

**Sikringseffektivitet ved sikring
av jet-fuel med futures samt
verdien av risikostyring**

Kristian Holstad Ellingsen

Finansiering og investering

BE305E 003

Abstract

This thesis examine how a European airline company can use futures to hedge jet-fuel prices, by investigating the hedging effectiveness and optimal hedge ratio for three different cross – hedges: Light Sweet Crude Oil, Heating Oil and Brent Crude Oil. In addition, a survey of published empirical research that deals with risk management is carried out.

In-sample-analysis (using a regression model) in two different periods, and an out-of-sample analysis are conducted for hedging horizons of 1, 3 and 6 months. The best performing contracts in-sample in period 1 have a hedging effectiveness between 74% and 77%, while the best in-sample performance in period 2 is between 93% and 99 %. The evidence suggests that a longer hedging horizon is beneficial, due to the fact that this gives the highest expected hedging effectiveness. When comparing the two in-sample results to see if the ranking of contracts remains the same, it turns out that this is only the case for a hedging horizon of six months. Furthermore, the hedge ratio seems to be more stable when the hedging horizon increases.

A typical starting point for the academic studies reviewed in this thesis is to prove that not just market risk, but also firm specific risk will influence expected returns. With the use of derivatives, the sensitivity towards price risk can be changed. Several academic studies submit evidence suggesting that use of derivatives add value, although it seems to depend on the type of risk being managed.

Forord

Denne oppgaven er skrevet som en del av kurset Finansiering og Investering ved handelshøgskolen i Bodø. I hoveddelen av oppgaven er det utført analyser av futureskontrakter hvor sikringseffektivitet og det optimale sikringsforholdet har blitt estimert.

I denne oppgaven har det vært spesielt utfordrende å ta stilling til hvilken teknikk som er best egnet til å måle sikringseffektivitet og det optimale sikringsforholdet. Jeg vil derfor benytte anledningen til å takke min veileder, Øystein Gjerde ved handelshøgskolen i Bergen, for all den hjelp og inspirasjon han har gitt meg underveis. Uten de gode diskusjonene jeg har hatt med ham, ville det vært vanskelig å gjennomføre en god analyse. Videre vil jeg takke Rolf Volden for at han har tatt seg tid til å diskutere problemene som kan oppstå i en regresjonsanalyse med meg.

Bodø, 18. Mai 2009

Kristian Holstad Ellingsen

Sammendrag

Hoveddelen av denne oppgaven ser på sikringseffektiviteten til utvalgte futureskontrakter når et europeisk flyselskap ønsker å sikre seg mot prissvingninger på drivstoff. I tillegg blir det gitt en vurdering av om det finnes publiserte empiriske bevis for at styring av prisrisiko ved bruk av derivater er verdiskapende.

Formålet med hoveddelen av oppgaven er å avgjøre hvilke av futureskontraktene Brent Crude Oil, Light Sweet Crude Oil og Heating Oil som er best egnet til sikring av drivstoff når man ønsker å sikre seg over 1, 3 eller 6 måneder (sikringshorisonten). Dette gjøres ved å benytte en regresjonsmodell hvor forholdet mellom den enkelte kontrakt og spotprisen brukes til å predikere det optimale hedgingforholdet og hedgingeffektivitet.

Et stort problem når man benytter seg av regresjonsanalyser over lengre tidsperioder er forutsetningen om at stigningskoeffisienten, som i dette tilfellet er hedgingforholdet, er stabil over tidsperioden. På forhånd kunne det være mistanke om at forholdet mellom futureskontraktene og prisen på drivstoff hadde endret seg med den økte volatiliteten og turbulensen vi har opplevd i markedet de siste årene. For å teste hvor stabile resultatene fra en regresjonsmodell virkelig er, deles derfor datamaterialet inn i 2 perioder. Periode 1 strekker seg fra januar 2000 - desember 2004, og periode 2 går fra januar 2005- mars 2009. Ved å sammenligne estimatene i de 2 periodene kan man implisitt avgjøre om hedgingforholdet er stabilt. I tillegg til denne sammenligningen utføres også en "out-of-sample" - test hvor det estimerte hedgingforholdet i periode 1 anvendes i periode 2.

Basert på dataene i periode 1 er den beregnede sikringseffektiviteten for de beste kontraktene mellom 74 % og 77 %, mens den tilsvarende sikringseffektivitet basert på periode 2 er mellom 93 % og 99 %. Alle kontraktene har generelt en mye høyere beregnet hedgingeffektivitet i periode 2. Videre er et fremtredende mønster, spesielt i periode 2, at den beregnede sikringseffektiviteten øker når sikringshorisonten øker. Med andre ord vil man forventes at sikringen er mer effektiv når man sikrer seg over 6 måneder enn når man sikrer seg over 1 måned.

Det er kun ved en sikringshorisont på 6 måneder at man ender opp med en konklusjon som er konsistent mellom periodene. Den beste kontrakten ved en sikringshorisont på 6 måneder er i

begge perioder en Brent Crude Oil – kontrakt. Man kan heller ikke utelukke at det optimale hedgingforholdet er stabilt for denne kontrakten, siden det estimerte hedgingforholdet er uforandret fra periode 1 til periode 2. Ved en sikringshorisont på 1 og 3 måneder forandres konklusjonen med hensyn på hvilken kontrakt som er best egnet. Basert på den estimerte sikringseffektiviteten i periode 2 vil man foretrekke Heating Oil - kontrakter både ved en horisont på 1 og 3 måneder. Dette står i kontrast til konklusjonen i periode 1 hvor det ble beregnet at Brent Crude Oil er best egnet ved en sikringshorisont på 1 og 3 måneder. ”Out-of-sample” - testen viser at man ved å benytte seg av hedgingforholdet, som tilsynelatende er stabilt, ender opp med et resultat som ikke er optimalt. Det kan potensielt sett være veldig kostbart å ikke velge det beste alternativet. Dersom et flyselskap skal sikre seg i flere 1- eller 3- månedersperioder, vil det derfor være fornuftig å oppdatere estimatene fortløpende slik at man til enhver tid benytter den kontrakten som har høyeste hedgingeffektivitet.

Til sist i hoveddelen av oppgaven ble det gjort en analyse som hadde til hensikt å avsløre om det er mulig å oppnå et bedre resultat ved å rulle i 1- månedskontrakter enn når man holdt en 3-månederskontrakt til forfall. Resultatet fra analysen viste at det på generelt grunnlag ikke er mulig å si at det ene er å foretrekke framfor det andre. Noen ganger vil det være bedre å rulle i 1- månedskontrakter, andre ganger vil det være bedre å holde en 3-månedskontrakt til forfall (avhengig av hvilken kontrakt som blir benyttet).

Et utgangspunkt for å bevise at det er av verdi å bruke derivater er at prisrisikoen som eventuelt skal sikres er reflektert i aksjekursen. Prisrisiko vil bestå av både usystematisk og systematisk risiko. Avhengig av type selskap og type prisrisiko vil andelen usystematisk og systematisk risiko kunne variere. I kapitalverdimodellen, som er bygget på en del strenge forutsetninger, er den tradisjonelle tankegangen at investorer kun får betalt for den systematiske risikoen. En del empiriske arbeid mener imidlertid å kunne påvise at man også får betalt for den usystematiske delen av risikoen, og at det er mulig å påvirke hvor sensitiv aksjeavkastningen er ovenfor prisrisikoen som helhet ved å benytte derivater. Selv om man vil kunne påvirke sensitiviteten ovenfor prisrisiko, spriker resultatene med hensyn på om dette øker verdien av til et firma. I sum kan det derfor tyde på at typen derivater som brukes og hvilken type prisrisiko som sikres, vil ha betydning for om verdien på selskapet endres. Med andre ord peker de empiriske bevisene i retning av at man ikke kan utelukke at det faktisk er verdiskapende å drive med sikring i enkelte bransjer.

Innhold

Kapittel 1 Innledning.....	1
1.1 Motivasjon for oppgaven	1
1.2 Problemstilling og formål.....	4
1.3 Datagrunnlag	6
Kapittel 2 Terminkontrakter.....	7
2.1 Innledning.....	7
2.2 Derivater.....	7
2.3 Terminkontrakter.....	8
2.3.1 Forward	8
2.3.2 Futures.....	11
2.4 En beskrivelse av jet-fuel og relevante sikringskontrakter	15
2.4.1 Drivstoff til fly	15
2.4.2 Heating oil (Fyringsolje) futures	16
2.4.3 Light Sweet Crude oil (råolje) futures.....	16
2.4.4 Brent Crude oil (nordsjøolje)futures	17
2.4.5 Jet-fuel futures.....	17
Kapittel 3 Prising av terminkontrakter	18
3.1 Innledning.....	18
3.2 Lagringskostnadshypotesen	18
3.3 Forventningshypotesen.....	20
3.4 Volumbalansen.....	21
3.5 Likheter og forskjeller mellom Futures og Forwards.....	22
Kapittel 4 Hvorfor håndtere risiko?	23
4.1. Innledning.....	23
4.2 Motiv for å sikre seg.....	23
4.2.1 Hedging gir reduksjon i forventede finansielle krisekostnader.....	23
4.2.2 Hedging øker sannsynligheten for at fremtidige lønnsomme investeringer blir gjennomført	24
4.2.3 Det er mer kostbart for enkeltindivider å drive med risikostyring enn for et selskap	25
4.2.4 Firmaet kan ha bedre informasjon enn investorer	25
4.2.5 Usystematisk risiko bør hedges når eierne ikke er veldiversifisert.....	25
4.2.6 Hedging kan øke gjeldskapasiteten	26

4.2.7 Risikostyring kan redusere skatt	26
4.2.8 Risikoavers ledelse	26
4.3 Hvordan håndtere risiko	27
4.4 Irrelevante argumenter i forbindelse med hedging	27
4.4.1 Sikringspremien indikerer om hedging er kostbart	27
4.4.2 En sikringskontrakt som har en verdi på 0 ved inngåelse kan ikke påvirke et firmas verdi	28
Kapittel 5 Metode for beregning av optimalt sikringsforhold og sikringseffektivitet	30
5.1 Innledning	30
5.2 Generelt om metode	30
5.2.1 Forskningsdesign	30
5.2.2 Validitet	32
5.2.3 Reliabilitet	33
5.3 Måling av sikringseffektivitet og beregning av optimalt sikringsforhold for futures	33
5.4 Forutsetninger for å bruke den klassiske lineære regresjonsmodellen (Classical Linear Regression Model (CLRM))	38
5.4.1 Forutsetninger knyttet til feilleddene	38
5.4.2 Andre kritiske forutsetninger knyttet til modellen	47
5.5 “out-of sample” hedgingeffektivitet	48
Kapittel 6 Analyse av futureskontraktene	50
6.1 Innledning	50
6.2 Periode 1 (januar 2000 til desember 2004): Analyse av hedgingeffektivitet ved bruk av kontrakter lik sikringshorisonten	51
6.2.1 Hedging ved bruk av den nærliggende futureskontrakten (1 mnd) i periode 1	51
6.2.2 Hedging ved bruk av den tredje mest nærliggende futureskontrakten (3 mnd) i periode 1	56
6.2.3 Hedging ved bruk av den sjette mest nærliggende futureskontrakten(6 mnd) i periode 1	61
6.2.4 Sammenfatning av resultater i første periode	64
6.3 Periode 2 (desember 2004 til mars 2009): Analyse av hedgingeffektivitet ved bruk av kontrakter lik sikringshorisonten	65
6.3.1 Hedging ved bruk av den nærliggende futureskontrakten (1 mnd) i periode 2	65
6.3.2 Hedging ved bruk av den tredje mest nærliggende futureskontrakten (3 mnd) i periode 2	70

6.3.3 Hedging ved bruk av den sjette mest nærliggende futureskontrakten (6 mnd) i periode 2.....	76
6.3.4 Sammenfatning av resultater i andre periode.....	79
6.4 Oppsummering og diskusjon av kontraktens ytelse i periode 1 og periode 2.....	80
6.4.1 Variansreduksjon.....	80
6.4.2 Sikringsforholdet.....	81
6.5 Testing av effektivitet ved en sikringshorisont på 3 måneder: Er det bedre å rulle i 1-månedskontrakter enn å holde en 3 månederskontrakt til forfall?.....	83
6.6 "out-of-sample" hedgingeffektivitet i periode 2.....	86
6.7 Konklusjon.....	92
Kapittel 7 Kan bruk av derivater øke verdien på et selskap? : Empiriske bevis.....	93
7.1 Innledning.....	93
7.2 Empiriske bevis fram til 2005.....	93
7.2.1 Reflekteres finansiell prisisiko i aksjekursens oppførsel?.....	94
7.2.2 Er bruk av derivater forbundet med redusert risiko?.....	95
7.2.3 Er kontantstrømmens volatilitet relatert til firmaverdi?.....	95
7.2.4 Er det en sammenheng mellom risikostyring og verdien på firmaet?.....	96
7.3 Empiriske bevis etter 2005.....	98
7.4 Oppsummering og diskusjon.....	99
Kapittel 8 Konklusjon.....	100
Vedlegg 1 Fullstendig beskrivelse av kontraktene.....	104
Vedlegg 2 Oversikt over forkortelser brukt på kontraktene.....	113

Tabelloversikt

Tabell 6.1: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 1 måned i periode 1.....	52
Tabell 6.2: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 1 måned i periode 1.....	55
Tabell 6.3: Resultatet av tester utført på feilleddet i modellen når man har en sikringshorisont på 1 måned i periode 1.....	56
Tabell 6.4: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 1 måned i periode 1.....	56
Tabell 6.5: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 3 måneder i periode 1.....	57
Tabell 6.6: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 3 måneder i periode 1.....	59
Tabell 6.7: Resultatet av tester utført på feilleddet i modellen når man har en sikringshorisont på 3 måneder i periode 1.....	60
Tabell 6.8: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 3 måneder i periode 1.....	61
Tabell 6.9: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcutts prosedyre og en sikringshorisont på 3 måneder i periode 1.....	61
Tabell 6.10: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 6 måneder i periode 1.....	62
Tabell 6.11: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 6 måneder i periode 1.....	62
Tabell 6.12: Resultatet av tester utført på feilleddet i modellen når man har en sikringshorisont på 6 måneder i periode 1.....	63
Tabell 6.13: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 6 måneder i periode 1.....	64
Tabell 6.14: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcutts prosedyre og en sikringshorisont på 6 måneder i periode 1.....	64
Tabell 6.15: Variansreduksjon etter lengde på kontrakten (lik sikringshorisonten) og type kontrakt i periode 1.....	65

Tabell 6.16: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 1 måned i periode 2..	
Tabell 6.17: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 1 måned i periode 2.....	68
Tabell 6.18: Resultatet av tester utført på feilledet i modellen når man har en sikringshorisont på 1 måned i periode 2.....	69
Tabell 6.19: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 1 måned i periode 2.....	70
Tabell 6.20: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcuts prosedyre og en sikringshorisont på 1 måned i periode 2.....	70
Tabell 6.21: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 3 måneder i periode 2.....	71
Tabell 6.22: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 3 måneder i periode 2.....	73
Tabell 6.23: Resultatet av tester utført på feilledet i modellen når man har en sikringshorisont på 3 måneder i periode 2.....	74
Tabell 6.24: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 3 måneder i periode 2.....	75
Tabell 6.25: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcuts prosedyre og en sikringshorisont på 3 måneder i periode 2.....	75
Tabell 6.26: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 6 måneder i periode 2.....	76
Tabell 6.27: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 6 måneder i periode 2.....	77
Tabell 6.28: Resultatet av tester utført på feilledet i modellen når man har en sikringshorisont på 6 måneder i periode 2.....	78
Tabell 6.29: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 6 måneder i periode 2.....	78
Tabell 6.30: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcuts prosedyre og en sikringshorisont på 6 måneder i periode 2.....	79
Tabell 6.31: Variansreduksjon etter lengde på kontrakten (lik sikringshorisonten) og type kontrakt i periode 2.....	79

