemarkedet er i tråd med teori om effisiente markeder. Mer spesifikt er målet å undersøke om aksjer på Oslo Børs har en tendens til å følge systematiske reverseringsmønstre over tid. Studien tar utgangspunkt i det norske aksjemarkedet av flere grunner. For det første er det få som har tatt for seg slike effekter på norske data. For det andre blir gjerne små og mindre likvide markeder fulgt av færre investorer, slik at prisene her ikke nødvendigvis reflekterer all informasjon til enhver tid. Dette kan bety at aksjekurser på Oslo Børs har en tendens til å reversere mot sine gjennomsnittsverdier over gitte tidshorisonter. Problemstillingen kan derfor formuleres slik:

Eksisterer det en reverseringseffekt på Oslo børs, og hvilke implikasjoner har dette for investorer?

Utredningen søker å belyse prisutviklingen for det norske aksjemarkedet, men samtidig si noe om hvilke implikasjoner det har for deltakerne i markedet. For eksempel vil problemstillingen kunne gi svar på om investorer kan tjene på å følge strategier som baserer seg på reverseringseffekten. Problemstillingen kan også bidra med innsikt til beslutningstakere i børsnoterte selskaper. For eksempel kan forskningsspørsmålet belyse forhold tilknyttet timing av eksempelvis børsnoteringer, emisjoner, utbyttepolitikk, investeringer osv., dersom det viser seg at aksjemarkedets framtidige utvikling ikke forløper seg helt tilfeldig, og uavhengig av tidligere nivå.

Det bør også nevnes noen ord om hvorvidt problemstillingen søker generaliserende slutninger. Aksjemarkedet er i kontinuerlig endring, noe som betyr at våre funn kan være utdaterte allerede i morgen. Likevel viser det seg ofte at historien gjentar seg, og på samme måte som psykologien søker systematiske trekk ved menneskelig atferd, er vårt ønske å kunne si noe om systematiske forhold ved prisprosesser i markedet. Kanskje er koblingen mellom psykologi og finansmarkedet sterkere enn vi tror, noe som kan gi rom for generalisering på tvers av tid og sted.

1.3 Studiens struktur

Studien skal gi grunnlag for å svare på om reverseringseffekten er virksom på Oslo Børs, og undersøke om investorer kan profitere på å ta hensyn til slike effekter. For å være i stand til å svare på problemstillingen vil det være nødvendig med innsikt i markedseffisienshypotesen (EMH). Kapittel 2 skal derfor gi en grunnleggende innføring i teori som gjør leseren i stand til å analysere og tolke resultatene av undersøkelsen. EMH ligger til grunn for en stor del av forskningen som er gjort på kapitalmarkeder, og er derfor tilordnet relativt stor plass. I forlengelsen av dette omtales momentums- og reverseringseffekten som antyder mulige avvik fra markedseffisiens.

Kapittel 3 tar for seg metodevalg og forskningsdesign. For å kunne svare tilfredsstillende på problemstillingen er metoden todelt. Den inneholder både en variansratiotest, samt utforming, og test av en handelsstrategi. For hver av delene presiseres valg og prioriteringer som er gjort med tanke på data, modellvalg og testspesifikasjon. Avslutningsvis i kapittel 3 drøftes studiens validitet og reliabilitet, deriblant begrensninger og potensielle feilkilder ved metoden.

I kapittel 4 presenteres resultatet av testene. Delkapittel 4.1 er viet funnene fra variansratiotesten, mens delkapittel 4.2 tar for seg handelsstrategien. Her analyseres resultatene sammen med en drøfting av den statistiske signifikansen tilknyttet eventuelle funn.

Kapittel 5 sammenfatter hovedresultatene fra studien, og konkluderer med bakgrunn i avhandlingens hypoteser. Betydningen av funnene drøftes i lys av studiens overordnede forskningsspørsmål, før det avslutningsvis pekes på mulige retninger for videre forskning.

2 Teori

2.1 Introduksjon

Teoridelen er strukturert som følger: delkapittel 2.2 tar for seg teoretiske modeller for prising av finansielle aktiva, før EMH presenteres i delkapittel 2.3. Her vil viktige bidrag fra litteraturen gjennomgås, og forutsetningene bak EMH drøftes. I delkapittel 2.4 dras linjene over mot to viktige anomalier, momentums- og reverseringseffekten, før mulige forklaringer på reverseringseffekten diskuteres i delkapittel 2.5. Teoridelen oppsummeres i delkapittel 2.6, hvor også hypotesene for studien presenteres.

2.2 Prisingsmodeller

2.2.1 Kapitalverdimodellen

En utbredt modell for prising av aktiva er kapitalverdimodellen (CAPM) til Sharpe (1964) og Lintner (1965). Ideen bak modellen er at en investor må kompenseres for to forhold: tidsverdien av penger, og risiko. Modellen viser at forventet avkastning for et aktivum i likevekt er en funksjon av kovariansen med markedsporteføljen, der kovariansen uttrykker risikoen en investor påtar seg.

CAPM er utledet i en hypotetisk verden og det ligger en rekke forutsetninger til grunn for teorien. Man antar vanligvis at (a) investorene er pristagere og har homogene forventinger, (b) investorene er risikoaverse og søker å maksimere sin avkastning for en gitt risiko (maksimal Sharp-ratio), (c) markedet er friksjonsfritt og samtlige aktører har tilgang til all informasjon, (d) markedet til en hver tid er i likevekt, (e) det finnes et risikofritt aktivum med en risikofri rente som er lik for både innlån og utlån, (f) fravær av reguleringer og skatter (Copeland et al., 2013).

Formelt er CAPM uttrykt ved:

$$E(\tilde{R}_i) = R_f + [E(\tilde{R}_m) - R_f]\beta_i \quad (1)$$

hvor forventet avkastning gis av risikofri rente R_f og en risikopremie $E(\tilde{R}_m) - R_f$. Risikopremien er uttrykt ved den forventede meravkastningen til markedet (også omtalt som prisen på en enhet risiko) multiplisert ved mengden risiko, β_i . Risikoen til det aktuelle

aktivumet er gitt ved kovariansen mellom avkastningene til aktivumet og markedsporteføljen, relativt til markedsporteføljens varians, altså:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}. \quad (2)$$

Denne kovariansen med markedet kalles systematisk risiko, og kan ikke diversifiseres bort. Dette er risikoen som relaterer seg til hele markedet og som investor derfor får betalt for.

2.2.2 Arbitrasjeringsteori

En alternativ modell for prising er arbitrasjeringsteorien (APT) (Ross, 1976). Her antar man at avkastningen for hvert enkelt aktivum er avhengig av ulike makroøkonomiske faktorer. Man kan se på CAPM som et spesialtilfelle av denne modellen, hvor avkastningen i markedet er den eneste faktoren som bestemmer avkastningen til aktivumet.

Ross (1976) tar utgangspunkt i følgende betingelse:

$$\tilde{R}_i = E(\tilde{R}_i) + b_{i1}\tilde{F}_1 + \dots + b_{ik}\tilde{F}_k + \tilde{\varepsilon}_i \quad (3)$$

hvor \tilde{R}_i er faktisk avkastning på aktivum i , $E(\tilde{R}_i)$ er forventet avkastning på aktivum i , F_k er en faktor som påvirker markedet, b_{ik} uttrykker hvor mye aktivum i påvirkes av risikofaktoren F_k , og $\tilde{\varepsilon}_i$ tilfeldig støy for aktivum i . $\tilde{\varepsilon}_i$ er et uttrykk for usystematisk risiko som kun påvirker én, eller en mindre gruppe bedrifter, mens leddet $b_{i1}\tilde{F}_1 + \dots + b_{ik}\tilde{F}_k$ representerer den systematiske risikoen og inneholder forklaringsfaktorer som gjelder for flere bedrifter.

Copeland et al. (2013) viser at forventet avkastning for aktivum i kan skrives som en lineær kombinasjon av faktorvektene b_{ik} :

$$E(\tilde{R}_i) = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \dots + \lambda_k b_{ik} \quad (4)$$

der λ_k er risikopremien for risikofaktor k . For et risikofritt aktivum vil alle faktorvektene være lik null, noe som gir $R_f = \lambda_0$. Man kan da skrive:

$$E(R_i) - R_f = \lambda_1 b_{i1} + \dots + \lambda_k b_{ik}. \quad (5)$$

Dersom $\bar{\delta}_k$ defineres som forventet avkastning på en portefølje med sensitivitet på 1 for faktor k og null for alle andre, så vil risikopremien for faktor k være:

$$\lambda_k = \bar{\delta}_k - R_f. \quad (6)$$

Generelt kan da APT skrives som:

$$E(R_i) - R_f = [\bar{\delta}_1 - R_f] b_{i1} + \dots + [\bar{\delta}_k - R_f] b_{ik}. \quad (7)$$

Modellen gir den relevante diskonteringsrenten som brukes til å prise aktivumet. Dagens pris skal da være lik den forventede prisen ved periodens slutt, diskontert med renten gitt av modellen. Ved avvik skal arbitrasjehandel sørge for å bringe prisen tilbake i likevekt.

2.2.3 Tre-faktormodellen

En spesifisering av APT er tre-faktormodellen til Fama og French (1992, 1993). De finner at risiko tilknyttet aksjer er flerdimensjonal, hvor ytterligere to faktorer, i tillegg til markedsrisiko målt med beta, forklarer variasjon i gjennomsnittlige aksjeavkastninger. Generelt konkluderer Fama og French (1992) med at selskapsstørrelse målt ved markedsverdi av egenkapital, og relativ konkurserisiko målt ved "book-to-market" (B/M), fanger opp en større del av risikoen tilknyttet aksjeavkastninger enn beta-koeffisienten fra CAPM gjør alene. På bakgrunn av dette formulerer de en tre-faktormodell som kan sees på som en utvidelse av standard CAPM eller en variant av APT (Fama og French, 1993, s. 22):

$$r_{i,t} - r_{f,t} = \alpha + \beta(r_{m,t} - r_{f,t}) + b_1 SMB_t + b_2 HML_t + \varepsilon_t. \quad (8)$$

Her er $r_{i,t}$ aktiva i sin avkastning på tidspunkt t , $r_{m,t}$ er markedets avkastning, $r_{f,t}$ er risikofri rente, SMB representerer en faktor som skal korrigere for selskapsstørrelse og HML er en faktor som skal korrigere for ulikheter i selskapers B/M. α representerer her konstantleddet i regresjonen og er et mål på unormal avkastning som ikke forklares av forklaringsfaktorene. Prestasjonsmålet omtales gjerne som Jensens alpha, og svarer til en aksjes- eller porteføljes meravkastning utover hva som forventes i likevekt (Jensen, 1968). β representerer her den

systematiske risikoen som kan relateres til aksjens samvariasjon med markedet. b_1 og b_2 korrigerer for risiko tilknyttet selskapsstørrelse og B/M, mens ε_t gir feilleddet i regresjonsligningen.

Fama og French (1993) gir ulike tolkninger av faktorene SMB og HML. SMB relateres til forskjell i avkastning mellom to porteføljer hvorav den ene består av små selskaper, og den andre av store selskaper, mens HML er differansen i avkastning mellom en portefølje bestående av selskaper med høy B/M og en portefølje bestående av selskaper med lav B/M. Førstnevnte antas å ta høyde for små-selskapseffekter, mens sistnevnte blant annet kan fungere som approksimasjon på selskaper i finansielle vanskeligheter. Uansett tolkning, hevder de at utvidelsen er en forbedring over modeller som kun tar høyde for risiko tilknyttet markedet i sin helhet.

2.3 Markedseffisienshypotesen

En av de viktigste debattene innen finansfaget dreier seg om hvorvidt markedet er effisient eller ikke. Når begrepet markedseffisiens brukes i denne utredningen, refereres det til noe som kalles for informasjonseffisiens. Utgangspunktet for et informasjonseffisient marked er at prisene fullt ut reflekterer all informasjon, noe som bidrar til at selskaper og investorer kan bruke markedspriser til å allokere ressursene sine optimalt (Fama, 1970). Når markedspriser reflekterer fundamentale verdier vil midler tilfalle de mest lønnsomme prosjektene, noe som er gunstig for økonomien. Dersom kapitalen allokeres mest mulig fornuftig vil profitable selskaper med mange investeringsmuligheter kunne selge aksjene sine til høyere priser, og mottar dermed mer kapital som kan investeres i lønnsomme prosjekter (Engel og Morris, 1991). Videre definerer Jensen (1978, s. 96) et effisient marked slik:

A market is efficient with respect to information set θ_t if it is impossible to make economic profits by trading on the basis of information set θ_t .

Dette impliserer at investorer i et effisient marked ikke kan tjene meravkastning utover hva som forventes i likevekt. Enhver test av markedseffisiens må derfor ta utgangspunkt i en likevektsmodell som definerer hva som er normal avkastning. Dersom funn viser at det er mulig å oppnå unormal merprofitt kan dette indikere at markedet er ineffisient, men det kan også komme av at den teoretiske likevektsmodellen ikke er korrekt spesifisert, noe som kalles

felles-hypotese problemet. Dette gjør at markedseffisiens i seg selv ikke er testbart, men må inngå i en felles test med en valgt likevektsmodell (Fama, 1991).

Teori om prisutviklingen i effisiente markeder er nært knyttet opp mot random walk hypotesen og martingale modellen. Enkelt forklart er dette to statistiske modeller for upredikerbare prisendringer. De første studiene av slike tidsserier bar preg av et manglende teoretisk fundament og baserte seg ofte utelukkende på observasjoner. Begreper som fair game og random walk ble ofte benyttet om hverandre, og ikke før Samuelson (1965) og Mandelbrot (1966) ble det utledet tilstrekkelige argumenter for å skille begrepene fra hverandre (Fama, 1970).

EMH kan formelt uttrykkes på flere måter. Her er ikke målet å gi en fullstendig liste over alle varianter, men presentere viktige konsepter som utgjør grunnlaget for testing av hypotesen.

2.3.1 Fair game

Et fair game tar utgangspunkt i at all informasjon reflekteres i prisene, og at avvik fra forventningene er lik null. Matematisk uttrykkes modellen slik (Fama, 1970):

$$x_{j,t+1} = p_{j,t+1} - E(p_{j,t+1}|\theta_t) \quad (9)$$

og

$$E(\tilde{x}_{j,t+1}|\theta_t) = 0. \quad (10)$$

Her er $p_{j,t+1}$ observert pris på aktiva j på tidspunkt $t + 1$ og $E(p_{j,t+1}|\theta_t)$ er forventet pris på aktivum j på tidspunkt $t + 1$, gitt informasjonsstrukturen θ_t på tidspunkt t . $x_{j,t+1}$ svarer til forskjell i realisert og forventet avkastning på tidspunkt $t + 1$, mens $E(\tilde{x}_{j,t+1}|\theta_t)$ er forventet verdi av sekvensen $\{x_{jt}\}$ neste periode, gitt informasjonsstrukturen θ_t på tidspunkt t .

Her vil sekvensen $\{x_{jt}\}$ per definisjon være et fair game med hensyn til informasjon på tidspunkt t . Helt ekvivalent vil dette også gjelde for avkastningen over perioden:

$$z_{j,t+1} = r_{j,t+1} - E(\tilde{r}_{j,t+1}|\theta_t) \quad (11)$$

og

$$E(\tilde{z}_{j,t+1}|\theta_t) = 0. \quad (12)$$

Uttrykk (12) kan også tolkes som et fair game, og gjelder for alle spill der forventet avkastning er lik faktisk avkastning. I følge Fama (1970) vil informasjonen fullt ut reflekteres i forventningene slik at handelsstrategier som kun baseres på informasjonsstrukturen θ_t ikke vil tjene avkastning utover hva som forventes i likevekt.

2.3.2 Martingale

En martingale er en type fair game, hvor tidligere utfall ikke har noen prediktiv evne. Dette betyr at informasjon om tidligere utfall ikke kan benyttes til å øke forventet gevinst. En myntkastmodell er et eksempel på en martingale; mynt i forrige kast hverken øker eller reduserer sannsynligheten for mynt i neste kast. Som uttrykk for prisdannelsen i et marked kan en martingale skrives som (Fama, 1970):

$$E(\tilde{p}_{j,t+1}|\theta_t) = p_{jt} \quad (13)$$

eller ekvivalent

$$E(\tilde{r}_{j,t+1}|\theta_t) = 0. \quad (14)$$

Her forventer man at prisen i neste periode er den samme som prisen i dag, basert på den informasjonen man besitter. Dette er altså en stokastisk prosess hvor forventningen til neste periode er lik observert verdi i dag, selv om man har informasjon om alle tidligere utfall (Cuthbertson og Nitzsche, 2005). I et aksjemarked har aktørene gjerne en forventning om positiv framtidig avkastning. En mer realistisk modell for prisdannelsen er derfor det som kalles en submartingale, og uttrykkes formelt slik:

$$E(\tilde{p}_{j,t+1}|\theta_t) > p_{jt} \quad (15)$$

eller ekvivalent

$$E(\tilde{r}_{j,t+1}|\theta_t) > 0. \quad (16)$$

Forventet verdi av prisen i neste periode vi da være høyere enn dagens pris, gitt dagens informasjon. Martingale egenskapen gjelder fortsatt, og det skal derfor ikke være mulig å øke forventet avkastning basert på informasjon om tidligere utfall. Ettersom priser forventes å stige over tid, vil enhver test av unormal avkastning for en handelsstrategi basert på informasjonsstrukturen θ_t , måtte sammenlignes med en kjøp-og-hold strategi med tilsvarende risiko. Dersom markedet er effisient og prisene følger en submartingale vil man forvente at begge strategier gir positiv avkastning, og differansen vil være lik null (Copeland et al., 2013).

Et eksempel på en prosess som ikke inneholder dette martingale elementet er trekking fra en kortstokk uten tilbakelegging. Her vil kunnskap om tidligere utfall kunne bidra til å redusere usikkerhet. Dersom forrige utfall ble spar vet man at sannsynligheten er lavere for at neste utfall også blir spar.

2.3.3 Random walk

Random walk hypotesen (RWH) bygger videre på egenskapene fra fair game og martingale modellene. Hypotesen tar utgangspunkt i at framtidige prisendringer er tilfeldige, identisk fordelte variabler (*iid*), hvor tidligere priser ikke kan brukes til å predikere framtidig utvikling. Fama (1970) uttrykker dette som:

$$f(r_{j,t+1}|\theta_t) = f(r_{j,t+1}). \quad (17)$$

Random walk er en strengere antakelse enn de foregående teoriene. Her kreves det at alle parametere (gjennomsnitt, varians, skjevhet og kurtose) i den betingede og marginale sannsynlighetsfordelingen til en uavhengig og tilfeldig variabel, er identisk. Dersom avkastningen følger en random walk vil gjennomsnittet til den underliggende fordelingen være konstant over tid, og implisere et fair game (Copeland et al., 2013). I likhet med en martingale impliserer random walk modellen at handelsstrategier basert på tidligere

avkastninger er nytteløs, og at det ikke vil være mulig å oppnå økt avkastning uten å samtidig påta seg høyere risiko.

Campbell et al. (1997) spesifiserer RWH ytterligere. Her finner de det hensiktsmessig å dele inn i tre ulike hypoteser for prisdannelsen. Den strengeste av disse kaller de for en "Random Walk 1" (RW1), og er identisk med (17), hvor feilleddene antas å være uavhengige, identisk fordelte variabler (*iid*). De argumenterer imidlertid for at denne modellen gir et urealistisk bilde av prisprosesser på grunn av de strenge forutsetningene som ligger til grunn. Dersom man løsner på betingelsen om identisk fordelte feilledd, tillates det de kaller for ubetinget heteroskedastisitet. Dersom variansen kan brukes til prediksjon av framtidig volatilitet er feilleddene fremdeles uavhengige, men ikke identisk fordelte (Worthington og Higgs, 2005). Et marked med disse egenskapene svarer til en prisdannelsesmodell kalt for "Random Walk 2" (RW2). Den minst restriktive modellen ser i tillegg bort fra uavhengighetsbetingelsen tilknyttet feilleddene, slik at det tillates avhengighet, men ikke korrelasjon. En implikasjon av dette er at det fortsatt ikke lar seg gjøre å predikere framtidige prisendringer med bakgrunn i informasjon om tidligere prishistorikk. Campbell et al. (1997) kaller modellen for en "Random Walk 3" (RW3), og denne danner et naturlig utgangspunkt for testene senere i studien.

2.3.4 Ulike former for markedseffisiens

EMH antar at forventet avkastning kun endres dersom ny informasjon, det vil si nyheter, blir tilgjengelig. En nyhet er per definisjon upredikerbar, noe som i følge Malkiel (1992) impliserer at framtidig avkastning også må være upredikerbar og tilfeldig. Ved empiriske tester av EMH må det utdypes hva som menes med relevant informasjon. Her skiller Fama (1970) mellom tre ulike typer av markedseffisiens:

1. Dersom all historisk informasjon er innbakt i dagens kurs kalles markedet effisient i svak form. Dette betyr for eksempel at det ikke er mulig å predikere framtidig prisutvikling basert på tidligere trender eller mønster i kursene, og teknisk analyse er verdiløst.
2. Om all offentlig tilgjengelig informasjon reflekteres i dagens kurser, sies markedet å være effisient i semi-sterk form. Dette gjør at ny informasjon som påvirker selskapets

verdi umiddelbart fanges opp i aksjekursene, slik at prisene igjen reflekterer fundamentale verdier.

3. Om kursene inneholder all offentlig og privat informasjon kalles markedet effisient i sterk form. Her vil innsideinformasjon også være reflektert i markedsprisene. Dette er en ekstrem antakelse, og blir derfor i følge Jensen (1978) vanligvis bare sett på som en logisk implikasjon av de alternative formene.

2.3.5 Litteraturgjennomgang

Litteraturen som tar for seg markedseffisiens er overveldende. Gjennomgangen er derfor begrenset til et lite utvalg av studiene som har vært viktig for utviklingen av EMH.

Forskningen omkring effisiente markeder strekker seg over et århundre tilbake. Bachelier (1900) er blant de første som omtaler og tester RWH. Hans doktoravhandling "The theory of speculation" fikk imidlertid lite oppmerksomhet før Osborne (1959) uavhengig utledet samme modell over 50 år senere.

Kendall og Hill (1953) undersøker den ukentlige prisutviklingen til 19 forskjellige Britiske aksjeindekser, samt spot priser for bomull og hvete for henholdsvis New York og Chicago. De hevder det tilfeldige elementet i en serie av priser er så dominerende at «*the data behave almost like wandering series*» (Kendall og Hill, 1953, s. 11). De finner det vanskelig å skille mellom rent tilfeldige prisbevegelser og svake systematiske sammenhenger, og konkluderer med at prediksjoner basert på tidligere prisinformasjon ikke lar seg gjøre.

Alexander (1961) drøfter random walk begrepet i lys av tidligere funn. Han er en av de første som undersøker utbyttet av en handelsstrategi, ved å anvende et filter som ignorerer små endringer i priser under en viss prosent, for så å studere gjenværende bevegelser. Filteret følger en fast regel; dersom markedet går opp $x\%$, ta en lang posisjon og hold helt til markedet går ned $x\%$ fra toppen, hvor man så selger og tar en short posisjon som holdes til markedet stiger $x\%$ fra bunnen. Alexander tester metoden på gjennomsnittlige data fra Dow Jones og S&P for perioden 1897 til 1959, og erfarer at ulike filter genererer profitt utover transaksjonskostnadene. Funnene ble imidlertid kritisert, blant annet for skjevheter som overvurderte profitten ettersom sluttkursen ble brukt istedenfor daglig høy og lav. Dette justerer han for i en senere artikkel noe som eliminerer store deler av profitten fra den

tidligere studien. Et annet problem som ofte melder seg ved slike handelsstrategier er det man kaller data mining, noe som blir forklart nærmere i delkapittel 3.4.3.

Samuelson (1965) er en av de første som begynner å forme EMH gjennom sin artikkel "Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly". Budskapet er at dersom priser til enhver tid inneholder all informasjon, samt forventningene til deltakerne i markedet, må prisendringer være upredikerbare. Han undersøker priser på lagrede råvarer, og finner at det ikke er mulig å oppnå profitt basert på studier av tidligere prisbevegelser; «*by chart or any other esoteric devices of magic or mathematics*» (Samuelson, 1965, s. 44).

Eugene Fama regnes av mange som grunnleggeren av EMH. Allerede i hans doktoravhandling (Fama, 1965) tar han i bruk begrepet effisiente markeder, noe han viderefører i sin mest kjente artikkel "Efficient Capital Markets: A Review Of Theory And Empirical Work" fra 1970. Hans ideer følger gjennomgående diskusjonen i dette kapitlet, og funnene blir derfor ikke gått i dybden på her. Hovedbudskapet er uansett at prisene i et effisient marked fullt ut reflekterer all tilgjengelig informasjon.

Jensen (1978) bemerker den økende interessen for teorien når han hevder at EMH har gått fra å være akseptert av kun et fåtall forskere til etterhvert å utvikle seg til det dominerende paradigmet innen finans. Jensen samler nylige funn som bryter med EMH (blant andre Ball (1978), Watts (1978), Chiras og Manaster (1978)) og finner, til tross for at flere påviser strategier som genererer unormal avkastning, at de lider under felles-hypotese problemet. Han vurderer det likevel positivt at det stadig presenteres funn som antyder avvik fra EMH, da dette understreker behovet for videre studier av finansmarkedene.

EMH har utvilsomt vært en av de mest innflytelsesrike teoriene på finansfeltet, og spiller fremdeles en sentral rolle i vår forståelse av prisdannelser i markeder. Hypotesen har utviklet seg til å ta for seg stadig flere aspekter, deriblant risikoaverse investorer (LeRoy (1973), Lucas (1978)), agentbaserte modeller (Chan, 1988) og evolusjonær psykologi (Lo, 2004). Sistnevnte argumenterer for at stadig påpekte avvik fra rasjonalitet, som overreaksjoner, mentale kontoer og andre skjevheter, kan alle forklares ved hjelp av en evolusjonær modell for tilvenning.

Lo (2007, s. 3) oppsummerer utviklingen til EMH på en lettfattelig måte:

The EMH has been extended in many other directions, including the incorporation of non-traded assets such as human capital, state-dependent preferences, heterogeneous investors, asymmetric information, and transactions costs. But the general thrust is the same: individual investors form expectations rationally, markets aggregate information efficiently, and equilibrium prices incorporate all available information instantaneously.

2.3.6 Forutsetninger for effisiente markeder

EMH hviler på strenge antakelser. Blant annet forutsetter hypotesen full informasjon, fravær av transaksjonskostnader og homogene forventninger om framtidig avkastning. Fama (1970) argumenterer for at dette kun er *tilstrekkelige*, men ikke *nødvendige* betingelser for markedseffisiens. Likevel har mye av kritikken tatt utgangspunkt nettopp i manglende samsvar mellom forutsetningene og virkeligheten. Forståelse for hvilke betingelser som ligger bak hypotesen gjør at man er i stand til å vurdere teoriens gyldighet og realisme.

I Jensens (1978) definisjon på et effisient marked antas det at investorer ikke kan oppnå økonomisk profitt ved å handle på bakgrunn av informasjonen som foreligger i dag, da prisene allerede reflekterer all tilgjengelig informasjon. I dette ligger en implisitt forutsetning om at det ikke er mulig å oppnå risikojustert meravkastning i et effisient marked (Cuthbertson og Nitzsche, 2005). Poenget er at marginalnyttens ved å handle på informasjonen må være lik marginalkostnaden ved å skaffe seg informasjonen (Fama, 1991). Derfor kan markedet fremdeles være effisient selv om observerte priser avviker fra full-informasjons prisen i et friksjonsfritt marked, nettopp fordi avviket kan representere en kompensasjon for kostnadene ved informasjonssinnhenting (Skjeltorp, 2005).

I et informasjonseffisient marked oppstår følgende paradoks: dersom markedet er perfekt effisient vil ingen vil ha insentiver til å skaffe seg mer informasjon eller forsøke å utnytte arbitrasjemuligheter. Dette gjør at feilprisinger ikke korrigeres og derfor vil markedet ikke lengre være effisient. Grossman og Stiglitz (1980) poengterer at perfekte markeder er uoppnåelig basert på det faktum at det alltid vil påløpe kostnader knyttet til informasjonssøking, og utnyttelse av arbitrasje. Her finner de at antakelsen om kostnadsfri informasjon ikke bare er en tilstrekkelig betingelse for et effisient marked, men også en nødvendig betingelse.

Et vanlig argument mot markedseffisiens er at enkelte investorer evner å tjene unormal høy avkastning over flere år, noe Warren Buffet blant annet er et eksempel på. Clarke et al. (2001) argumenterer for at dette beror på feiloppfatninger tilknyttet EMH, og at hypotesen kun hevder at investorer ikke kan *forvente* å tjene unormal høy avkastning forutsigbart og konsistent. De hevder videre at sannsynligheten for at *én enkelt* investor skal slå markedet over tid er lav. På en annen side er sjansen betydelig større for at *enkelte* investorer slår markedet konsistent, kun ved hjelp av tilfeldigheter. Dette poengterer viktigheten av å forstå hva som ligger bak effisienshypotesen, slik at man kan gjøre fornuftige vurderinger av hva som faktisk er å regne som avvik.

I teorien er markedene friksjonsfrie, og man kan anta fullstendig fravær av kostnader. I praksis vil det derimot alltid påløpe en eller annen form for kostnad tilknyttet handel i verdipapirer. Kostnader kan her oppstå i direkte tilknytning til handel, for eksempel i form av skatter, avgifter og kurtasje, eller indirekte ved innsamling av informasjon og forskjell i kjøp- og salgspriser (se for eksempel Roll (1984)). Fama (1991) konkluderer med at den strenge antakelsen om full informasjon og fravær av transaksjonskostnader, ikke gjelder i praksis. Han mener den ekstreme versjonen av EMH kun skal fungere som benchmark for vurdering om hvorvidt markedseffisiens er en god beskrivelse i forskjellige tilfeller, altså som et mål på grad av markedseffisiens.

2.4 Anomalier

Dersom prisdannelsen i markedet er i tråd med EMH kan investering i verdipapirer, ifølge Malkiel (1999), like gjerne foretas av en sjimpanse med bind for øynene som av en ekspert. Utsagnet er selvfølgelig satt på spissen, men budskapet er likevel interessant; dersom markedspriser umiddelbart tar innover seg all ny informasjon, slik at etterfølgende prisutvikling er helt tilfeldig, elimineres nytten av fundamental og teknisk analyse. Det enkleste argumentet for effisiente markeder er at det synes vanskelig å tjene unormal høy avkastning ved å følge ulike strategier. Flere studier antyder imidlertid at mer eller mindre forutsigbare anomalier er tilstede. I denne utredningen vil vi konsentrere oss om anomaliene tilknyttet markedseffisiens i svak form.

Tester av svak-form effisiens tar for seg hvorvidt framtidig avkastning er predikerbar på bakgrunn av tidligere avkastning eller andre økonomiske variabler. Her inngår også anomalier

knyttet til sesongvariasjoner, for eksempel unormal avkastning i bestemte dager og måneder (Fama, 1991). Hvorvidt tidligere avkastning gir informasjon om framtidig avkastning har blitt testet i et mangfold av varianter. Studier av tidsseriedata kan avdekke autokorrelasjon, både positiv og negativ. Dette relaterer seg til henholdsvis momentum og mean reversion, og vil utdypes nærmere i de neste delkapitlene. Autokorrelasjonskoeffisienten er en tidsserieutvidelse av den velkjente korrelasjonskoeffisienten mellom to tilfeldige variabler x og y (Campbell et al., 1997):

$$\text{Corr}(x, y) = \frac{\text{Cov}(x, y)}{\sqrt{\text{Var}(x)}\sqrt{\text{Var}(y)}} \quad (18)$$

Gitt en kovarians-stasjonær tidsserie (r_t), er autokorrelasjonskoeffisienten $\rho(k)$ definert som:

$$\rho(k) = \frac{\text{Cov}(r_t, r_{t+k})}{\sqrt{\text{Var}(r_t)}\sqrt{\text{Var}(r_{t+k})}} = \frac{\text{Cov}(r_t, r_{t+k})}{\text{Var}(r_t)}. \quad (19)$$

Under random walk hypotesen er alle førstedifferansene ukorrelerte for alle lags, det vil si at autokorrelasjonskoeffisienten skal være null for alle tidligere perioder. Autokorrelasjonsformelen antar konstant forventet avkastning, estimert ved det historiske gjennomsnittet (Taylor, 2007). Flere studier har antydnet signifikant autokorrelasjon i historiske data, og i flere tilfeller viser avkastninger positiv autokorrelasjon på kort sikt, og negativ autokorrelasjon på lengre sikt (for eksempel Fama og French (1988b), Poterba og Summers (1988)).

Et stort antall anomalier som strider med EMH kunne blitt nevnt her. Det som går igjen er at slike avvik enten elimineres når man tar høyde for transaksjonskostnader, eller lider under en mulig feilspesifisert modell (jf. felles-hypotese problemet). Hypotesen om effisiente markeder står imidlertid sterkt, og har overlevd i mange år til tross for ekstensiv testing. De voldsomme krakkene, senest ved finanskrisen i 2007, har imidlertid fått flere til å hevde at aktørene i markedet ikke nødvendigvis er fullt ut rasjonelle. Krugman (2009, s. 14) illustrerer skepsisen slik:

... they [economists] have to face up to the inconvenient reality that financial markets fall far short of perfection, that they are subject to extraordinary delusions and the madness of crowds.

2.4.1 Momentum

I fysikken definerer man momentum som et objekts resistens mot å stoppe (*Momentum and Impulse Connection*, u.å.). Overført til finansielle markeder betyr momentum at positive og negative prisbevegelser etterfølges av bevegelser i samme retning. Mer presist vil momentum gjøre seg gjeldende som positiv autokorrelasjon i første-differanser, og en mulig forklaring kan være at investorer ikke umiddelbart priser inn ny informasjon. Momentumeffekten har dukket opp i en rekke studier, og de viktigste funnene presenteres i neste delkapittel. Positiv autokorrelasjon gjør seg ofte gjeldene i studier på korte tidsintervaller, som regel på daglige til månedlige data. Også i forbindelse med begivenhetsstudier har flere observert at aksjekurser synes å drifte i en retning etter en offentlig annonsering. Ball og Brown (1968) er tidlig ute med å bemerke seg en slik effekt. De studerer aksjekurser før og etter resultatannonseringer, og finner at prisene begynner å drifte opp eller ned i god tid før annonseringen, og fortsetter i samme retning også etter. Bernard og Thomas (1989) forsøker å skille mellom to alternative forklaringer for momentumeffekten i forbindelse med resultatannonseringer. De konkluderer med at manglende risikojustering av den observerte unormale avkastningen ikke tilstrekkelig forklarer fenomenet, men at resultatene også kan være i tråd med en forsinket prisrespons hos investorer.

2.4.1.1 Historisk utvikling

Lo og MacKinlay (1988) gjennomfører variansratiotester på ukentlige data over tidsperioden 1962-1985. De benytter teststatistikk som er robust mot heteroskedastisitet og ikke-normalitet, ettersom tidsseriedata ofte inneholder tidsvarierende volatilitet og avvik fra normalfordelingen. Funnene gir forkastning av random walk hypotesen (RWH) for alle tidsperioder, også etter justering for selskapsstørrelse og ikke-synkron handel (se kapittel 2.5.4). Resultatene viser signifikant positiv autokorrelasjon for ukentlige data, noe som svarer til en momentumeffekt. De forkaster imidlertid ikke effisienshypotesen på bakgrunn av studien, ettersom de korrekt hevder at forkastning av RWH ikke nødvendigvis impliserer et ineffisient marked.

Jegadeesh og Titman (1993) undersøker hvorvidt ”relative strenght”-strategier tjener unormal avkastning over årene 1965-1989, ved holdeperioder på 3 til 12 måneder. De danner porteføljer basert på tidligere vinnere og tapere over en formasjonsperiode på opptil ett år, for så å kjøpe de aksjene med høyest avkastning, og selge de med lavest. Her finner de at strategien tjener signifikant positiv avkastning inntil ett år etter starttidspunktet, og spesielt i forbindelse med resultatannonseringer. Når de forlenger perioden utover det første året blir funnene imidlertid reversert, hvor store deler av den positive avkastningen forsvinner. Dette forklarer de med at investorer overreagerer på kort sikt, noe som midlertidig fører kursene bort fra de langsiktige verdiene, som etter hvert korrigeres. Deres funn tyder altså på en momentumeffekt på kort sikt og mean reversion på lengre sikt. Jegadeesh et al. (1996) lanserer flere forklaringer på hvorfor momentumeffekten oppstår, og avviser blant annet at justering for risikofaktorer som størrelse og B/M vil tilintetgjøre den unormale avkastningen.

Studier har også tatt for seg momentum på norske data. Rouwenhorst (1998) finner signifikante momentumeffekter i 12 europeiske land, inkludert Norge. Den unormale risikojusterte avkastningen vedvarer i gjennomsnitt ett år, og begrenser seg ikke utelukkende til små selskaper. Solheim og Jensen (2011) analyserer data fra Oslo Børs i perioden 1997-2009. De finner at en momentumeffekt trolig har vært virksom i perioden, men vurderer sannsynligheten for å profitere på en slik effekt som lav.

2.4.1.2 Hvor står vi i dag?

I en fersk studie avfeier Novy-Marx (2015) momentum i priser, og konkluderer med at momentum i inntjening er den virkelige årsaken til de observerte anomaliene. Han finner at prismomentum kun er et svakt uttrykk for resultatmomentum, hvor aksjer som leverer gode resultater tenderer til å prestere bedre enn de som rapporterer svake resultater. Et slikt funn bryter med oppfatningen om at tidligere avkastning står som forklaring på framtidig avkastning. Han konkluderer med at det er momentum i inntjening som driver endringer i prismomentum.

Dette er utvilsomt av interesse for framtidige studier av markedsanomalier. Denne utredningen vil imidlertid konsentrere seg om de tilfeller hvor aksjekurser reverserer mot gjennomsnittsverdier. Slike reverseringer oppstår gjerne på lengre sikt, etter at momentumeffekten har utspilt sin rolle.

2.4.2 Mean reversion

Mean reversion innebærer at priser som over en periode utviser avvik fra et historisk gjennomsnitt eller en fundamentalverdi, tenderer til å vende tilbake til dette gjennomsnittet over tid. Dersom reverseringseffekten inngår som komponent i prisdannelsen betyr det at det vil være mulig å predikere framtidige prisbevegelser basert på historiske data. Overført til avkastning betyr dette at en periode med unormal høy avkastning etterfølges av en periode med unormal lav avkastning og vice versa, altså negativ autokorrelasjon i avkastningen. Forutsigbar unormal avkastning basert på historiske priser strider mot hypotesen om svak markedseffisiens.

Det er videre hensiktsmessig å skille mellom absolutt og relativ mean reversion. Førstnevnte undersøker hvorvidt aksjekurser har en tendens til å reversere mot et uspesifisert gjennomsnitt, mens sistnevnte tar utgangspunkt i en direkte relasjon mellom aksjekurser og fundamentale faktorer som dividender og resultat (Spierdijk et al., 2010). Absolutt mean reversion omhandler derfor negativ autokorrelasjon i aksjeavkastninger, noe som strider mot ideen om at priser beveger seg som en random walk.

Ved relativ mean reversion spesifiseres den underliggende fundamentale verdiprosessen. I teorien er verdien til en aksje gitt som forventede framtidige dividender, neddiskontert med et avkastningskrav. Avkastningskravet skal reflektere alternativkostnaden til andre investeringer med tilsvarende risiko. Under forutsetning om konstant forventet avkastning, kan dagens aksjepris relateres til neste periodes forventede kurs og dividende slik (Campbell et al., 1997):

$$P_t = E_t \left[\frac{P_{t+1} + D_{t+1}}{1 + r} \right]. \quad (20)$$

Denne kan så løses T perioder framover, og følgende modell kan spesifiseres for verdien av en aksje i en verden uten usikkerhet, med konstant diskonteringsrente:

$$P_t = E_t \left[\sum_{i=1}^K \left(\frac{1}{1+r} \right)^i D_{t+i} \right] + E_t \left[\left(\frac{1}{1+r} \right)^K P_{t+K} \right] \quad (21)$$

hvor P_t er dagens aksjeverdi, D_{t+i} er dividende på tidspunkt $t+i$, og r et konstant avkastningskrav. Her antas det at forventet nåverdi av aksjekursen går mot null når T går mot uendelig, slik at siste ledd faller bort:

$$P_t = E_t \left[\sum_{i=1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r} \right)^i D_{t+i} \right]. \quad (22)$$

Dersom man legger til grunn en konstant, evigvarende vekstrate g , forenkles uttrykk (22) til Gordon (1962) sin vekstmodell, som referert til i Campbell et al. (1997), og gis ved nåverdien av framtidige dividender:

$$P_t = P_{Dt} = \frac{D_t(1+g)}{r-g}. \quad (23)$$

I praksis har man imidlertid ikke sikker kunnskap om framtidige dividender, avkastningskrav eller vekst. Historiske dividender og resultat, samt ulike nøkkeltall tilnærmer gjerne fundamentalverdien i slike studier (se for eksempel (Fama og French, 1988a), (Campbell og Shiller, 2001)). Balvers et al. (2000) unngår problemet med å måtte spesifisere den underliggende verdiprosessen ved å benytte en paneldatatilnærming. Her ser de på differansen mellom trenden i 18 forskjellige lands aksjeindekser og en referanseindeks som enten består av verdensindeksen, eller et annet lands indeks. De finner signifikante reverseringseffekter i ulike lands aksjeindekser, relativt til referanseindeksen. Resultatene styrkes når de viser at handelsstrategier basert på funnene blant annet slår kjøp-og-hold strategier.

Denne studien vil fokusere på absolutt mean reversion, og undersøker om aksjeavkastninger går mot gjennomsnittsverdier over tid. Et overordnet mål med utredningen er å svare på om prisdannelsen kan inneholde en reverseringskomponent, uten at den fundamentale verdien spesifiseres ytterligere.

2.4.2.1 Historisk utvikling

Flere studier tar for seg reverseringseffekten med forskjellige framgangsmåter, og ulike resultat. Et utvalg av de mest innflytelsesrike studiene gjennomgås i dette delkapittelet, og vil forhåpentligvis danne et bilde av utviklingen på forskningsfeltet.

De Bondt og Thaler (1985) undersøker om aksjemarkedet har en tendens til å overreagere, og tester hva de kaller for overreaksjonshypotesen. De mener at dersom aksjekurser systematisk overreagerer vil man kunne forutsi den framtidige retningen basert på historisk avkastning.

Mer konkret spesifiserer de to hypoteser: (1) ekstreme bevegelser i aksjekurser vil følges av bevegelser i motsatt retning, og (2) jo mer ekstrem bevegelse, jo større vil den påfølgende bevegelsen være. De tester altså om overreaksjonshypotesen har en prediktiv evne, og dermed er et brudd på svak markedseffisiens. De former vinner- og taperporteføljer basert på en periode på 36 måneder, og registrerer prestasjonen over de påfølgende 36 månedene. Funnene støtter hypotesen og viser at taperporteføljen slår markedet med i gjennomsnitt 19,6% over de 36 månedene, mens vinnerporteføljen oppnår en avkastning som er 5% lavere enn markedet. Resultatet viser også at store deler av meravkastningen for taperne oppnås i januar, og at mesteparten av avkastningen oppnås i løpet av det andre og tredje påfølgende året.

Chan (1988) mener teorien om at investorer overreagerer kan forklares ved endring i risikofaktorer. De replikerer studien til De Bondt og Thaler (1985) under forutsetning om at risikokomponenten, uttrykt ved betakoeffisienten, kan variere med tiden. Her slår de fast at den kontrære handelsstrategien ikke tjener en økonomisk signifikant avkastning, og slik finner lite støtte for overreaksjonshypotesen. De Bondt og Thaler (1987) adresserer innvendinger mot deres tidligere studie, som for eksempel at reverseringseffekten relateres til selskapsstørrelse. De finner ikke støtte i data for noen av disse forklaringstypene, men erkjenner at tidsvarierende avkastningskrav delvis kan stå som forklaring for funnene.

Fama og French (1988b) bruker en regresjonsmodell for å teste for signifikant autokorrelasjon i avkastninger. Datamaterialet består av amerikanske aksjer notert på New York Stock Exchange over perioden 1926-1985. De tar utgangspunkt i en modell hvor prisdannelsen består av to komponenter; en ikke-stasjonær random walk og en forbigående, stasjonær komponent. Resultatet av regresjonsanalysen viser høy negativ autokorrelasjon for avkastningsperioder over ett år. Med perioder på tre til fem år vil så mye som 40% av variansen i avkastningen neste periode forklares av avkastningen forrige periode for porteføljer bestående av små bedrifter. For større bedrifter er forklaringsgraden noe mindre, omkring 25%. De kommer fram til at den sterke, negative autokorrelasjon i hovedsak relaterer seg til de første 15 årene av den undersøkte tidsperioden, noe flere også har påpekt (se Campbell (1990) og Kim et al. (1991)).

Poterba og Summers (1988) undersøker også om aksjekurser inneholder forbigående komponenter, og om disse kan forklare en vesentlig del av variansen i avkastningen. De analyserer amerikanske markedsdata for perioden 1926 – 1985 og for den utvidede perioden

1871-1985. I tillegg analyserer de data fra 17 ulike land for varierende perioder, og enkeltaksjer på det amerikanske markedet i perioden 1926 til 1985. De benytter en variansratiotest og analyserer ulike periodelengders relative varians som indikator på mean reversion. I analysen konkluderer de med at avkastning på lengre sikt utviser negativ autokorrelasjon, men når de inkluderer perioden før 1926 er ikke resultatene like entydige. Når det gjelder data fra andre land viser resultatene også tegn til negativ autokorrelasjon på lang sikt og positiv autokorrelasjon på kort sikt. I analysen av amerikanske enkeltaksjer finner de også negativ autokorrelasjon over lengre horisonter, noe de anser som overraskende da man skulle forvente at investorer raskere vil kunne identifisere og utnytte seg av muligheter knyttet til feilprising av enkeltaksjer.

Cochrane (1988) undersøker hvor stor del av BNP (brutto nasjonal produkt) som svarer til random walk komponenten. Utgangspunktet hans er at fluktuasjoner i BNP inneholder både en permanent og en midlertidig komponent. For å måle hvilken effekt som dominerer benytter han en variansratiotest lik Poterba og Summers (1988), med flere. Cochrane studerer logaritmen til reell BNP per innbygger over perioden 1869-1986 og finner at vekst i BNP er positivt autokorrelert på kort sikt, men utviser negativ autokorrelasjon på lang sikt. Han konkluderer derfor med at random walk komponenten utgjør en liten del av variasjonen i BNP, da den har en klar tendens til å reversere mot en trend over tid.

Til tross for flere studier som peker i retning av en reverseringseffekt, finnes det også de som er kritiske til funnene. Richardson og Stock (1989) påpeker at selv om utvalgsstørrelsen i tidligere studier kunne være høy, var antallet ikke-overlappende observasjoner lavt, noe som gav lite uavhengig informasjon. Kritikken av tidligere studier rettes mot deres asymptotiske tilnærminger til større utvalg, noe de ikke anser som gode approksimasjoner i praksis. Ved hjelp av en alternativ asymptotisk fordeling, utfører de nye tester på tidligere funn, deriblant studien til Fama og French (1988b), og konkluderer med at bevisene for en reverseringseffekt tydelig svekkes med denne alternative metoden.

Videre kritikk peker på at reverseringseffekten utelukkende er et før-krigs fenomen, og at aksjer etter andre verdenskrig faktisk utviser positiv autokorrelasjon i avkastninger på lengre sikt. Ved hjelp av randomiseringsmetoder som korrigerer for ikke-normalfordelte data, re-tester Kim et al. (1991) varians- og regresjonsstatistikker fra tidligere studier, og demonstrerer at reverseringseffekten kun gjør seg gjeldende i data fra 1926-1946. I denne perioden var

markedene preget av høy volatilitet og usikkerhet, som følge av den store depresjonen på 30-tallet og andre verdenskrig, noe de antok hadde bidratt til reverseringseffekten.

Fama (1991, 1998) tar et grundig tilbakeblikk på studier som har utfordret EMH, og finner ingen klare bevis som antyder en forkastning av hypotesen. Her pekes det på lav teststyrke, lite robuste funn og mangel på gode alternativer som årsak til at markedet best skildres i tråd med EMH.

Campbell et al. (2001) ser på hvorvidt fundamentale nøkkeltall, representert ved direkteavkastning og pris-inntjeningsratioer, kan forklare reverseringer i aksjekurser over tid. Dersom prisene er høye sammenlignet med fundamentale forhold, antas det at en av disse reverseres over tid, slik at nøkkeltallene går mot mer normale verdier. De finner det mer sannsynlig at aksjekurser står for denne justeringen mot normale nivå, enn at de fundamentale forholdene reverserer.

2.4.2.2 Studier på norske data

Til tross for et stort antall studier på effekten internasjonalt, er forskningen på norske data mindre utstrakt. Jennergren og Korsvold (1974) undersøker hvorvidt prisdannelser i det norske og svenske aksjemarkedet bryter med antakelsen om et svakt effisient marked. De antar at sannsynligheten for å finne brudd med antakelsen om uavhengige priser er større for små markeder enn for store. Daglige prisendringer analyseres over en relativt kort tidsperiode fra 1967-1971, og de finner kun svake tegn på brudd med RWH for begge markedene.

Nordby og Firman (2013) studerer prisreverseringer på Oslo Børs i perioden 1993-2012 ved hjelp av variansratiotester og kontrære handelsstrategier. De finner lave variansratioer basert på daglig volatilitet, noe som tyder på predikerbarhet i prisene. Funnet blir klart svekket når handelsstrategier som forsøker å utnytte seg av reverseringseffekten ikke genererer positiv avkastning etter transaksjonskostnader.

2.4.2.3 Hvor står vi i dag?

Til tross for at reverseringsfenomenet har blitt grundig studert over årenes løp, foreligger det per dags dato ingen bred enighet om hvorvidt aksjemarkedet karakteriseres av en slik effekt. I en nylig utgitt artikkel viser Adam et al. (2016) at aksjeprisvolatilitet, predikerbarhet i avkastninger osv. kan forklares av en konsumbasert prisingsmodell som bygger på modellen

til Lucas (1978). Her tillates små avvik fra rasjonelle forventninger, hvor de antar at aktørene lærer av tidligere prisutvikling gjennom en feedback mekanisme. Dette gir momentumeffekter på kort sikt ved at prisveksten har en tendens til å overgå vekst i fundamentale verdier. Videre forklarer modellen reverseringseffekter på lengre sikt, og de viser at selv om subjektive forventninger kan være høye over en periode, vil de på sikt reflektere fundamentale verdier. Dette impliserer at aksjekurser kan avvike fra fundamentale, rasjonelle forventningsverdier til tross for at aktørene opptrer rasjonelt i tråd med deres subjektive forventninger. Dette er konsistent med oppfatningen til Shiller (2005, s. 56) som hevder at investorer spekulativt byr opp priser basert på tidligere prisøkninger, og dermed frister andre til det samme, slik at syklusen gjentas igjen og igjen.

En slik forklaring viser at små avvik fra rasjonalitetsantakelsen i standard modeller kan gi opphav til både momentums- og reverseringstendenser i aksjemarkedet. I neste delkapittel rettes blikket mot flere mulige forklaringer på reverseringsfenomenet.

2.5 Forklaringer på reverseringseffekten

Det finnes mange ulike forklaringer på hvorfor en reverseringseffekt kan være virksom i prisdannelsesprosessen. Tilhengere av markedseffisiens baserer seg på forklaringer som er i tråd med rasjonell prising, mens andre peker på psykologiske forhold som fører til systematiske skjevheter i hvordan mennesker forstår, og reagerer på informasjon. EMH tar utgangspunkt i at all informasjon reflekteres i kursene, og at ulike aktører reagerer fornuftig og konsistent på ny informasjon. For å kunne si noe om dette må man ha et begrep om hva som ligger i fornuftige, eller rasjonelle handlinger. Bak mange av de tidlige teoriene på feltet ligger en antakelse om det rasjonelle mennesket. Her har man full informasjon om alle mulige utfall, og velger det alternativet som maksimerer egen nytte med bakgrunn i et velordnet preferansesett (Nyeng, 2004). Investorer antas å handle rasjonelt basert på en objektiv, korrekt sannsynlighetsfordeling for avkastningen, gitt den informasjon som er tilgjengelig på det tidspunktet (De Bondt og Thaler, 1989). Fordelen med slike forenklinger er at menneskelig atferd lar seg studere i matematiske modeller. På den andre siden søker "Behavioral finance"-litteraturen (atferdsfinans) etter mer realistiske teorier om hvordan mennesker foretar (økonomiske) valg. Her antar man at kunnskap om kognitive skjevheter kan bidra til økt forståelse for prisdannelsen i markedet. Blant annet lanseres den tidligere nevnte

overreaksjonshypotesen som alternativ forklaring på hvorfor priser kan utvikle seg etter forutsigbare reverseringsmønstre.

2.5.1 Rasjonelle bobler

Et viktig spørsmål er om autokorrelasjon i avkastninger sammenfaller med rasjonell prising, eller ikke. Rasjonelle bobler lanseres gjerne som en mulig forklaring, i tråd med EMH. For å komme fram til et uttrykk for verdien av en rasjonell boble, er det hensiktsmessig å ta utgangspunkt i delkapittel 2.4.2, hvor modellen for den fundamentale verdien til en aksje ble utledet. I (22) var antakelsen at nåverdien av den forventede aksjekursen konvergerer mot null når horisonten T økte. Ved å se bort fra antagelsen om konvergens vil uttrykk (20) ha uendelig mange løsninger. I følge Campbell et al. (1997, s. 258) kan enhver løsning skrives på formen

$$P_t = P_{Dt} + B_t \quad (24)$$

hvor

$$B_t = E_t \left[\frac{B_{t+1}}{1+r} \right]. \quad (25)$$

P_t gir observert pris i dag, P_{Dt} representerer den fundamentale verdien, mens B_t uttrykker en rasjonell boble. Boblen omtales som rasjonell fordi B_t er konsistent med rasjonelle forventninger, og konstant forventet avkastning. I dette bildet kan aksjekurser avvike fra den fundamentale verdien, uten at det impliserer irrasjonalitet, noe som derfor kan fungere som forklaring for reverseringseffekten. Det finnes imidlertid argumenter for hvorfor rasjonelle bobler ikke kan forklare at priser avviker fra fundamentale verdier. Campbell et al. (1997) hevder blant annet at en boble på et verdipapir med begrenset ansvar (for eksempel en aksje) aldri kan ha negativ verdi. Dersom en negativ boble skulle eksistert ville det implisere negativ forventet pris på aksjen en gang i framtiden, noe som bryter med det begrensede ansvaret. De hevder også at rasjonelle bobler kun kan forklare volatilitet i priser, ikke predikerbarhet i avkastninger. Slike argumenter taler mot rasjonelle bobler som forklaring på mean reversion i aksjekurser.

2.5.2 Tidsvarierende forventet avkastning

Tidsvarierende forventet avkastning er også en mulig forklaring på hvorfor aksjekurser er negativt autokorrelert. Fama (1991) påpeker problemet knyttet til det å skille mellom irrasjonelle bobler og rasjonelle endringer i investorers avkastningskrav som forklaring på reverseringseffekten. I RWH antas den forventede avkastningen å være konstant, mens for den mer generelle effisienshypotesen tillates variasjoner over tid (Campbell et al., 2001). Reverseringseffekten antas her å komme til uttrykk gjennom at avkastningskravene i seg selv er negativt autokorrelerte, og i tråd med rasjonell prising og effisiente markeder. Det lar seg derfor ikke gjøre å konkludere med det ene eller det andre ettersom investorers avkastningskrav er en uobserverbar størrelse, og må tilnærmes ved approksimasjoner.

Fama og French (1988a) effektuerer sammenhengen mellom direkteavkastning (D/P) og framtidige aksjeavkastninger. Studien undersøker data over forskjellige tidsperioder, fra en måned til fire år. De finner at på kort sikt (måned og kvartal) forklarer direkteavkastningen under 5% av variansen i avkastningen, mens på lengre sikt forklarer D/P mer enn 25% av variansen i to- til fireårs avkastninger. De finner positiv, men avtakende autokorrelasjon som svarer til en prisreverseringstendens i aksjekurser. I studien forklares funnene med tidsvarierende forventet avkastning hos rasjonelle investorer, men de erkjenner at ineffisiente modeller også kan stå som forklaring.

Problemet er at forventninger ikke er en objektiv kvantifiserbar størrelse, og det lar seg ikke fange opp gjennom våre målinger. En slik forklaring må nødvendigvis inneholde en psykologisk teori om hvordan forventninger formes, noe som vil kreve innsikt utover antakelsene for det rasjonelle, økonomiske mennesket.

2.5.3 Atferdsmessige forklaringer

Atferdsøkonomiens inntreden i finansfaget har satt varige spor. En av de første som virkelig utfordret den neoklassiske rasjonalitetsantakelsen var Herbert A. Simon som i 1978 fikk Nobelprisen i økonomi for sitt bidrag om beslutningstaking i organisasjoner (*Herbert A. Simon - Facts*, 2014). Spesielt har Simons begrep om "begrenset rasjonalitet" og påstanden om at mennesker "satisfiserer" framfor å optimere, blitt ansett som en viktig modifisering av rasjonalitetsidealet. Siden den gang har psykologiske faktorer fått større og større plass i den økonomiske litteraturen. Den utvidede forståelsen av mennesket la på mange måter grunnlaget for mer virkelighetsorienterte økonomiske teorier, og representerte et brudd med

det gjeldende naturvitenskapelige ideal, som lenge hadde stått sterkt i samfunnsvitenskapen (Nyeng, 2004). Atferdsfinans har som mål å forklare de emosjonelle og psykologiske prosessene som påvirker investorer i finansielle markeder (Ricciardi og Simon, 2000). De enkle forutsetningene som ligger til grunn for det rasjonelle mennesket har blitt stemplet som et uopnåelig ideal, og et lite fruktbart utgangspunkt for forskning på sosiale fenomener. Atferdsfinans tar avstand fra antakelsen om full rasjonalitet, ved å påpeke systematiske kognitive skjevheter som menneskelig beslutningstaking er utsatt for. Til forskjell fra EMH, hvor det forutsettes at markedsprisene til enhver tid representerer fundamentale verdier, argumenterer Barberis og Thaler (2003) for at avvik ofte vil oppstå som følge av investorer som ikke fullt ut er rasjonelle. Noen av disse kognitive skjevhetene gir liv til en teori som avviker fra EMH på flere måter, ikke minst antakelsen om perfekt rasjonalitet.

Dersom man ser på aksjemarkedet som et sosialt system, heller enn et mekanisk marked underlagt økonomiske lover, åpner det opp for en dypere forståelse enn hva som postuleres under EMH. Som kjent er aksjekurser prisen på en eierandel i et selskap. Ledelsen kommuniserer viktig informasjon, hvilket gir investorer indikasjoner om selskapets finansielle stilling og framtidsutsikter. Informasjonen som kommuniseres gjennom resultatrapporter og andre publikasjoner er ikke bare objektiv, men også utsatt for manipulasjon og skjønsmessige tilpasninger. Ledelsen kan velge å tilpasse seg på en fordelaktig måte, for eksempel ved å gi inntrykk av stabile resultat og dividender. Investorer skal så fortolke denne informasjonen, og danne seg et bilde av hva aksjen til selskapet er verd. Her er også fortolkningsprosessen gjenstand for menneskelig feil og illusjoner, samt individers begrensede evne til å ta inn over seg informasjon. Det virker derfor naturlig å tro at avvik kan oppstå som følge av mangelfull informasjon eller feilaktig tolkning av informasjon, slik at aksjekurser ikke gjenspeiler fundamentale verdier. På lengre sikt er det imidlertid naturlig å tro at aksjekurser vil nærme seg de fundamentale verdiene. Dette forklares gjerne med at ”smarte penger” eller rasjonelle investorer oppdager feilprisingene, og bidrar til en reversering av kursene. Finansanalytikere og profesjonelle investorer kan være eksempler på slike aktører. En sentral antakelse her er derfor at både irrasjonelle og rasjonelle aktører opererer i markedet, og at avvik ikke umiddelbart korrigeres.

Kahneman og Tversky (1974) presenterer viktige effekter som bryter med det rasjonelle synet på mennesket. Her nevnes blant annet ankereffekten og representativitet som systematiske avvik fra rasjonalitet. Ankereffekten relaterer seg til hvordan man skaffer seg ulike referanser

som utgangspunkt for sammenligning, for eksempel hva det koster for en kartong melk eller prisen på en euro målt i norske kroner. Det er i følge Kahneman (2011) ingen systematikk i hvordan man skaffer seg ulike anker, men de får stor betydning for vurdering av prisnivået. Dersom en kartong melk plutselig koster 50 kroner vil man sannsynligvis vurdere dette som dyrt. Slike effekter kan også antas å eksistere i aksjemarkedet, hvor investorer mer eller mindre tilfeldig har skaffet seg ulike anker for hva som er et antatt normalnivå. Dette kan gjøre at når aksjemarkedet faller mye, vurderes dette som lavt i forhold til normalen, og man har en antakelse om at prisene på ett eller annet tidspunkt vil stige. Når mange nok anser markedet som billig vil de by opp kursene, og slik kunne bidra til en reverseringseffekt.

Representativitet går ut på at mennesker, i vurdering om hvorvidt et objekt A tilhører klasse B, benytter enkle heuristikker basert på hvorvidt A er representativ for B. For å eksemplifisere hvor sterk denne effekten kan være, beskriver Kahneman (2011) Linda som en single, 31 år gammel kvinne med utdanning innen filosofi. Videre er Linda svært opptatt av diskriminering og sosial rettferdighet, i tillegg til å ha deltatt i anti-kjernekrafts demonstrasjoner. Ved spørsmål om Linda er en (A) bankarbeider eller en (B) bankarbeider + feminist, svarer respondenter typisk at det siste er mer sannsynlig. Dette fordi uttalelsen representeres best av feministbeskrivelsen, og derfor blir tillagt større vekt, til tross for at sannsynligheten nødvendigvis må være lavere for (B) enn for (A). Representativitet fører også til en annen skjevhet, nemlig neglisjering av utvalgsstørrelse. Dersom en mynt viser fem kron på rad, tenker mange at nå må det snart bli mynt, med bakgrunn i at mynten er ”rettferdig”. Dette gjør seg naturligvis kun gjeldende på et større antall observasjoner, og ikke i neste kast, noe man ofte overser. Barberis og Thaler (2003) argumenterer for at representativitetseffekten, spesielt neglisjering av små utvalg, kan føre til at investorer overreagerer på kort sikt. En serie gode resultatannonseringer blir tolket som overgjennomsnittlig høy vekst gjeldene for hele populasjonen, noe investorer ekstrapolerer inn i framtiden. Prisene presses for høyt opp på kort sikt, noe som gjør at etterfølgende avkastning er lavere enn gjennomsnittet og prisene reverserer på lengre sikt.

Overreaksjonshypotesen bygger på en antagelse om at det eksisterer irrasjonelle aktører. Cuthbertson og Nitzsche (2005) viser til såkalte ”positive feedback”-tradere som handler på retningen kursen tar. For eksempel vil kursen normalt sendes opp ved positive nyheter, og dersom markedet kun hadde bestått av rasjonelle aktører ville markedsprisen umiddelbart reflektert all tilgjengelig informasjon. Feedback-tradere vil imidlertid presse kursen videre

opp da de anser den initielle stigningen i kursen som positive nyheter i seg selv. Her ser man derfor en overreaksjon på ny informasjon, og dersom rasjonelle investorer oppdager feilprisingen vil de presse kursene tilbake til fundamentale verdier. Altså vil aksjekurser i dette perspektivet overreagere på kort sikt, for så å korrigeres på lengre sikt. Tilstedeværelse av feedback-tradere er derfor mulig forklaring på irrasjonelle bevegelser bort fra fundamentale verdier, som på sikt reverseres (se også De Long et al. (1990)).

De Bondt og Thaler (1985) drøfter flere ulike forklaringer på overreaksjonsfenomenet. De nevner blant annet "price-ratio"-hypotesen, hvor selskaper med lav P/E (Price/Earnings) ansees som midlertidig undervurdert på grunn av overdreven pessimisme hos investorene. Når resultatene blir bedre enn investorenes urimelige dystre spådommer, reverserer prisen. Det motsatte hevdes også å kunne gjelde ved overdreven optimisme. Disse ideene sammenfaller på mange områder med investeringsdisiplinen "value investing", hvor Benjamin Graham regnes som en av grunnleggerne. Kort fortalt går strategien ut på å identifisere undervurderte verdipapirer, og være tålmodig inntil markedet korrigerer feilprisingen. I dette ligger en antakelse om at markedspriser ikke nødvendigvis samsvarer med fundamentale verdier, og at de har en tendens til å konvergere på sikt, noe Graham et al. (1934) også antydte.

Fama (1998) tar for seg studier som antyder at markedet over- eller underreagerer med tanke på ny informasjon. Han hevder at avvik som deler seg tilfeldig mellom over- og underreaksjon, ikke bryter med effisiente markeder. Dette finner han støtte for ved at det ikke virker å være bevis for at en av de dominerer. Han påpeker også at anomaliene er modellsensitive, og dersom andre normalavkastningsmodeller legges til grunn, vil anomaliene ha marginal eller ingen betydning. Fama etterlyser derfor forslag til alternative modeller, som bedre forklarer prisdannelser i markedet enn EMH.

2.5.4 Mikrostrukturelle forklaringer

"Bid/ask-spread" refererer til forskjellen mellom kjøps- og salgspriser investorer kan handle en aksje til, altså en indirekte transaksjonskostnad. Det kan også benyttes som et mål på likviditet, hvor høy spread indikerer lav likviditet i aksjen, og motsatt. Campbell et al. (1997) påpeker mulige problemer i forbindelse med dette, og argumenterer for at høy spread kan gi utslag i spuriøs volatilitet og autokorrelasjon. Dersom dette er tilfelle kan enkelthandler medføre store kursendringer uten noen endring i underliggende verdier. Spesielt vil dette

problemet kunne gjøre seg gjeldene i studier på korte avkastningsperioder. I tester for autokorrelasjon på lengre sikt antas slike effekter å være av mindre betydning, ettersom en del av denne støyen filtreres bort.

En annen effekt viser til problemet ved forskning på aksjer som i perioder har ulike tidsintervaller mellom siste handel, også kalt ikke-synkron handel. Sluttkurser benyttes ofte i tester på aksjekurser, og dersom en aksje er lite omsatt vil tidsintervallet bli lengre for denne, enn for en likvid aksje. Dette kan skape problemer for testing av variasjon og samvariasjon i avkastningen til aksjene. Campbell et al. (1997) eksemplifiserer denne effekten ved to aksjer, A og B, som begge omsettes i markedet. A er lite omsatt, mens B handles relativt ofte. Dersom det mot slutten av en dag kommer informasjon som skal påvirke hele markedet, fanges dette opp i B samme dag, men ikke i A før senere. Her vil det oppstå en treghet i avkastningen til aksje A, noe som kan gi spuriøse kryss-autokorrelasjoner mellom aksjene, og også i tester av aksjens egen autokorrelasjon. Lo og MacKinlay (1988) erkjenner at fravær av handler kan føre til spuriøse effekter, og særlig at små, lite likvide selskaper oftere vil kunne vise autokorrelasjon på grunn av at de sjeldent omsettes. Det forstås derfor at ikke-synkron handel i aksjer kan utgjøre et problem, hvor spuriøse sammenhenger oppstår ved tester på hyppige tidsintervaller. På en annen side; dersom tregheten er motivert av reelle årsaker og slik gir nyttig informasjon, bør man i følge Campbell et al. (1997) ikke uten videre avfeie det som spuriøse sammenhenger.

2.6 Oppsummering og hypoteser

Dette kapitlet har presentert det teoretiske grunnlaget for oppgaven. Hypotesen om markedseffisiens er tilordnet relativt stor plass. Vi mener det er hensiktsmessig å kjenne godt til teorien som har hatt størst innflytelse i prisdannelsesprosessen, slik at leseren selv kan gjøre en vurdering om hvorvidt studien finner avvik fra EMH. Videre ble to viktige anomalier, momentums- og reverseringseffekten, gjennomgått. Utredningen har valgt å se på nettopp disse effektene på grunn av at de er motsetninger, og fordi begge representerer avvik fra markedseffisiens i svak form. Momentum svarer til positiv autokorrelasjon i avkastninger, mens reverseringseffekten innebærer negativ autokorrelasjon. Ingen av disse effektene er forventet dersom priser beveger seg helt tilfeldig og uavhengig av tidligere kurser.

Reverseringseffekten antyder en form for predikerbarhet i aksjemarkedet. Nærmere bestemt at unormal høy avkastning har en tendens til å følges av under unormal lav avkastning, og motsatt. Dette undersøkes gjennom to tester som sammen gir gode forutsetninger for å kunne beskrive prisdannelser i det norske aksjemarkedet. Først gjennomføres en variansratiotest for å undersøke om en reverseringseffekt inngår i prisdannelsen. Deretter utformes en enkel handelsstrategi basert på eventuelle funn i variansratiotestene, for å undersøke hvorvidt det er mulig å tjene signifikant meravkastning ved å handle i tråd med reverseringseffekten. For å svare på problemstillingen formuleres to overordnede hypoteser, som henger sammen med utredningens tester:

H_0^A : *Aksjer på Oslo Børs tenderer ikke til å reversere mot gjennomsnittsverdier over tid.*

H_0^B : *Det er ikke mulig å oppnå risikojustert meravkastning ved å følge en handelsstrategi som baserer seg på reverseringseffekten.*

Forkastning av H_0^A utfordrer med andre ord antakelsen om at aksjeavkastninger er konstant, og vil derfor bryte med random walk modellen. Mer spesifikt impliserer en forkastning av H_0^A at aksjeavkastninger utviser negativ autokorrelasjon. Slik vil variansratiotestene kunne gi svar på denne hypotesen, som igjen bidrar med innsikt i det overordnede forskningsspørsmålet for utredningen.