Tabell 6.32: Det estimerte sikringsforholdet (med standardfeil) i begge perioder for alle kontrakter.....	82
Tabell 6.33: Test av om residualene til 3brent1 og 3heating1 følger forutsetningene i modellen i periode 1 og 2.....	84
Tabell 6.34: Ukorrigerte og korrigerede estimer ved rulling i brent1 og heating1 i begge perioder.....	85
Tabell 6.35: variansreduksjon ved hhv å rulle i 1 månederskontrakter (brent1 og heating1) og ved å holde kontrakten til forfall (brent3 og heating3).....	85
Tabell 6.36: ”out-of-sample” gjennomsnitt, standardavvik og variansreduksjon for ulike kontrakter og sikringshorisonter.....	87

Figuroversikt

Figur 1.1: Utviklingen i spotprisen på Nordsjøolje.....	1
Figur 1.2: Likviditetsutviklingen i futures og opsjonsmarkedet fra 2003 til 2008.....	3
Figur 6.1: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Heating1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	53
Figur 6.2: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Brent1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	54
Figur 6.3: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Crude1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	54
Figur 6.4: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Crude3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	58
Figur 6.5: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Heating3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	58
Figur 6.6: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Brent3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	59
Figur 6.7: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Crude1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	67
Figur 6.8: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Brent1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	67
Figur 6.9: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Heating1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	68
Figur 6.10: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Crude3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	72
Figur 6.11: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Brent3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	72
Figur 6.12: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Heating3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.....	73
Figur 6.13: Avkastning til porteføljen bestående av brent6 og avkastning ved ikke å sikre seg.....	88
Figur 6.14: Avkastningen ved å: rulle i brent1, holde brent3, og ikke sikre seg.....	90
Figur 6.15: Avkastningen ved å: rulle i heating1, holde heating3, og ikke sikre seg.....	91

Begrepsordliste

Alternativkostnad – Verdien av beste alternative anvendelse av en ressurs.

Basis – Forskjell mellom spotpris og futurespris.

”*Bid-ask-spread*” – Forskjellen mellom den høyeste prisen en kjøper er villig til å betale for en vare og den laveste prisen en selger er villig til å selge varen for.

”*Day-trader*” – Kjøper og selger aktiva i løpet av en dag i håp om å tjene penger.

Dividende – Utbytte.

Ex ante – Ut fra antagelser og forhåndsvurderinger (motsatt av *ex post*).

Ex post – Ut fra den viten man har om noe etter at det har skjedd (motsatt av *ex ante*).

*h** - Sikringsforholdet som minimerer variasjonen i avkastning.

”*Hedgere*” – Referer til aktører som benytter derivater til å sikre seg mot prissvingninger. Er opptatt av å redusere variasjonen i prisene.

”*In-sample*”- *prediksjoner* - Hvordan modellen passer dataene i utvalget (samplet).

Kort posisjon – Kontrakt om salg på termin (salgssikring).

Kryssikring (”*cross hedge*”) – En hedge hvor spot- og futuresvare ikke er identiske.

Lang posisjon – Kontrakt om kjøp på termin (kjøpssikring).

Optimalt Sikringsforhold (Hedgingforhold) – Forteller hvor mange futureskontrakter man må handle per enhet av spotposisjonen for å minimere risiko.

”*Out-of-sample*” *prediksjoner* - hvor godt en modell kan spå framtidige verdier av den avhengige variabelen gitt ulike verdier av de uavhengige variablene.

Perfekt hedge - Er mulig å oppnå når spotvaren og terminkontrakten er identiske. Det vil si at det ikke er noen risiko for at basis på forfall er forskjellig fra null.

Risikoaversjon – Motvilje mot risiko.

Rulling / Rullehedge – Innebærer at man bruker futures med kun en forfallsdato. Når datoen for forfall nærmer seg, går man ut av den nærliggende kontrakten og velger en kontrakt med en senere forfallsdato.

Sikringseffektivitet (Hedgingeffektivitet) – Et mål på hvor stor reduksjonen i varians er i forhold til en usikret posisjon. Dette er et prosenttall som fremkommer ved å trekke sikringsporteføljens varians fra spotvarens varians, for deretter å dividere med spotvarens varians. En alternativ framgangsmåte, som gir det samme forholdstallet, er å kvadrere korrelasjonskoeffisienten mellom spotvaren og futureskontrakten

Sikringshorisont (hedginghorisont) - Brukes for å beskrive hvor langt fram i tid man ønsker å sikre seg. En sikringshorisont på 1 måned innebærer at man ønsker å sikre seg mot at spotprisen skal være forandret om 1 måned.

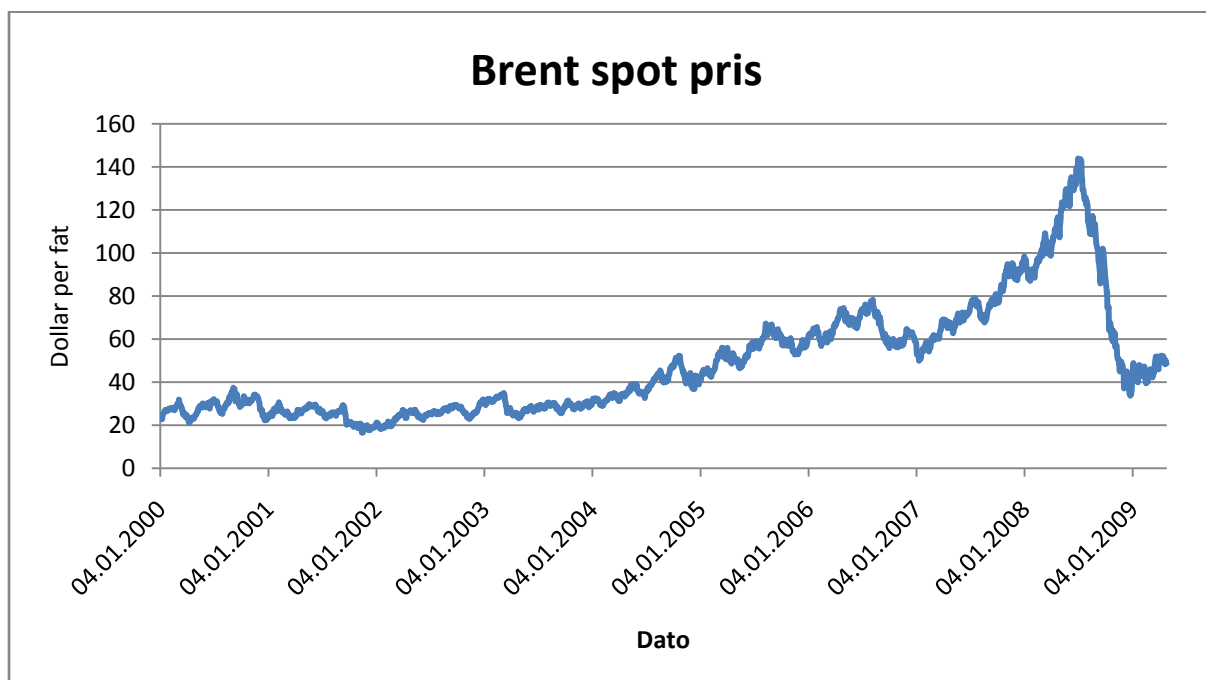
Spekulanter – Spekulerer i fremtidig prisutvikling. Benytter derivater når egne forventninger til framtidige priser avviker fra markedsforventningene, i håp om å tjene penger på de posisjonene han/hun har inntatt.

Utgangsrisiko – Spotposisjonens varians

Kapittel 1 Innledning

1.1 Motivasjon for oppgaven

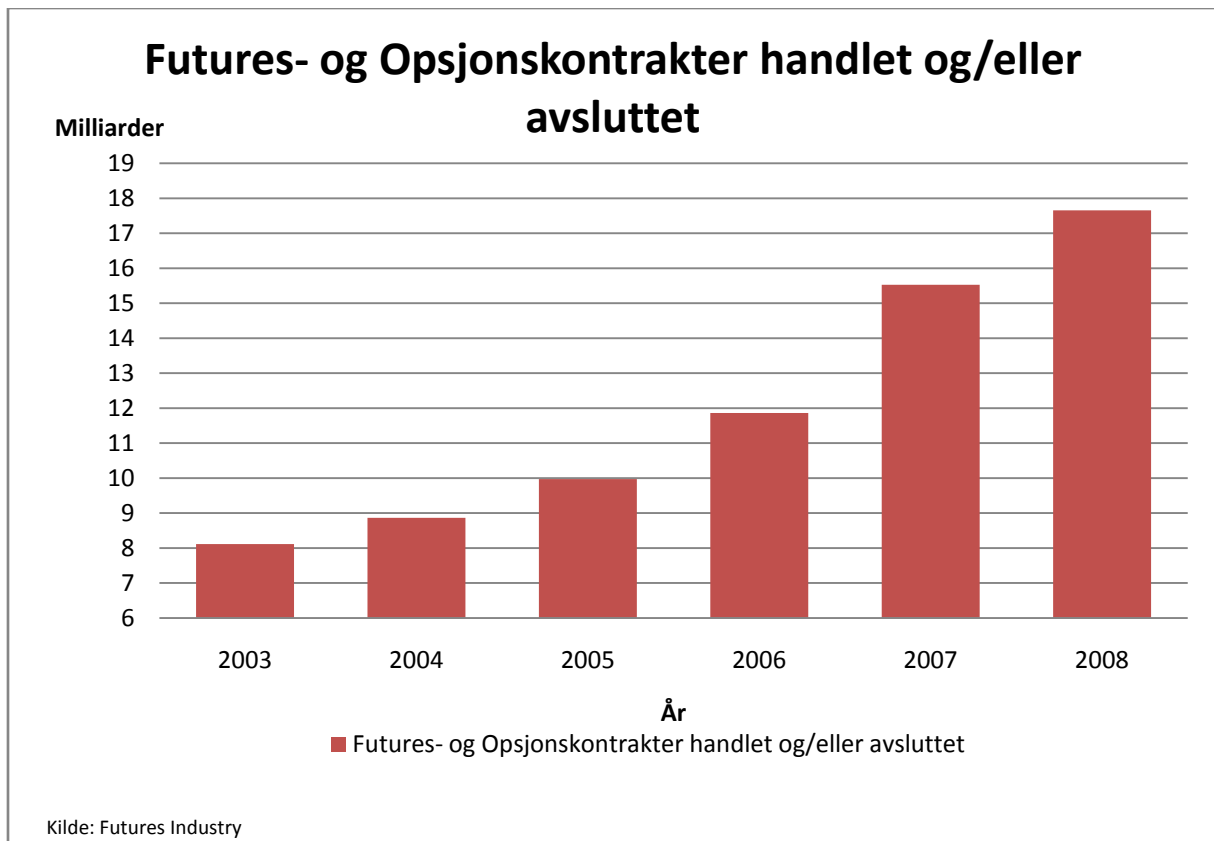
Den ekstreme prisutviklingen og variasjonen i oljeprisen de siste årene (se figur 1.1) har gitt tilsvarende ekstreme utslag i inntjeningen til firma som har oljerelaterte produkter som innsatsfaktorer. I transportsektoren er flyselskapene en av de bransjene som er særlig påvirket av hvordan oljeprisen utvikler seg, da drivstoff til fly vil utgjøre en vesentlig del av de driftsavhengige kostnadene. For å få et bilde av hvor stor prosentandel drivstoff utgjør av de totale driftsavhengige kostnadene kan man for eksempel se på den norske aktøren Norwegian i perioden mellom 2003 og 2007. Fra årsrapportene i denne perioden finner man at kostnader til driftstoff utgjør 16,2 % (2003), 20,8 % (2004), 25,5 % (2005), 29,7 % (2006), 31,2 % (2007). I gjennomsnitt har altså drivstoff utgjort ca 25 % av de driftsavhengige kostnadene i denne perioden.



Figur 1.1: Utviklingen i spotprisen på Nordsjøolje

Tradisjonelt sett har det vært liten mulighet til å ta ut økte drivstoffkostnader i økte billettpriser ifølge Cobbs og Wolf (2004). Forutsetningen for at det skal være mulig å overføre økte drivstoffkostnader til kunder er at alle aktørene i markedet gjør dette. Dersom et selskap øker billettprisen som følge av økte drivstoffkostnader og konkurrerende selskaper ikke følger etter, vil selskapet som satte opp billettprisen kunne oppleve et fall i etterspørselen. En mulig løsning for å styre risikoen som er forbundet med økte drivstoffkostnader, er å benytte seg av derivater. Her finner man imidlertid at det ofte er store og suksessfulle firma som benytter seg av derivater, mens mindre selskaper ikke har noen styring av denne risikoen. Også aktørene på det norske flymarkedet har en varierende tilnærming til bruken av derivater. SAS-gruppen har gjennom flere år hatt en politikk som tilsier at man alltid sikrer 40 % -60 % av drivstoffkostnadene, mens Norwegian ser ut til å vektlegge egne antagelser om prisutviklingen og sikre seg deretter (en mer spekulativ tilnærming). Disse to vidt forskjellige måtene å drive risikostyring på fikk en god del oppmerksomhet i media i 2008 da Norwegian gikk usikret gjennom hele året. Selv om 2008 var en ekstermperiode så aktualiserer det spørsmålet om hvorvidt risikostyring med derivater er verdifullt for bedriften. Kan man på generell basis slå fast at aksjonærer verdsetter at et firma driver med slik risikostyring?

Oljeprisen er ikke den eneste råvaren som har hatt en stor prisvariasjon de siste årene. Mange andre råvarer som for eksempel gull og sølv, har hatt en tilsvarende utvikling. I forbindelse med den generelle økningen i råvarepriser fra 2004 til midten av 2008 har vi også opplevd en økning i volumet av derivathandel (se figur 1.2).



Figur 1.2: Likviditetsutviklingen i futures og opsjonsmarkedet fra 2003 til 2008.

Mens det i 2003 var ca 8 milliarder futures- og opsjons-kontrakter som ble handlet i hele verden, er tallet i 2008 mer enn fordoblet til ca 17,7 milliarder kontrakter. Av de 17,7 milliardene utgjorde energikontrakter ca 580 millioner (3,3 %). Ser man på den mest populære kontrakten innenfor kategoriene futures og opsjoner, finner man at det ble handlet suverent flest futureskontrakter. 135 millioner Light Sweet Crude Oil futures ble handlet i USA i 2008. Den mest handlede opsjonskontrakten var faktisk en opsjon på en futureskontrakt (Light Sweet Crude Oil futures (USA)) med 35 millioner avsluttede kontrakter. Sett i lys av at futureskontrakter åpenbart er populære sikrings- (og spekulasjons-) instrumenter i energisektoren er det derfor av stor interesse å studere disse kontraktens ytelse når et flyselskap benytter seg av dem til å sikre seg mot prisrisiko.