Konklusjonene fra H_0^A tas så med til utforskning av H_0^B , nemlig om det er mulig å tjene signifikant meravkastning ved å handle på bakgrunn av reverseringseffekter. Uansett om testene antyder negativ autokorrelasjon i avkastninger eller ikke, vil H_0^B kunne bekrefte gyldigheten av H_0^A . Dersom det viser seg at aksjer tenderer til å reversere mot et gjennomsnitt over tid, er spørsmålet om investorer kan utnytte seg av dette. I neste kapittel rettes fokus mot utredningens metodiske valg, hvor blant annet analysemodellene blir spesifisert, og de generelle hypotesene operasjonaliseres gjennom formulering av delhypoteser tilknyttet de ulike testene som gjennomføres.

3 Metode

3.1 Introduksjon

I dette kapittelet presenteres forskningsopplegget på en ryddig og systematisk måte, hvor målet er at leseren skal være i stand til å vurdere troverdigheten og påliteligheten ved resultatene. Opplegget er todelt og tar for seg både en variansratiotest og test av meravkastningen til en kontrær handelsstrategi. Variansratiotesten behandles i delkapittel 3.2. Data som benyttes i testen beskrives i delkapittel 3.2.1. Videre presenteres analysemodellen som ligger til grunn for undersøkelse av reverseringseffekten i delkapittel 3.2.2, mens 3.2.3 gjennomgår testspesifikasjonene for variansratiotesten. Seksjonen avsluttes med en kort gjennomgang av multiple tester i delkapittel 3.2.4. Deretter flyttes fokus over mot handelsstrategien i delkapittel 3.3. Her presenteres først det relevante datamaterialet som ligger til grunn for testen i delkapittel 3.3.1. Valg av analysemodell presenteres i 3.3.2, før gjennomføringen av testen og nullhypotesene utbroderes i delkapittel 3.3.3. Forhold tilknyttet studiens validitet og reliabilitet drøftes så i delkapittel 3.4, før metoden kort oppsummeres i delkapittel 3.5.

3.2 Variansratiotesten

For å undersøke reverseringseffekter på Oslo Børs, utføres en variansratiotest (VR-test). VR-testen utnytter at variansen øker proporsjonalt med investeringshorisonten dersom prisprosessen er en random walk. Om variansen til kortsiktige avkastninger øker mer enn proporsjonalt med investeringshorisonten, impliserer dette at aksjekursene reverserer. Dette svarer til den absolutte formen for mean reversion, hvor priser går mot et uspesifisert gjennomsnitt over tid. Her er ønsket å undersøke om reverseringseffekter kan inngå som komponent i prisdannelsen på Oslo Børs, og svarer derfor til den overordnede hypotesen H_0^A . I dette kapittelet diskuteres valg og avveininger tilknyttet forskningsmetoden for VR-testen.

3.2.1 Tidsperiode og datasett

Datamaterialet for VR-testen er hentet fra Thomson Reuters Datastream. Dette er en finansdatabase med blant annet tidsserier fra et mangfold av finansielle instrumenter, verdipapirer og ulike indikatorer for hele verden. Det er hentet ut månedlige kurser for 40 ulike enkeltaksjer og for ulike indekser, herunder Oslo Børs All-share Index, OBX-indeksen og Oslo Børs Small Cap index og Oslo Børs Benchmark Index. Indeksene og alle

enkeltaksjene er på totalavkastningsform, altså justert for dividender, splitt og lignende. Fra kursene er avkastningen for de ulike tidsintervallene beregnet, for å gjøre datamaterialet operativt for testen. Det er ønskelig med så lange datasett som mulig, da utredningen søker å undersøke reverseringer på lengre sikt. Ved utvelgelse av enkeltaksjer til VR-testen har kun selskaper med data for minimum 20 år blitt inkludert. Det kreves at aksjene har fullstendige datasett fra første tilgjengelige notering og fram til 2016. På den måten får man uavbrutte dataserier med så relevante og nylige data som mulig. Etter filtreringen står 40 enkeltaksjer igjen, med et datamateriale på omlag 20-40 år til bruk i VR-testen.

Oslo Børs All-share Index (OSEAX), består av alle noterte aksjer på Oslo Børs (*Oslo Børs All-share Index*, 2016). Denne indeksen inneholder data for en 33-års periode, og alle de 40 enkeltaksjene som inngår i testen, finnes i indeksen per dags dato. OSEAX vil danne hovedgrunnlaget for analysen av VR-testen. I tillegg vil studien se nærmere på Oslo Børs Benchmark Index (OSEBX), også kalt hovedindeksen. Dette er en investerbar aksjeindeks som består av et representativt utvalg av alle noterte aksjer på Oslo Børs (*Hovedindeksen*, 2016). Denne indeksen tas med for å sikre at eventuelle reverseringseffekter faktisk kan tilskrives aksjer som er tilgjengelig for handel.

OBX-indeksen består av de 25 mest likvide selskapene på Oslo Børs, rangert etter seks måneders avkastning, og revidert på halvårlig basis (*OBX Total Return Index*, 2016). Denne benyttes for å kunne utelukke at eventuelle funn kun svarer til de mindre likvide selskapene i OSEAX. Det er altså ønskelig å undersøke om eventuelle funn for børsen som helhet også gjelder for de mest likvide selskapene. På den måten kan man utelukke at en eventuell reverseringseffekt kun kommer av lite omsatte selskaper. I likhet med OSEAX strekker datamaterialet seg også her over en periode på 33 år.

Oslo Børs Small Cap Index (OSESX) består av selskapene på Oslo Børs med lavest markedsverdi, nærmere bestemt den nedre 10-prosenten av selskapene (*Oslo Børs Small Cap Index*, 2016). Indeksen er inkludert for å se om funn for mindre selskaper avviker fra resultatene for børsen som helhet. Tidsserien for OSESX består av 20 år med data.

Flere studier har tidligere undersøkt autokorrelasjon på daglige, ukentlige og månedlige avkastninger. I denne studien gjennomføres imidlertid VR-tester på enkeltaksjer og indeksene for lengre avkastningsperioder. Mer spesifikt vil månedlige, årlige og toårige avkastninger bli

benyttet for å fange opp eventuelle effekter både på kort og lang sikt. Å inkludere avkastninger lengre enn ett år er ikke veldig vanlig for slike tester. Sannsynligvis er dette på grunn av at det stilles krav til lange avkastningsserier for å oppnå tilstrekkelig størrelse på utvalget. Likevel kan det være fornuftig å inkludere toårige avkastninger da de fanger opp reverseringseffektens langsiktige natur, selv om teststyrken nødvendigvis blir noe svakere. Ved å studere toårsavkastninger vil testen fange opp lengre sykluser hvor aksjekurser avviker fra gjennomsnittsverdier, noe som forhåpentligvis vil gi ny kunnskap om reverseringer på lengre sikt.

Tidligere studier har blitt kritisert fordi de ofte benyttet datasett som inneholdt perioden før andre verdenskrig, blant annet det store krakket i 1929. Kim et al. (1991) gikk så langt som å påstå at reverseringseffekter i tidligere studier utelukkende var et før-krigs fenomen. Selv om kriser kan ha stor innvirkning på resultater i tester for autokorrelasjon, kan det framsettes argumenter for hvorfor det likevel er interessant å inkludere disse i testene. For det første kan det hevdes at finansielle kriser også er en del av prisutviklingen i de finansielle markedene, noe historien har vist gjentatte ganger. I den sammenheng oppstår det problemer med å bestemme hvilke kriser som bør inkluderes, og hvilke som bør ekskluderes. I så fall er man nødt til å definere hvilke kriser som er av stor nok betydning for resultatene, slik at det kan forsvares å utelukke akkurat disse. For det andre kan de store fallene i markedet inneholde viktig informasjon om reverseringseffekten vi studerer. Det kan tenkes at store kriser kommer av at prisene skytes langt over fundamentale verdier, for så å raskt bli korrigert. Det vil altså være lite hensiktsmessig å ta bort viktige hendelser som inneholder informasjon om nettopp det fenomenet man undersøker. Finansielle bobler ble i delkapittel 2.5.1 lansert som en mulig forklaring på reverseringseffekten, og dette taler for å ha med data som inneholder tider med høy usikkerhet og kraftige prisfall. På en annen side kan det være at slike kriser får uforholdsmessig stor betydning for resultatene av autokorrelasjonstestene. Dersom én krise får så mye å si at det nesten er likegyldig hva som skjedde med aksjekursene resten av tiden, vil det kunne argumenteres for å ikke ha med denne hendelsen. For å kunne si noe om hvordan finanskrisen påvirker resultatene vil testen også utføres for OSEAX, med unntak av årene 2007 og 2008.

VR-testene gjennomføres ved hjelp av programvaren EViews, som inneholder et ferdigoppsett for slike tester. Alternativt kunne beregningene vært gjort i R, et program som

åpner for flere tilpasninger enn førstnevnte, men hvor utskriftene ikke er like utfyllende. R er likevel brukt for å dobbeltsjekke enkelte resultater fra EViews.

3.2.2 Analysemodell

Standard økonometriske tester forutsetter at variablene er stasjonære. Enkelt forklart betyr dette at variablene har et konstant gjennomsnitt, varians og autokovarians for ethvert lag (Brooks, 2008). En ren random walk er ikke-stasjonær, noe som vil si at den tar persistente avvik fra gjennomsnittet. Her sier man at variabelen har enhetsrot i den karakteristiske ligning, dvs. $(1 - \phi L)p_t = \varepsilon_t$ hvor $\phi = 1$ (Cuthbertson og Nitzsche, 2005). En stasjonær variabel derimot, vil stadig returnere til et konstant gjennomsnitt. Reverseringseffekten impliserer derfor aksjekurser som inneholder en stasjonær komponent, slik at variabelen over tid reverserer mot gjennomsnittet.

Som vist i kapittel 2 har tidligere studier benyttet forskjellige modeller for å undersøke om reverseringseffekten er virksom i prisdannelsen. Nullhypotesen legger som regel til grunn en eller annen variant av prisprosessen som en random walk. Dette impliserer at framtidige prisbevegelser er tilfeldig, og at markedet ikke har noen hukommelse. Hvilken modell som legges til grunn for prisprosessen vil derfor legge føringer for hvilke konklusjoner som kan trekkes på bakgrunn av undersøkelsen. En forkastning av RWH er ikke tilstrekkelig for å konkludere med at markedet er ineffisient, ettersom andre modeller kan stå for prisdannelsen i et effisient marked. Summers (1986) tar utgangspunkt i noe han kaller for ”stock market fads”, hvilket referer til midlertidige avvik fra fundamentale verdier på grunn av forbigående popularitet. Antakelsen her er at prisdannelsen inneholder både en permanent random walk komponent, og en midlertidig, stasjonær komponent, noe flere andre studier også legger til grunn (se Poterba og Summers (1988), Fama og French (1988b) og Cochrane (1988)).

I likhet med Lo og MacKinlay (1988) tar denne studien utgangspunkt i en random walk modell. Modellen er valgt fordi den er mye brukt i litteraturen, og fordi den er relativt enkel å forstå. Formålet er først og fremst å undersøke om RWH holder for det norske markedet eller om en reverseringseffekt kan inngå i prisprosessen. Dersom for eksempel nullhypotesen forkastes på bakgrunn av negativ autokorrelasjon, innebærer dette at en reverseringskomponent kan inngå i den ”sanne” modellen. Spørsmålet om hva slags modell dette er, får imidlertid stå ubesvart til etterfølgende forskning. Følgende modell formuleres som utgangspunkt for studien:

$$p_t = \mu + p_{t-1} + \varepsilon_t \quad (26)$$

hvor:

p_t = logaritmisk prisprosess

μ = konstant drift

ε_t = Uavhengige, identisk normalfordelte (*n iid*) feilledd med gjennomsnitt 0 og varians σ^2 .

Random walk modellen impliserer at tidligere prishistorikk ikke kan benyttes til å predikere fremtiden, noe som betyr prisendringer er uavhengige. Her antas i første omgang uavhengige, identisk (normal)fordelte feilledd, noe som er en streng nullhypotese ettersom det ikke tillates endring i volatilitet over tid. Campbell et al. (1997) presiserer at normalitetsantakelsen kun er for å forenkle framstillingen av testen, da etterfølgende resultat gjelder mer generelt for logaritmiske prisprosesser. Modellen tilsvarer det som kapittel 2 ble definert som en RW1. Denne antakelsen vil etter hvert modifieres slik at det tillates generelle former for heteroskedastisitet, da det ikke er ønskelig med forkastning nettopp på bakgrunn av dette. Mer spesifikt forkastes antakelsen om *iid*-feilledd, og modellen reduseres dermed til en RW3. Denne kalles også for en martingale nullhypotese, og er mindre restriktiv enn en RW1 ettersom den ikke krever at høyere ordens momenter (variansen) skal være uavhengig, bare at feilleddene skal være ukorrelerte (Cuthbertson og Nitzsche, 2005). Det studien altså ønsker å belyse er hvorvidt all tidligere informasjon er priset inn i et aktivum, og om prisendringer følger forutsigbare reverseringsmønstre. Dette gjøres gjennom en test av RW3, som tilsier at avkastninger skal være ukorrelerte over tid.

3.2.3 Testspesifikasjon

Ulike metoder kan benyttes for å undersøke om avkastningene er korrelerte over tid. Fama og French (1988b) benytter eksempelvis regresjonsmodeller på formen $R_{t,t+k} = \alpha_k + \beta_k R_{t-k,t} + \varepsilon_{t,t+k}$. Her studeres korrelasjon mellom denne periodens avkastning $R_{t,t+k}$, og forrige periodes avkastning $R_{t-k,t}$. Mean reversion svarer her til en negativ betakoeffisient, signifikant lavere enn null. Videre er Box-Pierce Q-statistikk og enhetsrottester andre metoder som kan benyttes for tester av RWH (Lo og MacKinlay, 1989). VR-testen er blant de mest brukte metodene, mye fordi den utviser høy styrke ved tester for reverseringseffekter (Charles og Darné, 2009). Testen utnytter det faktum at dersom prisprosessen følger en random walk

vil variansen til avkastningen øke proporsjonalt med investeringshorisonten. Cuthbertson og Nitzsche (2005) forklarer dette ved først å anta at forventet avkastning er konstant:

$$E[r_{t+1}] = E[p_{t+1} - p_t] = \mu. \quad (27)$$

Ved rasjonelle forventninger impliserer dette random walk-modellen, og avkastningen over k -perioder vil være:

$$r_{t,t+k} = (p_{t+k} - p_t) = k\mu + (\varepsilon_{t+1} + \dots + \varepsilon_{t+k}). \quad (28)$$

Dersom log-avkastningen følger en random walk vil variansen øke proporsjonalt med horisonten k :

$$\text{var}(r_{t,t+k}) = \text{var}(r_{t+1} + r_{t+2} + \dots + r_{t+k}) = k \text{var}(r_{t+1}). \quad (29)$$

Denne egenskapen er helt sentral ettersom RWH testes ved å sammenligne avkastningen over forskjellige perioder. Når variansen vokser proporsjonalt med investeringshorisonten vil VR være lik 1. Dersom variansen til kortsiktige avkastninger øker mer enn proporsjonalt vil VR være under 1, og volatiliteten er lavere på lengre enn på kort sikt relativt til periodelengden. Dette impliserer at en reverseringseffekt er virksom, og nullhypotesen om ukorrelerte avkastninger kan forkastes. Det er flere årsaker til at denne metoden er valgt. For det første har som nevnt slike tester høy teststyrke sammenlignet med alternative metoder, også ved moderate utvalgsstørrelser (se Poterba og Summers (1988), Lo og MacKinlay (1989)). For det andre er VR-testen forholdsvis enkel å forstå, samt at den gir intuitive tolkninger i studie av reverseringsfenomenet.

For ytterligere intuisjon bak VR-testen er det hensiktsmessig å studere populasjonsegenskapene dens. Det kan vises at VR-statistikken for to perioder er gitt ved (Campbell et al., 1997, s. 48):

$$VR(2) = \frac{\text{Var}[r_t(2)]}{2 \text{Var}[r_t]} = \frac{\text{Var}[r_t + r_{t-1}]}{2 \text{Var}[r_t]} = \frac{2 \text{Var}[r_t] + \text{Cov}[r_t + r_{t-1}]}{2 \text{Var}[r_t]} \quad (30)$$

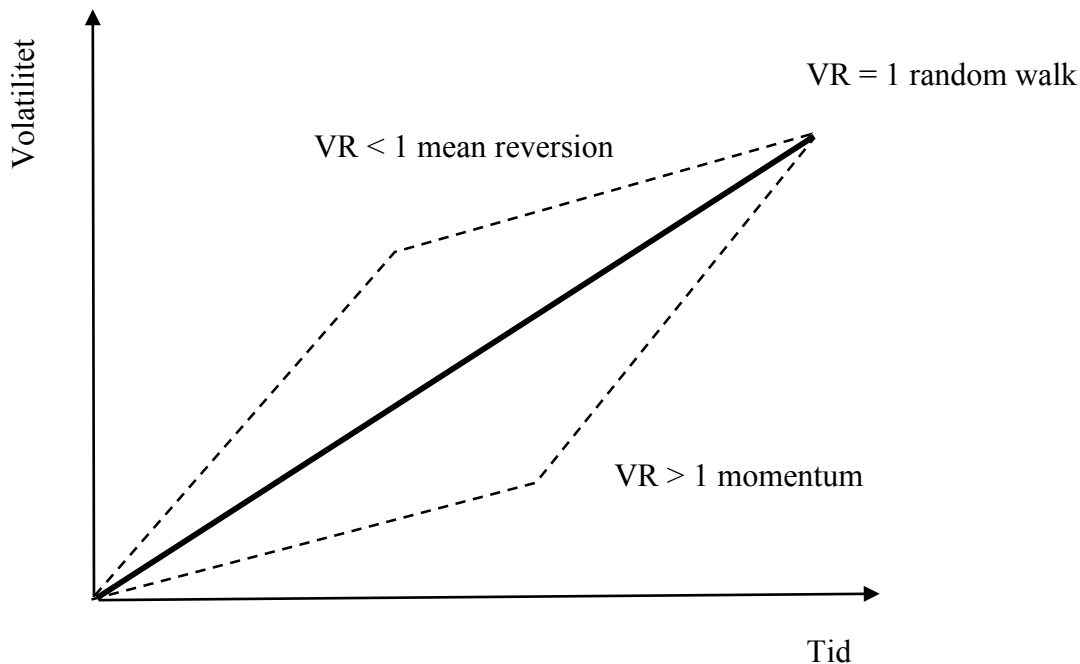
hvilket er ekvivalent med

$$VR(2) = 1 + \rho(1) \quad (31)$$

hvor $r_t(2)$ er to-periode avkastningen og $\rho(1)$ første-ordens autokorrelasjonskoeffisient for avkastningen r_t . Dersom dette generaliseres til å gjelde for q -perioder, vil VR-statistikken oppfylle følgende relasjon (Campbell et al., 1997, s. 49):

$$VR(q) = \frac{Var[r_t(q)]}{q \cdot Var[r_t]} = 1 + 2 \sum_{k=1}^{q-1} \left(1 - \frac{k}{q}\right) \rho(k) \quad (32)$$

hvor $r_t(k) = r_t + r_{t-1} + \dots + r_{t-k+1}$ og $\rho(k)$ er k -ordens autokorrelasjonskoeffisient av $\{r_t\}$. $VR(q)$ er en lineærkombinasjon av de første k autokorrelasjonskoeffisienter av $\{r_t\}$, med lineært synkende vekter. Under RWH vil $VR(q) = 1$, det vil si at alle autokorrelasjonskoeffisienter er null, og variansen til avkastningen vokser lineært. For eksempel vil variansen til to-periodeavkastningen $r_t(2)$ være lik det dobbelte av variansen til én-periodeavkastningen r_t . Ved negativ første-ordens autokorrelasjon (dvs. mean reversion) vil variansen til to-periodeavkastningen være mindre enn summen av variansen til to én-periodeavkastninger, slik at $VR(q) < 1$. Altså variansen vokser mindre enn proporsjonalt til investeringshorisonten noe som kan komme av at priser overskyter fundamentale verdier på kort sikt (Engel og Morris, 1991). Dersom $VR(q) > 1$ vil variansen til to-periodeavkastningen være større enn summen av variansen til to én-periodeavkastninger, noe som svarer til en momentumseffekt. Dette kan tolkes som underreaksjoner på ny informasjon, som gjør at priser er mindre volatile på kort sikt enn på lengre sikt. Figur 3-1 forklarer intuisjonen bak variansratioen:



Figur 3-1 Intuisjon bak VR-testen

Figur 3-1 viser at dersom prisprosessen er en random walk vil variansen vokse proporsjonalt med tiden. Campbell et al. (1997) understreker at dette ikke vil holde nøyaktig i praksis selv om RW1 er sann, men at forholdet mellom variansene ikke skal være statistisk forskjellig fra 1. For å operasjonalisere VR-testen benyttes random walk modellen fra (26) som utgangspunkt. Nullhypotesen, som henger sammen med avhandlingens overordnede hypotese H_0^A , og er en test av RW1, kan derfor formuleres slik (Lo og MacKinlay, 1988):

$$h_0^a: r_t = \mu + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \text{ iid} \sim N(0, \sigma^2)$$

noe som er ekvivalent med:

$$h_0^a: VR = 1.$$

Dersom nullhypotesen forkastes impliserer det signifikant autokorrelasjon i data, ettersom prisbevegelser ikke utvikler seg helt tilfeldig. Målet med studien er å undersøke om reverseringer kan utgjøre en viktig komponent i prisprosessen. Dette innebærer forkastning på bakgrunn av *negativ* autokorrelasjon og VR-verdier lavere enn 1. Likevel har det vist seg at

det kan være en sammenheng mellom en momentumseffekt på korte avkastningshorisonter, og reverseringer på lengre sikt. På bakgrunn av dette er det nyttig å la testen være tosidig, hvor både positiv og negativ autokorrelasjon fører til forkastning av RWH. Likevel fordrer det overordnede forskningsspørsmålet forkastning på bakgrunn av en reverseringseffekt, og vil naturlig nok bli vektlagt i analysen og konklusjonen av den overordnede hypotesen H_0^A .

Studien benytter ulike verdier for aggregeringsperioden q . For månedlige avkastninger brukes verdier av q på 2, 3, 6, 12. Videre 2, 3, 5, 8 for årlige avkastninger, og 2, 3, 4 for toårige avkastninger. Disse aggregeringsperiodene er valgt med utgangspunkt i tidligere funn, og av hensyn til lengden på datasettene. For eksempel svarer periodelengdene 3 og 5 på årlige avkastninger til funnene i Fama og French (1988b) med negativ autokorrelasjon i avkastninger over tre til fem år, mens q lik 8 er valgt på bakgrunn av funnene til Poterba og Summers (1988). For toårige avkastninger er det ikke hensiktsmessig å inkludere høyere q -verdier enn fire, ettersom dette vil utgjøre en periode på åtte år. For de korteste datasettene er dette helt på grensen til hva som er fornuftig statistisk sett, ettersom antall uavhengige observasjoner blir få. Resultatene må derfor tolkes med varsomhet, spesielt for den lengste perioden.

Lo og MacKinlay (1988) benytter overlappende observasjoner ved estimering av variansene, noe som skal bidra til høyere styrke for testen. For fullstendig utledning av teststatistikken til VR under antakelse om at prisprosessen følger en RW1, henvises det til vedlegg 2. Her presenteres kun Z -statistikken for nullhypotesen h_0^a :

$$\psi(q) \equiv \sqrt{nq} (\overline{VR}(q) - 1) \left(\frac{2(2q-1)(q-1)}{3q} \right)^{-\frac{1}{2}} \underset{a}{\sim} N(0, 1). \quad (33)$$

Lo og MacKinlay (1988) formulerer også en alternativ nullhypotese som er robust mot generelle former for heteroskedastisitet, ettersom de ikke ønsker forkastning på bakgrunn av økende volatilitet over tid. Det betyr at man kan løse opp i den strenge antakelsen om at feilleddene er *iid*-variabler. Her følger ε_t en martingale-prosess, tilsvarende RW3-modellen fra tidligere. Den mindre restriktive nullhypotesen h_0^{a*} , og utledningen av den heteroskedastisk-robuste teststatistikken er omfattende. For fullstendig oversikt vises det derfor til vedlegg 3. Her formuleres kun den standardiserte teststatistikken $\psi^*(q)$ som kan

brukes for tester av RW3, til tross for tilstedeværelse av generelle former for heteroskedastisitet:

$$\psi^*(q) \equiv \sqrt{nq} (\overline{VR}(q) - 1) \frac{1}{\sqrt{\hat{\theta}}} \underset{a}{\sim} N(0, 1). \quad (34)$$

3.2.4 Multiple estimeringsteknikker

Det er vanlig å skille mellom individuelle og multiple VR-tester, hvor førstnevnte tester nullhypotesen for individuelle verdier av q , mens sistnevnte er en samlet test hvor VR sammenlignes for flere aggregeringsverdier. Denne utredningen legger til grunn en individuell test selv om Charles og Darné (2009) hevder separate tester for forskjellige verdier av q kan være misledende, ettersom den kan føre til over-forkastning av nullhypotesen i en multipel test. Chow og Denning (1993) utleder en VR-test som samlet tester for ulike verdier av q , og som alternativt kunne vært benyttet her. Testen undersøker VR for alle verdier av q , og forkaster dersom ikke alle er lik 1. En multipel test kan brukes dersom man ønsker å undersøke om autokorrelasjonen samlet holder for alle verdier av q . Individuelle tester gir imidlertid mer informasjon om VR for forskjellige periodelengder, og testene er mye anvendt i litteraturen. Dette sikrer tilfredsstillende reliabilitet, og bidrar til bedre etterprøvnbarhet ved studien. På bakgrunn av overnevnte argumenter sees det bort fra den multiple tilnærmingen i denne utredningen.

3.3 Kontrær handelsstrategi

Det man kan si på bakgrunn av autokorrelasjonstestene begrenser seg til hvorvidt aksjekurser har en tendens til å reversere mot gjennomsnittsverdier over tid, og for hvilke perioder dette eventuelt gjør seg gjeldende. Dette er ikke tilstrekkelig for å svare på utredningens problemstilling, som også tar for seg implikasjoner av reverseringseffekten for investorer. For å underbygge eventuelle funn utformes derfor enkle handelsstrategier som skal klargjøre hvorvidt reverseringseffekten gir opphav til profitable investeringsmuligheter for investorer i markedet. Enkelt forklart går man her fram ved å danne porteføljer som kjøper tidligere tapere, og selger tidligere vinnere. Reverseringer fanges slik opp i begge retninger. Selv om det viser seg at den kontrære handelsstrategien tjener signifikant meravkastning utover en normalavkastningsmodell, betyr ikke det nødvendigvis at markedet er ineffisient. Markedseffisiens innebærer at investorer ikke kan tjene høyere avkastning uten å ta på seg en

større andel risiko. Det kan derfor argumenteres for at den høyere observerte avkastningen relaterer seg til høyere risiko ved strategien. De Bondt og Thaler (1985) konkluderer med at reverseringseffekter er lønnsomme på 3-5 års sikt, men har blant annet fått kritikk for å ikke ta hensyn til systematisk risiko og størrelseseffekter (Chan (1988) og Zarowin (1989)). For å kunne si noe om reverseringseffekten kan gi grunnlag for strategier som tjener unormal høy profitt, er det hensiktsmessig å justere for kjente risikofaktorer som selskapsstørrelse og B/M, i tillegg til den systematiske markedsrisikoen, jf. tre-faktormodellen. Samtidig minner vi om at markedseffisiens ikke lar seg teste uavhengig av våre antakelser om likevektavkastningen, noe vi tidligere definerte som felles-hypotese problemet. Likevel vil en slik analyse være informativ ettersom det kan bidra til å styrke eventuelle funn, og peke på viktige implikasjoner for aktører i markedet.

Videre studeres forskjellen mellom tidligere vinnere og tapere. Reverseringseffekten impliserer at en portefølje bestående av tidligere tapere vil prestere signifikant bedre enn en vinnerportefølje, nettopp fordi aksjekurser skal reversere over tid. En statistisk test utføres for å undersøke om differansen er tilstrekkelig stor mellom porteføljene, hvor konklusjonen vil gi ytterligere informasjon i spørsmålet om reverseringseffekter kan utnyttes av investorer.

3.3.1 Tidsperiode og datasett

Også her benyttes Datastream for å hente ut kurser for enkeltaksjer. Handelsstrategien søker å identifisere tidligere tapere og vinnere basert på en tidsperiode som spesifiseres på bakgrunn av resultatene fra VR-testen. Man behøver derfor et bredt utvalg enkeltaksjer for å unngå at tilfeldigheter og ekstreme observasjoner får uforholdsmessig stor innvirkning på resultatene. For denne testen inkluderes data fra og med 1988, ettersom dette var året børsen la om til elektronisk handelssystem. Dette sikrer tilfredsstillende reliabilitet, samtidig som lengden på tidsseriene anses som akseptabel. Utvalget varierer fra rundt 75 til 230 aksjer som har vært omsatt på Oslo Børs i løpet av perioden 1988-2016. Her tillegges ingen restriksjoner for hvor mange år med data hver enkelt aksje må ha for å inkluderes i utvalget. Det tillates derfor at aksjer inkluderes i, og ekskluderes fra utvalget over perioden. Dette betyr at utvalget også vil inneholde selskaper som blir tatt av børs, for eksempel ved konkurs. Slik unngås eventuelle overlevelsesskjevheter som kan oppstå ved å analysere et utvalg av aksjer med komplette tidsserier over hele perioden.

For å undersøke om handelsstrategien gir signifikant meravkastning utover en likevektsmodell, må man definere normalavkastningen. Tidligere studier benytter gjerne en verdivektet aksjeindeks som approksimasjon på likevektsavkastningen. Her tar man høyde for variasjon som kan tilskrives markedet, og representerer derfor en forbedring over random walk modellen som legger til grunn konstant forventet avkastning (Campbell et al., 1997). Denne utredningen benytter OSEAX som tilnærming til normalavkastningen i markedet. Dette er en bred, verdivektet indeks over alle aksjene som på ethvert tidspunkt er notert på Oslo Børs. Strategien velger ut aksjer fra en populasjon bestående av alle aksjer på Oslo Børs. Derfor ansees indeksen som en god benchmark for porteføljens prestasjon. For utdypende beskrivelse av OSEAX henvises det til delkapittel 3.2.1.

Ved justering for flere typer risiko enn den som relateres til markedet, benyttes Ødegaard (2016b) sine beregninger for risikofaktorene selskapsstørrelse (SMB) og B/M (HML), i overensstemmelse med tre-faktormodellen til Fama og French (1993). Den risikofrie renta som brukes i studien er årlig NIBOR (Norwegian Interbank Offering Rate). Data for risikofaktorene og risikofri rente er hentet fra Ødegaard (2016a). Alle kurser er på totalavkastningsform, og er altså justert for dividender, aksjesplitter og lignende.

Alle beregninger utføres ved hjelp av Microsoft Excel og IBM SPSS. Excel benyttes til gjennomføring av handelsstrategien, mens SPSS brukes for å teste om handelsstrategien genererer signifikant meravkastningen utover likevektsmodellen.

3.3.2 Analysemodell

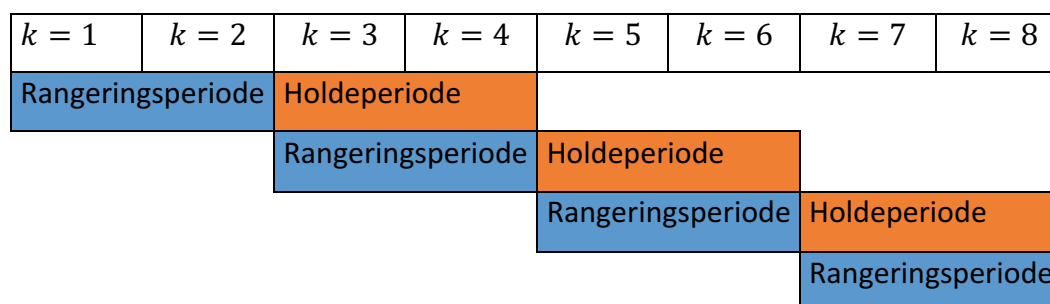
Tester av svak-form effisiens tar utgangspunkt i at all kurshistorikk er reflektert i dagens markedspriser. Handelsstrategien utfordrer dermed den svake formen for markedseffisiens ved å undersøke om strategien kan generere unormal høy avkastning ved valg av vinnere og tapere utelukkende basert på tidligere avkastning. Det utforskes her om handelsstrategien tjener signifikant meravkastning utover hva investorer kan forvente seg i likevekt. Dette kan gjøres ved bruk av CAPM hvor meravkastningen i markedet inkluderes som forklaringsvariabel for porteføljens meravkastning. Fama og French (1993) finner imidlertid at CAPM ikke forklarer forskjellen i avkastning mellom porteføljer som er formet på bakgrunn av B/M og selskapsstørrelse. De foreslår derfor en tre-faktormodell som grunnlag for vurdering av unormal avkastning:

$$r_{i,t} - r_{f,t} = \alpha + \beta(r_{OSEAX,t} - r_{f,t}) + b_1SMB_t + b_2HML_t \quad (35)$$

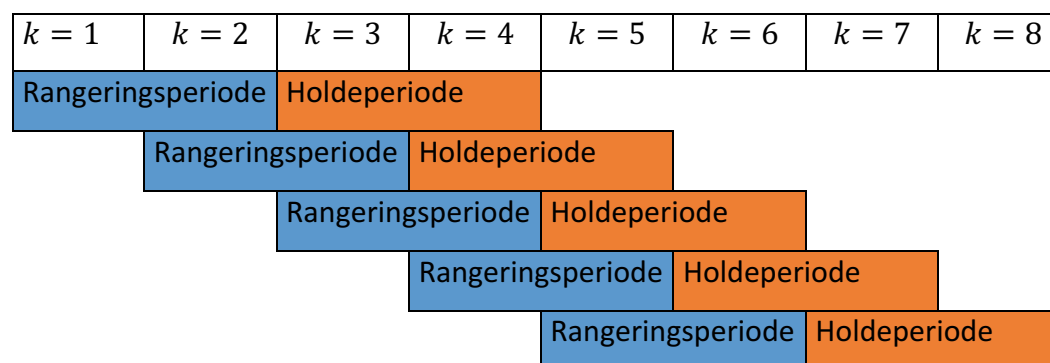
hvor $r_{i,t}$ er handelsstrategiens avkastning på tidspunkt t , $r_{OSEAX,t}$ er markedets avkastning på tidspunkt t og $r_{f,t}$ er risikofri rente. *SMB* ("Small Minus Big") representerer en faktor som skal korrigere for selskapsstørrelse og *HML* ("High Minus Low") skal korrigere for risiko tilknyttet ulikheter i B/M. α -koeffisienten danner et mål på unormal meravkastning som ikke forklares av forklaringsfaktorene. β representerer den systematiske risikoen som kan relateres til aksjens samvariasjon med markedet. b_1 og b_2 forklarer avkastningen tilknyttet risikofaktorene *SMB* og *HML*.

3.3.3 Testspesifikasjoner

Formålet med strategien er å identifisere forrige periodes vinnere og tapere, og benytte denne informasjonen som grunnlag for handel i neste periode. Avkastningen for alle tilgjengelige aksjer på Oslo Børs i perioden 1988-2016 må derfor beregnes. For å øke utvalget og styrke testen benyttes overlappende avkastningsperioder, som illustrert i figur 3-2 og figur 3-3 (Hustad, 2014).



Figur 3-2 Ikke-overlappende observasjoner



Figur 3-3 Overlappende observasjoner

Lengden på rangerings- og holdeperiodene vil avhenge av hva som er mest hensiktsmessig ut fra resultatet av VR-testen. For hver periode rangeres avkastningene for aksjene, og de 20% med lavest avkastning (taperne) og 20% med høyest avkastning (vinnerne) identifiseres. Disse settes så sammen til en taperportefølje og en vinnerportefølje. I tråd med reverseringsteorien innebærer strategien å kjøpe forrige periodes tapere samtidig som forrige periodes vinnere shorts selges. Porteføljene blir dermed en selvfinansierende portefølje. Deretter registreres avkastningen for holdeperioden og posisjonene lukkes før prosessen gjentas for neste periode. Aksjene i porteføljene inngår med like vekter uavhengig av størrelse, både av praktiske årsaker og for å unngå at større selskaper ikke skal ha en overdrevet stor innvirkning på porteføljen.

Det er ønskelig å teste om denne porteføljen genererer en unormal avkastning etter å ha tatt høyde for risiko. Dette gjøres ved hjelp av en regresjonsmodell, hvor avhengig variabel er porteføljens meravkastning utover risikofri rente. Denne skal forklares av markedets meravkastning, samt de to risikofaktorene SMB og HML, i tråd med tre-faktormodellen presentert i forrige delkapittel. Dersom den kontrære handelsstrategien genererer signifikant meravkastning sammenlignet med likevektsavkastningen, kan det konkluderes med strategiens meravkastning ikke blir forklart av høyere risiko i modellen. Dette vil vise seg gjennom en α -verdi signifikant større enn null. Hypotesen som testes er altså:

$$h_0^b: \alpha = 0 \qquad h_1^b: \alpha > 0.$$

Alpha er her konstantleddet i regresjonen og tolkes som strategiens unormale avkastning. Nullhypotesen er at strategien ikke genererer noen signifikant meravkastning når man justerer for markedsrisiko og de to risikofaktorene. Alternativhypotesen er at α er større enn null, noe som betyr at handelsstrategien presterer signifikant bedre enn en portefølje med tilsvarende risiko. Denne testen gir grunnlag for å svare på studiens overordnede hypotese H_0^B , som sier at det ikke vil være mulig å tjene risikojustert meravkastning ved hjelp av handelsstrategier som utnytter reverseringseffekten. Konklusjonen her kan knyttes opp mot avhandlingens problemstilling, og gjøre det mulig å drøfte hvilke implikasjoner reverseringsfenomenet har for investorer.

Det er videre av interesse å undersøke nærmere taperporteføljens prestasjon sammenlignet med vinnerporteføljen. I et effisient marked forventes ingen systematiske forskjeller i

avkastning på ulike porteføljer, noe som her impliserer at $E(\alpha_V|\theta_{t-1}) = E(\alpha_T|\theta_{t-1}) = 0$, der fotskrift V står for vinner forrige periode og T for taper. Reverseringseffekten svarer til aksjekurser som etter avvik går tilbake til gjennomsnittsverdier, noe som impliserer at $E(\alpha_V|\theta_{t-1}) < 0$ og $E(\alpha_T|\theta_{t-1}) > 0$.

For å undersøke dette kan målene på Jensens Alpha fra regresjonsmodellene for en taper- og en vinnerportefølje, justert for risikofaktorene i tre-faktor modellen benyttes. Basert på antakelsen om at taperporteføljen vil gi høyere risikojustert meravkastning enn vinnerporteføljen, kan nullhypotesen formuleres slik:

$$h_0^{b*} : \alpha_T - \alpha_V = 0 \qquad h_1^{b*} : \alpha_T - \alpha_V > 0$$

For fullstendig oversikt over t-testen henvises det til vedlegg 4.

3.4 Validitet og reliabilitet

I denne seksjonen diskuteres de metodiske valgene som er gjort ved utforming og utførelse av VR-testen og handelsstrategien. Først drøftes avveininger tilknyttet input til testene og beregningsmåter, før vanlige feilkilder og begrensninger ved metoden gjennomgås. Håpet er at denne delen vil bidra til forståelse for at resultatene ikke framkommer uavhengig av forskerens valg, og at en grundig gjennomgang av slike avveininger løfter studiens gyldighet og pålitelighet. Dette omtales som validitet og reliabilitet, hvor førstnevnte sier noe om hvorvidt man kan trekke gyldige slutninger basert på hvordan resultatene har framkommet, mens sistnevnte skal sikre etterprøvbare tilknyttet resultatene.

3.4.1 Nominelle versus reelle data

Utredningen benytter nominelle avkastninger som grunnlag for både VR-testen og den kontrære handelsstrategien. Alternativt kunne tallene blitt justert for inflasjon, slik at realavkastningen hadde blitt lagt til grunn. Det er hensiktsmessig å studere nominelle størrelser av flere grunner. For eksempel baserer studien til Lo og MacKinlay (1988) seg på nominelle avkastninger, noe som gjør at VR-verdiene i denne utredningen er direkte sammenlignbare med deres. De argumenterer for at volatiliteten til nominelle avkastninger er mye større enn volatiliteten til inflasjonen, slik at det i volatilitetsbaserte tester ikke vil spille noen rolle om nominelle eller reelle tall legges til grunn. På den andre siden argumenterer

McQueen (1992) for at inflasjonsjusterte avkastninger bør benyttes i tester for reverseringseffekter. Dette begrunnes med at konstant *ex ante* avkastning legges til grunn i slike tester, noe som gjør det mer fornuftig å anta konstante realavkastningskrav. På bakgrunn av dette er det hensiktsmessig å justere OSEAX-indeksen for inflasjon, for så å undersøke om autokorrelasjonstester på realavkastninger gir forskjellige resultater fra nominelle avkastninger. Resultatene fra denne korrigeringen presenteres i kapittel 4 sammen med de øvrige resultatene for indeksen.

3.4.2 Beregning av avkastninger

Ettersom studien blant annet undersøker om avkastninger er seriekorrelert over ulike perioder, er det av hensikt å se på hvilke beregninger som ligger til grunn for tallene. Det finnes flere ulike måter å beregne avkastninger på. For en aksje som ikke betaler dividender, finnes den aritmetiske avkastningen ved:

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (36)$$

mens den logaritmiske avkastningen beregnes slik:

$$r_t(k) = \log(1 + R_t) = \log \frac{P_t}{P_{t-1}} = p_t - p_{t-1}. \quad (37)$$

I VR-testen velges logaritmisk avkastning, framfor aritmetisk avkastning, på grunn av en spesielt nyttig egenskap, nemlig at avkastninger over flere perioder kan aggregeres som summen av avkastningen i enkeltperiodene. Denne egenskapen kan uttrykkes slik (Campbell et al., 1997):

$$r_t(k) = \log(1 + R_t(k)) = \log((1 + R_t) \cdot (1 + R_{t-1}) + \dots + (1 + R_{t-k+1})). \quad (38)$$

Dette gir:

$$r_t(k) = \log(1 + R_t) + \log(1 + R_{t-1}) + \dots + \log(1 + R_{t-k+1}) \quad (39)$$

som kan skrives som:

$$r_t(k) = r_t + r_{t-1} + \dots + r_{t-k+1}. \quad (40)$$

Det viser seg at det er enklere å utlede tidsserieegenskaper til additive prosesser enn multiplikative, noe som forenkler prosessen ved å modellere den statistiske utviklingen til aksjeavkastninger over tid (Campbell et al., 1997). På bakgrunn av dette er logaritmiske avkastninger valgt som grunnlag for VR-testen, noe som også sammenfaller med tidligere studier av autokorrelasjon hos aksjer.

For handelsstrategien brukes den aritmetiske avkastningen ved beregning av porteføljens avkastning for hver enkeltperiode. Ved utregning av avkastningen over den totale tidsperioden akkumuleres enkeltperiodeavkastningene, og tar høyde for effekten av rentes rente.

3.4.3 Feilkilder og begrensninger

Utvelgelse av enkeltaksjer til VR-testen baseres på OSEAX-indeksen. Denne indeksen speiler avkastningen til alle aksjer som er notert på Oslo Børs i dag. Herfra er det kun brukt enkeltaksjer med minimum 20 års data. Etersom testen kun inkluderer aksjer som inngår i indeksen per dags dato, oppstår mulige skjevheter i beregning av effekter på enkeltaksjer, også kjent som overlevelsessskjevheter ("survivorship bias"). Det vil si at aksjer som har blitt tatt ut av indeksen, for eksempel på grunn av konkurs, ikke vil være representert i utvalget av enkeltaksjer. Slike overlevelseseffekter vil kunne føre til at enkeltaksjene ikke nødvendigvis er representativ for populasjon, ved at avkastningen overvurderes når de aller svakeste selskapene ikke er inkludert. Likevel anses ikke dette som en alvorlig feilkilde, da det også utføres VR-tester på indeksen som helhet. Denne inkluderer avkastning fra alle selskaper som har inngått på børsen en eller annen gang i løpet av perioden (også konkursselskaper), slik at eventuelle overlevelseseffekter ikke oppstår her. I den kontrære handelsstrategien unngås imidlertid problemet med overlevelseseffekter, ettersom porteføljene her dannes på bakgrunn av alle aksjer som har vært notert på Oslo Børs over perioden, også konkursrammede selskaper.

I beregningen av avkastningen til handelsstrategien sees det bort fra transaksjonskostnader som "bid-ask-spread", kurtasje, skatt osv. Etersom slike kostnader ignoreres vil avkastningen overvurderes sammenlignet med markedet, spesielt dersom strategien innebærer hyppige

handler og korte holdeperioder. Dersom strategien fordrer en relativt lav frekvens i antall handler vil derimot transaksjonskostnadene være av mindre betydning. Skulle det vise seg at handelsstrategien generer signifikant unormal meravkastning vil vi diskutere nærmere om denne er økonomisk signifikant når slike kostnader blir hensyntatt.

En annen potensiell feilkilde som ofte trekkes fram i forbindelse med testing for ulike effekter på samme datasett er data mining. I følge Sullivan et al. (2001) relaterer dette seg til problemet hvor datasettet forskere formulerer sine hypoteser ut fra, nødvendigvis må være det samme som de tester sine teorier på. I tidsseriedata lar det seg ikke gjøre å undersøke hypotesene på nye, uavhengige utvalg. Tidsserier er observasjoner på samme enheter over tid, noe som gjør at man, enkelt sagt, kun har ett utvalg å se tilbake på i studie av aksjekurser. Dette er selvfølgelig en sannhet med modifikasjoner, da det finnes et mangfold av aksjeindekser for ulike land med varierende tidshorisonter. Likevel gjøres det mange studier på mer eller mindre samme datasett, spesielt for de største indeksene. Her kan det tenkes at effekter oppstår tilfeldig, som et resultat av intensiv testing. Utredningen fokuserer imidlertid på det norske aksjemarkedet, som i mindre grad er blitt utsatt for testing. I følge Campbell et al. (1997) er det også vanskelig å justere for denne type feilkilder, men de hevder at det bør stå som en potensiell forklaring for eventuelle modellavvik. Vi erkjenner derfor at det er en reell mulighet for at testresultatene kan ha oppstått tilfeldig, uten at det nødvendigvis er på grunn av omfattende testing på samme datasett.

Estimeringsteknikken til Lo og MacKinlay (1988) har blitt kritisert på grunn av at deres asymptotiske tilnærming kan gi dårlig approksimasjoner til små-utvalgs fordelinger (Charles og Darné, 2009). De påpeker samtidig at evnen til den asymptotiske fordelingen å tilnærme endelige utvalgsfordelinger avhenger kritisk av verdien på horisonten q . Ved inndeling av tidsperioder er det hensiktsmessig å unngå for lange horisonter, da det påpekes at testen har lav styrke ved høye verdier av q relativt til utvalgsstørrelsen T (Lo og MacKinlay (1989), Campbell et al. (1997)). Richardson og Stock (1989) poengterer de samme problemene, og stiller spørsmålet om reverseringer oppstår på grunn av en langsom reverseringskomponent, eller på grunn av den asymptotiske teoriens svake tilnærming til endelige utvalg. De foreslår å modifisere testen ved hjelp av en tilnærming hvor de antar at overlappingen i data q/T går mot en faktor forskjellig fra null, i motsetning til tidligere tester hvor q antas konstant og q/T går mot null. Det er ikke ønskelig å gå for dypt inn på denne problematikken her, da det kan argumenteres for at slike betraktninger er utenfor denne avhandlingens rekkevidde. I stedet for

velges lave verdier for q i forhold til utvalgsstørrelsen, noe som bidrar til å sikre tilfredsstillende validitet for testresultatene.

Autokorrelasjonstester for langsiktig avhengighet i aksjeavkastninger har som regel lav teststyrke grunnet få uavhengige observasjoner. Dette er en av de største begrensningene ved forskning på tidsseriedata. VR-testen studerer aksjer med 20 og 40 års avkastningshistorikk. Her benyttes forskjellige tidshorisonter for hvert selskap etter hvor mye data som er tilgjengelig. Alternativt kunne man valgt en 20-års horisont for alle aksjene, noe som ville gjort at kursene var sammenlignbare med tanke på makroøkonomiske hendelser. Samtidig ville dette bidratt til å redusere teststyrken, og risikoen for å gå glipp av viktig informasjon ville økt betraktelig. Målet med oppgaven er å undersøke om reverseringseffekter viser seg i prisdannelsen og det virker fornuftig å bruke all informasjon tilgjengelig for å kunne generalisere eventuelle funn. Et annet problem som oppstår i tester på små utvalg er at startdatoen kan få stor betydning for resultatene. Dersom man hadde hatt et større utvalg ville dette ikke spilt noen nevneverdig rolle, men på grunn av begrensningene ved datasettet må det tas forbehold om at valg av startdato kan ha fått betydning for resultatene. Startdato i denne utredningen er satt til første handelsdag i januar. Dette gir årlige og toårige avkastninger som beregnes fra dette tidspunktet. Ved valg av andre startdatoer kunne resultatet også blitt annerledes. Det kan uansett argumenteres for at det ikke ville være heldig å eksperimentere med mange forskjellige startdatoer, da det kan brukes til å lete etter resultater som er i overensstemmelse med forskerens interesser, jf. data mining-problematikken.

3.5 Oppsummering metode

I dette kapitlet er metoden for forskningsopplegget presentert. Avhandlingens overordnede hypoteser H_0^A og H_0^B er operasjonalisert i testbare nullhypoteser, gitt ved h_0^a og h_0^b , samt ytterligere to varianter av disse: h_0^{a*} og h_0^{b*} . Samlet skal disse hypotesene utgjøre et solid fundament for besvarelse av testens overordnede forsknings spørsmål. For en oversikt over sammenhengen mellom studiens hypoteser, og hvordan disse relaterer seg til problemstillingen, vises det til vedlegg 5. Kapitlet har også tatt for seg de metodiske avveiningene tilknyttet VR-testen og den kontrære handelsstrategien, hvor datasett, analysemodeller og testspesifikasjoner er gjennomgått. Også alternative metoder er belyst kort for å gi leseren innblikk i hvilke valgmuligheter som finnes. Avslutningsvis ble studiens

gyldighet og pålitelighet diskutert, herunder mulige begrensninger og feilkilder tilknyttet metoden.

4 Analyse

4.1 Introduksjon

Denne delen tar for seg analysen og resultatene av testene. I delkapittel 4.2 framlegges resultatene fra VR-testen som vil danne grunnlaget for utformingen av handelsstrategien. Her presenteres VR-verdier og standardfeil for ulike avkastnings- og aggregeringsperioder. Periodene som utviser sterkest tegn til reversering vil så danne grunnlaget for den kontrære handelsstrategien. Resultatene tilknyttet handelsstrategien presenteres i delkapittel 4.3, hvor det samtidig undersøkes om investorer vil være bedre tjent med å investere i tidligere tapere, framfor tidligere vinnere.

4.2 VR-resultater

En stor mengde tallmateriale er testet og analysert, og ønsket er her å presentere dette på en lettfattelig og intuitiv måte slik at betydningen av resultatene kommer tydelig fram. Resultatene vil tolkes i lys av relevant teori og gjeldende hypoteser, og forhåpentligvis oppfattes som givende i debatten om prisdannelsen som en random walk. Først presenteres VR-resultatene for OSEAX og OSEBX i delkapittel 4.2.1. Videre undersøkes det om funnene er robuste etter å ha korrigert for finanskrisen i delkapittel 4.2.2, og likviditet og selskapsstørrelse i 4.2.3. Deretter betraktes VR for enkeltaksjer i delkapittel 4.2.4, hvor fokuset vil være på den gjennomgående tendensen. Det er hensiktsmessig å fokusere på helheten, da det å skulle drøfte hver enkelt aksje vil være vel plasskrevende, i tillegg til at det er mest relevant å observere prisdannelsen som helhet, og ikke avvik hos enkeltaksjer. I delkapittel 4.2.5 oppsummeres, og diskuteres funnene fra VR-testen.

4.2.1 OSEAX og OSEBX

Hoveddelen av analysen behandler nominelle månedlige, årlige og toårige avkastninger for OSEAX over tidsperioden 1983-2016. Tabell 4-1 gir beskrivende statistikk for de tre avkastningsperiodene over undersøkelsesperioden:

OSEAX	Månedlig	Årlig	Toårig
<i>Antall observasjoner</i>	397	33	16
<i>Gjennomsnitt</i>	0,0094	0,1160	0,2364
<i>Varians</i>	0,00437	0,08165	0,17779
<i>Standardavvik</i>	0,06618	0,28574	0,42165

Tabell 4-1 Beskrivende statistikk for OSEAX

Det er verdt å merke seg hvor få observasjoner som er tilgjengelig for årlig og toårig data. Dette gjør at resultatene kan være utsatt for tilfeldigheter hvor enkeltobservasjoner kan få stor innvirkning, og potensielt føre til spuriøse effekter. Det lave antall observasjoner gir også svakere teststyrke noe som gjør det vanskeligere å påvise signifikante effekter. Det er videre viktig å poengtere at variansene som er oppgitt i tabell 4-1 ikke svarer til de estimerte variansene som benyttes i testen. Dette kommer av at testen bruker overlappende observasjoner i utregningene av variansestimatorene (se vedlegg 2 og 3 for detaljer). Man kan derfor ikke bruke disse variansene for utregning av VR-verdiene i testen. Bruk av overlappende observasjoner bidrar til at resultatene blir mer valide gjennom et økt antall observasjoner, men gjør likevel ikke at man unngår problematikken tilknyttet små utvalg i sin helhet.

Resultatene for OSEAX er oppsummert i tabell 4-2 for valgte periodelengder q . Av plasshensyn presenteres kun testresultater justert for heteroskedastisitet. Som påpekt tidligere ønskes ikke forkastning av RWH på bakgrunn av økende volatilitet, noe som legitimerer valget om kun å presentere de justerte teststatistikene. Det viser seg også at disse justeringene ofte favoriserer nullhypotesen gjennom en lavere teststatistikk, og slik er mer forsiktige anslag enn teststatistikken som forutsetter homoskedastisitet (Lo og MacKinlay, 1988). På grunnlag av dette vil analysen gjennomgående omhandle de justerte teststatistikene. For fullstendig testresultater henvises det imidlertid til vedlegg 6.

Avkastningsperiode		$q = 2$	$q = 3$	$q = 6$	$q = 12$
1 Måned	VR	1.16639**	1.24007**	1.31707*	1.34284
	Standardfeil	(0.07440)	(0.10826)	(0.16556)	(0.22680)
		$q = 2$	$q = 3$	$q = 5$	$q = 8$
1 år	VR	0.88511	0.70692	0.45539*	0.30979
	Standardfeil	(0.15741)	(0.22448)	(0.32524)	(0.44363)
		$q = 2$	$q = 3$	$q = 4$	
2 år	VR	0.51237*	0.28924*	0.39151	
	Standardfeil	(0.25586)	(0.37663)	(0.46874)	

**) signifikant på 5% nivå

*) signifikant på 10% nivå

Tabell 4-2 VR-verdier for OSEAX

Nullhypotesen for testen sier at prisprosessen er en RW3, det vil si ukorrelerte avkastninger som kommer til uttrykk gjennom en VR-verdi lik 1. På månedlig avkastninger ligger VR over 1 for alle perioder. Dette antyder positiv autokorrelasjon, ettersom VR er (tilnærmet) lik 1 pluss den vektete summen av individuelle autokorrelasjonskoeffisienter. Mer spesifikt betyr $VR > 1$ at variansen til kortsiktige avkastninger øker mindre enn proporsjonalt med investeringshorisonten. For eksempel er første-ordens autokorrelasjon for $q = 2$ på ca. 16,6%. Resultatene er signifikante på 5% nivå for aggregeringsverdier på 2 og 3 måneder. Tolkningen blir derfor at over gjennomsnittlig avkastning én måned, mest sannsynlig følges av over gjennomsnittlig avkastning etterfølgende én til to måneder. Funnet av positiv autokorrelasjon for månedlige avkastninger avviker fra resultatene til Lo og MacKinlay (1988). De finner signifikant positiv autokorrelasjon på ukentlige avkastninger, men ikke tilsvarende for månedlig data. Deres funn ble forsøkt forklart med ikke-synkrone handelseffekter (se delkapittel 2.5.4), ettersom resultatene var sterkere for små enn for store selskaper (Fama, 1991). Små-selskapseffekter undersøkes formelt i delkapittel 4.2.3. Daglige og ukentlige avkastninger holdes utenfor analysen, da det først og fremst er reverseringseffekter som er av interesse. Fordi månedlige avkastninger er mindre utsatt for ikke-synkron handel, reduseres sjansen for at spuriøse effekter står som forklaring for disse funnene. Selv om utredningens fokus er rettet mot reverseringer, er det likevel interessant at

resultatene antyder momentumeffekter på månedlig basis. Dette kan føre til at priser overskyter fundamentale verdier på kort sikt, og gi grunnlag for aksjekurser som på lengre sikt reverserer. Nullhypotesen h_0^{a*} kan derfor forkastes, da funnene tyder på signifikant momentum i prisdannelsen. Det kan likevel ikke gis en konklusjon på den overordnede hypotesen H_0^A med bakgrunn i disse resultatene alene, da den relaterer seg til reverseringseffekten.

Andre rad i tabell 4-2 tar for seg resultatene for årlige avkastninger. Her ser man et klart skille fra månedlig data, ved at VR konsekvent er under 1, og antyder at kurser har en tendens til å reversere. Parallelt til diskusjonen over svarer resultatene for $q = 2$ til en negativ førsteordens autokorrelasjon på omtrent -11,5%. Resultatene er likevel kun statistisk signifikant for $q = 5$ på 10% nivå. Det er derfor ikke grunnlag for å forkaste nullhypotesen på det konvensjonelle 5% nivået, for noen verdier av q . Likevel ser man klare tendenser til et skifte i fortegn for autokorrelasjonskoeffisienter på årlige avkastninger, noe som også er i tråd med overreaksjonshypotesen.

Den tredje raden i tabell 4-2 viser VR-verdier for toårige avkastninger. Her styrkes tendensen med lavere VR på lengre sikt, ettersom funnene nå er på grensen til signifikant på 5% nivå. VR-verdier under 1 antyder lavere varians på lang sikt enn på kort sikt. Mer spesifikt vil overgjennomsnittlig avkastning de to foregående årene, følges av under-gjennomsnittlig avkastning de neste to til fire årene. For $q = 2$ gir VR eksempelvis en førsteordens autokorrelasjon på hele -48,8%. P-verdiene for $q = 2$ og $q = 3$ er henholdsvis 5,67% og 5,91%. Nullhypotesen kan derfor ikke forkastes på 5%-nivå, og ettersom utvalgsstørrelsen for toårige avkastninger er lav må resultatet tolkes med varsomhet. Små utvalg kan gjøre at tilfeldigheter og enkeltobservasjoner får stor innvirkning på resultatene. Dette undersøkes nærmere i de følgende delkapitler. På en annen side kan ikke resultatet avskrives fullstendig ettersom de lave VR-verdiene er helt på grensen til å forkaste RW3. Totalt sett indikerer testen for OSEAX at random walk modellen ikke nødvendigvis gir et fullstendig bilde av prisdannelsen for det norske aksjemarkedet, og at overreaksjonshypotesen kan representere en mulig forklaring for avviket fra tilfeldige priser. Dersom den signifikante momentumeffekten på månedlig sikt kommer av at investorer overreagerer slik at prisene overskyter fundamentale verdier, forventes det en reversering på lengre sikt, slik resultatene antyder. Det finnes likevel ikke konkret bevis for at nettopp denne mekanismen forårsaker disse

resultatene. En annen mulig forklaring kan være rasjonelle endringer i investorenes avkastningskrav som i seg selv følger reverseringsmønstre, og derfor vil være i tråd med EMH.

Testene baserer seg på nominelle avkastninger. I delkapittel 3.4.3 ble valget mellom nominelle versus reelle størrelser som grunnlag for variansbaserte tester, kort drøftet. Ettersom det ikke er noen klare retningslinjer for hva som er mest hensiktsmessig å legge til grunn, er VR-testen i tillegg utført på realavkastninger. Dersom disse resultatene ikke endrer konklusjonene fra de nominelle testene betydelig, er det rimelig å legge til grunn nominelle data i den videre analysen. Tabell 4-3 oppsummerer testene for aksjeindeksen på reelle data.

Avkastningsperiode		$q = 2$	$q = 3$	$q = 6$	$q = 12$
1 Måned	VR	1.156878**	1.228152**	1.315639*	1.351133
	Standardfeil	(0.073274)	(0.106698)	(0.163721)	(0.225227)
		$q = 2$	$q = 3$	$q = 5$	$q = 8$
1 år	VR	0.891858	0.720905	0.457884	0.294158
	Standardfeil	(0.160774)	(0.229516)	(0.332624)	(0.455423)
		$q = 2$	$q = 3$	$q = 4$	
2 år	VR	0.517994*	0.280585*	0.367264	
	Standardfeil	(0.274287)	(0.402440)	(0.497997)	

**) signifikant på 5% nivå

*) signifikant på 10% nivå

Tabell 4-3 VR-verdier for realavkastningen til OSEAX

Sammenlignes disse resultatene med resultatene for nominelle data observeres det samme mønsteret i VR, altså tendenser til momentum på kort sikt og reversering på lengre sikt. Dette støtter altså argumentasjonen til Lo og MacKinlay (1988) om at volatiliteten i inflasjon er liten relativt til volatiliteten i nominelle avkastninger, og det er derfor av underordnet betydning hvorvidt man benytter reelle eller nominelle data i VR-testen da det ikke endrer konklusjonen. Det sees derfor bort fra realavkastninger i den videre analysen.

Det er videre relevant å undersøke om en investerbar aksjeindeks, her representert ved hovedindeksen (OSEBX), kan gi ytterligere innsikt i spørsmålet om en reverseringseffekt har påvirket prisdannelsen i det norske aksjemarkedet. OSEBX skiller seg fra "All-share"-indeksen ved at investorer her kan investere i et representativt utvalg av alle aksjer på børsen, og gir svar på om eventuelle reverseringseffekter kunne vært utnyttet. Resultatene av VR-testen for hovedindeksen presenteres i tabell 4-4.

Avkastningsperiode		$q = 2$	$q = 3$	$q = 6$	$q = 12$
1 Måned	VR	1.15700**	1.12240**	1.29740*	1.30217
	Standardfeil	(0.07440)	(0.10826)	(0.16556)	(0.22680)
		$q = 2$	$q = 3$	$q = 5$	$q = 8$
1 år	VR	0.86336	0.63716	0.40718*	0.28323
	Standardfeil	(0.15741)	(0.22448)	(0.32524)	(0.44363)
		$q = 2$	$q = 3$	$q = 4$	
2 år	VR	0.48323**	0.26319**	0.38434	
	Standardfeil	(0.25586)	(0.37663)	(0.46874)	

**) signifikant på 5% nivå

*) signifikant på 10% nivå

Tabell 4-4 VR-verdier for OSEBX

Det er verdt å merke seg at den positive autokorrelasjon på månedlige avkastninger er noe svakere enn for OSEAX. Samtidig indikerer tabell 4-4 det motsatte for toårige avkastninger, der reverseringseffekten er signifikant på 5%-nivå for både 2 og 3 aggregeringsverdier av q . Den negative autokorrelasjonen for "All-share"-indeksen var imidlertid helt på grensen til å forkaste RW3, noe som gjør at forskjellen ikke er betydelig. Likevel er det interessant at resultatene peker på sterkere negativ autokorrelasjon på toårige avkastninger for hovedindeksen, enn for OSEAX. Det er samtidig et faktum at hovedindeksen består av færre, og også mer likvide selskaper enn OSEAX, noe som kan indikere sterkere reverseringstendenser for slike selskaper.

4.2.2 Finanskrisen

På bakgrunn av diskusjonen i delkapittel 3.2.1 er det av hensikt å undersøke om reverseringseffekten utelukkende kan tilskrives finanskrisen i 2008, da markedene som kjent var preget av høy volatilitet. Her vil store avvik fra tidligere VR-verdier antyde at finanskrisen har spilt en uforholdsmessig stor rolle i funnene av autokorrelasjon for hele tidsserien. Tabell 4-5 viser VR-verdier for OSEAX over perioden 1983-2016, hvor årene 2007-2008 er ekskludert.

Avkastningsperiode		$q = 2$	$q = 3$	$q = 6$	$q = 12$
1 Måned	VR	1.143967*	1.175082*	1.193521	1.249539
	Standardfeil	(0.073690)	(0.105433)	(0.159895)	(0.217790)
		$q = 2$	$q = 3$	$q = 5$	$q = 8$
1 år	VR	0.945764	0.854951	0.476958	0.517354
	Standardfeil	(0.163243)	(0.238784)	(0.351052)	(0.479965)
		$q = 2$	$q = 3$	$q = 4$	
2 år	VR	0.475637**	0.350859**	0.577710	
	Standardfeil	(0.227960)	(0.322426)	(0.387154)	

**) signifikant på 5% nivå

*) signifikant på 10% nivå

Tabell 4-5 VR-verdier for OSEAX uten finanskrisen

Det er her klare likhetstrekk med resultatene i tabell 4-2 hvor finanskrisen er inkludert. Tendensen med positiv autokorrelasjon på månedlig basis, som snur til negativ autokorrelasjon på lengre sikt, er tilstede også i resultatene uten finanskrisen. Dette indikerer at funnene ikke endres nevneverdig når det tas høyde for de store kursendringene i 2008. Resultatene for månedlige avkastninger viser videre mindre signifikante momentumseffekter, mens toårige avkastninger viser sterkere reverseringseffekter når finanskrisen er ekskludert. Dette er noe overraskende da det er naturlig å tro at den kraftige kursoppgangen som ble fulgt av en tilsvarende brå nedgang under finanskrisen, ville trekke i retning av en tydeligere reverseringseffekt. Den positive autokorrelasjonen er lavere for månedlige avkastninger på dette datasettet, noe som kan bety at finanskrisen til dels har spilt inn på momentumseffekten

for OSEAX. Uansett styrker dette resultatet utredningens tidligere funn som relateres til reverseringseffekten, ettersom nullhypotesen om VR lik 1 her forkastes. Resultatet signaliserer en signifikant reverseringseffekt for toårige avkastninger på 5% nivå. Hva som er årsaken til den sterkere effekten ved utelatelse av finanskrisen, er imidlertid usikkert. Ettersom det er relativt få observasjoner for de langsiktige testene, holdes mulighetene åpne for at tilfeldigheter kan ha spilt inn. Samtidig er resultatene konsistent med mønsteret i utviklingen til VR-verdiene fra tidligere, noe som støtter en hypotese om at prisdannelsen kan inneholde en reverseringskomponent.

4.2.3 Likviditet og selskapsstørrelse

For å undersøke om funnene kan komme av skjevheter som følge av lite omsatte selskaper gjennomføres også VR-testen for OBX-indeksen. Denne inneholder de 25 mest omsatte selskapene på Oslo Børs og ekskluderer altså de mindre likvide selskapene. Resultatet av testen, vist i tabell 4-6, antyder en noe mindre signifikant momentumseffekt på månedlige data for OBX, enn for OSEAX. Siden "All-share"-indeksen også inkluderer de mindre likvide selskapene kan denne forskjellen ha sin forklaring i mikrostrukturelle forhold og for eksempel skyldes færre handler i disse selskapene. Færre handler gjør at det kan ta lengre tid før ny informasjon reflekteres fullt ut i kursen, og dermed gir mer framtrædende momentum i mindre likvide selskaper.

Selv om resultatene indikerer en mindre signifikant momentumseffekt, er tendensen for OBX likevel den samme som for "All-share"-indeksen, det vil si VR over 1 på månedlige data og under 1 på årlig og toårig sikt. Det er også verdt å merke seg at VR-verdiene gjennomgående er noe lavere for indeksen med de mest omsatte selskapene. Man kan derfor utelukke at reverseringsmønsteret i OSEAX stammer fra de mindre likvide selskapene.