1.2 Problemstilling og formål

I denne oppgaven er problemstillingen todelt.

Hoveddelen i oppgaven har som mål å slå fast hvilken futureskontrakt, notert på en europeisk eller amerikansk børs, som er best egnet til å sikre seg mot prisendringer i flydrivstoff. I tillegg utføres et litteraturstudie for å se om empiri og teori stemmer over ens med hensyn på om det er verdifullt for et selskap å sikre seg ved hjelp av derivater. Med andre ord kan problemstillingen formuleres som:

A) Hvilken hedgingeffektivitet kan man forvente for utvalgte oljerelaterte futureskontrakter ved sikring av prisen på drivstoff til fly?

Ved analyse av disse kontraktene kan man dele denne delen av problemstillingen inn i underkategorier. Disse er:

a. Vil hedgingeffektiviteten være forskjellig i ulike perioder, og vil dette endre synet på hvilken kontrakt som er best egnet?

Med reduksjon i varians som et mål på hedgingeffektivitet besvares dette spørsmålet ved å undersøke to ulike tidsperioder. I tillegg utføres en "out-of-sample" -test der det estimerte hedgningforholdet i periode 1 anvendes i periode 2. Dersom forholdet mellom spotvaren og futureskontraktene endrer seg over tid, vil dette bety at man vil kunne ende opp med forskjellige konklusjoner for ulike tidsperioder.

b. Vil antallet dager man ønsker å sikre seg over (sikringshorisonten) ha betydning for hedgingeffektiviteten?

Dette spørsmålet besvares ved å studere hedgingeffektivitet når man sikrer seg for 1 måned, 3 måneder og 6 måneder.

c. Gitt at sikringshorisonten er på 3 måneder, vil man oppnå et bedre resultat ved å rulle i 1- månederskontrakter enn når man holder en 3 månederskontrakt til forfall?

d. Er hedgingforholdet stabilt, eller endres dette mellom ulike perioder?

For å besvare spørsmålet om hedgingforholdet er stabilt sammenlignes det beregnede optimale hedgingforholdet i to ulike tidsperioder. Hypotesen er at

prisvolatiliteten ikke har vært lik i disse periodene, og at forholdet mellom spotvaren og futuresvaren derfor har endret seg. Her vil det også være av interesse å se om sikringshorisonten har betydning for hvor stabilt hedgingforholdet er.

B) *Kan empiriske undersøkelser bekrefte at det er verdifullt for et selskap å sikre seg mot prissisiko ved hjelp av derivater?*

Selv om man i teorien kan tenke seg gode grunner til at styring av prissisiko kan være verdifullt for et selskap er det ikke sikkert at man opplever at disse argumentene alltid vil være relevant for alle typer firma. En del av oppgaven har derfor til hensikt å sammenfatte og vurdere hva tidligere empiriske undersøkelser på emnet har konkludert med.

I kapitel 2, kalt ”Terminkontrakter”, blir det gitt et oversiktsbilde av terminkontrakter som inkluderer: hva en terminkontrakt er, hvordan man handler terminkontrakter, og andre institusjonelle forhold. I dette kapitlet presenteres også mulige kontrakter som kan være godt egnet til sikring av drivstoffpris.

Kapitel 3 heter ”Prising av terminkontrakter” og vil gi et bilde av de ulike prisingsteoriene for terminer.

I kapitel 4 introduseres de teoretiske begrunnelsene for at sikring kan være verdifullt for et firma.

Kapitel 5 presenterer metoden og forutsetningene for beregning av det optimale sikringsforholdet og sikringseffektivitet, og danner derfor grunnlaget for beregningene som gjøres i kapitel 6.

I kapitel 6 gjøres en analyse av terminkontraktene med hensyn på sikringseffektivitet og optimalt hedgingforhold.

Kapitel 7 tar opp tråden fra kapitel 4 ved å gi en oversikt over de empiriske arbeidene som er gjort for å besvare om det virkelig er slik at et firma ved å sikre seg har økt sin verdi. I dette kapitlet får man altså svar på problemstillingens del B)

1.3 Datagrunnlag

Utgangspunktet for å beregne det optimale hedgingforholdet og hedgingeffektivitet er historiske priser på drivstoff og futureskontrakter. Kildene til disse dataene er flere:

- Moore research center, inc (www.mrci.com) har daglige historiske sluttpriser for et bredt utvalg av kontrakter helt tilbake til år 2000. Prisene på Brent futures samt Crude oil og Heating oil med forfall om 6 måneder er hentet herfra.

- Energy information administration (www.eia.doe.gov) leverer offisiell prisstatistikk fra den amerikanske stat. Spotprisen på drivstoff, samt den historiske prisen på 1 og 3 måneders futures er hentet herfra.

- Data sendt direkte fra New York Mercantile Exchange er brukt for å kryssjekke at de to kildene som er brukt inneholder korrekte historiske priser for 1 måneders Heating Oil kontrakter og 1 måneders Light Sweet Crude Oil kontrakter. Dette er gjort ved å plukke ut noen tilfeldige datoer for så å kontrollere at man operer med de samme prisene. Av de 10 forskjellige datoene som ble sjekket var prisen den samme hos alle 3 kilder.

Ved analyse av dataene brukes en kombinasjon av de to statistikkprogrammene SPSS og EVIEWS.

Kapittel 2 Terminkontrakter

2.1 Innledning

Dette kapitlet starter med å gi en generell beskrivelse av derivater før jeg går inn på hva som er spesielt for terminkontrakter. Avslutningsvis presenteres alle de kontraktene som analyseres i denne oppgaven, og kontrakter som eventuelt kan være bedre egnet.

2.2 Derivater

Utrykket derivater stammer fra det engelske ordet "derived from" som henspiller på det faktum at verdien på et derivat er avhengig av prisen på et underliggende aktivum. Hovedsakelig finnes det 4 grupper av derivater; forward-, futures-, swaps- og opsjonskontrakter. Blant disse kan man dra et skille mellom forward-, futures- og swapskontrakter på den ene siden, og opsjonskontrakter på den andre siden. Årsaken til dette er at både futureskontrakter og swapkontrakter i prinsippet kan konstrueres ved hjelp av forwardkontrakter. Det vanligste er imidlertid å vurdere forward- og futureskontrakter som relativt like instrumenter. Forskjellen mellom en futureskontrakt og en forwardkontrakt er i hovedsak den at en futureskontrakt gjøres opp daglig. I praksis har de derfor tilnærmet lik utøvelses pris, og fellesbetegnelsen på futures og forward er terminkontrakter.

Aktørene som ønsker å benytte seg av derivater, kan grupperes etter hva som er formålet med kjøpet. Den første gruppen av aktører er de som kjøper derivater for å sikre seg mot prissvingninger. Opprinnelig ble futuresmarkedene opprettet for å møte behovene til bønder som var opptatt av å sikre seg mot prisusikkerhet. Bønder i USA som ønsket å låse inn en framtidig pris for sine avlinger, kunne kjøpe standardiserte kontrakter på New York Cotton Exchange (NYCE) da den åpnet i 1842, og senere også på Chicago Board of Trade (CBOT) som åpnet i 1848. Den engelske betegnelsen på de som benytter seg av derivater til å sikre seg mot prisusikkerhet er "*hedgers*". Den andre gruppen av aktører i derivatmarkedet kalles *spekulanter*. I motsetning til de som hedger er spekulanter i utgangspunktet ikke utsatt for noen naturlige risikokilder. Ut fra egen oppfatning om hvordan markedet vil utvikle seg

ønsker spekulanter å ta risiko ved å kjøpe derivater, og på denne måten forsøke å tjene penger. En spekulant som tar posisjoner i derivatmarkedet, inngår i praksis et ”veddemål” om hvilken retning de framtidige priser vil ta. Den tredje viktige gruppen som operer i derivatmarkedet er de som driver med *arbitrasjehandel*. Selv om gruppen er relativt liten i størrelse i forhold til de to førstnevnte gruppene, er den viktig fordi den teoretiske prisingen av derivater generelt baserer seg på fravær av arbitrasjemuligheter. De som driver med arbitrasje, vil handle derivater ut fra en forutsetning om at like ting må koste det samme. I tilfeller der prisene på forskjellige instrumenter / aktiva ikke tilfredsstillende dette kriterium vil en som driver med arbitrasje risikofritt og uten endring i netto kontantstrøm kunne oppnå profitt basert på denne ubalansen. Et enkelt eksempel på hvordan en arbitrasjemulighet kunne oppstå er dersom den samme aksjen ble solgt til forskjellig pris på to forskjellige børser (Bodie, et al., 2008). Man kunne da kjøpe aksjene på den børsen der de var billigst og simultant selge dem på børsen der man fikk høyest pris. ”Loven om en pris” er et eksempel på et arbitrasjeargument der det hevdes at dersom to aktiva er ekvivalente i alle økonomisk relevante perspektiv, bør de ha samme markedspris. Et eventuelt brudd på forutsetningen om lik pris vil føre til at de som driver med arbitrasjehandel raskt eliminerer muligheten til slik risikofri gevinst. Dette er en følge av at mange vil ønske å kjøpe det relativt underprisede aktivumet og presse prisen opp, samtidig som det relativt overprisede aktivumet vil ha mange selgere og dermed et prispress i negativ retning. Prosessen fører til at arbitrasjemuligheten raskt forsvinner som en følge av at aktivaene kommer i likevekt, og man anser dem å være riktig priset i forhold til hverandre. Arbitrasjehandlere er altså med på å opprettholde og underbygge loven om en pris.

2.3 Terminkontrakter

Å benytte seg av forwardkontrakter vil kunne være et alternativ til å benytte seg av futureskontrakter. Dette avsnittet begynner derfor med å beskrive forwardkontrakter, og hvilke fordeler og ulemper som er forbundet med denne typen av terminkontrakter.

2.3.1 Forward

Den som kjøper en forwardkontrakt avtaler i praksis å betale for noe på en framtidig leveringsdato. Selv om vilkårene for kontrakten blir avtalt i dag vil det normalt ikke skje noen inn eller utbetalinger før den avtalte forfallsdatoen. Den som kjøper kontrakten har en *lang* (eng: *long*) posisjon, mens den som selger kontrakten har en kort (eng: *short*) posisjon.

Hvorvidt man ønsker å ta en lang eller kort posisjon vil avhenge av om man er bekymret for prisoppgang eller prisnedgang. Et flyselskap har et oljerelatert produkt som innsatsfaktor vil være bekymret for at oljeprisen skal stige uventet. Man vil derfor ønske å gå inn i en long hedge. Prisen som avtales for varen som kjøpes kalles forwardpris, og denne vil med stor sannsynlighet avvike fra det varen koster i dag (spot prisen). Når forwardkontrakten er riktig priset, vil verdien av kontrakten være null for begge parter. Ved forfall vil parten som er long ha gevinst (tap) dersom spotprisen er høyere (lavere) enn den forwardprisen som ble avtalt, mens den som er kort vil ha et tilsvarende tap (gevinst). Dette er et null – sum – spill, noe som nødvendigvis innebærer at tapet til den ene parten er like stort som gevinsten til motparten. Mange forwardkontrakter er kontantoppgjør. Ved kontantoppgjør leveres ikke varen til avtalt pris, men den parten som har tjent penger på sin posisjon, mottar heller differansen mellom forward- og spot-pris på forfallsdato. Forwardkontrakter handles ofte med finansielle institusjoner som har etablert markeder for forwardkontrakter. Disse markedene kalles ”over-the-counter market”, forkortet til OTC - markedet. Mens børser er åpne for alle som tilfredsstillende visse finansielle kriterier, er OTC - markedene hovedsakelig forbeholdt finansielt sterke aktører. Generelt kalles alle derivater som ikke handles på børs for OTC - kontrakter.

Fordelen for et flyselskap som ønsker å sikre seg mot svingninger i prisen på drivstoff er at man kan handle direkte med selgeren av drivstoffet. Ulempen er at forwardkontrakter på drivstoff vil være mindre likvid enn eksempelvis en futureskontrakt på olje. Likviditet er i denne sammenheng knyttet til hvor raskt man kan selge kontrakter til riktig pris. For parten som har en lang posisjon i en forwardkontrakt, eksisterer det to muligheter for å kvitte seg med kontrakten:

- 1) Parten med den lange posisjonen kan forhandle fram at kontrakten avsluttes før forfall. Dette innebærer at parten som er i tapsposisjon betaler motparten slik at kontrakten kanselleres. Dersom forwardprisen har falt siden inngåelse av kontrakten, vil parten som har den lange posisjonen være nødt til å betale den som har den korte posisjonen, og vice versa dersom forwardprisen har steget.
- 2) Den andre muligheten som eksisterer er at den som er i en lang posisjon, prøver å selge varen videre til en tredjepart til den forwardpris som ansees som korrekt. Dersom forwardprisen er høyere enn da kontrakten ble inngått, vil parten som er i en lang posisjon kunne realisere en profitt ved et slikt videresalg.

Fordeler og ulemper ved å bruke forwardkontrakter til å håndtere risiko

Dubofsky og Miller (2003) peker på 5 fordeler og 4 ulemper forbundet med å inngå forwardkontrakter kontra det å handle i spotmarkedet:

Fordeler:

1. Ingen kostnader oppstår før forfallsdato. Dersom man eksempelvis skulle handle drivstoff i spotmarkedet, måtte man betalt i dag. Siden det er forbundet en alternativkostnad med å bruke penger vil det være billigere å benytte seg av en forwardkontrakt.
2. Ved kjøp av varen i spotmarkedet vil man pådra seg en lagringskostnad dersom varen er tenkt benyttet senere.
3. Dersom selskapet på et senere tidspunkt finner ut at de ikke har behov for varen som det er inngått forwardkontrakt på, kan det være enklere å kvitte seg med en slik kontrakt enn om man hadde kjøpt selve varen.
4. Beløpet som er knyttet opp mot misligholdsrisiko, det vil si faren for at en av partene ikke vil/kan oppfylle sin del av forpliktelsene, er kun en brøkdel av hva som risikeres ved et kontantkjøp. I prinsippet risikerer man bare å tape forskjellen mellom spot- og forward- pris multiplisert med størrelsen på posisjonen.
5. Transaksjonskostnader som "bid-ask spread" og provisjon kan være lavere i forwardmarkedet enn i spotmarkedet.

Ulemper:

1. Man kan bli påført to sett med transaksjonskostnader.
2. Forwardmarkedet er mer eller mindre reservert for store organisasjoner på grunn av minimumsstørrelsene på kontraktene som tegnes.
3. Man må bekymre seg for risikoen for mislighold.
4. Hvis ikke underliggende aktivum og forwardkontrakten er identiske, vil man ikke kunne oppnå en perfekt hedge. Det vil si at man ikke kan kvitte seg med all risiko.

At transaksjonskostnadene kan bli større når man benytter seg av sikringsinstrumenter enn når man handler i spotmarkedet, er muligens en ulempe som kan bli tillagt stor vekt når beslutningen om sikring/ ikke sikring foretas. I tillegg er det et godt poeng at ikke alle vil ha adgang til å sikre seg ved bruk av forwardkontrakter, noe som gjør at futureskontrakter kan være et godt alternativ (se kap. 2.3.2). Det faktum at man i noen tilfeller ikke vil ha mulighet

til å kvitte seg med all risiko er et mindre relevant argument for beslutningen om sikring. Selv om ikke all risiko fjernes vil en stor del av risikoen kunne elimineres, noe som tross alt er bedre enn at ingen risiko fjernes. I tillegg til at bruken av forwardkontrakter kan være med på å fjerne risiko, vil jeg tro at fordelene ved selv å slippe å lagre varen er et av de argumentene som kan bli tillagt stor vekt. Spesielt vil et slikt argument være av betydning dersom man ikke har mulighet til å lagre store kvantum av varen over lengre tid.

2.3.2 Futures

En futureskontrakt har mange likhetstrekk med en forwardkontrakt. På samme måte som for en forwardkontrakt avtales det pris på en vare som skal leveres på et fremtidig tidspunkt. Den mest distinkte forskjellen er imidlertid at en futureskontrakt gjøres opp daglig ved at prisendringen på kontrakten fra en dag til den neste betales inn/ut på en marginkonto. Konseptuelt kan derfor en futureskontrakt sees på som en serie med 1-dags forwardkontrakter. Dersom en futureskontrakt for levering i desember går opp med 1 \$ fra en dag til den neste, betyr altså dette at den som er i en lang posisjon får 1 \$ inn på marginkontoen, mens den som er i en kort posisjon blir trukket et tilsvarende beløp. Fordelen med margininnbetalinger / marginutbetalinger er at man ikke står ovenfor den samme risikoen for mislighold. Det teoretiske beløpet man står i fare for å miste er endringen i futurespris fra en dag til den neste. Dette står i kontrast til en forwardkontrakt hvor misligholdsrisikoen er betraktelig større i og med at oppgjøret ikke finner sted før leveringsdato.

Oppgjør

I motsetning til en forwardkontrakt, hvor man kan forhandle seg fram til størrelse på kontrakten, leveringssted og kvalitet, er alle futureskontrakter standardiserte. Siden det kun er prisen man forhandler om, er dette en medvirkende årsak til at futureskontraktene er mer likvide enn forwardkontrakter: For å avslutte en kontrakt som er inngått kan man på hvilket som helst tidspunkt kjøpe/selge den motsatte posisjonen. I alt er det er det 3 mulige måter å avslutte en futureskontrakt på:

1. Levering eller kontantoppgjør

For fysiske varer vil det være aktuelt at varen blir levert til en på forhånd avtalt plass til avtalt tid under regler spesifisert av futuresbørsen. De fleste finansielle futures

kontraktene tillater at avslutningen skjer ved et kontantoppgjør. Ved kontantoppgjør vil man gjøre opp eventuelle tap eller gevinster ved kontraktens utløp i stedet for å gjennomføre den fysiske leveringen. Veldig få kontrakter gjøres opp ved levering eller kontantoppgjør. For energi og treprodukter ble kun ca 0,9 % kontraktene gjort opp på en av disse måtene i skatteåret 2003 (Kolb og Overdahl, 2006)

2. Utligning

De aller fleste futureskontrakter blir gjort opp ved en utligning (motsatt handel). En kontrakt utlignes ved at den som har en posisjon i futureskontrakten utfører de nødvendige transaksjoner slik at nettoposisjonen blir null kontrakter.

3. Bytte mot fysiske/ Exchange-for-Physicals (EFP)

En futureskontrakt kan avsluttes ved å gå inn i en EFP. EFP innebærer at to aktører avtaler et samtidig bytte av en kontantvare og en futureskontrakt basert på kontantvaren. Et eksempel på hvordan dette kan foregå er gitt i Kolb og Overdahl (2006). Man antar at aktør A tar en lang posisjon i en hvetekontrakt og har et genuint ønske om å få tak i hvete. Aktør B har en kort posisjon i hvetekontrakten og eier hvete. De to aktørene blir enige om en pris for hveten og avtaler å kansellere sine komplementære futuresposisjoner mot hverandre. Aktør A kjøper da hveten fra aktør B, og man sender inn en forespørsel til børsen om at disse to kontraktene blir kansellert. Børsen kontrollerer så at posisjonene stemmer over ens, og pliktene som fulgte med kontrakten blir kansellert.

Hvordan handelen gjennomføres

En "Futures provisjonshandler" (eng: "Futures Commission Merchant (FCM)") er et meglerfirma som tar imot ordrer på futures fra kunder. Ordren sendes så videre til en megler som jobber på den aktuelle børsen (Megleren som jobber på børsen kan godt være ansatt hos FCM-firmaet). Som navnet antyder mottar en FCM provisjon for å gjennomføre en ordre. I hovedsak er det slik at alle kunder må benytte seg av en FCM for å få igjennom en ordre. Provisjonen blir betalt når kontrakten blir gjort opp, og det er gjerne slik at provisjonen per kontrakt vil avta med økt antall handlede kontrakter. Noen tilbyr avslag til day-tradere, og man vil generelt finne at prisene som en FCM operer med er åpen for pruting. Ifølge Dubofsky og Miller (2003) vil en FCM som tilbyr rabatter kunne kreve mellom 15 og 40 dollar når en posisjon avsluttes. For store kunder som firmaer eller banker, kan provisjonen

være på 10 dollar eller mindre, mens meglerne som jobber på den aktuelle børsen betaler så lite som 1,5 dollar per kontrakt.

Når man har blitt enige om prisen på en kontrakt, vil børsens clearingsentral være den parten som både kjøper og selger forholder seg til. En clearingsentral er en nøytral tredjepart som tar seg av alle margin- inn/utbetalinger som endring i futuresprisen krever. Som et eksempel er det Oslo clearing som opptrer som selger for kjøper, og kjøper for selger ved alle futureshandler som foregår på Oslo børs.

For å kunne kjøpe eller selge en futureskontrakt må man stille opp med det som kalles et initialt marginbeløp på den allerede nevnte marginkontoen. Marginbeløpet kan sees på som et garantibeløp som har til hensikt å sikre at man kan betale eventuelle tap som kontrakten kan medføre. Minimumstørrelsen på beløpet vil som regel ligge omtrent på det som historisk har vært den største prisbevegelsen på en dag. Den enkelte børs bestemmer imidlertid selv hvor stor den initiale margininnbetalingen skal være. Innenfor den initiale margininnbetalingen settes også en vedlikeholdsgrense for marginkontoen. Dersom futureskontrakten faller så mye i verdi at man går under vedlikeholdsgrensen kreves, det at man betaler inn et beløp som er så stort at man igjen havner på det initiale marginbeløpet. Det daglige oppgjøret av futureshandlerens posisjon går under den engelske betegnelsen "Marking to market".

Restriksjoner på prissvingninger

Mange futureskontrakter har også maksimumsgrenser for daglige prissvingninger. Hensikten med en slik grense er at markedet skal få tid til å ta inn over seg ny informasjon slik at man unngår overreaksjoner. I tillegg vil det være et insentiv for de med tapende posisjoner til å møte margininnbetalingene som kreves. Kritikere vil kunne hevde at det i et velfungerende marked ikke vil være behov for slike grenser da alle prisendringer er rasjonelle. Dessuten vil en slik grense kunne være med på å hindre at man avslutter eller åpner opp nye posisjoner inntil man anser at prisen er korrekt. Et eksempel på dette er dersom man tenker seg at prisen på olje umiddelbart, på grunn av et eller annet sjokk, steg med \$ 45 (Dubofsky og Miller, 2003). Dersom det var satt en maksimal grense på \$ 15 per dag, ville det ta 3 dager før man kunne forvente at det ble tatt nye posisjoner i futures for olje.

Basis

Et viktig begrep for de som handler med futures er basis. Basis er betegnelsen på forskjellen mellom dagens spotpris (S_0) og dagens futurespris (F_0):

$$Basis = S_0 - F_0$$

I normale markeder vil man forvente at basis er negativ (jf. Lagringskostnadshypotesen i neste kapittel.) på det tidspunktet kontrakten inngås.

Generelt vil det eksistere **basisrisiko** når spotprisen og futuresprisen ikke endres med det samme beløpet over tid. Risikoen vil altså være knyttet til at $S_0 - F_0 \neq S_t - F_t$, hvor t er et tidspunkt etter tidspunkt 0 (idag). Basisrisiko vil eksistere dersom futures og underliggende vare som man ønsker å sikre ikke er identiske. En slik kryss-sikring (Cross hedge) må tas i bruk når det ikke eksisterer futureskontrakter på den varen man ønsker å sikre. Målet for den som skal sikre seg blir da å finne en underliggende vare som er mest mulig lik. For et flyselskap vil dette kunne innebære at man benytter seg av futureskontrakter på Heating oil, Crude oil, Brent oil eller lignende for å sikre seg mot oppgang i drivstoffpriser (gitt at det ikke eksisterer futureskontrakter på drivstoff). En del av forandringen i basis vil være forutsigbar og kan forklares gjennom konvergens: I en situasjon der spotvaren og futuresvaren er identiske vil man forvente at basis på forfallsdato er null. Det vil si at spotprisen på forfallsdatoen er lik futuresprisen på forfallsdatoen. Dersom dette ikke var tilfelle ville man i teorien kunne utføre lønnsom arbitrasje.

Spesielt ved kjøp av futureskontrakter på varer vil kvalitet og leveringssted kunne utgjøre en basisrisiko. Selv om underliggende aktivum og futures vare skulle være lik, så ville det fortsatt kunne oppstå basisrisiko som følge av ulike leveringssteder (prisen på jet-a1 i USA kan være forskjellig fra prisen i Nederland). Siden de fleste som hedger vil bli berørt av basisrisiko, vil korrelasjonen mellom spotvaren og futureskontrakten ha en avgjørende betydning for hvor godt man klarer å sikre seg. Jo sterkere korrelasjonen mellom spotvaren og futureskontrakten er, jo mindre er basisrisikoen. Det innebærer at man for sikringsformål vil ønske å ha en korrelasjon nær 1 for å redusere risikoen for at basisen på forfall er betraktelig forandret (minst mulig basisrisiko). I tilfeller der korrelasjonen er 1 har man det som kalles en perfekt hedge, og basis på forfall vil derfor være lik null.

Kontinuerlig sikring

For et flyselskap vil det være aktuelt å hedge kontinuerlig siden drivstoff er en kontinuerlig innsatsfaktor. I en situasjon der man handler inn drivstoff i spotmarkedet hvert kvartal ville man måtte velge mellom en strip hedge eller rullehedge ("stacking hedge") dersom man kontinuerlig skulle sikre seg med futureskontrakter. En rullehedge innebærer at man bruker futures med kun en forfallsdato. Når datoen for forfall nærmer seg, går man ut av den nærliggende kontrakten og velger en kontrakt med en senere forfallsdato. En strip hedge innebærer at man kjøper futures med forskjellige forfallsdatoer.

2.4 En beskrivelse av jet-fuel og relevante sikringskontrakter

I dette avsnittet vurderes spesielle kjennetegn ved varen som skal sikres. Det gis også en kort beskrivelse av de ulike kontraktene som er med i denne oppgaven. En utførlig beskrivelse av alle kontraktene finnes i vedlegg 1 (på engelsk).

2.4.1 Drivstoff til fly

Ifølge en rapport utarbeidet av Chevron Global Aviation (2006) finnes det i hovedsak 2 typer av drivstoff til fly (Aviation Turbine Fuel / ATF) som dominerer globalt. Disse går under betegnelsen jet A og jet A-1. Begge typer av drivstoff er basert på parafin. Den viktige forskjellen mellom disse to typene ATF er at jet A-1 har et lavere frysepunkt (-47 grader celsius) enn jet A (- 40 grader celsius). Dette gjør at man benytter jet A i USA, mens resten av verden i hovedsak benytter seg av jet A-1. Det faktum at jet A-1 har et lavere frysepunkt gjør at foredlingsprosessen for disse to typene av drivstoff er forskjellig. Dersom alt annet er likt, vil et raffineri kunne produsere noen få prosent mer jet A enn jet A-1.

Utgangspunktet for ATF er råolje (Crude oil). Råoljen går igjennom en rafineringsprosess hvor man bl.a. destillerer ut parafin som så videreforedles til ATF. Siden råmaterialet for ATF er råolje, vil det være naturlig å vurdere futureskontrakter som er oljerelaterte. Her er det nok på forhånd naturlig å tro at prissvingningene i ATF er mer lik andre raffinerte oljeprodukter enn selve råoljen. Men dette vil vi altså få svar på i analysene.

En "hub terminal" er et midtpunkt for handel hvor mange typer av produkter er samlet. Dette for å oppnå økonomiske stordriftsfordeler med tanke på logistikk. For en kunde betyr dette at startpunktet for distribusjon av for eksempel ATF vil være ved en slik hub (www.vopak.com). I Europa er et slikt møtepunkt for handel i Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen- regionen (ARA- regionen). Siden det er ønskelig å se på europeiske selskapers nytte av futureskontrakter benyttes derfor spotprisene på ATF i ARA- regionen.

2.4.2 Heating oil (Fyringsolje) futures

Kontrakten handles på New York Merchantile Exchange (NYMEX). En kontrakt består av 42 000 gallons (1000 fat) og er basert på levering i havnen i New York.

Heating oil er også kjent som no. 2 fuel oil og utgjør omtrent 25 % av det som utvinnes fra råolje. Dette gjør at Heating oil utgjør den nest største gruppen av raffinerte produkter som utvinnes fra råolje. Ifølge NYMEX er denne kontrakten generelt kjent for å ha gode egenskaper som et sikringsinstrument for ATF. Kontraktene kan handles opp til 36 måneder.

Handelen i disse kontraktene avsluttes ved slutten av siste handledag i slutten av måneden før leveringsmåneden.

2.4.3 Light Sweet Crude oil (råolje) futures

Crude oil- kontrakten som vurderes handles på NYMEX. Hver kontrakt består av 1000 fat og er basert på levering i Cushing i Oklahoma.

Blant alle børser som tilbyr Crude oil kontrakter, er NYMEX- kontrakten den med størst likviditet. Kontrakten har også verdens største handlevolum når man sammenligner alle futureskontrakter som gjelder fysiske varer. Kontrakten gjelder for opptil 72 måneder.

Handelen i Crude oil kontraktene avsluttes ved slutten av den tredje handledagen før den 25 kalenderdagen i måneden. Dersom den 25 kalenderdagen i måneden ikke er en handledag, avsluttes handelen i kontrakten på den tredje handledag før en handledag som er før den 25 kalenderdagen. Med andre ord er det ikke like rett fram å finne siste handledag for denne kontrakten sammenlignet med Heating oil- kontrakten.

2.4.4 Brent Crude oil (nordsjøolje)futures

Denne kontrakten handles på Intercontinental Exchange (ICE), og gjelder nordsjøolje. Tidligere ble kontrakten handlet på International Petroleum Exchange (IPE), men denne børsen ble kjøpt opp av ICE i juni 2001. Kontrakten baserer seg på EFP levering av 1000 fat med en opsjon på et oppgjør i kontanter.

Handelen i kontrakten opphører ved slutten av en handledag (som ikke er en høytidsdag i England og Wales) som kommer før:

- i) den 15. dagen før den første dagen i kontraktsmåned, dersom dette er en handledag, eller
- ii) dersom denne dagen ikke er en handledag, den neste foranliggende handledagen.