			$q = 2$	$q = 3$	$q = 6$	$q = 12$
1 Måned	OBX	VR	1.140126*	1.201763*	1.255214	1.204600
		Standardfeil	(0.080937)	(0.118870)	(0.183846)	(0.250937)
	OSESX	VR	1.302813**	1.524171**	1.947042**	2.277160**
		Standardfeil	(0.085097)	(0.122915)	(0.192056)	(0.275893)
			$q = 2$	$q = 3$	$q = 5$	$q = 8$
1 år	OBX	VR	0.869170	0.618727	0.407340	0.248850
		Standardfeil	(0.205437)	(0.288225)	(0.396101)	(0.515494)
	OSESX	VR	0.947809	0.749552	0.726514	0.572877
		Standardfeil	(0.196656)	(0.284815)	(0.436832)	(0.603852)
			$q = 2$	$q = 3$	$q = 4$	
2 år	OBX	VR	0.449331*	0.186346*	0.332614	
		Standardfeil	(0.309685)	(0.448711)	(0.553552)	
	OSESX	VR	0.493278	0.411237	0.532215	
		Standardfeil	(0.345632)	(0.512246)	(0.634390)	

**) signifikant på 5% nivå

*) signifikant på 10% nivå

Tabell 4-6 VR-verdier for OBX og OSESX

Det er videre hensiktsmessig å undersøke om resultatene kan forklares av selskapsstørrelse. Mange av de tidligere nevnte studiene utfører tester både på en verdivektet-, og en likevektet aksjeindeks, hvor førstnevnte legger mest vekt på store selskaper, mens sistnevnte favoriserer de små. Dersom det er store forskjeller mellom disse porteføljene, tolkes det dithen at selskapsstørrelse kan stå som forklaring for resultatene. For å utelukke at reverseringseffekten stammer fra de minste selskapene benyttes OSESX for sammenligning med OSEAX. For månedlige avkastninger bemerkes det av tabell 4-6 at momentumeffekten er sterkere for de små selskapene, enn for OSEAX-indeksen som helhet. Dette kommer til uttrykk gjennom relativt høy, positiv autokorrelasjon for alle verdier av q opptil 12 måneder tilbake. Eksempelvis gir OSESX positiv første-ordens autokorrelasjon på hele 30% på månedlig sikt. Effekten er signifikant for alle aggregeringsperioder av q , noe som gjør at RW3 kan forkastes på 5% nivå for månedlige avkastninger. Dette kan komme av at små selskaper har lavere

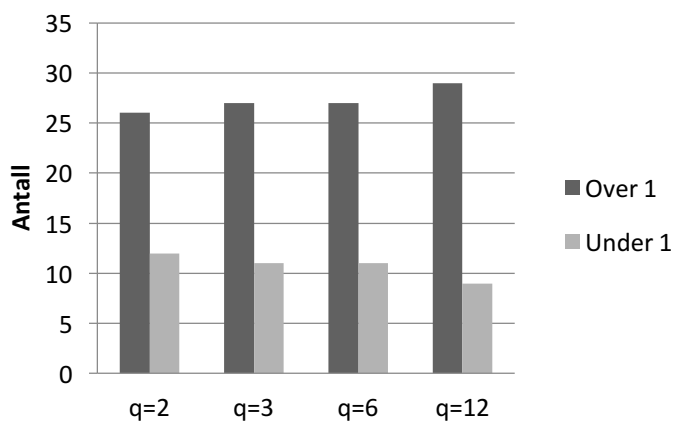
likviditet og færre handler, og tolkningen er dermed i tråd med den svakere momentumeffekten for OBX. Videre er det klare skifte fra positiv autokorrelasjon på kort sikt til negativ autokorrelasjon på lengre sikt, konsistent med funnene for OSEAX. Reverseringseffekten er imidlertid ikke signifikant, og ikke mer framtredd enn for "All-share"-indeksen. Det er derfor naturlig å anta at de lave VR-verdiene for OSEAX ikke utelukkende relaterer seg til små selskaper.

4.2.4 Enkeltaksjer

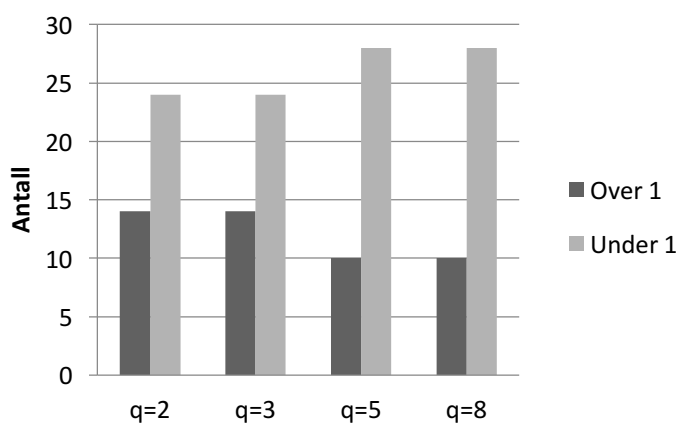
VR-tester for månedlige, årlige og toårige avkastninger er også gjennomført på enkeltaksjer. Her presenteres frekvensfordelingen til de ulike enkeltaksjene med VR over eller under 1, slik at man kan danne seg et bilde av hvordan verdiene fordeler seg på selskapene, for de ulike avkastningsperiodene. Fordelingen av VR-verdier over og under 1 presenteres i tabell 4-7, og vises grafisk i figurene 4-1 til 4-3.

			$q = 2$	$q = 3$	$q = 6$	$q = 12$
Månedlig	VR	Over 1	26	27	27	29
		Under 1	12	11	11	9
			$q = 2$	$q = 3$	$q = 5$	$q = 8$
1 år	VR	Over 1	14	14	10	10
		Under 1	24	24	28	28
			$q = 2$	$q = 3$	$q = 4$	
2 år	VR	Over 1	10	9	9	
		Under 1	28	29	29	

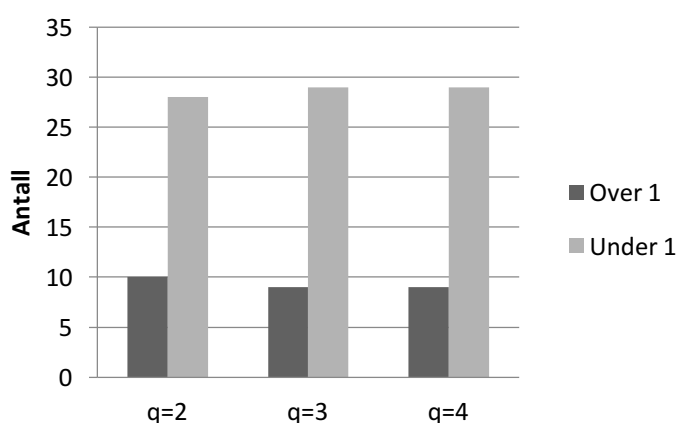
Tabell 4-7 Enkeltaksjer med variansratio over/under 1



Figur 4-1 Antall VR over/under 1 for månedlige avkastninger



Figur 4-2 Antall VR over/under 1 for årlige avkastninger



Figur 4-3 Antall VR over/under 1 for toårige avkastninger

For månedlige avkastninger viser flertallet av enkeltaksjene momentumeffekter, med VR over 1. For de lengre aggregeringsperiodene er VR gjennomgående lavere enn 1 for de fleste

selskapene, noe som indikerer reverseringseffekter. Det tydelige skifte fra positiv autokorrelasjon på kort sikt, til negativ autokorrelasjon på lengre sikt, kommer klart fram av figurene. Generelt sammenfaller resultatene for enkeltaksjene med funnene fra indeksene. VR-verdier for de enkelte aksjene vil ikke bli gjennomgått her, men disse finnes i vedlegg 6 sammen med tilhørende standardfeil og p-verdier. For den interesserte leser kan disse studeres og tolkes i lys av de momenter beskrevet i den øvrige analysen.

4.2.5 Diskusjon rundt resultater

Resultatene fra autokorrelasjonstestene antyder et tydelig mønster med positiv autokorrelasjon på månedlig data, som på lengre sikt blir negativ og indikerer en reverseringseffekt for aksjer på Oslo Børs. I kapittel 2 ble det lansert mulige årsaker til at reverseringseffekter kan gjøre seg gjeldende i aksjeavkastninger. Et nærliggende spørsmål er da hvilken betydning det har for investorer i markedet at aksjer viser positiv autokorrelasjon på kort sikt som blir negativ på lengre investeringshorisonter. Generelt taler dette for langsiktige strategier, hvor aksjene med svakest avkastning over de siste årene kan vise seg å bli vinneraksjene framover, og motsatt. Per dags dato finnes det ingen fasit på hvorfor reverseringseffekten viser seg i prisdannelser på ulike markeder. Mange har forsøkt å rasjonalisere slike funn med argumentasjon som sammenfaller med effisienteorien, mens andre lener seg mot psykologi og avviksforklaringer som innebærer en eller annen form for irrasjonalitet. Kanskje ligger svaret midt i mellom som en kombinasjon av disse, noe Fama (1991) heller ikke utelukker. På grunn av et lavt antall observasjoner kan det heller ikke utelukkes at tilfeldigheter står som forklaring på funnene. Dette gjør at vi må være varsomme i våre konklusjoner. Testresultatene kan peke på effekter som er (nær) statistisk signifikant, men døren må likevel holdes åpen for at det kan komme av tilfeldigheter og spuriøse sammenhenger.

Robusthetsjekkene gir videre ingen tegn på at finanskrisen, lav likviditet og høyere risiko tilknyttet små selskaper kan forklare reverseringsfunnene. Når finanskrisen ekskluderes fra dataserien blir, overraskende nok, den negative autokorrelasjonen bare sterkere. Dette er stikk i strid med hva man skulle forvente basert på tidligere empiri, og bidrar til å styrke hypotesen om at aksjer har en tendens til å reversere over tid. For å adressere muligheten for at funnene i OSEAX og OSEBX kommer av lite omsatte selskaper, har OBX-indeksen også blitt studert. Her er VR-verdiene gjennomgående lavere enn for "All-share"-indeksen, noe som impliserer svakere momentum, og noe sterkere reverseringer for de mest likvide selskapene. Det avvises

derfor at reverseringseffekten utelukkende relaterer seg til lite omsatte selskaper. Ved å sammenligne med en indeks som er sammensatt av de minste selskapene på børsen, finnes sterkere momentumeffekter, og svakere reverseringseffekter tilknyttet de små selskapene. Muligheten for at reverseringsfenomenet utelukkende relaterer seg til de minste selskapene kan dermed forkastes. I tillegg utviser hovedindeksen signifikant negativ autokorrelasjon på toårig sikt. I likhet med funnene for OBX kan dette tyde på at effekten er sterkere for større, og mer likvide selskaper.

På et overordnet nivå viser VR-testene at aksjer, etter en to års nedgangsperiode, har større sannsynlighet for å gi høyere enn gjennomsnittlig avkastning de etterfølgende to til fire år. Det advares imidlertid mot å tolke resultatene som gjeldende for hvert enkelt selskap, ettersom utredningen i all hovedsak konsentrerer seg om overordnede tendenser. Resultatene kan dessuten bety at strategier som søker å identifisere aksjer som har gitt lav avkastning en periode, kan gi positiv meravkastning på sikt. Det stiller imidlertid krav til diversifisering av porteføljen, som på den måten minimerer risikoen for at tilfeldigheter ligger til grunn for resultatene. EMH forutsetter at feilprising skal korrigeres umiddelbart, slik at markedsprisene til enhver tid reflekterer tilgjengelig informasjon. Spørsmålet blir derfor om det er mulig å tjene penger ved å følge en strategi som utnytter seg av informasjon i tidligere prisutvikling. Dette undersøkes i neste delkapittel ved hjelp av en kontrær handelsstrategi, som baserer seg på resultatene fra dette delkapittelet.

4.3 Kontrær handelsstrategi

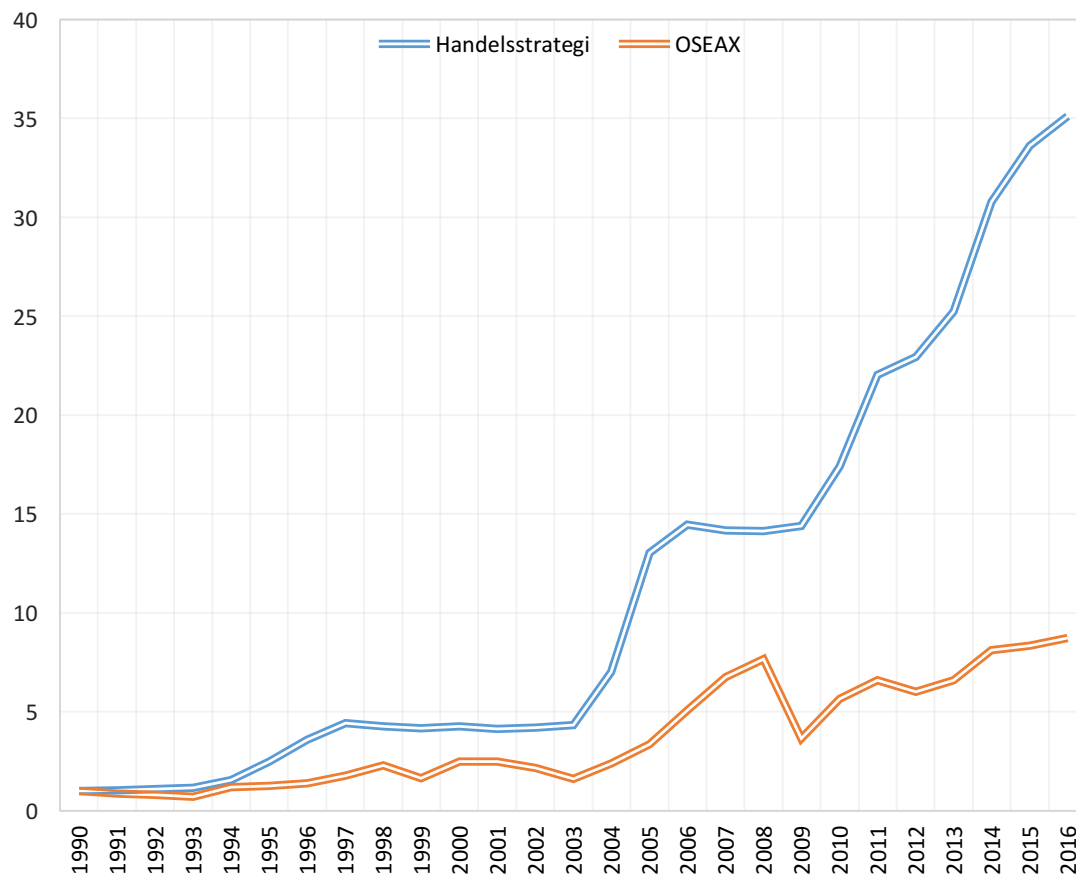
Autokorrelasjonstestene indikerer at de sterkeste tendensene til reversering skjer på toårig sikt. For $q = 2$ tilsvarer dette en reverseringssyklus på 4 år, noe som statistisk sett betyr at to år med avkastning over gjennomsnittet vil følges av avkastning under gjennomsnittet de påfølgende to årene. I lys av dette benyttes toårige, nominelle avkastninger som utgangspunkt for rangerings- og holdeperiodene i handelsstrategien. Måten dette gjøres på er å observere avkastningen over to år, for så å rangere disse og putte de i porteføljer med forrige periodes tapere og vinnere. Deretter registreres avkastningen for de to påfølgende årene for disse porteføljene. Porteføljene holdes i to år før de byttes ut med nye porteføljer som baserer seg på de to forrige års avkastninger. Strategien benytter overlappende toårsperioder, hvor holdeperiodene starter i henholdsvis 1990 og 1991. Siden det opereres med overlappende

avkastningsperioder vil det til enhver tid holdes to porteføljer, som hver for seg byttes ut i starten av annen hvert år.

Delkapittel 4.3.1 tar for seg handelsstrategiens prestasjon over perioden. Deretter undersøkes det i delkapittel 4.3.2 om porteføljen generer signifikant meravkastning utover en likevektsmodell som kontrollerer for kjente risikofaktorer. I delkapittel 4.3.3 utføres en test om tidligere tapere genererer høyere risikojustert meravkastning, sammenlignet med tidligere vinnere. Delkapittel 4.3.4 avrunder denne seksjonen og sammenfatter funnene fra den kontrære handelsstrategien.

4.3.1 Handelsstrategiens prestasjon

Det er ønskelig med ett enkelt mål på den kontrære handelsstrategiens prestasjon over perioden, slik at den er sammenlignbar med markedets avkastning i samme tidsperiode. På bakgrunn av toårsavkastningene beregnes derfor den årlige avkastningen til hver av de to overlappende (selvfinansierende) porteføljene. Deretter finnes den samlede årlige avkastningen for strategien ved å verdivekte de overlappende porteføljenes avkastning. Figur 4-4 viser strategiens prestasjon sammenlignet med OSEAX, der verdien i startåret 1990 er satt til 1. Her ser man tydelig porteføljens overlegne prestasjon over de 26 årene, med en samlet avkastning på i overkant av 3400%, mot 770% for indeksen. Dette svarer til en årlig avkastning på 14,7% for handelsstrategien, og 8,7% for markedet. Den kontrære handelsstrategien gjør det bedre enn markedet også i dårligere perioder. For eksempel under finanskrisen hvor markedet falt mye, viser strategien en flat utvikling, noe som til dels kan tilskrives shortposisjonen i tidligere vinnere.



Figur 4-4 Utviklingen til handelsstrategien og OSEAX

4.3.2 Test for unormal avkastning

Den selvfinansierende porteføljen gir klart høyere avkastning enn markedet over perioden. Spørsmålet er da om strategien genererer signifikant meravkastning etter justering for markedets avkastning og risikofaktorene. Resultatene fra regresjonen presenteres i tabell 4-8. For nærmere beskrivelse av analysemodellen henvises det til delkapittel 3.3.2.

R	R ²	Justert R ²	Standardfeil
0,612 ^a	0,374	0,285	0,68150

	Ustandardiserte koeffisienter	Standardfeil	Standardiserte koeffisienter	t-verdi	Signifikans- nivå
α	0,241	0,187		1,288	0,212
$(r_{OSEAX,t} - r_{f,t})$	1,067	0,310	0,607	3,438	0,002
SMB	-0,242	0,635	-0,080	-0,381	0,707
HML	0,288	0,616	0,097	0,467	0,645

Tabell 4-8 Resultatet av regresjonen for tre-faktormodellen

Dette gir følgende estimerte regresjonsligning for tre-faktormodellen:

$$r_{i,t} - r_{f,t} = 0,241 + 1,067 \cdot (r_{OSEAX,t} - r_{f,t}) - 0,242 \cdot SMB_t + 0,288 \cdot HML_t. \quad (41)$$

I tre-faktormodellen med markedets meravkastning over risikofri rente, SMB og HML som forklaringsvariabler estimerer modellen en Jensens alpha på 0,241. Dette representerer en toårig, risikojustert meravkastning for strategien på 24,1%, som svarer til en annualisert meravkastning på 11,4%. Konstantleddet er imidlertid ikke statistisk signifikant, og man kan derfor ikke konkludere med at den kontrære handelsstrategiens meravkastning utover normalavkastningsmodellen er signifikant *forskjellig* fra null. SPSS gir som standard en tosidig test av koeffisienten. Det er imidlertid av interesse å finne ut om denne konstanten er signifikant større enn null. Ved å dele p-verdien fra den tosidige testen på to finner man p-verdien for en ensidig test. P-verdien blir da 0,106, og konklusjon er derfor at denne konstanten ikke er signifikant *større* enn null.

Videre estimerer regresjonen en betakoeffisienten på 1,067, som er signifikant forskjellig fra null. Denne er et uttrykk for porteføljens samvariasjon med markedet og dermed den systematiske risikoen. Begge de to risikofaktorene SMB og HML er ikke signifikante, noe som tyder på at disse ikke er gode forklaringsvariabler for avkastningen til porteføljen. Det ser altså ut til at avkastningen til porteføljen verken knytter seg til høyere risiko ved små

selskaper eller selskaper med høy B/M, som skal ta høyde for risiko tilknyttet selskaper i finansielle vanskeligheter.

På grunn av at risikofaktorene SMB og HML ikke er signifikant utføres også en ren CAPM-regresjon. For utdypende forklaring av kapitalverdimodellen henvises det til delkapittel 2.2.1. Dette valget forsvares av ønsket om å presentere enklest mulige modeller som på samme tid er informative. Resultatene av regresjonsmodellen som kun justerer for markedsrisiko presenteres i tabell 4-9:

R	R ²	Justert R ²	Standardfeil
0,606	0,367	0,339	0,65493

	Ustandardiserte koeffisienter	Standardfeil	Standardiserte koeffisienter	t-verdi	Signifikansnivå
α	0,197	0,141		1,404	0,174
$(r_{OSEAX,t} - r_{f,t})$	1,065	0,292	0,606	3,651	0,001

Tabell 4-9 Resultatet av regresjonen for CAPM

Dette gir følgende estimerte regresjonslikning for CAPM:

$$r_{i,t} - r_{f,t} = 0,197 + 1,065 \cdot (r_{OSEAX,t} - r_{f,t}) \quad (42)$$

Jensens alpha er på 0,197, og kan tolkes som 19,7% høyere toårsavkastning utover hva som predikeres av likevektsmodellen. Dette svarer til 9,4% annualisert meravkastning for porteføljen. Her er konstantleddet lavere enn i tre-faktormodellen, og det kan heller ikke her konkluderes med at alpha er signifikant *forskjellig* fra null. Videre er p-verdien for en ensidig test på 0,087, noe som betyr at konstanten heller ikke er signifikant *større* enn null på 5% nivå. Regresjonen estimerer en betakoeffisient på 1,065 som er signifikant forskjellig fra null og indikerer at porteføljen svinger mer eller mindre i takt med markedet.

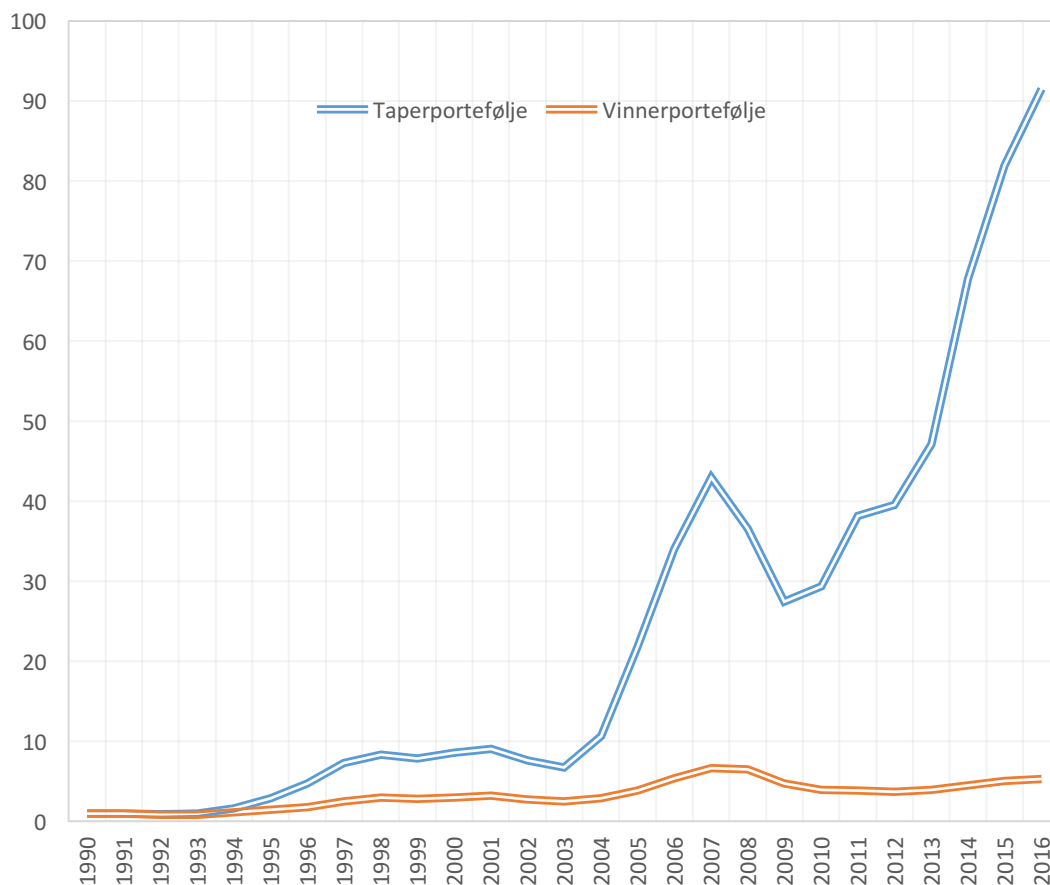
Både tre-faktormodellen og CAPM har relativt lave forklaringsgrader med justert R² på henholdsvis 28,5% og 33,9%. CAPM har altså en bedre forklaringsgrad enn tre-

faktormodellen når man tar hensyn til antall forklaringsvariabler, noe som antyder at dette er en bedre modell. Ettersom α -koeffisienten ikke er signifikant større enn null gir ingen av regresjonsmodellene grunn til å forkaste nullhypotesen h_0^b , som sier at handelsstrategien ikke genererer signifikant unormal meravkastning. CAPM-regresjonen estimerer imidlertid et konstantledd som er signifikant større enn null på 10% nivå, men ettersom det ikke er tatt høyde for transaksjonskostnader i beregning av avkastningene, ansees ikke resultatet som økonomisk signifikant.

4.3.3 Lønnsomme tapere?

Selv om resultatene fra regresjonstesten antyder at handelsstrategien basert på reverseringseffekten ikke tjener signifikant risikojustert meravkastning, er det likevel av hensikt å undersøke forskjellen mellom tapere og vinnere. Vi minner om at ”tapere” og ”vinner” i denne sammenheng relaterer seg til porteføljenes prestasjon i rangeringsperioden og har ingen sammenheng med disse porteføljenes avkastning i holdeperiodene.

Taperporteføljen gir en samlet avkastning på omtrent 9050% over perioden, mens vinnerporteføljen genererer en avkastning på cirka 435%. Dette tilsvarer en annualisert avkastning på henholdsvis 18,97% og 6,67%. Figur 4-5 viser en grafisk sammenligning av utviklingen til de to porteføljene.



Figur 4-5 Utviklingen til taper- og vinnerporteføljen

Et spørsmål som da melder seg er hvorvidt det å kjøpe aksjene som har gjort det svakest over de to foregående årene gir signifikant høyere risikojustert meravkastning enn dersom man kjøper vinnerne? For å svare på dette sammenlignes estimerte alpha-verdier fra en tre-faktormodell, med avkastningen til taper- og vinnerporteføljen som avhengig variabel. De estimerte regresjonskoeffisientene presenteres i tabell 4-10 og 4-11.

R	R ²	Justert R ²	Standardfeil
0,827	0,683	0,638	0,66559

	Ustandardiserte koeffisienter	Standardfeil	Standardiserte koeffisienter	t-verdi	Signifikansnivå
α_T	0,213	0,183		1,165	0,257
$(r_{OSEAX,t} - r_{f,t})$	1,902	0,303	0,788	6,278	0,000
SMB	0,302	0,620	0,073	0,487	0,631
HML	0,345	0,601	0,085	0,574	0,572

Tabell 4-10 Estimert regresjonsmodell for taperporteføljen

R	R ²	Justert R ²	Standardfeil
0,924	0,854	0,833	0,20150

	Ustandardiserte koeffisienter	Standardfeil	Standardiserte koeffisienter	t-verdi	Signifikansnivå
α_V	-0,110	0,055		-1,996	0,059
$(r_{OSEAX,t} - r_{f,t})$	0,896	0,092	0,833	9,771	0,000
SMB	0,437	0,188	0,236	2,330	0,030
HML	0,083	0,182	0,046	0,456	0,653

Tabell 4-11 Estimert regresjonsmodell for vinnerporteføljen

Tabell 4-10 viser resultatet av regresjonen med taperporteføljens toårige meravkastning som avhengig variabel. Modellen predikerer en α -koeffisient på 0,213, og tolkes som 21,3% toårig meravkastning etter justering for risikofaktorene. Omgjort til årlig avkastning utgjør dette 10,1%, men denne er ikke signifikant forskjellig fra null ettersom p-verdien ligger godt over 5%. En ensidig test for vurdering om meravkastningen er større enn null ville heller ikke gitt statistisk signifikant resultat. Betakoeffisienten til markedets meravkastning er på 1,9, noe som indikerer høy grad av systematisk risiko tilknyttet taperporteføljen. Denne

forklaringsvariabelen er signifikant på 5% nivå. Risiko tilknyttet små selskaper approksimert av SMB er ikke av statistisk betydning, men det positive fortegnet på koeffisienten bidrar til et konstantledd nærmere null. Tilsvarende gjelder også for den andre risikofaktoren HML. Forklaringsgraden justert for antall variabler i modellen er på 63,8%.

Tabell 4-11 viser resultatet av regresjonen med vinnerporteføljens toårige meravkastning som avhengig variabel. Justert for risikofaktorene predikerer modellen en negativ meravkastning for porteføljen på -11%, som i en tosidig test om konstantleddet er forskjellig fra null gir en p-verdi på 5,9%. Den toårige avkastningen tilsvarer en årlig avkastning på -5,35%. Beta-koeffisienten på 0,896 er signifikant forskjellig fra null. Videre antyder modellen at deler av vinnerporteføljens avkastning relaterer seg til den høyere risikoen ved små selskaper, noe man ser av en signifikant, positiv regresjonskoeffisient for SMB-faktoren. Faktoren HML som skal justere for risiko ved selskaper i vanskeligheter er ikke signifikant. Modellen gir en høy forklaringsgrad, med en justert R^2 på 83,3%. Faktorene forklarer altså en stor del av variansen til vinnerporteføljens avkastning utover risikofri rente.

Fra regresjonen er det verdt å merke seg at taperporteføljen genererer en høyere risikojustert meravkastning enn vinnerporteføljen. De estimerte alpha-verdiene fra regresjonsmodellene benyttes så for å undersøke om taperporteføljen gir signifikant høyere meravkastning enn vinnerne. Beskrivende statistikk for de estimerte alpha-verdiene, og resultatene fra t-testen presenteres i henholdsvis tabell 4-12 og 4-13.

	Estimert verdi	Standardavvik	N
α_T	0,213	0,91302	25
α_V	-0,110	0,27641	25

Tabell 4-12 Beskrivende statistikk for estimerte alpha-verdier

	Differanse	Standardfeil	T-verdi	P-verdi
$\alpha_T - \alpha_V$	0,323	0,190788	1,693	$0,025 < p < 0,05$

Tabell 4-13 T-test av forskjell i meravkastning for taper- og vinnerporteføljen

Den estimerte avkastningsforskjellen er på 32,3% for toårige avkastninger, noe som svarer til annualisert avkastningsforskjell på rundt 15%. Differansen er signifikant på 5% nivå, noe som tilsier at strategien med å kjøpe taperaksjene basert på toårig rangerings- og holdeperiode er signifikant bedre enn å kjøpe tidligere vinnere. Dette samsvarer med funnene til De Bondt og Thaler (1985) hvor forrige periodes tapere presterer bedre enn vinnerne. Funnene deres ble imidlertid kritisert fordi mesteparten av meravkastningen til taperporteføljen oppsto i løpet av januar måned. Eventuelle månedseffekter er ikke hensyntatt her, og derfor kan også funnene i denne studien være utsatt for lignende problem. Likevel indikerer resultatene brudd med hva som forventes dersom markedet var effisient. En slik konklusjon kan man imidlertid ikke trekke, ettersom andre modeller kan fange opp avvikene som observeres. På tross av mulige feilkilder er resultatene interessante, herav det faktum at strategier som forsøker å profitere på reverseringseffekter gjennom å kjøpe aksjer som har falt mye de to årene, presterer signifikant bedre enn tilsvarende periodes vinnere.

4.3.4 Diskusjon rundt resultater

Den kontrære handelsstrategien genererer ingen signifikant meravkastning utover normalavkastningsmodellen, som er justert for markedsrisiko, SMB og HML. Det kan derfor ikke med tilstrekkelig grad av sikkerhet hevdes at investorer har kunne profitert ved å handle på bakgrunn av reverseringseffekten, selv om resultatene indikerer at porteføljen presterer bedre enn markedet over den undersøkte perioden. Dette viser seg i en enkel CAPM-regresjon, hvor modellen predikerer at handelsstrategien gir en årlig meravkastning på 9,4% over OSEAX. Transaksjonskostnader er dessuten ikke medregnet, noe som ville redusert avkastningen.

Videre finner vi at en portefølje bestående av aksjer som har prestert svakest over de to siste årene gir signifikant høyere risikojustert meravkastning enn en portefølje med aksjer som har prestert best over tilsvarende periode. Resultatet antyder en annualisert meravkastningsforskjell på hele 15%, noe som viser seg å være en signifikant differanse. Dette er i tråd med antakelsen om at aksjer har en tendens til å reversere mot gjennomsnittsverdier over tid. Flere forklaringer kan ligge til grunn for et slikt resultat. Tidsvarierende avkastningskrav representerer en mulig forklaring i tråd med rasjonelle investorer, hvor forventningene selv følger reverseringsmønstre og er opphavet til at taperne utklasser vinnerne. På den andre siden kan systematiske skjevheter i investorers atferd, som

anker- og representativitetseffekten (Kahneman og Tversky, 1974), gi opphav til at markedsprisene over-/underskyter fundamentale verdier, for så å reversere.

Oppsummert gir handelsstrategiene ingen klare svar på om en reverseringseffekt kan utnyttes av investorer i markedet. På den ene siden antyder regresjonsanalysen at den kontrære handelsstrategien ikke generer signifikant unormal avkastning når man tar høyde for risiko, mens på den andre siden gir en portefølje av tidligere tapere signifikant høyere risikojustert meravkastning enn en vinnerportefølje. Det første sier oss at strategier som skal utnytte seg av reverseringseffekter ikke gir opphav til profitable investeringsmuligheter for aktørene i markedet. Sistnevnte taler likevel i retning av at prisutviklingen i aksjemarkedet ikke utelukkende beskrives av random walk modellen, ettersom ulike porteføljer gir signifikant forskjellig avkastning, noe som antyder at en reverseringskomponent kan ligge bak. Resultatene sammenfaller derfor med funnene fra VR-testen.

5 Konklusjon

5.1 Oppsummering og konklusjon

VR-testen indikerer et tydelig skifte fra positiv autokorrelasjon på kortsiktige horisonter til negativ autokorrelasjon på lengre horisonter for OSEAX. På månedlige data finner vi VR signifikant forskjellig fra 1, noe som indikerer en momentumeffekt. Det er også tendenser til reversering på de lengre horisontene, men resultatene er ikke signifikante på 5%-nivå. På bakgrunn av dette forkastes nullhypotesen h_0^a om prisprosessen som en RW3, men ikke basert på reverseringseffekten. Våre funn antyder at prisprosessen ikke fullt ut kan beskrives som en random walk. Selv om den formelle forkastingen av random walk hypotesen baserer seg på momentumeffekten indikerer likevel funnene at prisprosessen kan inneholde en slags reverseringskomponent for lengre horisonter, slik blant andre Fama og French (1988b) og Poterba og Summers (1988) foreslår. For OSEAX finner vi blant annet en første-ordens autokorrelasjon på -48,8% for toårige avkastinger, som er svært nær signifikant. En ensidig test som utelukkende relateres til reverseringseffekten og VR under 1, ville medført forkastning av random walk modellen på det konvensjonelle 5%-nivået. Den nært relaterte, men investerbare OSEBX gir dessuten signifikant negativ autokorrelasjon for toårige avkastninger. Dette forsterker våre antakelser om at aksjekurser på Oslo Børs reverserer. Det samme mønsteret viser seg også for enkeltaksjer, der flertallet av aksjene har VR-verdier over 1 på kort sikt og under 1 på lengre sikt.

Videre viser handelsstrategien en relativt høy risikojustert meravkastning for den kontrære porteføljen. Dette kommer til uttrykk gjennom konstantleddet i regresjonen på 0,241 for toårige avkastninger, noe som gir en annualisert meravkastning på 11,4%. Testen konkluderer likevel med at meravkastningen ikke er signifikant større enn 0, noe som impliserer at den kontrære handelsstrategien ikke genererer signifikant meravkastning justert for risikofaktorene i tre-faktormodellen. Dette gjør at $h_0^b : \alpha = 0$ ikke kan forkastes, når vi tar høyde for risikofaktorene SMB og HML, i tillegg til markedsrisiko. Etersom SMB og HML ikke er signifikante forklaringsfaktorer, er testen også utført med en standard CAPM. Heller ikke her forkastes nullhypotesen, noe som tyder på at porteføljen ikke genererer unormal meravkastning etter å ha justert for relevant risiko.

Ved sammenligning av tidligere tapere med tidligere vinnere, finner vi at taperaksjene genererer høyere avkastning enn vinneraksjene. Ved hjelp av en t-test konkluderes det med at porteføljen bestående av tapere gir signifikant høyere meravkastning enn porteføljen bestående av vinnere, og nulhypotesen (h_0^{b*}) om lik avkastning for porteføljene, forkastes.