2.4.5 Jet-fuel futures

I senere tid har det dukket opp flere børser som tilbyr futureskontrakter på jet-fuel. For eksempel finnes det futures kontrakter på Aviation Turbine Fuel (ATF) på Multi Commodity Exchange of India (MCX India). Handelen av futures for denne varen er imidlertid av nyere dato, hvor de første kontraktene var åpen for handel 7. Juli i 2008 (www.commodityonline.com). MCX er imidlertid ikke den eneste børsen som tilbyr ATF kontrakter. Tokyo Commodity Exchange (TOCOM) lanserte futureskontrakter på ATF 5. Juli 1999 (www.livemint.com). Handelen av ATF- futures på TOCOM foregår i yen per kiloliter. Av de 2 nevnte børsene er altså TOCOM den eneste som har tilbydd slike kontrakter i en lengre tidsperiode.

Siden kontraktene som tilbys på MCX India er av såpass ny dato, vil det være for få observasjoner av prisendringer til å komme med meningsfulle estimater av hedgingforhold og hedgingeffektivitet. Derimot ville det vært interessant å se hvilken hedgingeffektivitet man kunne oppnå ved å benytte seg av futureskontraktene som er notert på TOCOM. Det er imidlertid en ulempe med disse kontraktene, nemlig det at de ikke handles i Dollar men i japanske Yen, slik at man blir utsatt for valutarisiko ved å innta posisjoner. Det viser seg også at det ville vært en meget tidkrevende prosess å få tak i de dataene som skulle danne grunnlaget for en regresjonsanalyse på denne futureskontrakten. Av denne grunn har jeg derfor ikke tatt denne kontrakten med i analysene.

Kapittel 3 Prising av terminkontrakter

3.1 Innledning

I dette kapitlet ser jeg på hvordan man priser terminkontrakter. Hovedsakelig er det prising av futures som er fokuset, men siden futures- og forward-kontrakter er såpass like, peker jeg avslutningsvis på hva som eventuelt gjør at disse kontraktene prises likt/ulikt. Det er tre modeller som forsøker å forklare prisingen av futureskontrakter. Disse er lagringskostnadshypotesen, forventningshypotesen, og hypotesen om at volumbalansen avgjør prisen på en kontrakt.

3.2 Lagringskostnadshypotesen

Lagringskostnadshypotesen baserer seg på at en verden der markedet er perfekt (Dubofsky, et al., 2003). Det innebærer bl.a. ingen kurtasje, ingen "bid-ask spread", ingen skatt, ingen risiko for mislighold og kjøpere og selgere er pristagere. Under disse forutsetningene er

$$\text{Futures pris (F)} = \text{Spotpris (S)} + \text{Lagringskostnad (K)} \quad (3.1)$$

De relevante lagringskostnader er renteutgiftene knyttet til å låne for å kjøpe spotvaren. I (3.1) har jeg ikke tatt med dividende, da fokuset er på varer og ikke aksjer. Hypotesen baserer seg på et arbitrasjeargument. Det å kjøpe varen i dag og holde den fram til forfall må være ekvivalent med å kjøpe varen som en futureskontrakt. Dersom dette ikke var tilfelle, ville man kunne tjene penger risikofritt.

I realiteten er ikke markedene perfekte, og Kolb og Overdahl (2006) mener det er 4 typer av markedsimperfeksjoner man må ta hensyn til:

1. Direkte transaksjonskostnader.

Den som handler må betale en eller flere avgifter for å få gjennomført en ordre. Dette kan for eksempel være meglerprovisjon og diverse børsavgifter. I alle markeder vil man også ha en "bid-ask spread". Det betyr at den som står for gjennomføringen av handelen alltid vil prøve å selge til en høyere pris ("ask"- prisen) enn de er villige til å

kjøpe for ("bid"- prisen). Forskjellen mellom kjøps- og salgs- prisen er altså "bid-ask spreaden".

2. Ulik utlån og innlånsrente

I motsetning til hva man antar i perfekte markeder så er det som regel slik at innlånsrenten overstiger utlånsrenten.

3. Restriksjoner på short-salg

Ved et short- salg er det slik at megleren har lånt aksjer fra en annen kunde for så å selge dem på vegne av en kunde som ønsker å selge short. Dersom megleren skulle la den som har solgt short få hele utbyttet, betyr det at han tar en betydelig risiko. Han risikerer at short-selgeren tar hele gevinsten fordi han ikke kan/ ikke vil gjøre opp for seg. Vanligvis er det derfor restriksjoner på short-salg i alle markeder. For mange fysiske goder fins det ikke muligheter til å selge short. Dessuten medfører restriksjonene at megleren sitter igjen med en stor del av utbyttet ved short-salg.

4. Begrensninger på lagring

Enkelte varer har rett og slett dårlige lagringsegenskaper. Arbitrasjeargumentet som er grunnlaget for at lagringskostnadshypotesen holder baserer seg på at lagring av varen er mulig. Dersom det ikke er mulig å lagre varen, betyr dette at lagringskostnaden blir uendelig, og sammenhengen mellom futurespris og dagens pris blir ikke mulig å etablere.

Resultatet av disse fire markedsimperfeksjonene er at fravær av arbitrasje ikke gjelder en bestemt futurespris, men gjelder innenfor et område av futurespriser beskrevet som

$$S_0(1 - T)(1 + fC_U) \leq F_{0,t} \leq S_0(1 - T)(1 + C_I) \quad (3.2)$$

Her er T transaksjonskostnadene, f fraksjonen av utbyttet som er tilgjengelig ved shortsalg, C_U utlånsrente og C_I innlånsrenten. I mange markeder vil tilstedeværelsen av store kommersielle firma gjøre at markedsimperfeksjonene er av liten betydning, og at prisene derfor er relativt nært forholdet beskrevet i ligning 3.1. Grunnen er at store kommersielle firma kan ha egne meglere på børsen, noe som gjør at transaksjonskostnadene blir små. Dersom de i tillegg handler futureskontrakter på varer de faktisk eier, kan man i stedet for et short-salg selge varen direkte i markedet.

I tillegg til de markedsimperfeksjoner som har vært nevnt til nå, er begrepet eierfordel (eng: convenience yield) viktig for mange fysiske varer. Fysiske varer kan gjerne være innsatsfaktorer i produksjon, og eieren av en slik vare får derfor en avkastning ved å eie

varen. I ekstreme tilfeller vil man kunne oppleve at spotprisen overstiger futuresprisen eller at den nærliggende futureskontrakten overstiger prisen på den andre næreste futureskontrakten. Man sier da at markedet utvikler seg baklengs, noe som på engelsk går under begrepet ”backwardation”. Generelt kan man si at varer har en eierfordel når de som handler er villige til å betale en premie for å eie varen på et gitt tidspunkt. Eierfordelen kan sammenlignes med dividende utbetalt på en aksje. Ved futureskontrakt på en aksje vil dividende bli utbetalt for aksjen, men ikke for futureskontrakten som har aksjen som underliggende aktivum. Ved å ta hensyn til eierfordelen kan lagringskostnadshypotesen (3.1) skrives som (Dubofsky og Miller, 2003)

$$\text{Futures pris (F)} = \text{Spotpris (S)} + \text{Lagringskostnad (K)} - \text{Eierfordel (E)} \quad (3.3)$$

I formelen vil det kunne være vanskelig å sette et tall på eierfordelen. Hvor høyt forskjellige aktører i markedet verdsetter eierfordelen vil være avhengig av hvor stor avkastningen er ved å eie varen for den enkelte aktør. For enkelte aktører vil avkastningen ved å eie varen være så stor at de aldri vil ønske å selge eller leie ut. Dersom spotprisen på en vare er høyere enn futuresprisen, framgår det fra ligning (3.3) at dette må bety at fordelene ved å eie varen må være stor. Dette vil typisk være tilfellet for varer med sesongvariasjoner hvor det i perioder kan være større etterspørsel enn tilbud.

3.3 Forventningshypotesen

På side 23 ble det kommentert at lagringskostnadshypotesen ikke kan brukes for varer som ikke kan lagres over lengre tid (for eksempel fordi kvaliteten forringes eller varen på annen måte blir ukurrant). Hypotesen som forsøker å forklare hva som da er riktig pris på futureskontrakten kan kalles forventningshypotesen. I korte trekk innebærer denne hypotesen at tilstedeværelsen av spekulanter gjør at futuresprisen omtrent er lik forventet spotpris. Poenget er at en for stor avstand mellom forventet spotpris og futurespris vil skape attraktive muligheter for spekulanter. Med symboler kan hypotesen beskrives som

$$F_{0,t} \approx E_0(S_t) \quad (3.4)$$

Her er $E_0(S_t)$ hva man forventer at framtidig spotpris (tidspunkt t) er ved tidspunkt 0.

Grunnen til at forholdet mellom disse to størrelsene er omtrentlig er ifølge (Kolb og Overdahl, 2006) todelt. Den ene forklaringen er at tilstedeværelsen av transaksjonskostnader gjør at de

to prisene ikke kan være lik. Den andre forklaringen er mer kompleks, og baserer seg på at enkelte aktører er mer risikoavers enn andre. Man antar her at det går an å dele markedet inn i hovedsakelig to grupper bestående av hedgere som ønsker å redusere risiko, samt spekulanter som ønsker å profitere på de posisjonene de tar. Siden de fleste aktører i markedet er risikoavers, inkludert spekulanter, kreves det kompensasjon for å ta risiko. Dette innebærer at futuresprisen kan bevege seg noe bort fra forventet spotpris i tilfeller der man ikke får tilstrekkelig betalt for å ta risiko. Spesielt vil dette kunne være tilfelle når det hersker stor usikkerhet om hva den framtidige spotprisen vil bli.

3.4 Volumbalansen

Den siste hypotesen som forsøker å forklare prisingen av futures går under den engelske betegnelsen "the theory of normal backwardation". I denne teorien forutsetter man at man kan dele aktørene i markedet inn i 2 homogene grupper bestående av hedgere og spekulanter. Man tror dessuten at avviket fra forventet spotpris vil være systematisk, og at futuresprisen vil være avhengig av volumet av aktører som ønsker salgssikring og volumet av aktører som ønsker kjøpsikring. For at spekulantene skal ønske å ta posisjoner som er de motsatte av de posisjonene som hedgere tar, må de få en tilstrekkelig premie for den risikoen de påtar seg. Med andre ord overfører hedgere uønsket risiko til spekulanter mot at spekulantene får betalt. For eksempel vil spekulanter bare ta en lang posisjon dersom forventet spotpris er høyere enn dagens futurespris. Siden man vurderer spekulanter og hedgere som to homogene grupper, vil futuresprisen sett i forhold til forventet spotpris være avhengig av om de to gruppene er henholdsvis en netto lang posisjon eller en netto kort posisjon.

- Dersom hedgere netto ønsker å være i en lang posisjon, betyr dette at spekulanter må være i en netto kort posisjon, hvilket betyr at futuresprisen ligger over forventet spotpris

$$F_{0,t} > E_o(S_t) \quad (3.5)$$

- Dersom hedgere netto ønsker å være i en netto kort posisjon, betyr dette at spekulanter må være i en netto lang posisjon, hvilket betyr at futuresprisen ligger under forventet spotpris

$$F_{0,t} < E_o(S_t) \quad (3.6)$$

I løpet av en futureskontrakts løpetid må futuresprisen bevege seg mot spotprisen ettersom tiden til forfall nærmer seg. Gitt at forventningene til spotprisen er riktige og hedgere er i en netto kort posisjon, så må futuresprisen ligge under forventet spotpris. Over levetiden til kontrakten ville man da forvente at futuresprisen vil stige. Dette fenomenet er kjent som "normal backwardation" (må ikke blandes sammen med et marked er i "backwardation", se side 20). I tilfeller der hedgere er i en netto lang posisjon vil man kunne forvente den motsatte utviklingen, nemlig at prisene vil falle ettersom tiden til forfall nærmer seg. Et mønster med fallende priser er kjent som "contango".

3.5 Likheter og forskjeller mellom Futures og Forwards

I litteraturen finnes det 2 forslag som forsøker å forklare sammenhengen / likhet mellom forwardpris og futurespris.

I et perfekt marked med kjent (ikke-stokastisk) rente vil futurespriser være lik forwardpriser. Dette fordi man, dersom renten er kjent, kan konstruere en forwardkontrakt av en futureskontrakt ved å låne ut/inn marginbetalingene som kreves ved det daglige oppgjøre av marginkontoen. Slik får man kun en kontantstrøm ved forfall av kontrakten, akkurat som for forwards. En strategi som baserer seg på å følge hedgen med inn/utlån kalles på engelsk "to tail the hedge", og formålet er nettopp å unngå alternativkostnaden ved margin inn/utbetalinger.

I et marked som ikke er perfekt, men hvor korrelasjonen mellom forandring i rente og forandring i futurespris er null, vil man også forvente at futurespris og forwardpris er identisk. Utgangspunktet er fortsatt at man prøver å oppnå den samme kontantstrømmen som en forward gir, dvs. at man låner ut/inn de marginbeløpene som kreves. Hvis renten er stokastisk og $\text{corr}(\Delta F, \Delta r) > 0$, burde futuresprisen være høyere enn forward fordi en stigning i futures innebærer at margingevinsten kan reinvesteres til en høyere rente. I motsatt tilfelle når $(\Delta F, \Delta r) < 0$, vil man forvente at futuresprisen var lavere enn forwardprisen fordi en økning i futurespris ville innebære at marginbeløpet kunne investeres til en lavere rente. En nedgang i futuresprisen under samme forutsetning ville innebære at man måtte låne margininnbetalingen til en høyere rente. Ifølge Dubofsky og Miller (2003) viser empiriske undersøkelser som er gjort på varer, at forwardprisene og futuresprisene er så nær hverandre at effekten av det daglige oppgjøret for futureskontrakter synes å være insignifikant.

Kapittel 4 Hvorfor håndtere risiko?

4.1. Innledning

En åpenbar effekt av å sikre for eksempel framtidige drivstoffkostnader er at man kan redusere noe av usikkerheten knyttet til framtidig profitt. Finansiell teori peker imidlertid også på andre konkrete effekter som kan oppnås som følge av hedging, men som ikke umiddelbart er like opplagte. I dette kapitlet ser jeg på ulike relevante og irrelevante argumenter for å drive med hedging. Det er viktig å være klar over at ikke alle argumentene som framføres nødvendigvis har støtte i empirisk forskning, men kan befinne seg på et teoretisk plan. I kapittel 7 vurderes det empiriske arbeidet som er gjort for å avsløre om denne teorien sammenfaller med hva man kan observere i praksis. I dette kapitlet bør man kanskje spesielt merke seg argumentet med at hedging gir en reduksjon i finansielle krisekostnader og at hedging øker sannsynligheten for at framtidige lønnsomme prosjekter blir gjennomført. Disse argumentene fremføres nemlig som en forklaring på hvorfor det er av verdi å sikre seg for flyselskap i kapittel 7.

4.2 Motiv for å sikre seg

De teoretiske argumentene som framføres i dette kapitlet baser seg på Dubofsky og Miller (2003) hvor ikke annet er angitt.