For å svare på den overordnede nullhypotesen H_0^A : *Aksjer på Oslo Børs tenderer ikke til å reversere mot gjennomsnittsverdier over tid*, tar vi utgangspunkt i resultatet fra nullhypotesen h_0^{a*} . VR-testen for OSEAX gav ikke grunnlag for å forkaste RW3 på bakgrunn av en signifikant reverseringseffekt. Dette impliserer at aksjekurser ikke følger systematiske reverseringsmønstre, og taler i retning av ikke-forkastning av H_0^A . Likevel ønsker vi ikke uten videre å avfeie tilstedeværelsen av en reverseringskomponent i prisprosessen. Det er klare tendenser til et skifte i fortegn i autokorrelasjonskoeffisienten fra kort til lang sikt, og nær signifikant reverseringseffekt på toårige avkastninger. Funnet trekker i retning av at aksjer på Oslo Børs tenderer til å reversere mot gjennomsnittsverdier. Et annet argument som taler for en konklusjon i tråd med reverseringseffekten, er at samtlige indekser utviser lave VR-verdier for lengre horisonter. Dessuten gir den investerbare hovedindeksen (OSEBX) signifikant, negativ autokorrelasjon på toårige avkastninger, noe som bygger videre opp under antakelsen om reverserende aksjekurser.

En medvirkende årsak til at resultatene ikke blir signifikant for OSEAX kan muligens også tilskrives et lavt antall toårsobservasjoner. Selv om det benyttes overlappende observasjoner, har vi kun 33 år med data, noe som med stor sannsynlighet påvirker testens muligheter for generalisering. Grunnet reverseringsfenomenets langsiktige karakter vil slike tester følgelig dra nytte av lengre tidsserier. Derfor vil tester på norske data per dags dato ikke gi entydige svar på om prisutviklingen karakteriseres av reverseringseffekter, noe også denne utredningen bærer preg av.

I forsøk på å utnytte mulige reverseringseffekter på toårig sikt, finner vi ikke grunnlag for å forkaste den overordnede nullhypotesen H_0^B : *Det er ikke mulig å oppnå risikojustert meravkastning ved å følge en handelsstrategi som baserer seg på reverseringseffekten*, da den kontrære handelsstrategien ikke tjener signifikant meravkastning, korrigert for risiko. På en annen side forkaster vi imidlertid h_0^{b*} , og finner at taperne fra forrige periode presterer signifikant bedre enn vinnerne. Et slikt resultat sammenfaller med antakelsene i

reverseringsteorien, hvor aksjer etter oppgang eller nedgang har en tendens til å reversere mot gjennomsnittsverdier. Dette antyder at reverseringseffekten til en viss grad kan utnyttes, og taler derfor for en forkastning av H_0^B .

Det bringer oss tilbake til studiens problemstilling: *Eksisterer det en reverseringseffekt på Oslo børs, og hvilke implikasjoner har dette for investorer?* Det er vanskelig å gi et entydig svar på forskningsspørsmålet, ettersom motstridende funn trekker i ulike retninger. På den ene siden antyder resultatene reverseringseffekter i aksjemarkedet, samtidig som signifikansen sår tvil om gyldigheten av funnene. En slik effekt vil ha viktige implikasjoner for investorer da det innebærer at risikoen for lengre holdeperioder er lavere enn hva variansen for kortere perioder skulle tilsi. Dette fordi en reverseringskomponent impliserer at avvik fra normal prisutvikling ikke nødvendigvis er like persistente som for en random walk. Videre ser det ut til at det er vanskelig å skulle utnytte seg av reverseringseffekten i handelsstrategier, men funnene indikerer også at investorer med fordel kan kjøpe forrige periodes tapere og unngå forrige periodes vinnere. Dette funnet støtter blant annet overreaksjonshypotesen til De Bondt og Thaler (1985) ved at tapere kan handles til rabatt i forhold til fundamentale verdier.

Reverseringsfenomenet kan ha sammenheng med sykluser i både bransjer og økonomien som helhet. Ofte vil bransjer som preges av høy profitt tiltrekke seg nyetableringer, noe som vil føre til at konkurransen etterhvert blir hardere, og profitten reduseres. I shipping vil for eksempel høye rater medføre økt kontrahering av nybygg, og med uendret etterspørsel i neste periode vil ratene nødvendigvis bli lavere når tilbudet øker. Reverseringssyklusen vil avhenge av bransjens natur, etableringskostnader og evne til omstilling. I tillegg viser makrostrukturelle faktorer, deriblant BNP (Cochrane, 1988), tegn til mean reversion, Dette kan bidra til å forklare sykluser i bransjer og dermed reverseringseffekter i aksjekurser. Tilstedeværelsen av en mulig reverseringskomponent kan derfor være nyttig informasjon for beslutningstakere i bedrifter. Et mer eller mindre forutsigbart reverseringselement kan gjøre beslutningstakere bedre i stand til å planlegge blant annet emisjoner. Nye aksjer bør naturlig nok utstedes når prisen er høy slik at man skaffer til veie mest mulig kapital. Men det er ofte slik at det er i dårlige tider at behovet for frisk kapital er størst. Planlegging i lys av et reverseringsfenomen kan bidra til å unngå en slik skvis, og dermed gjøre finansieringen mer forutsigbar.

5.2 Forslag til videre forskning

Problemstillingen innebærer en spissing av studiens hovedfokus. Det er i den sammenheng flere aspekter ved reverseringseffekten vi har valgt å se bort fra, men som kan være interessante temaer for videre forskning.

Vi har i utredningen bevisst valgt å konsentrere oss om reverseringsfenomenet, og derfor lagt mindre vekt på momentumeffekten. Etterfølgende forskning kan i den sammenheng forsøke å kombinere momentums- og reverseringseffekter i en samlet handelsstrategi. Her vil man potensielt kunne fange opp en større del av det observerte mønsteret i avkastningene, fra positiv autokorrelasjon på kort sikt, til negativ autokorrelasjon på lengre sikt.

Et annet aspekt som kan være av interesse for framtidige studier er å undersøke fundamentale forhold ved selskaper som viser tegn til mean reversion, og se om det er noen felles karakteristika som kan bidra til økt forståelse for fenomenet. Videre kan man kombinere handelsstrategier som tar utgangspunkt i historisk avkastning, samt fundamentale forhold ved selskapet som knytter seg til reverseringseffekten. På den måten kan man velge ut de aksjene som innehar de sterkeste reverseringseffektene med høyere presisjon, og dermed også øke muligheten for at en handelsstrategi gir signifikante resultater.

Vår studie legger til grunn rangerings- og holdeperioder på to år, i forsøk på å profitere på en eventuell forutsigbar reverseringsprosess. Med lengre datasett, vil det være relevant å øke lengden på begge disse periodene, og dermed øke sjansen for å fange opp reverseringseffektens langsiktige karakter. Det kan videre være fruktbart å utføre autokorrelasjonstester for ulike bransjer, for dermed å kunne oppdage eventuelle bransjespesifikke forskjeller. En slik utvidelse vil derfor kunne bidra til dypere innsikt i reverseringsfenomenet, og mulighet til å gi en nærmere beskrivelse av sykluser i ulike bransjer.

Litteraturliste

- Adam, K., Marcet, A. og Nicolini, J. P. (2016) Stock market volatility and learning, *The Journal of Finance*, 71 (1), s. 33-82.
- Alexander, S. S. (1961) Price movements in speculative markets: Trends or random walks, *Industrial Management Review (pre-1986)*, 2 (2), s. 7.
- Bachelier, L. (1900) *Théorie de la spéculation*. Gauthier-Villars.
- Ball, R. (1978) Anomalies in relationships between securities' yields and yield-surrogates, *Journal of financial economics*, 6 (2), s. 103-126.
- Ball, R. og Brown, P. (1968) An empirical evaluation of accounting income numbers, *Journal of accounting research*, s. 159-178.
- Balvers, R., Wu, Y. og Gilliland, E. (2000) Mean reversion across national stock markets and parametric contrarian investment strategies, *Journal of Finance*, s. 745-772.
- Barberis, N. og Thaler, R. (2003) A survey of behavioral finance, *Handbook of the Economics of Finance*, 1, s. 1053-1128.
- Bernard, V. L. og Thomas, J. K. (1989) Post-earnings-announcement drift: delayed price response or risk premium?, *Journal of accounting research*, s. 1-36.
- Brooks, C. (2008) *Introductory economics for finance*, Cambridge University Press, UK.
- Campbell, J. Y. (1990) A variance decomposition for stock returns. National Bureau of Economic Research.
- Campbell, J. Y., Cocco, J., Gomes, F., Maenhout, P. J. og Viceira, L. M. (2001) Stock Market Mean Reversion and the Optimal Equity Allocation of a Long-Lived Investor, *Review of Finance*, 5 (3), s. 269-292.
- Campbell, J. Y., Lo, A. W.-C. og MacKinlay, A. C. (1997) *The econometrics of financial markets*. Princeton, NJ: Princeton University press.
- Campbell, J. Y. og Shiller, R. J. (2001) Valuation ratios and the long-run stock market outlook: an update. National bureau of economic research.
- Chan, K. (1988) On the contrarian investment strategy, *Journal of business*, s. 147-163.
- Charles, A. og Darné, O. (2009) Variance- ratio tests of random walk: an overview, *Journal of Economic Surveys*, 23 (3), s. 503-527.
- Chiras, D. P. og Manaster, S. (1978) The information content of option prices and a test of market efficiency, *Journal of financial economics*, 6 (2), s. 213-234.
- Chow, K. V. og Denning, K. C. (1993) A simple multiple variance ratio test, *Journal of econometrics*, 58 (3), s. 385-401.
- Clarke, J., Jandik, T. og Mandelker, G. (2001) The efficient markets hypothesis, *Expert financial planning: Advice from industry leaders*, s. 126-141.
- Cochrane, J. H. (1988) How big is the random walk in GNP?, *The Journal of Political Economy*, s. 893-920.
- Copeland, T. E., Weston, J. F. og Shastri, K. (2013) *Financial theory and corporate policy*. 4. utg. Harlow: Pearson Education Limited.
- Cuthbertson, K. og Nitzsche, D. (2005) *Quantitative financial economics: stocks, bonds and foreign exchange*. 2. utg. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- De Bondt, F. M. W. og Thaler, R. (1985) Does the Stock Market Overreact?, *The Journal of Finance*, 40 (3), s. 793-805.

- De Bondt, F. M. W. og Thaler, R. H. (1987) Further Evidence on Investor Overreaction and Stock Market Seasonality, *The Journal of Finance*, 42 (3), s. 557-581.
- De Bondt, W. F. og Thaler, R. H. (1989) Anomalies: A mean-reverting walk down Wall Street, *The Journal of Economic Perspectives*, s. 189-202.
- De Long, J. B., Shleifer, A., Summers, L. H. og Waldmann, R. J. (1990) Positive feedback investment strategies and destabilizing rational speculation, *The Journal of Finance*, 45 (2), s. 379-395.
- Engel, C. og Morris, C. S. (1991) Challenges to stock market efficiency: evidence from mean reversion studies, *Economic Review*, 5, s. 21-36.
- Engle, R. F. (1982) Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, s. 987-1007.
- Fama, E. F. (1965) The behavior of stock-market prices, *Journal of business*, 38 (1), s. 34-105.
- Fama, E. F. (1970) Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, *The Journal of Finance*, 25 (2), s. 383-417.
- Fama, E. F. (1991) Efficient capital markets: II, *The Journal of Finance*, 46 (5), s. 1575-1617.
- Fama, E. F. (1998) Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance, *Journal of financial economics*, 49 (3), s. 283-306.
- Fama, E. F. og French, K. R. (1988a) Dividend yields and expected stock returns, *Journal of financial economics*, 22 (1), s. 3-25.
- Fama, E. F. og French, K. R. (1988b) Permanent and temporary components of stock prices, *The Journal of Political Economy*, s. 246-273.
- Fama, E. F. og French, K. R. (1992) The cross-section of expected stock returns, *The Journal of Finance*, 47 (2), s. 427-465.
- Fama, E. F. og French, K. R. (1993) Common risk factors in the returns on stocks and bonds, *Journal of financial economics*, 33 (1), s. 3-56.
- Gordon, M. J. (1962) *The investment, financing, and valuation of the corporation*. RD Irwin.
- Graham, B., Dodd, D. L. F. og Cottle, S. (1934) *Security analysis*. McGraw-Hill New York.
- Grossman, S. J. og Stiglitz, J. E. (1980) On the impossibility of informationally efficient markets, *The American economic review*, s. 393-408.
- Hausman, J. A. (1978) Specification tests in econometrics, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, s. 1251-1271.
- Herbert A. Simon - Facts. (2014). Nobelprize.org: Nobel Media AB. Tilgjengelig fra: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1978/simon-facts.html (Hentet: 08.02 2016).
- Hovedindeksen. (2016). Tilgjengelig fra: http://www.oslobors.no/markedsaktivitet/_/details/OSEBX.OSE/overview (Hentet: 01.03 2016).
- Hustad, R. (2014) *Handelsstrategier basert på historiske avkastningstall: En empirisk analyse av handelsstrategier på OBX*. [Masteroppgave], Norges Handelshøyskole.
- Jegadeesh, N., Chan, L. K. og Lakonishok, J. (1996) Momentum strategies, *The Journal of Finance*, 51 (5), s. 1681-1713.
- Jegadeesh, N. og Titman, S. (1993) Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency, *The Journal of Finance*, 48 (1), s. 65-91.
- Jennergren, L. P. og Korsvold, P. E. (1974) Price formation in the Norwegian and Swedish stock markets: some random walk tests, *The Swedish Journal of Economics*, s. 171-185.

- Jensen, M. C. (1968) The performance of mutual funds in the period 1945–1964, *The Journal of Finance*, 23 (2), s. 389-416.
- Jensen, M. C. (1978) Some anomalous evidence regarding market efficiency, *Journal of financial economics*, 6 (2), s. 95-101.
- Kahneman, D. (2011) *Tenke, fort og langsomt*. Oslo: Pax forlag.
- Kahneman, D. og Tversky, A. (1974) Judgment under uncertainty: Heuristics and biases, *science*, 185 (4157), s. 1124-1131.
- Kendall, M. G. og Hill, A. B. (1953) The analysis of economic time-series-part i: Prices, *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 116 (1), s. 11-34.
- Kim, M. J., Nelson, C. R. og Startz, R. (1991) Mean reversion in stock prices? A reappraisal of the empirical evidence, *The Review of Economic Studies*, 58 (3), s. 515-528.
- Krugman, P. (2009) How did economists get it so wrong?, *New York Times*, 2 (9), s. 2009.
- LeRoy, S. F. (1973) Risk aversion and the martingale property of stock prices, *International Economic Review*, s. 436-446.
- Lintner, J. (1965) The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets, *The Review of Economics and Statistics*, 47 (1), s. 13-37.
- Lo, A. W. (2004) The adaptive markets hypothesis: Market efficiency from an evolutionary perspective, *Journal of Portfolio Management, Forthcoming*.
- Lo, A. W. (2007) Efficient markets hypothesis. I: Blume, L. E. og Duraluf, S. N. (red.), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*. New York: Palgrave MacMillan.
- Lo, A. W. og MacKinlay, A. C. (1988) Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test, *Review of financial studies*, 1 (1), s. 41-66.
- Lo, A. W. og MacKinlay, A. C. (1989) The size and power of the variance ratio test in finite samples: A Monte Carlo investigation, *Journal of econometrics*, 40 (2), s. 203-238.
- Lucas, J. R. E. (1978) Asset prices in an exchange economy, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, s. 1429-1445.
- Malkiel, B. (1992) Efficient market hypothesis. New Palgrave Dictionary of Money and Finance. London: Macmillan.
- Malkiel, B. G. (1999) *A random walk down Wall Street: including a life-cycle guide to personal investing*. WW Norton & Company.
- Mandelbrot, B. (1966) Forecasts of future prices, unbiased markets, and "martingale" models, *Journal of business*, s. 242-255.
- McQueen, G. (1992) Long-horizon mean-reverting stock prices revisited, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 27 (01), s. 1-18.
- Momentum and Impulse Connection*. (u.å.). Tilgjengelig fra: <http://www.physicsclassroom.com/class/momentum/Lesson-1/Momentum-and-Impulse-Connection> (Hentet: 13.05 2016).
- Nordby, L.-E. og Firman, J. (2013) *Can price reversals on Oslo Stock Exchange be exploited?* Masteroppgave, Norges Handelshøyskole.
- Novy-Marx, R. (2015) Fundamentally, momentum is fundamental momentum. National Bureau of Economic Research.
- Nyeng, F. (2004) *Vitenskapsteori for økonomer*. Oslo: Abstrakt forlag AS.
- OBX Total Return Index*. (2016). Tilgjengelig fra: <http://www.oslobors.no/markedsaktivitet/-/details/OBX.OSE/overview> (Hentet: 01.03 2016).
- Osborne, M. M. (1959) Brownian motion in the stock market, *Operations research*, 7 (2), s. 145-173.

- Oslo Børs All-share Index*. (2016). Tilgjengelig fra: <http://www.oslobors.no/markedsaktivitet/-/details/OSEAX.OSE/overview> (Hentet: 01.03 2016).
- Oslo Børs Small Cap Index*. (2016). Tilgjengelig fra: <http://www.oslobors.no/markedsaktivitet/-/details/OSESX.OSE/overview> (Hentet: 01.03 2016).
- Poterba, J. M. og Summers, L. H. (1988) Mean reversion in stock prices: Evidence and implications, *Journal of financial economics*, 22 (1), s. 27-59.
- Ricciardi, V. og Simon, H. K. (2000) What is behavioral finance?, *Business, Education & Technology Journal*, 2 (2), s. 1-9.
- Richardson, M. og Stock, J. H. (1989) Drawing inferences from statistics based on multiyear asset returns, *Journal of financial economics*, 25 (2), s. 323-348.
- Roll, R. (1984) A simple implicit measure of the effective bid-ask spread in an efficient market, *The Journal of Finance*, 39 (4), s. 1127-1139.
- Ross, S. A. (1976) The arbitrage theory of capital asset pricing, *Journal of economic theory*, 13 (3), s. 341-360.
- Rouwenhorst, K. G. (1998) International momentum strategies, *The Journal of Finance*, 53 (1), s. 267-284.
- Samuelson, P. A. (1965) Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly, *Industrial management review*, 6 (2), s. 41-49.
- Sharpe, W. F. (1964) Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk, *The Journal of Finance*, 19 (3), s. 425-442.
- Shiller, R. J. (2005) *Irrational exuberance*. 2. utg. Princeton, New Jersey: Princeton university press.
- Skjeltorp, J. A. (2005) *Trading in Equity Markets: A Study of Individual, Institutional and Corporate Trading Decisions*. Norges bank.
- Solheim, M. og Jensen, B. C. (2011) *Momentum i Norge: en empirisk undersøkelse av autokorrelasjon i aksjeavkastninger på Oslo Børs*. Masteroppgave, Norges Handelshøyskole.
- Spierdijk, L., Bikker, J. A. og Van den Hoek, P. (2010) Mean reversion in international stock markets: an empirical analysis of the 20th century.
- Sullivan, R., Timmermann, A. og White, H. (2001) Dangers of data mining: The case of calendar effects in stock returns, *Journal of Econometrics*, 105 (1), s. 249-286.
- Summers, L. H. (1986) Does the stock market rationally reflect fundamental values?, *The Journal of Finance*, 41 (3), s. 591-601.
- Taylor, S. J. (2007) *Modelling financial time series*. 2. utg. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Watts, R. L. (1978) Systematic 'abnormal' returns after quarterly earnings announcements, *Journal of financial economics*, 6 (2), s. 127-150.
- White, H. (1980) A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, s. 817-838.
- White, H. og Domowitz, I. (1984) Nonlinear regression with dependent observations, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, s. 143-161.
- Worthington, A. C. og Higgs, H. (2005) Weak-form market efficiency in Asian emerging and developed equity markets: Comparative tests of random walk behaviour.
- Zarowin, P. (1989) Does the stock market overreact to corporate earnings information?, *The Journal of Finance*, 44 (5), s. 1385-1399.

- Ødegaard, B. A. (2016a) *Asset pricing data at OSE* [Internett]. Tilgjengelig fra: http://finance.bi.no/~bernt/financial_data/ose_asset_pricing_data/index.html (Hentet: 01.04 2016).
- Ødegaard, B. A. (2016b) *Empirics of the Oslo Stock Exchange: Asset pricing results. 1980-2015*. University of Stavanger.

Vedlegg 1: Oversikt over forkortelser og notasjon

Forkortelser:

- APT** ”Arbitrage Pricing Theory”. Arbitrasjeprisingsteori
- B/M** ”Book-to-market”. Forhold mellom bokført- og markedsverdi av egenkapitalen.
- CAPM** ”Capital Asset Pricing Model”. Kapitalverdimodellen.
- EMH** ”Efficient Market Hypothesis”. Markedseffisienshypotesen.
- HML** HML: ”High Minus Low”. Forskjell i avkastning på porteføljer bestående av høy B/M og lav B/M.
- IID** Uavhengig, identisk fordeling. Antakelse om sannsynlighetsfordelingen til feilleddene i random walk modellen.
- OBX** 25 mest likvide selskaper på Oslo Børs.
- OSEAX** ”Oslo All-share Index”. Alle selskaper på Oslo Børs.
- OSEBX** ”Oslo Benchmark Index”. Hovedindeksen.
- OSSEX** ”Oslo Børs Small Cap Index”. 10% minste selskaper på Oslo Børs.
- RWH** Random walk hypotesen.
- RW1** Strengeste variant av en random walk, antar *iid* feilledd.
- RW2** Mildere variant av random walk, tillater ubetinget heteroskedastisitet.
- RW3** Mildeste form for random walk, antar ukorrelerte feilledd.
- SMB** ”Small Minus Big”. Forskjell i avkastning på porteføljer bestående av små og store selskaper.

Et utvalg notasjon:

P_t = Pris på tidspunkt t

p_t = Den naturlige logaritmen til prisen på tidspunkt t

$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$ = Aritmetisk avkastning på tidspunkt t

$r_t = p_t - p_{t-1}$ = Logaritmisk avkastning på tidspunkt t

$E(\tilde{x})$ = Forventet verdi for stokastisk variabel x

D_t = Dividende på tidspunkt t

$\rho = \frac{Cov(r_t, r_{t+k})}{Var(r_t)}$ = Autokorrelasjonskoeffisient

α = Jensens alpha

β = Beta-koeffisient

ε_t = Feilledd i regresjonsmodell

μ = Forventningsverdi

q = Aggregeringsperiode for avkastninger i VR-testen

Vedlegg 2: Utledning av teststatistikken tilknyttet RW1

For å sammenligne ulike varianser kreves det at utvalgteorien til teststatistikken spesifiseres. Her tas det først utgangspunkt i to-periode avkastninger, for så å generalisere til å gjelde flere perioder. Det antas $2n + 1$ observasjoner p_0, p_1, \dots, p_{2n} av p_t med like store intervaller. Følgende er estimatorer for de ukjente parameterne μ og σ^2 :

$$\hat{\mu} = \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^{2n} (p_k - p_{k-1}) = \frac{1}{2n} (p_{2n} - p_0) \quad (43)$$

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^{2n} (p_k - p_{k-1} - \hat{\mu})^2 \quad (44)$$

$$\hat{\sigma}_b^2 = \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^n (p_{2k} - p_{2k-1} - 2\hat{\mu})^2. \quad (45)$$

Her svarer $\hat{\mu}$ og $\hat{\sigma}_a^2$ til "maximum-likelihood" (ML) estimatorene til μ og σ_a^2 . $\hat{\sigma}_b^2$ er også en estimator for σ^2 , men bruker bare $n + 1$ av observasjonene p_0, p_2, \dots, p_{2n} og korresponderer til halvparten av utvalgsvariansen til feilleddene av partallsobservasjoner. Under standard asymptotisk teori er i følge Lo og MacKinlay (1988) alle tre estimatorene strengt konsistent. Det betyr at estimatorene nesten sikkert vil konvergere mot deres populasjonsverdier når det

totale antall observasjoner $2n$ øker, og alt annet holdes konstant. Både $\hat{\sigma}_a^2$ og $\hat{\sigma}_b^2$ innehar følgende gaussiske grensefordeling:

$$\sqrt{2n}(\hat{\sigma}_a^2 - \sigma^2) \underset{a}{\sim} N(0, 2\sigma^4) \quad (46)$$

$$\sqrt{2n}(\hat{\sigma}_b^2 - \sigma^2) \underset{a}{\sim} N(0, 4\sigma^4) \quad (47)$$

hvor $\underset{a}{\sim}$ indikerer at fordelingen er asymptotisk normalfordelt. Det er imidlertid grensefordelingen til forskjellen mellom variansene som er av interesse. Ettersom $\hat{\sigma}_a^2$ er asymptotisk effisient kan resultatet fra Hausman (1978) benyttes for å finne grensefordelingen til forskjellen i varianser. Her finner han at den asymptotiske variansen til forskjellen til en konsistent estimator og en asymptotisk effisient estimator er gitt ved forskjellen til de asymptotiske variansene (se Campbell et al. (1997, s. 51) for utdypende forklaring). Dersom forskjellen til variansestimatorene defineres som $\widehat{VD}(2) \equiv \hat{\sigma}_b^2 - \hat{\sigma}_a^2$, så impliserer Hausman (1978) at:

$$\sqrt{2n}\widehat{VD}(2) \underset{a}{\sim} N(0, 2\sigma^4). \quad (48)$$

Forholdet mellom variansene $\widehat{VR}(2) = \frac{\hat{\sigma}_b^2}{\hat{\sigma}_a^2} - 1$, gir følgende asymptotiske fordeling for teststatistikken til VR:

$$\sqrt{2n}(\widehat{VR}(2) - 1) \underset{a}{\sim} N(0, 2). \quad (49)$$

For å generalisere testen til å gjelde for flere perioder, antas $nq + 1$ observasjoner p_0, p_1, \dots, p_{nq} hvor q er et hvilket som helst heltall større enn 1. Følgende estimatorer defineres så:

$$\hat{\mu} = \frac{1}{nq} \sum_{k=1}^{nq} (p_k - p_{k-1}) = \frac{1}{nq} (p_{nq} - p_0) \quad (50)$$

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{1}{nq} \sum_{k=1}^{nq} (p_k - p_{k-1} - \hat{\mu})^2 \quad (51)$$

$$\hat{\sigma}_b^2 = \frac{1}{nq} \sum_{k=1}^n (p_{qk} - p_{qk-q} - q\hat{\mu})^2. \quad (52)$$

Teststatistikken formuleres da slik:

$$\widehat{VD}(q) \equiv \hat{\sigma}_b^2(q) - \hat{\sigma}_a^2 \quad (53)$$

$$\widehat{VR}(q) = \frac{\hat{\sigma}_b^2(q)}{\hat{\sigma}_a^2}. \quad (54)$$

Ved bruk av lignende argumenter som for to-perioden, vil de asymptotiske fordelingene til $\widehat{VD}(q)$ og $\widehat{VR}(q)$ være gitt ved:

$$\sqrt{nq} \widehat{VD}(q) \underset{a}{\sim} N(0, 2(q-1)\sigma^4) \quad (55)$$

$$\sqrt{nq} (\widehat{VR}(q) - 1) \underset{a}{\sim} N(0, 2(q-1)) \quad (56)$$

under nullhypotesen om RWH. Ettersom man i studier av tidsseriedata sjelden har store utvalg, definerer Lo og MacKinlay (1988) en tredje estimator for σ^2 , som benytter overlappende differanser av p_t ved estimering av variansene:

$$\hat{\sigma}_c^2 = \frac{1}{nq^2} \sum_{k=q}^{nq} (p_k - p_{k-q} - q\hat{\mu})^2. \quad (57)$$

Ved bruk av overlappende q -periode avkastninger argumenterer de for at estimatorene bli mer effisient, og teststyrken øker. Videre foreslår de å korrigere for skjevheter i $\hat{\sigma}_a^2$ og $\hat{\sigma}_c^2$ før de

deles på hverandre. Selv om dette ikke korrigerer for all skjevhet, vil de nye estimatorene $\bar{\sigma}_a^2$ og $\bar{\sigma}_c^2$ i følge Lo og MacKinlay (1989), gi resultater nærmere de asymptotiske grensene enn uten justeringen. De skjevhetsjusterte estimatorene er gitt ved:

$$\bar{\sigma}_a^2 = \frac{1}{nq - 1} \sum_{k=1}^{nq} (p_k - p_{k-1} - \hat{\mu})^2 \quad (58)$$

$$\bar{\sigma}_c^2 = \frac{1}{m} \sum_{k=q}^{nq} (p_k - p_{k-q} - q\hat{\mu})^2 \quad (59)$$

hvor

$$m = q(nq - q + 1) \left(1 - \frac{q}{nq}\right). \quad (60)$$

Teststatistikken med de nye variansestimatorene blir derfor:

$$\overline{VD}(q) \equiv \bar{\sigma}_c^2(q) - \bar{\sigma}_a^2 \quad (61)$$

$$\overline{VR}(q) \equiv \frac{\bar{\sigma}_c^2(q)}{\bar{\sigma}_a^2}. \quad (62)$$

Under nullhypotesen vil de asymptotiske fordelingene til variansdifferansen og variansratioen være gitt ved (Campbell et al., 1997):

$$\overline{VD}(q) \underline{a} N\left(0, \frac{2(2q-1)(q-1)}{3q} \sigma^4\right) \quad (63)$$

$$\sqrt{nq} (\overline{VR}(q) - 1) \underline{a} N\left(0, \frac{2(2q-1)(q-1)}{3q} \sigma^4\right). \quad (64)$$

Disse kan standardiseres slik at de gir (asymptotiske) standard normal teststatistikker gitt ved:

$$\psi(q) \equiv \sqrt{nq} (\overline{VR}(q) - 1) \left(\frac{2(2q-1)(q-1)}{3q} \right)^{-\frac{1}{2}} \underline{a} N(0, 1). \quad (65)$$

Vedlegg 3: Utleddning av teststatistikken tilknyttet RW3

Videre argumenterer Lo og MacKinlay (1988) for å utvikle en spesifikasjonstest som er robust mot heteroskedastisitet, ettersom det ikke ville være av interesse å forkaste nullhypotesen på bakgrunn av skiftende volatilitet. De benytter en tilnærming basert på resultatene til White (1980) og White og Domowitz (1984) som gjelder for en bredere klasse logaritmiske prisprosesser, og som gjør at de kan løse på den strenge nullhypotesen om uavhengige, identisk fordelte feilledd slik som i RW1. Det tas fremdeles utgangspunkt i random walk modellen fra tidligere. Dersom man tillater en generell form for heteroskedastisitet, kan følgende nullhypotese for tester av RW3 spesifiseres (Lo og MacKinlay, 1988, s. 49):

$$h_0^a : r_t = \mu + \varepsilon_t,$$

1. For alle t , $E(\varepsilon_t) = 0$, og $E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-\tau}) = 0$ for enhver $\tau \neq 0$
2. $\{\varepsilon_t\}$ er ϕ -krysset med koeffisienter ϕ (m) av størrelse $r/(2r-1)$ eller α -krysset med koeffisienter α (m) av størrelse $r/(r-1)$, hvor $r > 1$, slik at for alle t og for alle $\tau \geq 0$, vil der eksistere noen $\delta > 0$ hvor $\tau E[\varepsilon_t, \varepsilon_{t-j} | 2(r-\delta)]$
3. $\lim_{nq \rightarrow \infty} \frac{1}{nq} \sum_{t=1}^{nq} E[\varepsilon_t^2] = \sigma^2 < \infty$
4. For alle t , $E[\varepsilon_t, \varepsilon_{t-j}, \varepsilon_{t-k}] = 0$ for alle $j \neq 0$ og $k \neq 0$ hvor $j \neq k$.

Nullhypotesen antar at p_t har ukorrelerte feilledd, men tillater generelle former for heteroskedastisitet, blant annet deterministiske endringer i variansen på grunn av

sesongfaktorer, og ARCH-prosesser i tråd med Engle (1982), hvor den betingede variansen er avhengig av tidligere informasjon. Betingelse 1 uttrykker egenskapen ved RWH som studien ønsker å undersøke, det vil si ukorrelerte feilledd for alle lags. Betingelse 2 og 3 er restriksjoner på den maksimale graden av avhengighet og heterogenitet tillatt, mens de store talls lov og sentralgrensesetningen kan opprettholdes (Lo og MacKinlay, 1988). Betingelse 4 tilsier at utvalgsautokorrelasjon til feilleddene er asymptotisk ukorrelerte. Ettersom $\overline{VR}(q)$ fremdeles går mot null under h_0^{a*} er man kun nødt til å finne dens asymptotiske varians $\theta(q)$. Følgende likhet holder asymptotisk under generelle betingelser (Campbell et al., 1997):

$$\overline{VR}(q) \simeq 1 + 2 \sum_{k=1}^{q-1} \left(1 - \frac{k}{q}\right) \hat{\rho}(k). \quad (66)$$

Videre vil estimatorene til autokorrelasjonskoeffisientene under h_0^{a*} (punkt 4.) $\hat{\rho}(k)$ være asymptotiske ukorrelert. Dersom de asymptotiske variansene δ_k til hver $\hat{\rho}(k)$ kan innhentes under h_0^{a*} , vil den asymptotiske variansen $\theta(q)$ til $\overline{VR}(q)$ kunne kalkuleres som en vektet sum av alle δ_k , hvor vektene er lik de kvadrerte vektene i relasjon (66). Da viser Lo og MacKinlay (1988) at:

1. Teststatistikken $\overline{VD}(q)$, og $\overline{VR}(q) - 1$ konvergerer nesten sikkert mot null for alle q når n øker uten grenser.
2. Følgende er en heteroskedastisk-konsistent estimator for δ_k :

$$\hat{\delta}_k = \frac{nq \sum_{j=k+1}^{nq} (p_j - p_{j-1} - \hat{\mu})^2 (p_{j-k} - p_{j-k-1} - \hat{\mu})^2}{\left[\sum_{j=1}^{nq} (p_j - p_{j-1} - \hat{\mu})^2 \right]^2}. \quad (67)$$

3. Følgende er en heteroskedatstisk-konsistent estimator for $\theta(q)$:

$$\hat{\theta}(q) \equiv 4 \sum_{k=1}^{q-1} \left(1 - \frac{k}{q}\right)^2 \hat{\delta}_k. \quad (68)$$

Den standardiserte teststatistikken $\psi^*(q)$ som kan brukes for tester av h_0^{a*} , til tross for tilstedeværelse av generelle former for heteroskedastisitet, kan da formuleres slik:

$$\psi^*(q) \equiv \frac{\sqrt{nq} (\overline{VR}(q) - 1)}{\sqrt{\theta}} \stackrel{a}{\sim} N(0, 1). \quad (69)$$

Vedlegg 4: T-test for forskjell i alpha-koeffisienter

1. Hypoteser:

$$h_0^{b*}: \alpha_T - \alpha_V = 0$$

$$h_1^{b*}: \alpha_T - \alpha_V > 0$$

2. Signifikansnivå: 0,05

3. Testobservator:

$$T = \frac{\hat{\alpha}_T - \hat{\alpha}_V}{S \sqrt{\frac{1}{n_T} \cdot \frac{1}{n_V}}}$$

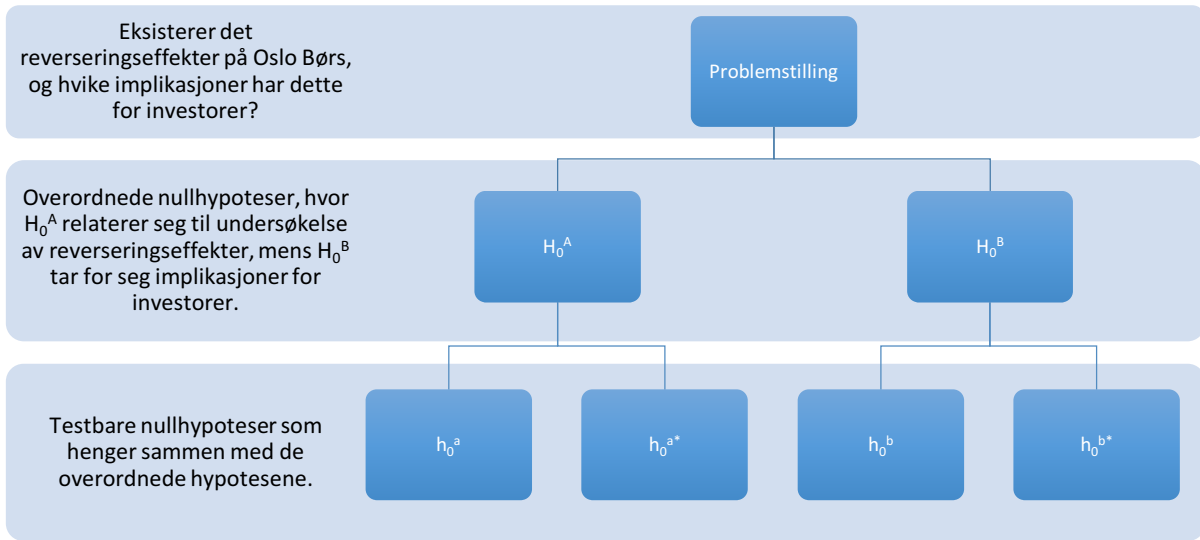
hvor

$$S = \frac{s_T^2(n_T - 1) + s_V^2(n_V - 1)}{(n_T + n_V - 2)}.$$

4. Forkastningsregel:

Forkaster h_0^{b*} dersom $T > t_{0,05}^{(n_T+n_V-2)}$.