4.2.1 Hedging gir reduksjon i forventede finansielle krisekostnader

For de obligasjoner et firma har utstedt er det knyttet en sannsynlighet til at utsteder ikke vil klare å oppfylle sin del av forpliktelsene. Med finansielle krisekostnader menes derfor alle ekstrakostnader knyttet til at et firma i framtiden vil forsømme pliktene det har ovenfor sine kreditorer. De mest opplagte eksempler på kostnader i en slik tilstand vil være økte juridiske og regnskapsmessige honorar. Andre kostnader som firmaet vil kunne stå ovenfor og som ikke er like opplagt vil kunne være:

- Kunder som ikke ønsker å kjøpe firmaets produkt hvis de tror at firmaet ikke vil overleve i framtiden, og at de derfor kan miste garantien på produktet.
- Leverandører vil kunne være mer skeptisk til å forlenge varekreditt og forlange å bli betalt fullt ut før de leverer varene.
- Arbeidssøkere vil kunne kreve en godtgjørelse før de sier seg villig til å arbeide for et firma som befinner seg i en finansiell krisesituasjon.
- Ledelsen i firmaet vil bruke tid på en finansiell krisesituasjon og derfor bruke mindre tid på mer produktive oppgaver.
- Dersom firmaet nektes tilgang til kapital, vil det kunne gå glipp av investeringsmuligheter.
- Dersom skattemessig tap må framføres, vil firmaets verdi reduseres på grunn av effekten tid har på penger. Jo tidligere dette tapet kan realiseres, jo mer verdifullt er det. I verste fall vil skattefordelen kunne være tapt for alltid dersom bedriften mislykkes i å drive med profitt i framtiden.

Med risikostyring vil man kunne redusere den framtidige kontantstrømmens varians. Dette vil kunne resultere i at sannsynligheten for at firmaet vil komme en finansiell krisesituasjon reduseres og dermed reduseres også de forventede finansielle krisekostnader.

4.2.2 Hedging øker sannsynligheten for at fremtidige lønnsomme investeringer blir gjennomført

I teorien kan fordelingen av risiko mellom aksjonærer og kreditorer/obligasjonseiere ha avgjørende betydning for hvilke typer prosjekt som blir valgt. Et firma som befinner seg i en finansiell krisesituasjon vil kunne handle annerledes enn normalt ved at eksempelvis positive nettonåverdiprojekt forkastes. Faktisk kan man ende opp med å velge negative nettonåverdiprojekter dersom kreditor bærer risikoen for alle dårlige utfall, mens aksjonærer kun bærer risiko i tilfelle gode utfall. Vanligvis vil imidlertid kreditorer oppdage dette og kreve kompensasjon for å bære denne risikoen. Ved å hedge reduseres sannsynligheten for at slike situasjoner oppstår, og man unngår økte lånekostnader og å forkaste lønnsomme prosjekt.

En modell utarbeidet av Froot et al. (1993) argumenterer for at risikostyring er lønnsomt i den forstand at internt genererte midler er billigere enn ekstern kapital (for eksempel lån). I de tilfeller der framtidig kontantstrøm er uventet lav vil man sågar kunne oppleve at man blir

nektet tilgang til kapitalmarkedet, og således mislykkes i å gjøre nye investeringer. Ved å redusere variansen til fremtidige kontantstrømmer vil risikostyring være med på å redusere sannsynligheten for at bedriften i framtiden vil være nødt til å reise kostbar kapital.

4.2.3 Det er mer kostbart for enkeltindivider å drive med risikostyring enn for et selskap

Det er sannsynlig at transaksjonskostnader og kravene til sikkerhet er lavere for et selskap enn for en individuell investor. Mange derivater som store selskap har tilgang på, er utilgjengelig for investorer. En del investorer vet heller ikke hvordan man skal gå fram for å hedge sine investeringer.

4.2.4 Firmaet kan ha bedre informasjon enn investorer

Å spå framtiden korrekt er meget vanskelig, men når det kommer til produktpriser, er det sannsynlig at et firma vil ha informasjon som er overlegen den informasjon utenforstående enkeltindivider har. Det er for eksempel rimelig å tro at oljeselskaper har mer nøyaktige data om oljeproduksjon og etterspørsel enn enkeltindivider som ikke er involvert i energimarkedet på daglig basis. I tillegg vil et firma ha bedre oversikt over den samlede risiko som de står ovenfor i framtiden. Investorer har ikke tilgang til alle finansielle transaksjoner som firmaet står ovenfor. Som et eksempel så kan et firma som har en utestående betaling om et halvt år, sikre seg mot svingninger i valuta og rente. Dette er en transaksjon som investor ikke vil ha informasjon om.

4.2.5 Usystematisk risiko bør hedges når eierne ikke er veldiversifisert

I finansiell litteratur skiller man typisk mellom systematisk og usystematisk risiko. I kapitalverdimodellen forutsetter man for eksempel at investor er veldiversifisert og derfor bare får betalt for den systematiske risikoen han må bære. Gjennom å sette sammen en portefølje kan investor på en kostnadseffektiv måte kvitte seg med så mye usystematisk risiko han måtte ønske, avhengig av grad av risikoaversjon og spekulasjon. Dette er jo betraktelig mye billigere enn at hvert enkelt selskap som investor kunne tenkes å eie skulle hedge bort sin egen usystematiske risiko. Situasjonen stiller seg rimeligvis annerledes dersom selskapet eies av en liten gruppe investorer som ikke er veldiversifisert. Hvis denne investorgruppen har

plassert en relativt stor andel av sin formue i det aktuelle selskap, kan det forsvares at dette selskapet driver risikostyring som også fjerner usystematisk risiko.

4.2.6 Hedging kan øke gjeldskapasiteten

Dersom et firmas risikostyring er med på å øke størrelsen på gjelden den kan ta opp, har det økt nåverdien av skattemessig rentefradrag og dernest verdien på selskapet. I tillegg er det slik at enkelte kreditorer vil redusere kravet til rente dersom et firma har hedget finansiell prisisiko.

4.2.7 Risikostyring kan redusere skatt

Foruten den allerede nevnte effekten av fremføring av skattemessig underskudd så fins det 2 modeller som forsøker å forklare hvordan risikostyring kan redusere skatt. I den første modellen tenker man seg at hedging øker firmaverdi gjennom å øke gjennomsnittlig rapportert nettoinntekt og faktisk gjennomsnittlig kontantstrøm. Kilden til og forutsetningen for at man øker verdien ved å hedge er at man ikke får noen skatterabatt i tilfelle med negativ inntekt. Dersom det er mulig å tilbakeføre skattetapet, ville effekten av å hedge forsvinne.

Den andre modellen som forsøker å forklare hvordan hedging kan redusere skatt, tar utgangspunkt i at skatteprosenten øker eksponentielt med inntekt. Ved å utføre hedging vil man redusere den gjennomsnittlige skatten som firmaet må betale. Her er det ikke nok å studere marginal skatterate, eller gjennomsnittlig skatt for å avgjøre om det eksisterer et konvekst skatteregime. Man må også ta hensyn til faktorer som fremførbart underskudd og skattefradrag på investeringer, noe som kan føre til at skatteprosenten har en konvekst funksjonsform.

4.2.8 Risikoavers ledelse

Selv om man kan argumentere for at investorer er likegyldig til om et firma hedger eller ikke, så kan situasjonen stille seg annerledes for firmaets ledelse. Ledelsen har typisk investert en stor andel av sin formue og humankapital i selskapet. Hendelser som har negativ innvirkning på et selskaps kontantstrøm og som er vanskelige å forutse, kan ha den effekten at ledelsen mister inntekt (eksempelvis redusert bonus), eller til og med mister jobben. Et resultat av denne risikoaversjonen som ledelsen har, vil kunne være at de foretrekker å drive

risikostyring i form av å hedge selskapets aktiviteter. Dermed vil de kunne unngå de konsekvenser potensielt gode beslutninger kan ha på kortsiktige resultater og deres ansettelsesforhold.

4.3 Hvordan håndtere risiko

Selv om et firma har identifisert hvordan forandring i priser påvirker firmaverdien, må man fortsatt ta stilling til i hvilken grad man ønsker å styre denne risikoen. Dersom man ønsker å redusere risiko ved hjelp av derivater, må man ta stilling til om målet alltid er å minimere risiko eller om man også ønsker å spekulere i pris gjennom selektiv hedging. Dersom man ønsker å spekulere i prisutvikling, vil det kun være aktuelt å hedge i tilfeller der prisene er spådd å gå i en retning som ansees som ugunstig for firmaet.

Brown et al. (2006) analyserer hvordan risikostyring i 44 selskap i gullindustrien utføres. I denne analysen tenderer firmaene til å hedge når prisene går i en ugunstig retning, noe som betyr at man prøver å "time" markedsprisene gjennom selektiv hedging. Analysen konkluderer med at de økonomiske gevinstene av selektiv hedging er små, og derfor ikke leder til noen overlegen operasjonell eller finansiell ytelse sett opp mot de firmaene som ikke driver med selektiv hedging.

4.4 Irrelevante argumenter i forbindelse med hedging

Her gjengis 2 argumenter (punkt 4.4.1 og 4.4.2) som Sercu og Uppal (1995) mener ikke er relevante for beslutningen om sikring. Disse argumentene er fremført i forbindelse med en forwardkontrakt på valuta, men man kan enkelt se hvordan de samme argumentene også gjelder for andre derivater.

4.4.1 Sikringspremien indikerer om hedging er kostbart

I sjeldne tilfeller vil man kunne støte på en praksis der man sammenligner forwardprisen med dagens spotpris for å avgjøre om det er fordelaktig eller ikke å sikre seg. Dersom man eksempelvis skulle sikre en framtidig pengestrøm i utenlandsk valuta ville vurderingen av hvorvidt dette var lønnsomt bero på om:

- 1) man skulle motta eller betale denne kontantstrømmen

2) forwardprisen hadde en premie eller rabatt

Man ville anse det som lønnsomt (kostbart) å selge en framtidig kontantstrøm med en premie (rabatt) dersom man skulle motta disse pengene. Dersom disse pengene skulle betales, ville man anse det som ufordelaktig (fordelaktig) å betale en premie (få rabatt). Gitt at man skal motta en pengestrøm er altså argumentet at det er kostbart å hedge ved å selge en forwardkontrakt, fordi forwardprisen er lavere enn spotprisen på den samme varen. Man kan argumentere for at verdien av en forwardkontrakt bør være null ved inngåelse av kontrakten. Årsaken er at man i teorien kostnadsfritt kan lage en syntetisk portefølje ved hjelp av pengemarkedstransaksjoner som vil gi den riktige prisen på en forwardkontrakt. Kort oppsummert kan man si at siden ingen av partene i handelen vil være villig til å inngå en forwardkontrakt hvor nåverdien er negativ, må verdien av kontrakten være lik 0 for begge parter ved inngåelse. I løpet av kontraktens levetid vil selvfølgelig kontrakten kunne bli mer eller mindre verdifull avhengig av utviklingen i prisene. Konklusjonen er derfor at de relevante kostnadene ved å sikre seg er transaksjonskostnadene.

4.4.2 En sikringskontrakt som har en verdi på 0 ved inngåelse kan ikke påvirke et firmas verdi

Selv om nåverdien av en riktig priset terminkontrakt ved inngåelse er null, kan man ikke konkludere med at dette ikke vil kunne påvirke verdien av et firma. Med utgangspunkt i at det kan finnes tilfeller hvor det er brudd på forutsetningen om perfekte kapitalmarkeder, har vi sett ulike teoretiske begrunnelser for at hedging kan være verdifullt for et firma. Det er altså et poeng at den kontantstrømmen som sikres også vil kunne påvirke andre kontantstrømmer i firmaet, så som finansielle krisekostnader etc. I en artikkel av Blanco et al. (2005) prøver man å understreke at verdien til et selskap kan påvirkes, men at det vil være avhengig av hva som er motivet med å kjøpe derivater. Dette gjøres ved et eksempel: Man tenker seg at 2 flyselskap har vidt forskjellige strategier og motiv med sikringen. Firma A har analysert den framtidige oljeprisen og kommet frem til at prisen på råolje er for lav, noe som i sin tur fører til at de ønsker å ta store posisjoner i futuresmarkedet. Men siden futuresmarkedet for olje er et av verdens største, er det rimelig å anta at prisene på futureskontrakter er forventningsrett, og at forventet avkastning på en slik kontrakt er null. Firma B har derimot en strategi om å bli en lavkostnadsaktør ved å kjøpe nye drivstoffeffektive fly. En analyse avdekker at man ved å hedge 35% av flydrivstoffkostnadene over de neste 3 årene betraktelig reduserer sjansene for

at man behøver å hente ekstern kapital. For firma B er poenget at nytten av å unngå å hente inn ekstern kapital (dersom prisen på drivstoff går opp) er mindre enn kostnaden ved å hedge. Et videre poeng er også at det selskapet som benytter derivater fordi det har en antagelse om at prisene vil gå opp i fremtiden, ikke driver med hedging, men med spekulasjon. En rimelig definisjon blir derfor, som jeg har vært inne på tidligere, at alle posisjoner som tas med utgangspunkt i at man forventer at prisene vil bevege seg i en bestemt retning er spekulative posisjoner.

Kapittel 5 Metode for beregning av optimalt sikringsforhold og sikringseffektivitet

5.1 Innledning

Dette kapitlet starter med en generell metodedel. Den generelle beskrivelsen av metode har til hensikt å si noe om valget av fremgangsmåte, samt reliabilitet og validitet. Etter denne introduksjonen rettes søkelyset mot metodiske valg ved beregning av hedgingeffektivitet og det optimale hedgingforholdet. Deretter presenteres den klassiske lineære regresjonsmodellen (Classical Linear Regression Model (CLRM)) som benyttes for å beregne disse to størrelsene. Mesteparten av arbeidet ved bruk av CLRM består i å teste om forutsetningene i modellen holder. En stor del av dette kapitlet fokuserer derfor på hvordan dette gjøres, og konsekvensene av at man opplever brudd på de ulike forutsetningene modellen er basert på.

5.2 Generelt om metode

I dette avsnittet diskuterer jeg en del kritiske valg som det har vært nødvendig å ta stilling til før analysene ble utført. Disse valgene vil kunne ha betydning for oppgavens reliabilitet og validitet.

5.2.1 Forskningsdesign

I denne oppgaven gjennomføres en tidsrekkeanalyse av prisendringer for en spotvare (drivstoff) og 3 forskjellige futureskontrakter. *Det overordnede utvelgelseskriteriet er at spotprisen har en høy korrelasjon med futureskontrakten.* Dette kriteriet kan det være flere oljerelaterte futureskontrakter som tilfredsstillende, men jeg har altså valgt å se på Crude Oil-, Heating Oil- og Brent Crude Oil-kontrakter. Analysene utføres når hedgeren har en

tidshorisont på 1, 3 og 6 måneder. På forhånd har jeg også en hypotese om at hedgingforholdet og hedgingeffektiviteten ikke er stabil over tid. For å undersøke dette har jeg valgt å dele datamaterialet i 2 omtrent like store perioder. Periode 1 går fra januar 2000 – desember 2004, og periode 2 går fra januar 2005 – mars 2009. Jeg mener at det implisitt vil være mulig å fastslå om hedgingforholdet er stabilt ved å se på forskjellen i estimatene mellom de to periodene. Jeg mener også at tidsperiodene er lang nok til at en regresjonsmodell skal kunne avgjøre om det eksisterer et forhold mellom futuresprisen og spotprisen. I tillegg til å sammenligne ”in-sample” estimatene gjennomføres også en ”out-of-sample”-test. Tankegangen er da at hedgeren står ved slutten av periode 1 og skal estimere et optimalt hedgingforhold og hedgingeffektivitet basert på de dataene som er tilgjengelig (”in-sample”). Det estimerte optimale hedgingforholdet benyttes til å hedge spotprisen i periode 2 (”out-of-sample”). Dersom hedgingforholdet virkelig er stabilt, skal man ende opp med den samme konklusjonen ”out-of-sample” som ”in-sample”.

Det er flere forhold som vil være avgjørende for de resultater man ender opp med i en kvantitativ undersøkelse av denne typen. Spesielt vil oppbyggingen av modellen være av stor betydning. Teknikkene som eksisterer for å måle optimalt hedgingforhold er bl.a. minimum varians (MV), forventet nytte, gjennomsnittlig Gini-koeffesient og generalisert semivarians (Chen et al. 2002). Av disse er den mest benyttede måten å måle effektivitet og optimalt hedging forhold på ved bruk av MV. Varians er generelt akseptert som et godt mål på risiko i finansiell litteratur, og i fortsettelsen er det derfor fokusert på hvordan man kan redusere varians ved å benytte seg av en futureskontrakt.

Etter å ha avgjort hvordan risiko skal måles, må man bestemme seg for en metodikk som kan etablere historiske forhold og predikere framtidige verdier. Mange ulike teknikker eksisterer for å beregne det optimale hedgingforholdet i en regresjon. Den enkleste teknikken baserer seg på minste kvadraters metode, mens de mer komplekse metodene kan være betinget hetroskedastiske metoder (ARCH eller GARCH), kointegrasjonsmetoden, eller den kointegrerte-hetroskedastiske metoden (for å nevne noen) (Brooks, 2008). Lence (1995) mener at disse mer sofistikerte metodene for å beregne det optimale hedgingforholdet er av liten nytte, og at minste kvadraters metode er å foretrekke. Dette synet blir støttet opp av empiriske undersøkelser gjort av Lien et al. (2002). I lys av denne kunnskapen velger jeg derfor minste kvadraters metode som estimeringsteknikk, og forventer at dette vil gi gode estimater på de parametrene jeg er interessert i.

Etter å ha definert risiko og valgt estimeringsteknikk har man fortsatt en del kritiske valg som må gjøres. Spesielt vil det kunne være av betydning hvor langt tilbake i tid de historiske dataene strekker seg. Finansiell litteratur gir ikke noe fasitsvar på hvor lang den historiske tidsperioden bør være. Noen lærebøker opererer med eksempler der man benytter 100 dager eller så lite som 60 dager med historiske data for å estimere et optimalt hedgingforhold. *I denne oppgaven er det imidlertid et poeng å se om hedgingforholdet er stabilt.* Jeg har derfor valgt 2 lengre tidsperioder på cirka 4 år. Min antagelse er at en så lang periode er tilstrekkelig for å kunne avgjøre om det eksisterer et langsiktig forhold mellom variablene.

Hvordan dataene i modellen aggregeres er også noe som vil ha betydning for beregningene. Her vil det være en ”pay-off” mellom en korrekt spesifisert modell og tap av observasjoner. Problematikken er nærmere beskrevet i kapittel 5.3. I mine analyser har lagt vekt på at modellen skal gjenspeile de faktiske forhold i den grad det er mulig. Dersom tidsserien som er under vurdering har dårlige statistiske egenskaper, vil et alternativ være å transformere dataene i håp om at eventuelle problemer forsvinner. Selv om man løser et statistisk problem, vil en slik transformasjon kunne være problematisk for den økonomiske fortolkningen av sammenhengen mellom variablene. I denne oppgaven har jeg altså valgt å legge vekt på den økonomiske fortolkningen av modellen, og en detaljert beskrivelse av mulige bi-effekter som følge av dette er presentert i avsnitt 5.3.

5.2.2 Validitet

Generelt brukes begrepet validitet på om man måler det teoretiske begrepet man ønsker å måle. Ved vurdering av validitet kan man i denne undersøkelsen gjøre et skille mellom begrepsvaliditet og ytre validitet. Begrepsvaliditet brukes når man vil tolke et mål på en egenskap som er vanskelig å definere operasjonelt (Ringdal, 2001). Ytre validitet har vi i tilfeller der resultatene kan overføres til andre områder (Jacobsen, 2005).

Ved vurdering av begrepsvaliditet har jeg allerede presisert at varians er ansett som et godt mål på risiko (se forrige side). Sikringseffektivitet og optimalt hedgingforhold er også to begreper som er godt innarbeidet i finansiell litteratur. Derimot er det ikke noen generell enighet om hvilken metodikk som skal benyttes for å måle effektivitet og hedgingforhold. Her bør det presiseres at måten dataene aggregeres på vil kunne ha betydning for disse to parametrene. Som det framkommer i kapittel 5.3 er det flere måter å aggregere de historiske dataene på når man skal måle hedgingeffektivitet og beregne det optimale hedgingforholdet.

Selv har jeg valgt en tilnærming som i størst mulig grad reflekterer hvordan sikring utføres i praksis, og mener derfor å ha høy begrepsvaliditet.

Den ytre validiteten i denne undersøkelsen går på om de sammenhenger som jeg kan observere ved analyse av dataene også gjelder ved bruk av andre futureskontrakter og i andre sikringssituasjoner. Her er det 3 futureskontrakter som er oppe til vurdering. Dersom disse 3 kontraktene viser et konsistent mønster, vil det kunne være mulig å generalisere. Det vil si at man også vil forvente et tilsvarende mønster for andre kontrakter som tilfredsstillende utvalgsriteriet.

5.2.3 Reliabilitet

Reliabilitet eller pålitelighet går på om gjentatte målinger med samme måleinstrument gir det samme resultatet (Ringdal, 2001). Forutsetningen for at data skal ha høy validitet er at de har høy reliabilitet.

Siden dataene i flere tilfeller er samlet inn ved en manuell innskriving av verdier fra diverse andre kilder (se avsnitt 1.3), kan jeg ikke utelukke at avskrivingsfeil har forekommet. For å redusere sjansen for at eventuelle avskriftsfeil skulle forekomme er ekstremverdier i datasettet dobbeltsjekket. Gitt at jeg kan stole på at prisene som er oppgitt hos de ulike kildene er riktig, bør derfor dataenes reliabilitet være høy.

5.3 Måling av sikringseffektivitet og beregning av optimalt sikringsforhold for futures

Det optimale sikringsforholdet (risikominimerende posisjon)

I et porteføljeperspektiv vil risiko bli betraktet som variansen til verdiforandringer i porteføljen. Det betyr at det risikominimerende sikringsforholdet er slik at variansen til porteføljen bestående av spotvaren og futures er minst mulig.

En framstilling av hvordan hedgingeffektivitet og det optimale hedgingforholdet blir beregnet er gitt i Dubofsky og Miller (2003), og baserer seg på et arbeid gjort av Ederington (1979):

Dagens pris på spotvaren S_0 er kjent

Dagens pris på futureskontrakten F_0 er kjent

S_T og F_T er prisen på spotvaren og futureskontrakten på tidspunkt T, og er ikke kjent.

Dersom hedgeren selger h kontrakter, vil tapet eller gevinsten på tidspunkt T være

$$(S_T - S_0) - h(F_T - F_0) = \Delta S - h \Delta F \quad (5.0)$$

Variansen/ risikoen til denne porteføljen vil da være

$$\begin{aligned} \text{var} [(S_T - S_0) - h(F_T - F_0)] &= \text{var}(\Delta S) + h^2 \text{var}(\Delta F) - 2h \text{cov}(\Delta S, \Delta F) \\ &= \text{var}(\Delta S) + h^2 \text{var}(\Delta F) - 2h\sigma(\Delta S)\sigma(\Delta F)\text{corr}(\Delta S, \Delta F) \end{aligned} \quad (5.1)$$

hvor korrelasjonen mellom spot og futures vil være

$$\text{corr}(\Delta S, \Delta F) = \frac{\text{COV}(\Delta S, \Delta F)}{\sigma(\Delta S)\sigma(\Delta F)} \quad (5.2)$$

For å finne risikominimerende posisjon deriverer man variansen/risikoen til porteføljen med hensyn på h og setter dette lik 0. Man finner da risikominimerende posisjon som

$$h^* = \frac{\text{cov}(\Delta S, \Delta F)}{\text{var}(\Delta F)} = \frac{\sigma(\Delta S)\text{corr}(\Delta S, \Delta F)}{\sigma(\Delta F)} \quad (5.3)$$

Dersom man ved hjelp av historiske data kjører regresjonen

$$\Delta S = a + b \Delta F \quad (5.4)$$

ville den estimerte stigningskoeffesienten bli

$$b = \frac{\text{cov}(\Delta S, \Delta F)}{\text{var}(\Delta F)} = h^* \quad (5.5)$$

Stigningskoeffesienten i regresjonsligningen vil altså fortelle hvor mange futureskontrakter man må handle per enhet av spotposisjonen for å minimere risiko. I ligningen er den avhengige variabelen forandring i spotvare, mens den uavhengige variabelen er endringen i futurespris. Det betyr at stigningskoeffesienten b kan tolkes som

$$b = \frac{\text{endring i spotpris}}{\text{endring i futurespris}} \quad (5.6)$$

Ved praktisk anvendelse av denne framgangsmåten må man være klar over at de data som er brukt er historiske, mens sikringen skal utføres mot et framtidig tidspunkt, noe som innebærer at forutsetningen for at h^* er risikominimerende posisjon er at det forholdet som er observert mellom spotprisen og futuresprisen også holder i framtiden. Dette er imidlertid noe analysen i neste kapittel vil gi svar på.

Ved utarbeidelse av en regresjonsmodellen må man vurdere for hvilke tidsperioder det er mest gunstig å basere dataene i modellen på. Generelt er det slik at man bør ha et datagrunnlag som gjenspeiler den tidsperioden man ønsker å hedge over. I to studier av futurespris gjort av Malliaris og Urrutia (1991) og Benet (1992) bruker man ukentlige data for å estimere det optimale hedgingforholdet. Begge studiene finner at en kortere hedginghorisont er mer effektiv enn en lang horisont i out-of-sample- tester. Et slikt resultat er konsistent med et argument om at man må benytte seg av data som korresponderer med hedginghorisonten når man estimerer MV- forholdet. For eksempel vil det være riktig å samle inn daglige data dersom man ønsker å hedge kun en dag. For hedgingperioder som strekker seg ut over en uke mener Dubofsky og Miller (2003) at det blir irrelevant om man bruker ukentlige eller månedlige data, men at man dog ikke bør bruke data som strekker seg lenger enn en måned. Bakgrunnen for dette er todelt. For det første vil færre observasjoner resultere i at beregningsfeilen knyttet til stigningskoeffisienten vil øke. For det andre vil det være mulig at det har eksistert ulike forhold mellom spotprisen og futuresprisen som ikke blir fanget opp dersom datagrunnlaget strekker seg langt tilbake i tid. Dette vil i sin tur redusere påliteligheten til at dette forholdet også vil eksistere i framtiden. Dubofsky og Millers framgangsmåte innebærer at man vil få en blanding av ulike kontrakter når løpetiden blir lang gitt at man skal ha månedlige observasjoner av prisendringer. Følgende eksempel der man har en hedginghorisont på 3 måneder illustrerer dette:

- I. I Januar benyttes prisendring i aprilkontrakten (3 mnd til forfall).
- II. I Februar benyttes prisendringen i aprilkontrakten (2 mnd til forfall).
- III. I Mars benyttes prisendringen i aprilkontrakten (1 mnd til forfall).

Med et ønske om å ikke blande kontrakter på denne måten, samt ikke miste for mye av datagrunnlaget, er et alternativ å ta i bruk overlappende observasjoner. Dette betyr at det er endringen i kontrakter med samme løpetid som er grunnlaget for beregning av effektivitet. For å tydeliggjøre hvordan overlappende observasjoner benyttes gis et eksempel på hvordan datagrunnlaget blir hhv med og uten overlappende observasjoner for en tremånederskontrakt:

1. UTEN overlappende observasjoner:
 - a. Første observasjon: prisendring i aprilkontrakten fra januar til forfall
 - b. Andre observasjon: prisendring i julikontrakten fra april til forfall
 - c. Tredje observasjon: prisendring i oktoberkontrakten fra juli til forfall
2. MED overlappende observasjoner:
 - a. Første observasjon: prisendring i aprilkontrakten fra januar til forfall
 - b. Andre observasjon: prisendring i maikontrakten fra februar til forfall
 - c. Tredje observasjon: prisendring i junikontrakten fra mars til forfall.

Ideelt sett hadde det altså vært ønskelig å benytte seg av metoden som ikke tar i bruk overlappende observasjoner, men som det framgår av eksempelet så minsker dette antall observasjoner betraktelig. Spesielt vil en metode uten bruk av overlappende observasjoner være problematisk for kontraktene med 6 måneder til forfall. Man ville da fått kun 2 observasjoner av prisendring per år! Et potensielt problem ved å benytte seg av overlappende prisendringer er man risikerer at de statistiske egenskapene til serien forverres (se kap 5.3). Blant annet er det sannsynlig er det at det vil resultere i autokorrelasjon mellom feilleddene i modellen.

I tillegg til å beregne optimalt hedgingforhold og hedgingeffektivitet når sikringshorisonten er like lang som kontrakten, ønsker jeg i denne oppgaven å se på om det er mulig å oppnå et bedre resultat ved å rulle 3 ganger i en-månedskontrakter. Resultatet sees da i forhold til å holde en tre-månedskontrakt til forfall. En slik analyse utføres for de 2 kontraktene som fikk den høyeste estimerte hedgingeffektiviteten ved en sikringshorisont på 1 måned.

Framgangsmåten jeg benytter meg av for å beregne effektivitet ved rulling er å summere sammen prisendringene i en-månederskontrakten i løpet av 3 måneder. Siden sikringshorisonten er på 3 måneder betyr dette at avstanden mellom endring i spotpris fortsatt er lik 3 måneder. Etter å ha aggregert dataene på denne måten beregnes så parameterne jeg er ute etter ved regresjonsligning (5.9).

Antallet futureskontrakter som må handles vil forutenom h^* være avhengig av hvor mange enheter en kontrakt dekker (Dubofsky og Miller, 2003). Dette betyr at antallet kontrakter (z) som utgjør risikominimerende posisjon er

$$z = h^* \frac{\text{Mengde } n \text{ av spotposisjon}}{\text{Mengden som utgjør 1 futureskontrakt}} \quad (5.7)$$

Sikringseffektivitet

Når man benytter seg av historiske data for å estimere en regresjonsmodell vil den multiple korrelasjonskoeffisienten R^2 være et mål på hvor stor prosentandel av variasjonen i den uavhengige variabelen F som kan forklare endring i S. Siden R^2 framkommer ved å kvadrere korrelasjonskoeffesienten mellom de to variablene S og F betyr det at R^2 vil være et mål på hvor effektiv hedgingen har vært historisk. Hedgingeffektiviteten kan også uttrykkes som en funksjon av basis (Se side 14). Man får da

$$h_{eff} = R^2 = 1 - \frac{\sigma^2(basis)}{\sigma^2(S_t)} \quad (5.8)$$

En lav R^2 vil innebære en stor basisrisiko. Når man skal avgjøre hvilken type futures som skal benyttes, vil derfor, gitt at alt annet er likt, den kontrakten med høyest R^2 være best egnet til sikringsformål. I praksis er denne faktoren alene ikke nok til å avgjøre hvilken kontrakt som er best egnet. I de fleste tilfeller vil man også ønske å ta hensyn til kontraktens likviditet. Det kan for eksempel tenkes at en kontrakt med høy R^2 har lavere likviditet enn alternative kontrakter. I tillegg må man, som jeg har vært inne på tidligere, også vurdere hvor godt man antar at det historiske forholdet mellom spotpris og futurespris vil beskrive fremtiden. En høy historisk R^2 er ingen garanti for at R^2 også i fremtiden vil forbli høy. Til sist bør man også vurdere hvilke av de tilgjengelige kontraktene som er nærmest den teoretisk riktige prisen i henhold til lagringskostnadshypotesen. Når man skal kjøpe en futureskontrakt, bør man ta den kontrakten som har størst avstand mellom faktisk F og teoretisk F. Skal man selge en futureskontrakt, bør man velge den kontrakten som er mest overpriset, altså der forskjellen mellom faktisk og teoretisk F er mest mulig positiv eller minst mulig negativ.