Vedlegg 5: Oversikt over studiens hypoteser



Vedlegg 6: Fullstendige resultater fra VR-testen

Her presenteres fullstendige resultater for VR-testen, tilknyttet de to nullhypotesene h_0^a og h_0^{a*} . Alle p-verdier som gir grunnlag til forkastning av nullhypotesen på 5% nivå er markert i grønn, mens forkastning på 10% nivå er markert i rødt.

Månedlige avkastninger, ikke justert for heteroskedastisitet (RW1)

Indekser:

Null Hypothesis: Log OSEAX is a random walk					Null Hypothesis: Log OBX_2 is a random walk					Null Hypothesis: Log OB_SMALL_2 is a random walk				
Included observations: 396 (after adjustments)					Included observations: 347 (after adjustments)					Included observations: 240 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.166390	0.050252	3.311127	0.0009	2	1.140126	0.053683	2.610262	0.0090	2	1.302813	0.064550	4.691153	0.0000
3	1.240073	0.074911	3.204772	0.0014	3	1.201763	0.080026	2.521231	0.0117	3	1.524171	0.096225	5.447342	0.0000
6	1.317072	0.124226	2.552378	0.0107	6	1.255214	0.132707	1.923133	0.0545	6	1.947042	0.159571	5.934918	0.0000
12	1.342838	0.188398	1.819752	0.0688	12	1.204600	0.201261	1.016593	0.3093	12	2.277160	0.242002	5.277482	0.0000
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log OSEAX (uten finanskrisen) is a random walk					Null Hypothesis: Log OSEBX is a random walk				
Included observations: 371 (after adjustments)					Included observations: 396 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.143967	0.051917	2.772999	0.0056	2	1.156999	0.050252	3.124245	0.0018
3	1.175082	0.077394	2.262220	0.0237	3	1.223994	0.074911	2.990136	0.0028
6	1.193521	0.128343	1.507840	0.1316	6	1.297390	0.124226	2.393946	0.0167
12	1.249539	0.194642	1.282041	0.1998	12	1.302169	0.188398	1.603886	0.1087
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Enkeltaksjer:

Null Hypothesis: Log ASC is a random walk Included observations: 288 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log ATEA is a random walk Included observations: 348 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log BEL is a random walk Included observations: 408 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.119478	0.058926	2.027607	0.0426	2	0.783616	0.053606	-4.036586	0.0001	2	1.021047	0.049507	0.425124	0.6707
3	1.279663	0.087841	3.183739	0.0015	3	0.742630	0.079911	-3.220723	0.0013	3	1.097869	0.073801	1.326118	0.1848
6	1.527344	0.145668	3.620179	0.0003	6	0.783539	0.132517	-1.633465	0.1024	6	1.158665	0.122386	1.296434	0.1948
12	1.299721	0.220916	1.356719	0.1749	12	0.946093	0.200971	-0.268233	0.7885	12	1.362186	0.185607	1.951362	0.0510
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log BON is a random walk Included observations: 420 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log BOR is a random walk Included observations: 420 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log DNB_1 is a random walk Included observations: 276 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.203950	0.048795	4.179726	0.0000	2	1.061238	0.048795	1.255013	0.2095	2	1.115633	0.060193	1.921047	0.0547
3	1.158477	0.072739	2.178703	0.0294	3	1.085127	0.072739	1.170303	0.2419	3	1.177947	0.089730	1.983137	0.0474
6	1.056705	0.120624	0.470092	0.6383	6	1.044176	0.120624	0.366225	0.7142	6	1.194313	0.148801	1.305861	0.1916
12	1.177898	0.182936	0.972462	0.3308	12	0.924019	0.182936	-0.415342	0.6779	12	0.996422	0.225668	-0.015853	0.9874
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log DNO is a random walk Included observations: 396 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log EKO_1 is a random walk Included observations: 240 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log FAR is a random walk Included observations: 360 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.988366	0.050252	-0.231516	0.8169	2	1.000602	0.064550	-0.009330	0.9926	2	1.010135	0.052705	0.192292	0.8475
3	1.013657	0.074911	0.182309	0.8553	3	0.992578	0.096225	-0.077132	0.9385	3	1.105625	0.078567	1.344388	0.1788
6	1.262175	0.124226	2.110466	0.0348	6	1.126998	0.159571	0.795872	0.4261	6	1.331050	0.130289	2.540885	0.0111
12	1.564461	0.188398	2.996111	0.0027	12	1.363848	0.242002	1.503495	0.1327	12	1.582548	0.197594	2.948213	0.0032
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log GOD is a random walk Included observations: 372 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log GRO is a random walk Included observations: 420 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log GYL is a random walk Included observations: 396 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.057562	0.051848	1.110208	0.2669	2	1.127379	0.048795	2.610496	0.0090	2	0.894705	0.050252	-2.095347	0.0361
3	1.099502	0.077290	1.287386	0.1980	3	1.147910	0.072739	2.033427	0.0420	3	0.861903	0.074911	-1.843481	0.0653
6	1.283047	0.128171	2.208363	0.0272	6	1.213855	0.120624	1.772897	0.0762	6	0.988694	0.124226	-0.091011	0.9275
12	1.658818	0.194380	3.389325	0.0007	12	1.430824	0.182936	2.355052	0.0185	12	1.112173	0.188398	0.595403	0.5516
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log HNA is a random walk Included observations: 420 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log HNB is a random walk Included observations: 324 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log JIN_1 is a random walk Included observations: 252 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.040014	0.048795	0.820050	0.4122	2	0.994172	0.055556	-0.104901	0.9165	2	1.135183	0.062994	2.145959	0.0319
3	0.978825	0.072739	-0.291106	0.7710	3	0.955555	0.082817	-0.536665	0.5915	3	1.287880	0.093906	3.065615	0.0022
6	0.998354	0.120624	-0.013649	0.9891	6	0.896747	0.137337	-0.751823	0.4522	6	1.730600	0.155726	4.691591	0.0000
12	1.142608	0.182936	0.779553	0.4357	12	1.022915	0.208282	0.110020	0.9124	12	1.955927	0.236169	4.047630	0.0001
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log KOG_1 is a random walk Included observations: 252 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log NHY is a random walk Included observations: 516 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log NRC is a random walk Included observations: 312 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.927312	0.062994	-1.153891	0.2485	2	1.071071	0.044023	1.614429	0.1064	2	1.055903	0.056614	0.973144	0.3305
3	0.854444	0.093906	-1.550021	0.1211	3	1.108958	0.065625	1.660311	0.0969	3	1.169677	0.084395	2.010517	0.0444
6	0.820717	0.155726	-1.151273	0.2496	6	1.148520	0.108827	1.364736	0.1723	6	1.509732	0.139953	3.642164	0.0003
12	0.795518	0.236169	-0.865829	0.3866	12	1.092801	0.165044	0.562279	0.5739	12	1.975898	0.212250	4.597881	0.0000
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log NSG is a random walk Included observations: 300 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log NTS_1 is a random walk Included observations: 276 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log ODFA is a random walk Included observations: 348 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.975037	0.057735	-0.432364	0.6655	2	0.934769	0.060193	-1.083705	0.2785	2	1.093022	0.053606	1.735295	0.0827
3	1.012981	0.086066	0.150831	0.8801	3	0.938559	0.089730	-0.684725	0.4935	3	1.140481	0.079911	1.757979	0.0788
6	1.036298	0.142725	0.254322	0.7992	6	0.912351	0.148801	-0.589034	0.5558	6	1.315164	0.132517	2.378294	0.0174
12	0.898246	0.216453	-0.470099	0.6383	12	1.035459	0.225668	0.157129	0.8751	12	1.541323	0.200971	2.693532	0.0071
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log ODFB is a random walk Included observations: 312 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log OLT is a random walk Included observations: 384 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log ORK is a random walk Included observations: 420 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.074155	0.056614	1.309834	0.1903	2	1.060832	0.051031	1.192058	0.2332	2	1.050236	0.048795	1.029538	0.3032
3	1.127287	0.084395	1.508235	0.1315	3	1.160597	0.076073	2.111100	0.0348	3	1.001162	0.072739	0.015972	0.9873
6	1.228394	0.139953	1.631931	0.1027	6	1.331648	0.126152	2.628954	0.0086	6	0.928749	0.120624	-0.590688	0.5547
12	1.254369	0.212250	1.198442	0.2307	12	1.317320	0.191319	1.658588	0.0972	12	0.913144	0.182936	-0.474788	0.6349
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log PGS_1 is a random walk Included observations: 276 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log REAH is a random walk Included observations: 420 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log SCL_1 is a random walk Included observations: 240 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.177688	0.060193	2.951981	0.0032	2	0.967745	0.048795	-0.661030	0.5086	2	1.098943	0.064550	1.532821	0.1253
3	1.313410	0.089730	3.492795	0.0005	3	0.986135	0.072739	-0.190612	0.8488	3	1.158869	0.096225	1.651017	0.0987
6	1.595277	0.148801	4.000492	0.0001	6	0.999511	0.120624	-0.004050	0.9968	6	1.338024	0.159571	2.118326	0.0341
12	1.857443	0.225668	3.799582	0.0001	12	1.007219	0.182936	0.039464	0.9685	12	1.362798	0.242002	1.499154	0.1338
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log SKI is a random walk Included observations: 420 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log SOL is a random walk Included observations: 420 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log SRBANK_1 is a random walk Included observations: 252 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.957502	0.048795	-0.870940	0.3838	2	0.882890	0.048795	-2.400036	0.0164	2	1.070941	0.062994	1.126152	0.2601
3	1.047487	0.072739	0.652838	0.5139	3	0.826893	0.072739	-2.379824	0.0173	3	1.219669	0.093906	2.339240	0.0193
6	1.087792	0.120624	0.727812	0.4667	6	0.945903	0.120624	-0.448475	0.6538	6	1.562537	0.155726	3.612361	0.0003
12	1.119962	0.182936	0.655759	0.5120	12	1.052386	0.182936	0.286364	0.7746	12	1.735860	0.236169	3.115816	0.0018
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log STB is a random walk Included observations: 504 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log TIDE_1 is a random walk Included observations: 276 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log TOM is a random walk Included observations: 360 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.075318	0.044544	1.690880	0.0909	2	0.828324	0.060193	-2.852100	0.0043	2	1.067541	0.052705	1.281499	0.2000
3	1.096502	0.066402	1.453309	0.1461	3	0.800419	0.089730	-2.224236	0.0261	3	1.145256	0.078567	1.848809	0.0645
6	1.148927	0.110115	1.352473	0.1762	6	0.768926	0.148801	-1.552905	0.1204	6	1.337331	0.130289	2.589092	0.0096
12	1.215085	0.166997	1.287960	0.1978	12	0.789860	0.225668	-0.931193	0.3518	12	1.508098	0.197594	2.571429	0.0101
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log TTS_1 is a random walk Included observations: 240 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log VEI is a random walk Included observations: 348 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log VVL_1 is a random walk Included observations: 276 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.081365	0.064550	1.260508	0.2075	2	1.058562	0.053606	1.092455	0.2746	2	0.886185	0.060193	-1.890839	0.0586
3	1.107731	0.096225	1.119577	0.2629	3	1.078644	0.079911	0.984145	0.3250	3	0.848923	0.089730	-1.683682	0.0922
6	1.274280	0.159571	1.718859	0.0856	6	1.161496	0.132517	1.218685	0.2230	6	0.814413	0.148801	-1.247216	0.2123
12	1.785505	0.242002	3.245867	0.0012	12	1.108234	0.200971	0.538553	0.5902	12	0.822563	0.225668	-0.786274	0.4317
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log WWI is a random walk					Null Hypothesis: Log WWIB is a random walk				
Included observations: 408 (after adjustments)					Included observations: 312 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.096585	0.049507	1.950921	0.0511	2	1.111999	0.056614	1.978298	0.0479
3	1.151845	0.073801	2.057485	0.0396	3	1.178711	0.084395	2.117551	0.0342
6	1.263698	0.122386	2.154653	0.0312	6	1.341099	0.139953	2.437234	0.0148
12	1.284764	0.185607	1.534231	0.1250	12	1.364670	0.212250	1.718119	0.0858
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Månedlige avkastninger, justert for heteroskedastisitet (RW3)

Indekser:

Null Hypothesis: Log OSEAX is a martingale					Null Hypothesis: Log OBX_2 is a martingale					Null Hypothesis: Log OB_SMALL_2 is a martingale				
Included observations: 396 (after adjustments)					Included observations: 347 (after adjustments)					Included observations: 240 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.166390	0.074401	2.236392	0.0253	2	1.140126	0.080937	1.731301	0.0834	2	1.302813	0.085097	3.558432	0.0004
3	1.240073	0.108262	2.217525	0.0266	3	1.201763	0.118870	1.697341	0.0896	3	1.524171	0.122915	4.264508	0.0000
6	1.317072	0.165565	1.915093	0.0555	6	1.255214	0.183846	1.388196	0.1651	6	1.947042	0.192056	4.931072	0.0000
12	1.342838	0.226798	1.511641	0.1306	12	1.204600	0.250937	0.815344	0.4149	12	2.277160	0.275893	4.629193	0.0000
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log OSEAX (uten finanskrisen) is a martingale					Null Hypothesis: Log OSEBX is a martingale				
Included observations: 371 (after adjustments)					Included observations: 396 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.143967	0.073690	1.953678	0.0507	2	1.156999	0.074638	2.103474	0.0354
3	1.175082	0.105433	1.660593	0.0968	3	1.223994	0.109572	2.044261	0.0409
6	1.193521	0.159895	1.210301	0.2262	6	1.297390	0.168880	1.760954	0.0782
12	1.249539	0.217790	1.145782	0.2519	12	1.302169	0.231077	1.307654	0.1910
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Enkeltaksjer:

Null Hypothesis: Log ASC is a martingale					Null Hypothesis: Log ATEA is a martingale					Null Hypothesis: Log BEL is a martingale				
Included observations: 288 (after adjustments)					Included observations: 348 (after adjustments)					Included observations: 408 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.119478	0.087695	1.362430	0.1731	2	0.783616	0.141608	-1.528050	0.1265	2	1.021047	0.051788	0.406403	0.6844
3	1.279663	0.127041	2.201352	0.0277	3	0.742630	0.205095	-1.254879	0.2095	3	1.097869	0.080251	1.219544	0.2226
6	1.527344	0.212800	2.478125	0.0132	6	0.783539	0.310158	-0.697907	0.4852	6	1.158665	0.140265	1.131181	0.2580
12	1.299721	0.329324	0.910111	0.3628	12	0.946093	0.418814	-0.128714	0.8976	12	1.362186	0.210111	1.723781	0.0847
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log BON is a martingale					Null Hypothesis: Log BOR is a martingale					Null Hypothesis: Log DNB_1 is a martingale				
Included observations: 420 (after adjustments)					Included observations: 420 (after adjustments)					Included observations: 276 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.203950	0.132392	1.540499	0.1234	2	1.061238	0.056540	1.083103	0.2788	2	1.115633	0.123494	0.936347	0.3491
3	1.158477	0.191696	0.826712	0.4084	3	1.085127	0.086496	0.984168	0.3250	3	1.177947	0.177496	1.002542	0.3161
6	1.056705	0.280761	0.201968	0.8399	6	1.044176	0.143854	0.307086	0.7588	6	1.194313	0.258786	0.750864	0.4527
12	1.177898	0.348368	0.510663	0.6096	12	0.924019	0.211131	-0.359875	0.7189	12	0.996422	0.340634	-0.010503	0.9916
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log DNO is a martingale					Null Hypothesis: Log EKO_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log FAR is a martingale				
Included observations: 396 (after adjustments)					Included observations: 240 (after adjustments)					Included observations: 360 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.988366	0.056478	-0.205995	0.8368	2	1.000602	0.074187	0.008118	0.9935	2	1.010135	0.077452	0.130851	0.8959
3	1.013657	0.085649	0.159453	0.8733	3	0.992578	0.117069	-0.063399	0.9494	3	1.105625	0.113358	0.931782	0.3514
6	1.262175	0.152263	1.721850	0.0851	6	1.126998	0.198570	0.639564	0.5225	6	1.331050	0.178138	1.858390	0.0631
12	1.564461	0.234435	2.407748	0.0161	12	1.363848	0.296243	1.228209	0.2194	12	1.582548	0.256519	2.270977	0.0231
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log GOD is a martingale					Null Hypothesis: Log GRO is a martingale					Null Hypothesis: Log GYL is a martingale				
Included observations: 372 (after adjustments)					Included observations: 420 (after adjustments)					Included observations: 396 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.057562	0.049503	1.162789	0.2449	2	1.127379	0.067196	1.895630	0.0580	2	0.894705	0.057677	-1.825598	0.0679
3	1.099502	0.073695	1.350191	0.1770	3	1.147910	0.096235	1.536970	0.1243	3	0.861903	0.083300	-1.657833	0.0974
6	1.283047	0.126164	2.243494	0.0249	6	1.213855	0.158720	1.347374	0.1779	6	0.988694	0.131806	-0.085777	0.9316
12	1.658818	0.196683	3.349644	0.0008	12	1.430824	0.229622	1.876232	0.0606	12	1.112173	0.195628	0.573399	0.5664
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log HNA is a martingale					Null Hypothesis: Log HNB is a martingale					Null Hypothesis: Log JIN_1 is a martingale				
Included observations: 420 (after adjustments)					Included observations: 324 (after adjustments)					Included observations: 252 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.040014	0.047005	0.851283	0.3946	2	0.994172	0.058071	-0.100356	0.9201	2	1.135183	0.102231	1.322332	0.1861
3	0.978825	0.073160	-0.289434	0.7722	3	0.955555	0.091107	-0.487837	0.6257	3	1.287880	0.147491	1.951847	0.0510
6	0.998354	0.128487	-0.012814	0.9898	6	0.896747	0.153843	-0.671159	0.5021	6	1.730600	0.226956	3.219129	0.0013
12	1.142608	0.195901	0.727961	0.4666	12	1.022915	0.230736	0.099314	0.9209	12	1.955927	0.321901	2.969633	0.0030
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log KOG_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log NHY is a martingale					Null Hypothesis: Log NRC is a martingale				
Included observations: 252 (after adjustments)					Included observations: 516 (after adjustments)					Included observations: 312 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.927312	0.066969	-1.085398	0.2777	2	1.071071	0.056245	1.263594	0.2064	2	1.055093	0.070064	0.786327	0.4317
3	0.854444	0.098785	-1.473463	0.1406	3	1.108958	0.082856	1.315028	0.1885	3	1.169677	0.104509	1.623569	0.1045
6	0.820717	0.160702	-1.115623	0.2646	6	1.148520	0.132272	1.122834	0.2615	6	1.509732	0.186428	2.734207	0.0063
12	0.795518	0.242898	-0.841845	0.3999	12	1.092801	0.190125	0.488103	0.6255	12	1.975898	0.265688	3.673097	0.0002
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log NSG is a martingale					Null Hypothesis: Log NTS_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log ODFA is a martingale				
Included observations: 300 (after adjustments)					Included observations: 276 (after adjustments)					Included observations: 348 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.975037	0.076517	-0.326237	0.7442	2	0.934769	0.068574	-0.951261	0.3415	2	1.093022	0.058366	1.593758	0.1110
3	1.012981	0.113502	0.114372	0.9089	3	0.938559	0.107565	-0.571198	0.5679	3	1.140481	0.087385	1.607614	0.1079
6	1.036298	0.182748	0.198624	0.8426	6	0.912351	0.180948	-0.484388	0.6281	6	1.315164	0.142313	2.214578	0.0268
12	0.898246	0.271085	-0.375360	0.7074	12	1.035459	0.266677	0.132966	0.8942	12	1.541323	0.210804	2.567904	0.0102
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log ODFA is a martingale					Null Hypothesis: Log OLT is a martingale					Null Hypothesis: Log ORK is a martingale				
Included observations: 312 (after adjustments)					Included observations: 384 (after adjustments)					Included observations: 420 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.074155	0.057970	1.279187	0.2008	2	1.124435	0.145721	0.853925	0.3931	2	1.050236	0.057555	0.872842	0.3827
3	1.127287	0.086181	1.476972	0.1397	3	1.114680	0.210592	0.544561	0.5861	3	1.001162	0.087153	0.013330	0.9894
6	1.228394	0.141953	1.608936	0.1076	6	1.206195	0.315667	0.653204	0.5136	6	0.928749	0.144552	-0.492911	0.6221
12	1.254369	0.216709	1.173782	0.2405	12	0.985834	0.437981	-0.032343	0.9742	12	0.913144	0.210811	-0.412009	0.6803
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log PGS_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log REAH is a martingale					Null Hypothesis: Log SCL_1 is a martingale				
Included observations: 276 (after adjustments)					Included observations: 420 (after adjustments)					Included observations: 240 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.177688	0.071404	2.488481	0.0128	2	0.967745	0.042092	-0.766295	0.4435	2	1.098943	0.067488	1.466078	0.1426
3	1.313410	0.116937	2.680166	0.0074	3	0.986135	0.078615	-0.176365	0.8600	3	1.158869	0.093155	1.705434	0.0881
6	1.595277	0.202037	2.946378	0.0032	6	0.999511	0.149578	-0.003266	0.9974	6	1.338024	0.130036	2.599467	0.0093
12	1.857443	0.298443	2.873056	0.0041	12	1.007219	0.231106	0.031239	0.9751	12	1.362798	0.186563	1.944640	0.0518
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log SKI is a martingale					Null Hypothesis: Log SOL is a martingale					Null Hypothesis: Log SRBANK_1 is a martingale				
Included observations: 420 (after adjustments)					Included observations: 420 (after adjustments)					Included observations: 252 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.957502	0.034128	-1.245226	0.2130	2	0.882890	0.039483	-2.966050	0.0030	2	1.070941	0.070487	1.006439	0.3142
3	1.047487	0.101705	0.466910	0.6406	3	0.826893	0.068743	-2.518179	0.0118	3	1.219669	0.109054	2.014312	0.0440
6	1.087792	0.192917	0.455076	0.6491	6	0.945903	0.138292	-0.391180	0.6957	6	1.562537	0.185104	3.039026	0.0024
12	1.119962	0.246221	0.487212	0.6261	12	1.052386	0.216775	0.241662	0.8090	12	1.735860	0.281173	2.617108	0.0089
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log STB is a martingale					Null Hypothesis: Log TIDE_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log TOM is a martingale				
Included observations: 504 (after adjustments)					Included observations: 276 (after adjustments)					Included observations: 360 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.075318	0.074375	1.012677	0.3112	2	0.828324	0.071901	-2.387674	0.0170	2	1.067541	0.068038	0.992701	0.3209
3	1.096502	0.111651	0.864320	0.3874	3	0.800419	0.101513	-1.966064	0.0493	3	1.145256	0.105856	1.372203	0.1700
6	1.148927	0.172817	0.861763	0.3888	6	0.768926	0.155621	-1.484853	0.1376	6	1.337331	0.177404	1.901480	0.0572
12	1.215085	0.237207	0.906743	0.3645	12	0.789860	0.237871	-0.883421	0.3770	12	1.508098	0.254142	1.999265	0.0456
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log TTS_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log VEI is a martingale					Null Hypothesis: Log VVL_1 is a martingale				
Included observations: 240 (after adjustments)					Included observations: 348 (after adjustments)					Included observations: 276 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.081365	0.086077	0.945261	0.3445	2	1.058562	0.055024	1.064303	0.2872	2	0.886185	0.065047	-1.749725	0.0802
3	1.107731	0.123741	0.870617	0.3840	3	1.078644	0.080614	0.975557	0.3293	3	0.848923	0.097584	-1.548174	0.1216
6	1.274280	0.188027	1.458726	0.1446	6	1.161496	0.136367	1.184274	0.2363	6	0.814413	0.161783	-1.147136	0.2513
12	1.785505	0.270252	2.906567	0.0037	12	1.108234	0.209212	0.517340	0.6049	12	0.822563	0.258701	-0.685876	0.4928
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log WWI is a martingale					Null Hypothesis: Log WWIB is a martingale									
Included observations: 408 (after adjustments)					Included observations: 312 (after adjustments)									
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates									
Individual Tests					Individual Tests									
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability					
2	1.096585	0.054921	1.758606	0.0786	2	1.111999	0.064596	1.733843	0.0829					
3	1.151845	0.082906	1.831531	0.0670	3	1.178711	0.098381	1.816522	0.0693					
6	1.263698	0.137521	1.917511	0.0552	6	1.341099	0.166521	2.048388	0.0405					
12	1.284764	0.207386	1.373110	0.1697	12	1.364670	0.253145	1.440559	0.1497					
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom									

Årlige avkastninger, ikke justert for heteroskedastisitet (RW1)

Indekser:

Null Hypothesis: Log OSEAX is a random walk					Null Hypothesis: Log ODX_2 is a random walk					Null Hypothesis: Log OB_SMALL_2 is a random walk				
Included observations: 33 (after adjustments)					Included observations: 29 (after adjustments)					Included observations: 20 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.885110	0.174078	-0.659992	0.5093	2	0.869170	0.185695	-0.704542	0.4811	2	0.947809	0.223607	-0.233406	0.8154
3	0.706919	0.259500	-1.129407	0.2587	3	0.618727	0.276818	-1.377339	0.1684	3	0.749552	0.333333	-0.751345	0.4524
5	0.455393	0.381385	-1.427970	0.1533	5	0.407340	0.406838	-1.456746	0.1452	5	0.726514	0.488998	-0.558251	0.5767
8	0.309788	0.514929	-1.340404	0.1801	8	0.248850	0.549294	-1.367482	0.1715	8	0.572877	0.661438	-0.645750	0.5184
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log OSEAX (uten finanskrisen) is a random walk					Null Hypothesis: Log OSEBX is a random walk				
Included observations: 30 (after adjustments)					Included observations: 33 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.945764	0.182574	-0.297065	0.7664	2	0.863360	0.174078	-0.784939	0.4325
3	0.854951	0.272166	-0.532945	0.5941	3	0.637156	0.259500	-1.398244	0.1620
5	0.476958	0.400000	-1.307605	0.1910	5	0.407178	0.381385	-1.554392	0.1201
8	0.517354	0.540062	-0.893687	0.3715	8	0.283227	0.514929	-1.391985	0.1639
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Enkeltaksjer:

Null Hypothesis: Log ASC is a random walk					Null Hypothesis: Log ATEA is a random walk					Null Hypothesis: Log BEL is a random walk				
Included observations: 24 (after adjustments)					Included observations: 29 (after adjustments)					Included observations: 34 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.471145	0.204124	-2.590849	0.0096	2	1.354440	0.185695	1.908715	0.0563	2	0.922008	0.171499	-0.454770	0.6493
3	0.360156	0.304290	-2.102740	0.0355	3	1.469983	0.276818	1.697805	0.0895	3	0.734819	0.255655	-1.037260	0.2996
5	0.493888	0.447214	-1.131700	0.2578	5	1.935891	0.406838	2.300401	0.0214	5	0.898483	0.375735	-0.270182	0.7870
8	0.502432	0.603807	-0.824051	0.4099	8	2.090759	0.549294	1.985746	0.0471	8	0.935745	0.507300	-0.126660	0.8992
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log BON is a random walk					Null Hypothesis: Log BOR is a random walk					Null Hypothesis: Log DNB_1 is a random walk				
Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 23 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.741861	0.169031	-1.527171	0.1267	2	0.825229	0.169031	-1.033956	0.3012	2	0.725507	0.208514	-1.316424	0.1880
3	0.667907	0.251976	-1.317953	0.1875	3	0.870460	0.251976	-0.514098	0.6072	3	0.384117	0.310835	-1.981384	0.0475
5	0.604185	0.370328	-1.068823	0.2851	5	0.823631	0.370328	-0.476251	0.6339	5	0.476740	0.456832	-1.145409	0.2520
8	0.478077	0.500000	-1.043846	0.2966	8	0.572242	0.500000	-0.855516	0.3923	8	0.514035	0.616794	-0.787889	0.4308
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log DNO is a random walk					Null Hypothesis: Log EKO_1 is a random walk					Null Hypothesis: Log FAR is a random walk				
Included observations: 33 (after adjustments)					Included observations: 20 (after adjustments)					Included observations: 30 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.940731	0.174078	-0.340472	0.7335	2	0.970095	0.223607	-0.133739	0.8936	2	0.999317	0.182574	-0.003738	0.9970
3	0.824579	0.259500	-0.675998	0.4990	3	0.775144	0.333333	-0.674569	0.4999	3	0.785900	0.272166	-0.786654	0.4315
5	0.827382	0.381385	-0.452609	0.6508	5	0.700904	0.489898	-0.610527	0.5415	5	0.670469	0.400000	-0.823828	0.4100
8	0.793595	0.514929	-0.400843	0.6885	8	1.087395	0.661438	0.132129	0.8949	8	0.859235	0.540062	-0.260646	0.7944
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log GOD is a random walk					Null Hypothesis: Log GRO is a random walk					Null Hypothesis: Log GYL is a random walk				
Included observations: 31 (after adjustments)					Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 33 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.212075	0.179605	1.180783	0.2377	2	0.919661	0.169031	-0.475291	0.6346	2	1.065296	0.174078	0.375097	0.7076
3	1.507527	0.267740	1.895597	0.0580	3	0.847723	0.251976	-0.604331	0.5456	3	1.071229	0.259500	0.274487	0.7837
5	1.619788	0.393496	1.575083	0.1152	5	0.722834	0.370328	-0.748435	0.4542	5	0.820283	0.381385	-0.471221	0.6375
8	1.141426	0.531280	0.266199	0.7901	8	0.556215	0.500000	-0.887570	0.3748	8	0.907804	0.514929	-0.179046	0.8579
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log HNA is a random walk					Null Hypothesis: Log HNB is a random walk					Null Hypothesis: Log JIN_1 is a random walk				
Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 27 (after adjustments)					Included observations: 21 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.256369	0.169031	1.516701	0.1293	2	1.119829	0.192450	0.622651	0.5335	2	0.843583	0.218218	-0.716795	0.4735
3	1.420584	0.251976	1.669141	0.0951	3	1.249020	0.286888	0.868005	0.3854	3	0.681394	0.325300	-0.979422	0.3274
5	1.671520	0.370328	1.813311	0.0698	5	1.333534	0.421637	0.791046	0.4289	5	0.975476	0.478091	-0.051295	0.9591
8	1.791019	0.500000	1.582037	0.1136	8	1.039992	0.569275	0.070250	0.9440	8	0.934238	0.645497	-0.101879	0.9189
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log KOG_1 is a random walk Included observations: 21 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log NHY is a random walk Included observations: 43 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log NRC is a random walk Included observations: 26 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.814729	0.218218	-0.849017	0.3959	2	0.708950	0.152499	-1.908542	0.0563	2	1.402679	0.196116	2.053267	0.0400
3	0.908677	0.325300	-0.280733	0.7789	3	0.500286	0.227331	-2.198173	0.0279	3	1.740015	0.292353	2.531240	0.0114
5	0.959676	0.478091	-0.084343	0.9328	5	0.416475	0.334108	-1.746519	0.0807	5	2.147699	0.429669	2.671123	0.0076
8	0.449190	0.645497	-0.853312	0.3935	8	0.323035	0.451097	-1.500708	0.1334	8	1.627322	0.580119	1.081367	0.2795
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log NSG is a random walk Included observations: 25 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log NTS_1 is a random walk Included observations: 23 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log ODFA is a random walk Included observations: 29 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.184941	0.200000	0.924706	0.3551	2	1.259098	0.208514	1.242592	0.2140	2	1.141554	0.185695	0.762290	0.4459
3	1.245426	0.298142	0.823182	0.4104	3	1.409412	0.310835	1.317135	0.1878	3	0.971821	0.276818	-0.101798	0.9189
5	1.737077	0.438178	1.682141	0.0925	5	1.259972	0.456832	0.569075	0.5693	5	0.761587	0.406838	-0.586016	0.5579
8	2.652211	0.591608	2.792746	0.0052	8	1.128117	0.616794	0.207714	0.8355	8	0.837844	0.549294	-0.295208	0.7678
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log ODFB is a random walk Included observations: 26 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log OLT is a random walk Included observations: 32 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log ORK is a random walk Included observations: 35 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.999916	0.196116	-0.000429	0.9997	2	0.969399	0.176777	-0.173105	0.8626	2	0.906461	0.169031	-0.553384	0.5800
3	0.895507	0.292353	-0.357422	0.7208	3	0.838627	0.263523	-0.612368	0.5403	3	0.803913	0.251976	-0.778196	0.4365
5	0.855778	0.429669	-0.335657	0.7371	5	0.807595	0.387298	-0.496788	0.6193	5	0.730911	0.370328	-0.726623	0.4675
8	0.870041	0.580119	-0.224020	0.8227	8	0.352900	0.522913	-1.237492	0.2159	8	0.737677	0.500000	-0.524647	0.5998
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log PGS_1 is a random walk Included observations: 23 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log REAH is a random walk Included observations: 35 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log SCL_1 is a random walk Included observations: 20 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.900714	0.208514	-0.476160	0.6340	2	0.992723	0.169031	-0.043053	0.9657	2	1.178709	0.223607	0.799211	0.4242
3	0.825541	0.310835	-0.561260	0.5746	3	1.100988	0.251976	0.400783	0.6886	3	1.488729	0.333333	1.466186	0.1426
5	0.744639	0.456832	-0.558982	0.5762	5	1.055742	0.370328	0.150520	0.8804	5	1.881887	0.489898	1.800145	0.0718
8	0.555807	0.616794	-0.720164	0.4714	8	0.840484	0.500000	-0.319033	0.7497	8	2.220265	0.661438	1.844867	0.0651
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log SKI is a random walk Included observations: 35 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log SOL is a random walk Included observations: 35 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log SRBANK_1 is a random walk Included observations: 21 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.106899	0.169031	0.632421	0.5271	2	0.794990	0.169031	-1.212856	0.2252	2	0.834357	0.218218	-0.759074	0.4478
3	1.028216	0.251976	0.111978	0.9108	3	0.804576	0.251976	-0.775567	0.4380	3	0.661203	0.325300	-1.041492	0.2976
5	0.991080	0.370328	-0.024088	0.9808	5	0.618419	0.370328	-1.030386	0.3028	5	0.531789	0.478091	-0.979333	0.3274
8	0.934879	0.500000	-0.130243	0.8964	8	0.614883	0.500000	-0.770233	0.4412	8	0.380022	0.645497	-0.960465	0.3368
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log STB is a random walk Included observations: 42 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log TIDE_1 is a random walk Included observations: 23 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log TOM is a random walk Included observations: 30 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.929331	0.154303	-0.457986	0.6470	2	1.091623	0.208514	0.439410	0.6604	2	0.837121	0.182574	-0.892124	0.3723
3	0.819673	0.230022	-0.783958	0.4331	3	1.184712	0.310835	0.594244	0.5523	3	0.874281	0.272166	-0.461922	0.6441
5	0.655331	0.338062	-1.019545	0.3079	5	1.433954	0.456832	0.949921	0.3422	5	0.938430	0.400000	-0.153926	0.8777
8	0.469601	0.456435	-1.162047	0.2452	8	0.931224	0.616794	-0.111506	0.9112	8	1.194500	0.540062	0.360144	0.7187
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log TTS_1 is a random walk					Null Hypothesis: Log VEI is a random walk					Null Hypothesis: Log VVL_1 is a random walk				
Included observations: 20 (after adjustments)					Included observations: 29 (after adjustments)					Included observations: 23 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.326847	0.223607	1.461704	0.1438	2	0.764414	0.185695	-1.268672	0.2046	2	0.605142	0.208514	-1.893672	0.0583
3	1.234460	0.333333	0.703379	0.4818	3	0.607446	0.276818	-1.418093	0.1562	3	0.640625	0.310835	-1.156160	0.2476
5	0.771484	0.489898	-0.466457	0.6409	5	0.480984	0.406838	-1.275731	0.2021	5	0.758326	0.456832	-0.529022	0.5968
8	0.713514	0.661438	-0.433125	0.6649	8	0.244069	0.549294	-1.376187	0.1688	8	0.660370	0.616794	-0.550638	0.5819
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log WWI is a random walk					Null Hypothesis: Log WWIB is a random walk				
Included observations: 34 (after adjustments)					Included observations: 26 (after adjustments)				
Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.997444	0.171499	-0.014904	0.9881	2	1.067876	0.196116	0.346103	0.7293
3	0.774394	0.255655	-0.882463	0.3775	3	1.005813	0.292353	0.019884	0.9841
5	0.526072	0.375735	-1.261336	0.2072	5	0.884286	0.429669	-0.269309	0.7877
8	0.303829	0.507300	-1.372308	0.1700	8	0.532054	0.580119	-0.806638	0.4199
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Årlige avkastninger, justert for heteroskedastisitet (RW3)

Indekser:

Null Hypothesis: Log OSEAX is a martingale					Null Hypothesis: Log OBX_2 is a martingale					Null Hypothesis: Log OB_SMALL_2 is a martingale				
Included observations: 33 (after adjustments)					Included observations: 29 (after adjustments)					Included observations: 20 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.885110	0.157415	-0.729852	0.4655	2	0.869170	0.205437	-0.636840	0.5242	2	0.947809	0.196656	-0.265394	0.7907
3	0.706919	0.224482	-1.305585	0.1917	3	0.618727	0.288225	-1.322830	0.1859	3	0.749552	0.284815	-0.879336	0.3792
5	0.455393	0.325244	-1.674453	0.0940	5	0.407340	0.396101	-1.496235	0.1346	5	0.726514	0.436832	-0.626067	0.5313
8	0.309788	0.443634	-1.555816	0.1198	8	0.248850	0.515494	-1.457146	0.1451	8	0.572877	0.603852	-0.707332	0.4794
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log OSEAX (uten finanskrisen) is a martingale					Null Hypothesis: Log OSEBX is a martingale				
Included observations: 30 (after adjustments)					Included observations: 33 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.945764	0.163243	-0.332242	0.7397	2	0.863360	0.168765	-0.809648	0.4181
3	0.854951	0.238784	-0.607449	0.5436	3	0.637156	0.238881	-1.518932	0.1288
5	0.476958	0.351052	-1.489928	0.1362	5	0.407178	0.336156	-1.763533	0.0778
8	0.517354	0.479965	-1.005587	0.3146	8	0.283227	0.450468	-1.591173	0.1116
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Enkeltaksjer:

Null Hypothesis: Log ASC is a martingale					Null Hypothesis: Log ATEA is a martingale					Null Hypothesis: Log BEL is a martingale				
Included observations: 24 (after adjustments)					Included observations: 29 (after adjustments)					Included observations: 34 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.471145	0.330634	-1.599520	0.1097	2	1.354440	0.214000	1.656263	0.0977	2	0.922008	0.157113	-0.496410	0.6196
3	0.360156	0.448861	-1.425481	0.1540	3	1.469983	0.297905	1.577629	0.1147	3	0.734819	0.223749	-1.185170	0.2360
5	0.493888	0.560404	-0.903120	0.3665	5	1.935891	0.393166	2.380399	0.0173	5	0.898483	0.306419	-0.331300	0.7404
8	0.502432	0.645129	-0.771269	0.4405	8	2.090759	0.502034	2.172680	0.0298	8	0.935745	0.438580	-0.146506	0.8835
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log BON is a martingale					Null Hypothesis: Log BOR is a martingale					Null Hypothesis: Log DNB_1 is a martingale				
Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 23 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.741861	0.241570	-1.068589	0.2853	2	0.825229	0.193595	-0.902763	0.3667	2	0.725507	0.204696	-1.340983	0.1799
3	0.667907	0.343583	-0.966557	0.3338	3	0.870460	0.280610	-0.461638	0.6443	3	0.384117	0.284892	-2.161811	0.0306
5	0.604185	0.458019	-0.864189	0.3875	5	0.823631	0.389109	-0.453265	0.6504	5	0.476740	0.379131	-1.380156	0.1675
8	0.478077	0.553898	-0.942273	0.3461	8	0.572242	0.489355	-0.874126	0.3820	8	0.514035	0.468624	-1.037004	0.2997
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log DNO is a martingale					Null Hypothesis: Log EKO_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log FAR is a martingale				
Included observations: 33 (after adjustments)					Included observations: 20 (after adjustments)					Included observations: 30 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.940731	0.134257	-0.441457	0.6589	2	0.970095	0.183273	-0.163171	0.8704	2	0.999317	0.174247	-0.003917	0.9969
3	0.824579	0.203225	-0.863188	0.3880	3	0.775144	0.270190	-0.832217	0.4053	3	0.785900	0.242079	-0.884423	0.3765
5	0.827382	0.318396	-0.542149	0.5877	5	0.700904	0.389198	-0.768493	0.4422	5	0.670469	0.343648	-0.958922	0.3376
8	0.793595	0.456840	-0.451811	0.6514	8	1.087395	0.505989	0.172721	0.8629	8	0.859235	0.462561	-0.304317	0.7609
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log GOD is a martingale					Null Hypothesis: Log GRO is a martingale					Null Hypothesis: Log GYL is a martingale				
Included observations: 31 (after adjustments)					Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 33 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.212075	0.232501	0.912147	0.3617	2	0.919661	0.182271	-0.440766	0.6594	2	1.065296	0.170839	0.382208	0.7023
3	1.507527	0.339121	1.496593	0.1345	3	0.847723	0.263138	-0.578696	0.5628	3	1.071229	0.250792	0.284017	0.7764
5	1.619788	0.485528	1.276524	0.2018	5	0.722834	0.367010	-0.755200	0.4501	5	0.820283	0.367552	-0.488956	0.6249
8	1.141426	0.633491	0.223249	0.8233	8	0.556215	0.475988	-0.932345	0.3512	8	0.907804	0.500437	-0.184231	0.8538
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log HNA is a martingale					Null Hypothesis: Log HNB is a martingale					Null Hypothesis: Log JIN_1 is a martingale				
Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 27 (after adjustments)					Included observations: 21 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.256369	0.159165	1.610711	0.1072	2	1.119829	0.184320	0.650116	0.5156	2	0.843583	0.220914	-0.708048	0.4789
3	1.420584	0.241434	1.742025	0.0815	3	1.249020	0.286112	0.870358	0.3841	3	0.681394	0.309285	-1.030137	0.3029
5	1.671520	0.372306	1.803677	0.0713	5	1.333534	0.462423	0.721275	0.4707	5	0.975476	0.415603	-0.059008	0.9529
8	1.791019	0.503404	1.571341	0.1161	8	1.039992	0.626213	0.063863	0.9491	8	0.934238	0.576286	-0.114114	0.9091
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log KOG_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log NHY is a martingale					Null Hypothesis: Log NRC is a martingale				
Included observations: 21 (after adjustments)					Included observations: 43 (after adjustments)					Included observations: 26 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.814729	0.236296	-0.784062	0.4330	2	0.708950	0.153189	-1.899937	0.0574	2	1.402679	0.211347	1.905299	0.0567
3	0.908677	0.330474	-0.276338	0.7823	3	0.500286	0.220587	-2.265382	0.0235	3	1.740015	0.319307	2.317566	0.0205
5	0.959676	0.457703	-0.088100	0.9298	5	0.416475	0.312424	-1.867738	0.0618	5	2.147699	0.469853	2.442678	0.0146
8	0.449190	0.592108	-0.930253	0.3522	8	0.323035	0.426552	-1.587063	0.1125	8	1.627322	0.609832	1.028681	0.3036
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log NSG is a martingale					Null Hypothesis: Log NTS_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log ODFA is a martingale				
Included observations: 25 (after adjustments)					Included observations: 23 (after adjustments)					Included observations: 29 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.184941	0.202482	0.913372	0.3610	2	1.259098	0.176255	1.470016	0.1416	2	1.141554	0.168146	0.841848	0.3999
3	1.245426	0.288251	0.851429	0.3945	3	1.409412	0.260107	1.574010	0.1155	3	0.971821	0.242105	-0.116394	0.9073
5	1.737077	0.418993	1.759163	0.0785	5	1.259972	0.370684	0.701329	0.4831	5	0.761587	0.340160	-0.700887	0.4834
8	2.652211	0.552178	2.992170	0.0028	8	1.128117	0.490205	0.261354	0.7938	8	0.837844	0.464840	-0.348842	0.7272
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log ODFB is a martingale					Null Hypothesis: Log OLT is a martingale					Null Hypothesis: Log ORK is a martingale				
Included observations: 26 (after adjustments)					Included observations: 32 (after adjustments)					Included observations: 35 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.999916	0.157058	-0.000536	0.9996	2	0.969399	0.193436	-0.158196	0.8743	2	0.906461	0.158165	-0.591402	0.5543
3	0.895507	0.226877	-0.460571	0.6451	3	0.838627	0.300411	-0.537175	0.5911	3	0.803913	0.229422	-0.854699	0.3927
5	0.855778	0.329237	-0.438047	0.6614	5	0.807595	0.443272	-0.434057	0.6642	5	0.730911	0.330172	-0.814997	0.4151
8	0.870041	0.457998	-0.283754	0.7766	8	0.352900	0.575927	-1.123581	0.2612	8	0.737677	0.436317	-0.601222	0.5477
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log PGS_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log REAH is a martingale					Null Hypothesis: Log SCL_1 is a martingale				
Included observations: 23 (after adjustments)					Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 20 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.900714	0.236176	-0.420392	0.6742	2	0.992723	0.151605	-0.048002	0.9617	2	1.178709	0.149946	1.191824	0.2333
3	0.825541	0.325117	-0.536605	0.5915	3	1.100988	0.229583	0.439875	0.6600	3	1.488729	0.238683	2.047602	0.0406
5	0.744639	0.428803	-0.595519	0.5515	5	1.055742	0.331530	0.168134	0.8665	5	1.881887	0.360604	2.445587	0.0145
8	0.555807	0.562886	-0.789134	0.4300	8	0.840484	0.429209	-0.371652	0.7102	8	2.220265	0.473722	2.575911	0.0100
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log SKI is a martingale					Null Hypothesis: Log SOL is a martingale					Null Hypothesis: Log SRBANK_1 is a martingale				
Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 35 (after adjustments)					Included observations: 21 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.106899	0.099966	1.069352	0.2849	2	0.794990	0.208017	-0.985546	0.3244	2	0.834357	0.232994	-0.710934	0.4771
3	1.028216	0.205924	0.137020	0.8910	3	0.804576	0.302723	-0.645555	0.5186	3	0.661203	0.336120	-1.007967	0.3135
5	0.991080	0.333047	-0.026784	0.9786	5	0.618419	0.424213	-0.899503	0.3684	5	0.531789	0.478415	-0.978670	0.3277
8	0.934879	0.424463	-0.153421	0.8781	8	0.614883	0.536934	-0.717251	0.4732	8	0.380022	0.641017	-0.967179	0.3335
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log STB is a martingale					Null Hypothesis: Log TIDE_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log TOM is a martingale				
Included observations: 42 (after adjustments)					Included observations: 23 (after adjustments)					Included observations: 30 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.929331	0.186588	-0.378742	0.7049	2	1.091623	0.198744	0.461012	0.6448	2	0.837121	0.122123	-1.333729	0.1823
3	0.819673	0.259671	-0.694447	0.4874	3	1.184712	0.281579	0.655986	0.5118	3	0.874281	0.180375	-0.696987	0.4858
5	0.655331	0.358370	-0.961769	0.3362	5	1.433954	0.406883	1.066534	0.2862	5	0.938430	0.259230	-0.237513	0.8123
8	0.469601	0.457338	-1.159752	0.2461	8	0.931224	0.548726	-0.125338	0.9003	8	1.194500	0.345660	0.562691	0.5736
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log TTS_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log VEI is a martingale					Null Hypothesis: Log VVL_1 is a martingale				
Included observations: 20 (after adjustments)					Included observations: 29 (after adjustments)					Included observations: 23 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.326847	0.204630	1.597258	0.1102	2	0.764414	0.226877	-1.038389	0.2991	2	0.605142	0.159519	-2.475306	0.0133
3	1.234460	0.318457	0.736236	0.4616	3	0.607446	0.316608	-1.239873	0.2150	3	0.640625	0.214540	-1.675093	0.0939
5	0.771484	0.478406	-0.477662	0.6329	5	0.480984	0.429705	-1.207842	0.2271	5	0.758326	0.273831	-0.882567	0.3775
8	0.713514	0.644275	-0.444664	0.6566	8	0.244069	0.547091	-1.381728	0.1671	8	0.660370	0.331192	-1.025477	0.3051
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log WWI is a martingale					Null Hypothesis: Log WWIB is a martingale									
Included observations: 34 (after adjustments)					Included observations: 26 (after adjustments)									
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates									
Individual Tests					Individual Tests									
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability					
2	0.997444	0.150769	-0.016954	0.9865	2	1.067876	0.141267	0.480483	0.6309					
3	0.774394	0.238275	-0.946829	0.3437	3	1.005813	0.211772	0.027450	0.9781					
5	0.526072	0.367100	-1.291004	0.1967	5	0.884286	0.334071	-0.346375	0.7291					
8	0.303829	0.503572	-1.382466	0.1668	8	0.532054	0.478759	-0.977415	0.3284					
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom									

Toårige avkastninger, ikke justert for heteroskedastisitet (RW1)

Indekser:

Null Hypothesis: Log OSEAX is a random walk Included observations: 16 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log OBX_2 is a random walk Included observations: 14 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log OB_SMALL_2 is a random walk Included observations: 10 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.512373	0.250000	-1.950507	0.0511	2	0.449331	0.267261	-2.060413	0.0394	2	0.493278	0.316228	-1.602396	0.1091
3	0.289236	0.372678	-1.907179	0.0565	3	0.186346	0.398410	-2.042255	0.0411	3	0.411237	0.471405	-1.248955	0.2117
4	0.391511	0.467707	-1.301005	0.1933	4	0.332614	0.500000	-1.334773	0.1820	4	0.532215	0.591608	-0.790700	0.4291
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log OSEAX (uten finanskrisen) is a random walk Included observations: 14 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log OSEBX is a random walk Included observations: 16 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.475637	0.267261	-1.961985	0.0498	2	0.483233	0.250000	-2.067070	0.0387
3	0.350859	0.398410	-1.629330	0.1032	3	0.263185	0.372678	-1.977082	0.0480
4	0.577710	0.500000	-0.844579	0.3983	4	0.384338	0.467707	-1.316340	0.1881
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Enkeltaksjer:

Null Hypothesis: Log ASC is a random walk Included observations: 12 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log ATEA is a random walk Included observations: 14 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log BEL is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.446583	0.288675	-1.917094	0.0552	2	1.141841	0.267261	0.530720	0.5956	2	0.810222	0.242536	-0.782476	0.4339
3	0.442355	0.430331	-1.295850	0.1950	3	1.354763	0.398410	0.890449	0.3732	3	0.857654	0.361551	-0.393709	0.6938
4	0.655942	0.540062	-0.637072	0.5241	4	1.376729	0.500000	0.753458	0.4512	4	0.977430	0.453743	-0.049743	0.9603
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log BON is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log BOR is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log DNB_1 is a random walk Included observations: 11 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.830339	0.242536	-0.699531	0.4842	2	0.943862	0.242536	-0.231465	0.8170	2	0.514725	0.301511	-1.609476	0.1075
3	0.654392	0.361551	-0.955905	0.3391	3	0.740311	0.361551	-0.718264	0.4726	3	0.414712	0.449467	-1.302184	0.1929
4	0.678815	0.453743	-0.707856	0.4790	4	0.679045	0.453743	-0.707350	0.4793	4	0.658598	0.564076	-0.605241	0.5450
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log DNO is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log EKO_1 is a random walk Included observations: 10 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log FAR is a random walk Included observations: 15 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.872403	0.250000	-0.510389	0.6098	2	0.732075	0.316228	-0.847254	0.3969	2	0.637004	0.258199	-1.405876	0.1598
3	0.827692	0.372678	-0.462351	0.6438	3	0.548200	0.471405	-0.958412	0.3379	3	0.405081	0.384900	-1.545646	0.1222
4	1.103605	0.467707	0.221518	0.8247	4	0.834822	0.591608	-0.279201	0.7801	4	0.740927	0.483046	-0.536333	0.5917
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log GOD is a random walk Included observations: 16 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log GRO is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log GYL is a random walk Included observations: 16 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.284221	0.258199	1.100784	0.2710	2	0.828858	0.242536	-0.705637	0.4804	2	0.777177	0.250000	-0.891291	0.3728
3	1.208674	0.384900	0.542150	0.5877	3	0.670665	0.361551	-0.910897	0.3623	3	0.756011	0.372678	-0.654692	0.5127
4	0.944512	0.483046	-0.114872	0.9085	4	0.641244	0.453743	-0.790660	0.4291	4	0.791878	0.467707	-0.444984	0.6563
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log HNA is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log HNB is a random walk Included observations: 13 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log JIN_1 is a random walk Included observations: 10 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.205997	0.242536	0.849347	0.3957	2	1.077683	0.277350	0.280091	0.7794	2	0.906773	0.316228	-0.294809	0.7681
3	1.384488	0.361551	1.063442	0.2876	3	1.139592	0.413449	0.337629	0.7356	3	0.887078	0.471405	-0.239543	0.8107
4	1.548583	0.453743	1.209017	0.2267	4	0.893315	0.518875	-0.205608	0.8371	4	0.928148	0.591608	-0.121453	0.9033
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log KOG_1 is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log NHY is a random walk Included observations: 21 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log NRC is a random walk Included observations: 13 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.032346	0.316228	-0.102286	0.9185	2	0.435960	0.218218	-2.584754	0.0097	2	1.550118	0.277350	1.983478	0.0473
3	0.934518	0.471405	-0.138909	0.8895	3	0.421171	0.325300	-1.779369	0.0752	3	1.681638	0.413449	1.648662	0.0992
4	0.293305	0.591608	-1.194532	0.2323	4	0.419293	0.408248	-1.422437	0.1549	4	1.390789	0.518875	0.753148	0.4514
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log NSG is a random walk Included observations: 10 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log NTS_1 is a random walk Included observations: 11 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log ODFA is a random walk Included observations: 14 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.983135	0.288675	-0.058423	0.9534	2	1.148386	0.301511	0.492139	0.6226	2	0.773062	0.267261	-0.849122	0.3958
3	1.277513	0.430331	0.644883	0.5190	3	1.088773	0.449467	0.197508	0.8434	3	0.647780	0.398410	-0.884064	0.3767
4	1.758080	0.540062	1.403691	0.1604	4	1.213105	0.564076	0.377795	0.7056	4	0.833242	0.500000	-0.333517	0.7387
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log ODFB is a random walk Included observations: 13 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log OLT is a random walk Included observations: 16 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log ORK is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.885912	0.277350	-0.411350	0.6808	2	0.899391	0.250000	-0.402437	0.6874	2	0.819857	0.242536	-0.742747	0.4576
3	0.728527	0.413449	-0.656605	0.5114	3	0.639177	0.372678	-0.968189	0.3330	3	0.691041	0.361551	-0.854539	0.3928
4	0.808482	0.518875	-0.369103	0.7121	4	0.336951	0.467707	-1.417659	0.1563	4	0.919165	0.453743	-0.178152	0.8586
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log PGS_1 is a random walk Included observations: 11 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log REAH is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log SCL_1 is a random walk Included observations: 10 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.770485	0.301511	-0.761214	0.4465	2	1.054756	0.242536	0.225763	0.8214	2	1.325830	0.316228	1.030364	0.3028
3	0.487400	0.449467	-1.140464	0.2541	3	0.886983	0.361551	-0.312590	0.7546	3	1.289779	0.471405	0.614715	0.5387
4	0.611104	0.564076	-0.689440	0.4905	4	0.715695	0.453743	-0.626577	0.5309	4	1.202899	0.591608	0.342963	0.7316
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log SKI is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log SOL is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log SRBANK_1 is a random walk Included observations: 10 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.919174	0.242536	-0.333255	0.7389	2	0.752359	0.242536	-1.021048	0.3072	2	0.465827	0.316228	-1.689204	0.0912
3	0.726806	0.361551	-0.755618	0.4499	3	0.464023	0.361551	-1.482439	0.1382	3	0.287978	0.471405	-1.510428	0.1309
4	0.793614	0.453743	-0.454853	0.6492	4	0.600406	0.453743	-0.880662	0.3785	4	0.411849	0.591608	-0.994157	0.3201
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log STB is a random walk Included observations: 21 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log TIDE_1 is a random walk Included observations: 11 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log TOM is a random walk Included observations: 15 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.638981	0.218218	-1.654396	0.0980	2	1.366636	0.301511	1.215994	0.2240	2	0.923229	0.258199	-0.297332	0.7662
3	0.495311	0.325300	-1.551456	0.1208	3	1.590911	0.449467	1.314694	0.1886	3	0.964154	0.384900	-0.093131	0.9258
4	0.445898	0.408248	-1.357267	0.1747	4	1.166058	0.564076	0.294389	0.7685	4	1.095663	0.483046	0.198042	0.8430
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log TTS_1 is a random walk Included observations: 10 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log VEI is a random walk Included observations: 14 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log VVL_1 is a random walk Included observations: 11 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.740411	0.316228	-0.820894	0.4117	2	0.547204	0.267261	-1.694207	0.0902	2	0.900035	0.301511	-0.331546	0.7402
3	0.368691	0.471405	-1.339209	0.1805	3	0.362128	0.398410	-1.601047	0.1094	3	0.989752	0.449467	-0.022801	0.9818
4	0.487056	0.591608	-0.867034	0.3859	4	0.269079	0.500000	-1.461842	0.1438	4	0.807602	0.564076	-0.341085	0.7330
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log WWI is a random walk Included observations: 17 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity					Null Hypothesis: Log WWIB is a random walk Included observations: 13 (after adjustments) Standard error estimates assume no heteroskedasticity				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.547423	0.242536	-1.866024	0.0620	2	0.909027	0.277350	-0.328006	0.7429
3	0.479988	0.361551	-1.438282	0.1504	3	0.532205	0.413449	-1.131446	0.2579
4	0.367303	0.453743	-1.394397	0.1632	4	0.419517	0.518875	-1.118735	0.2633
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Toårige avkastninger, justert for heteroskedastisitet (RW3)

Indekser:

Null Hypothesis: Log OSEAX is a martingale Included observations: 17 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log OBX_2 is a martingale Included observations: 14 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log OB_SMALL_2 is a martingale Included observations: 10 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.512373	0.255856	-1.905866	0.0567	2	0.449331	0.309685	-1.778159	0.0754	2	0.493278	0.345632	-1.466075	0.1426
3	0.289236	0.376630	-1.887166	0.0591	3	0.186346	0.448711	-1.813313	0.0698	3	0.411237	0.512246	-1.149374	0.2504
4	0.391511	0.468738	-1.298143	0.1942	4	0.332614	0.553552	-1.205643	0.2280	4	0.532215	0.634390	-0.737377	0.4609
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log OSEAX (uten finanskrisen) is a martingale Included observations: 14 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log OSEBX is a martingale Included observations: 16 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.475637	0.227960	-2.300238	0.0214	2	0.483233	0.253092	-2.041813	0.0412
3	0.350859	0.322426	-2.013302	0.0441	3	0.263185	0.369602	-1.993536	0.0462
4	0.577710	0.387154	-1.090754	0.2754	4	0.384338	0.461124	-1.335132	0.1818
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Enkeltaksjer:

Null Hypothesis: Log ASC is a martingale Included observations: 12 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log ATEA is a martingale Included observations: 14 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log BEL is a martingale Included observations: 17 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.446583	0.300632	-1.840844	0.0656	2	1.141841	0.185890	0.763037	0.4454	2	0.810222	0.173846	-1.091646	0.2750
3	0.442355	0.425679	-1.310013	0.1902	3	1.354763	0.277066	1.280426	0.2004	3	0.857654	0.275756	-0.516203	0.6057
4	0.655942	0.509035	-0.675903	0.4991	4	1.376729	0.358491	1.050874	0.2933	4	0.977430	0.373557	-0.060420	0.9518
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log BON is a martingale Included observations: 17 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log BOR is a martingale Included observations: 17 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log DNB_1 is a martingale Included observations: 11 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.830339	0.195713	-0.866889	0.3860	2	0.943862	0.167886	-0.334385	0.7381	2	0.514725	0.253753	-1.912394	0.0558
3	0.654392	0.290296	-1.190539	0.2338	3	0.740311	0.252577	-1.028158	0.3039	3	0.414712	0.355819	-1.644905	0.1000
4	0.678815	0.360601	-0.890692	0.3731	4	0.679045	0.312126	-1.028286	0.3038	4	0.658598	0.427767	-0.798103	0.4248
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log DNO is a martingale Included observations: 16 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log EKO_1 is a martingale Included observations: 10 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log FAR is a martingale Included observations: 15 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.872403	0.164633	-0.775041	0.4383	2	0.732075	0.291800	-0.918180	0.3585	2	0.637004	0.265699	-1.366189	0.1719
3	0.827692	0.251867	-0.684124	0.4939	3	0.548200	0.427134	-1.057746	0.2902	3	0.405081	0.390990	-1.521570	0.1281
4	1.103605	0.328404	0.315482	0.7524	4	0.834822	0.513456	-0.321698	0.7477	4	0.740927	0.482105	-0.537379	0.5910
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log GOD is a martingale Included observations: 15 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log GRO is a martingale Included observations: 17 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log GYL is a martingale Included observations: 16 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.284221	0.268053	1.060318	0.2890	2	0.828858	0.235037	-0.728148	0.4665	2	0.777177	0.221019	-1.008161	0.3134
3	1.208674	0.420857	0.495830	0.6200	3	0.670665	0.339568	-0.969867	0.3321	3	0.756011	0.342400	-0.712586	0.4761
4	0.944512	0.543973	-0.102005	0.9188	4	0.641244	0.415248	-0.863956	0.3876	4	0.791878	0.439858	-0.473158	0.6361
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log HNA is a martingale Included observations: 17 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log HNB is a martingale Included observations: 17 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log JIN_1 is a martingale Included observations: 10 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.205997	0.202230	1.018628	0.3084	2	1.077683	0.348128	0.223145	0.8234	2	0.906773	0.206891	-0.450609	0.6523
3	1.384488	0.319865	1.202033	0.2294	3	1.139592	0.480327	0.290620	0.7713	3	0.887078	0.338780	-0.333319	0.7389
4	1.548583	0.413031	1.328188	0.1841	4	0.893315	0.570847	-0.186888	0.8517	4	0.928148	0.461900	-0.155588	0.8764
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log KOG_1 is a martingale Included observations: 10 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log NHY is a martingale Included observations: 21 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log NRC is a martingale Included observations: 13 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.032346	0.242085	0.133612	0.8937	2	0.435960	0.255973	-2.203515	0.0276	2	1.550118	0.303415	1.813086	0.0698
3	0.934518	0.354191	-0.184879	0.8533	3	0.421171	0.368049	-1.572693	0.1158	3	1.681638	0.418933	1.627081	0.1037
4	0.293305	0.463036	-1.526220	0.1270	4	0.419293	0.442360	-1.312749	0.1893	4	1.390789	0.496512	0.787069	0.4312
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log NSG is a martingale Included observations: 12 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log NTS_1 is a martingale Included observations: 11 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log ODFa is a martingale Included observations: 14 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.983135	0.127560	-0.132216	0.8948	2	1.148386	0.131320	1.129950	0.2585	2	0.773062	0.129864	0.129864	0.9055
3	1.277513	0.273445	1.014878	0.3102	3	1.088773	0.302718	0.293255	0.7693	3	0.647780	0.264933	-1.329469	0.1837
4	1.758080	0.380371	1.993001	0.0463	4	1.213105	0.424086	0.502505	0.6153	4	0.833242	0.376526	-0.442887	0.6578
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log ODFB is a martingale Included observations: 13 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log OLT is a martingale Included observations: 16 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log ORK is a martingale Included observations: 17 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.885912	0.117717	-0.969171	0.3325	2	0.899391	0.258116	-0.389783	0.6967	2	0.819857	0.148211	-1.215448	0.2242
3	0.728527	0.260566	-1.041858	0.2975	3	0.639177	0.375255	-0.961541	0.3363	3	0.691041	0.233426	-1.323586	0.1856
4	0.808482	0.373300	-0.513042	0.6079	4	0.336951	0.453275	-1.462799	0.1435	4	0.919165	0.310535	-0.260310	0.7946
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				
Null Hypothesis: Log PGS_1 is a martingale Included observations: 11 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log REAH is a martingale Included observations: 17 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates					Null Hypothesis: Log SCI_1 is a martingale Included observations: 10 (after adjustments) Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.770485	0.297306	-0.771982	0.4401	2	1.054756	0.222700	0.245871	0.8058	2	1.325830	0.362212	0.899556	0.3684
3	0.487400	0.430020	-1.192038	0.2332	3	0.886983	0.319502	-0.353729	0.7235	3	1.289779	0.503864	0.575114	0.5652
4	0.611104	0.530148	-0.73562	0.4632	4	0.715695	0.389445	-0.730025	0.4654	4	1.202899	0.589902	0.343955	0.7309
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log SKI is a martingale					Null Hypothesis: Log SOL is a martingale					Null Hypothesis: Log SRBANK_1 is a martingale				
Included observations: 17 (after adjustments)					Included observations: 17 (after adjustments)					Included observations: 10 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.919174	0.196999	-0.410288	0.6816	2	0.752359	0.233595	-1.060126	0.2891	2	0.465827	0.324936	-1.643935	0.1002
3	0.726806	0.269946	-1.012034	0.3115	3	0.464023	0.324345	-1.652492	0.0984	3	0.287978	0.492473	-1.445809	0.1482
4	0.793614	0.311905	-0.661696	0.5082	4	0.600406	0.389787	-1.025159	0.3053	4	0.411849	0.616914	-0.953376	0.3404
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log STB is a martingale					Null Hypothesis: Log TIDE_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log TOM is a martingale				
Included observations: 21 (after adjustments)					Included observations: 11 (after adjustments)					Included observations: 15 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.638981	0.223800	-1.613132	0.1067	2	1.366636	0.192245	1.907132	0.0565	2	0.923229	0.187651	-0.409115	0.6825
3	0.495311	0.323226	-1.561413	0.1184	3	1.590911	0.283911	2.081323	0.0374	3	0.964154	0.275630	-0.130051	0.8965
4	0.445898	0.395635	-1.400539	0.1614	4	1.166058	0.366142	0.453534	0.6502	4	1.095663	0.348658	0.274376	0.7838
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log TTS_1 is a martingale					Null Hypothesis: Log VEI is a martingale					Null Hypothesis: Log VVL_1 is a martingale				
Included observations: 10 (after adjustments)					Included observations: 14 (after adjustments)					Included observations: 11 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.740411	0.334384	-0.776321	0.4376	2	0.547204	0.288280	-1.570679	0.1163	2	0.900035	0.139726	-0.715437	0.4743
3	0.368691	0.493792	-1.278491	0.2011	3	0.362128	0.417525	-1.527746	0.1266	3	0.989752	0.210009	-0.048799	0.9611
4	0.487056	0.611683	-0.838579	0.4017	4	0.269079	0.506460	-1.443197	0.1490	4	0.807602	0.273860	-0.702540	0.4823
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				

Null Hypothesis: Log WWI is a martingale					Null Hypothesis: Log WWIB is a martingale				
Included observations: 17 (after adjustments)					Included observations: 13 (after adjustments)				
Heteroskedasticity robust standard error estimates					Heteroskedasticity robust standard error estimates				
Individual Tests					Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability	Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	0.547423	0.221813	-2.040352	0.0413	2	0.909027	0.189837	-0.479214	0.6318
3	0.479988	0.344525	-1.509358	0.1312	3	0.532205	0.333010	-1.404747	0.1601
4	0.367303	0.433441	-1.459706	0.1444	4	0.419517	0.439113	-1.321945	0.1862
*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom					*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 3 and infinite degrees of freedom				