For tilfeller der R^2 er veldig lav, det vil si at det er knyttet stor usikkerhet til at observert forhold også vil eksistere i fremtiden, anbefaler Dubovsky og Miller (2003) at man har et hedgingforhold som er lavere enn det risikominimerende (h^*), slik at man unngår overhedging. Årsaken til dette er at man kan pådra seg større kostnader i form av høyere risiko og lavere forventet avkastning når man overhedger.

5.4 Forutsetninger for å bruke den klassiske lineære regresjonsmodellen (Classical Linear Regression Model (CLRM))

Ved bruk av CLRM er målet å finne estimatorene som er de beste blant forventningsrette estimatorene (Best linear unbiased estimator / BLUE). Dette er ikke alltid tilfelle dersom en eller flere av forutsetningene for å bruke CLRM er brutt (Gujarati, 2003).

Regresjonslikningen som estimeres ved CLRM er

$$\Delta S_t = a + h \Delta F_t + u_t \quad (5.9)$$

Størstedelen av dette avsnittet baserer seg imidlertid på framstillingen gjort av Gujarati (2003), og i fortsettelsen benyttes derfor samme notasjon. Det betyr at modellen som diskuteres er av den generelle typen

$$Y_i = B_1 + \beta_2 X_i + u_i \quad (5.10)$$

Utgangspunktet for beregningene er minste kvadraters metode (Ordinary Least Squares / OLS).

Alle forutsetningene i modellen er ikke tatt med. Forutenom kravet om at modellen skal være riktig spesifisert, er de mest problematiske forutsetningene i modellen i mitt tilfelle knyttet til feilleddet u_i . I fortsettelsen er det derfor fokusert på hvordan man kan påvise eventuelle brudd på disse forutsetningene, og hva konsekvensen i så fall vil bli.

5.4.1 Forutsetninger knyttet til feilleddene

Forutsetning 1: Feilleddene har et gjennomsnitt lik null

$$E(u_i) = 0 \text{ eller } E(u_i|x_i) = 0 \quad (5.11)$$

Ved bruk av OLS med konstantledd til estimering vil denne forutsetningen alltid holde for utvalget.

Forutsetning 2: Feilleddene har lik varians, dvs de er homoskedastiske.

$$\text{var}(u_i) = \sigma^2 \quad (5.12)$$

Brooks (2003) presiserer at det er lite sannsynlig at man i finansielle tidsserier vil finne at feilleddene ikke varierer over tid. En mulighet er derfor å vurdere en modell som ikke forutsetter homoskedastiske feilledd, men heller beskriver hvordan feilleddet utvikler seg. Dette kan gjøres gjennom å bruke en ”autoregressive conditionally heteroscedastic (ARCH) model”, slik som jeg har vært inne på tidligere (se side 31).

Konsekvensen av å benytte seg av minste kvadraters metode til tross for at feilleddene er hetroskedastiske, er at stigningskoeffisienten ikke lenger er den beste i klassen av forventningsrette estimatorer. Med andre ord vil ikke estimatoren i modellen ha den minste variansen blant alle mulige forventningsrette estimatorer. Men koeffesientestimaten vil altså fortsatt være konsistent og forventningsrette. Konsekvensen av å benytte seg av OLS der man ikke tar hensyn til at estimatene ikke har minst varians i klassen av forventningrette estimatorer at standardfeilene kan være feil.

Det eksisterer en rekke formelle tester som har til hensikt å avdekke om modellen har homoskedastiske feilledd eller ikke. Den testen jeg har benyttet for å avdekke eventuelle tilfeller av hetroskedastisitet er ”whites test”, fordi den er en av de mer anbefalte testene.

Whites generelle test for hetroskedastisitet

I denne testen henter man ut feilleddene knyttet til den opprinnelige regresjonen:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + u_i \quad (5.13)$$

Man kjører deretter en hjelperegresjon hvor feilleddene er de avhengige variable, mens de uavhengige variablene er de opprinnelige x- variablene, kvadratet av x'ene og kryssproduktet av x'ene. I tilfellet med bare 1 x-variabel blir det naturlig nok ikke noe kryssprodukt:

$$\hat{u}_i^2 = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{2i}^2 + v_i \quad (5.14)$$

Nullhypotesen er at det ikke eksisterer hetroskedastisitet. Under nullhypotesen skal størrelsen på sampelet (n) multiplisert med R^2 hentet fra hjelperegresjonen følge kji-kvadrat fordelingen asymptotisk med antall frihetsgrader lik stigningskoeffesienter i hjelperegresjonen. I hjelperegresjonen som benyttes i denne oppgaven, er antall frihetsgrader lik 2. I tilfeller der verdien av nR^2 overstiger den kritiske kji-kvadrat verdien ved valgt signifikansnivå blir

konklusjonen at det eksisterer hetroskedastisitet. I motsatt tilfelle beholdes nullhypotesen, noe som innebærer at $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$.

I tilfeller der man kjører en regresjon med 2 eller flere uavhengige variable kan ”whites test” enten være en test på ren hetroskedastisitet eller spesifikasjonsfeil, eller begge. Når man derimot kjører en regresjon med bare 1 uavhengig variabel, blir ”whites test” en test på ren hetroskedastisitet, da hjelperegresjonen ikke vil inneholde kryssprodukter av variabler.

Tiltak mot hetroskedastiske feilledd

En måte å omgå problemet med hetroskedastisitet når σ_t^2 ikke er kjent, er ved bruk av whites robuste metode. Denne metoden fjerner ikke problemet med hetroskedastisitet, men omgår det ved å korrigere for hetroskedastisitet i beregningen av standardfeilene. Slik korrigerer kan resultere i større eller mindre standardfeil enn den ukorrigerede standardfeilen. Dette vil imidlertid kun påvirke de ulike testene som utføres på dataene (F- og t-tester). Det estimerte hedgingforhold h^* samt hedgingeffektiviteten målt ved R^2 vil være upåvirket. Med andre ord gir ikke bruken av whites robuste metode noen utslag i de parameterne som man er ute etter i denne oppgaven. Siden standardfeilen likevel vil kunne være viktig for å si noe om hvor nøyaktig beregningen av hedgingforholdet er, vil jeg i tilfeller der det er avdekket hetroskedastiske feilledd benytte meg av whites robuste metode. Et mulig alternativ for å få bukt med problemet med hetroskedastiske feilledd hadde vært å modellere en betraktelig mer avansert ARCH- modell som ikke forutsatte homoskedastiske feilledd.

Forutsetning 3: Ingen autokorrelasjon mellom feilleddene

$$\text{cov}(u_i, u_j) = 0 \quad (5.15)$$

For tidsseriedata er det ikke uvanlig at forutsetningen om ingen autokorrelasjon er brutt. Studerer man prisindekser som for eksempel oljepris, vil man ofte kunne oppdage at prisene vil tendere til å gå i en bestemt retning i flere dager. Autokorrelasjon innebærer med andre ord at det er korrelasjon i tid eller rom mellom dataene som observeres. En grunn til at autokorrelasjon kan observeres vil kunne være knyttet til at prisene går i sykluser: Etter en nedgang i priser vil man forvente oppgang. Man kan da snakke om at prisene drives av momentum. En annen grunn til at autokorrelasjon oppstår, vil være at modellen er heftet med

spesifikasjonsfeil. Det vil si at viktige forklaringsvariable er utelatt eller at modellen har feil funksjonell form.

I tillegg til at tidsseriedataene kan være preget av autokorrelasjon vil man også kunne erfare at de er ikkestasjonære. Tidsseriedata er stasjonære (svakt stasjonære) dersom gjennomsnitt, varians og autovarians ikke forandrer seg over tid. En tidsserie som utviser disse egenskapene, vil ha en tendens til å returnere til gjennomsnittet, noe som på engelsk kalles mean reversion. Bekymringen for at en tidsserie skal være ikkestasjonær munner i at man ikke kan generalisere resultatene til å gjelde også andre tidsperioder. Med andre ord vil ikkestasjonære tidsserier være lite egnet til prediksjon, og kanskje derfor også av liten verdi hvis målet er å predikere fremtiden. Siden det er fullt mulig at både y og x er ikkestasjonære innebærer dette at også feilleddet kan være ikkestasjonært, hvilket også betyr at feilleddet vil utvise autokorrelasjon.

I litteraturen skiller man også mellom ulike typer av autokorrelasjon. Markovs første-ordens autoregressive prosess (AR1) forutsetter at feilleddet kan beskrives ut fra følgende mekanisme

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{hvor } -1 < \rho < 1 \quad (5.16)$$

ρ er kjent bl.a. som autokorrelasjonskoeffesienten ved forsinkelse 1 eller 1. ordens seriekorrelasjon. Det stokastiske feilleddet ε_t kalles ofte hvit støy, og man antar at dette følger standardforutsetningene for feilledd ved bruk av OLS. Dersom $|\rho| < 1$, er AR(1) - prosessen stasjonær. (Dersom antallet lag økte til for eksempel 2, ville man hatt en AR(2) - prosess som ville beskrives som $u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \varepsilon_t$). Hvis $\rho = 1$, følger feilleddet en enhetsrotprosess. Enhetsrot er et problem som beskriver en situasjon hvor dataene i tidserien er ikkestasjonære. Å teste for enhetsrot innbærer derfor å teste hvorvidt dataene er stasjonære. Dersom den opprinnelige modellen er ikkestasjonær, dvs at $\rho = 1$, vil man ofte kunne oppleve at man får en stasjonær modell ved å ta differansene mellom tidspunkt t og $t+1$. For tidsseriedata vil man altså ofte oppleve at modeller blir stasjonære ved 1. ordens differanse. Betegnelsen på en tidsserie som blir stasjonær etter at man har differensiert 1 gang er $I(1)$. Generelt er en modell som må differensieres n ganger for å bli stasjonær, integrert av orden n , $I(n)$. Modellen som forsøker å fastsette hedgingeffektivitet, er nettopp en modell av første ordens differanse, og det er derfor ikke ventet at resultatene blir spurielle. En spuriell regresjon referer her til en regresjon mellom 2 eller flere tidsrekker hvor Y og minst en av x 'ene er ikkestasjonære. I en slik situasjon vil man kunne ende opp med å konkludere med en statistisk signifikant korrelasjon mellom tidsserier i tilfeller der man vil forvente at en slik

sammenheng er ikke-eksisterende. Dersom $R^2 > DW$, er dette en indikasjon på at regresjonen er spuriell. DW er Durbin-Watson-observatoren som er beskrevet nærmere senere i dette avsnitt.

Når to tidsrekker er integrert av første orden, dvs de er begge $I(1)$, mens deres lineære kombinasjon gir $I(0)$, sier vi at de to tidsseriene er kointegrerte. I økonomisk sammenheng vil to tidsrekker være kointegrerte dersom det eksisterer en langsiktig likevekt mellom dem. I så fall vil det fortsatt være meningsfullt å tolke de resultatene som regresjonen gir.

Chen et al. (2002) presiserer at det er fullt mulig å finne at enten futures eller spotprisen er en enhetsrotserie, mens den andre er en stasjonær serie, hvilket ville innebære at det ikke kan eksistere noe stasjonært forhold mellom disse variablene. En konsekvens av dette ville være at man ikke kunne benytte futureskontrakter til å hedge spotpriser. Men, det påpekes av forfatterne at:

”Siden futurespriser og spotpriser er relatert gjennom et argument om fravær av arbitrasje kan ikke en slik situasjon være teoretisk akseptabel.”

De mener derfor at dersom man kommer over slike tilfeller, er forklaringen at man bruker for svake enhetsrottester, og anbefaler derfor å bruke tester med høyere teststyrke. Dette argumentet er klart holdbart i en situasjon hvor spotvaren og underliggende vare i futureskontrakten er den samme. Situasjonen stiller seg en smule annerledes når man driver med kryssikring. Arbitrasjeargumentet blir ikke gjeldende på samme måte, og dette innebærer at det bør gjøres en vurdering av hvorvidt dataene gir meningsfulle resultater. En mulig løsning på problemet ville vært å differensiere begge tidsseriene inntil de var $I(0)$. Økonomisk sett blir dette vanskelig å fortolke. Dersom den opprinnelige tidsserien med futurespriser for eksempel er av orden $I(2)$, mens den opprinnelige tidsserien av spotpriser er av $I(1)$, kunne man oppnå å få stasjonære tidsserier ved å differensiere futuresprisserien 2 ganger og spotprisserien 1 gang. Den økonomiske fortolkningen av spotserien ville i så fall være grei, mens fortolkningen av futuresprisserien ville være adskillig mer problematisk. Det er nemlig ingen fornuftig måte å tolke en differanse av en differanse. Resultatet av å løse dette statistiske problemet er altså at man lager et problem vedrørende den økonomiske fortolkningen. Der denne problemstillingen er aktuell velger jeg derfor å ikke korrigere for tilstedeværelsen av ikkestasjonærhet. Resultatene som blir presentert kan derfor være spurielle, noe som kan bety at sammenhengene som er estimert ikke eksisterer på lang sikt.

Som for tilfellet med tilstedeværelse av hetroskedastisitet innbærer autokorrelasjon at estimatoren ikke lenger er den med minst varians blant mulige estimatorene. Likevel vil den fortsatt være lineær forventningsrett, konsistent og asymptotisk normalfordelt. Konsekvensen av å benytte seg av OLS - estimering uten å ta høyde for autokorrelasjon er potensielt veldig drastisk. Sannsynligvis vil man underestimere den faktiske variansen ved positiv autokorrelasjon (hvilket er mest vanlig for økonomiske tidserier), og dermed overestimerer man R^2 . Videre vil man kunne ende opp med villedende konklusjoner om statistisk signifikans for de vanlige F og t testene.

For tidsrekke data er en vanlig test for å oppdage autokorrelasjon Durbin-Watson (DW) d - test. I tilfeller der DW- observatoren kommer ut med verdier godt under 2 (for positiv autokorrelasjon) er det grunn til å undersøke modellen nærmere for autokorrelasjon. I store utvalg er et grovt estimat på autokorrelasjonen (ρ) beregnet ved DW:

$$\rho \approx 1 - \frac{DW}{2} \quad (5.17)$$

Breuch-Godfreys test på autokorrelasjon

I tillegg til at DW benyttes som en indikator på eventuell autokorrelasjon brukes Breusch-Godfrey (BG) som en formell test på autokorrelasjon. I denne testen antar man at feilledet i modellen følger en $AR(p)$ prosess hvor p er ordenen av autoregresjon:

$$u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \dots + \rho_p u_{t-p} + \varepsilon_t \quad (5.18)$$

Nullhypotesen er her at $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$, med andre ord at det ikke eksisterer autokorrelasjon. Her er det ikke på forhånd fastsatt hva lengden på lag'ene (forsinkelsene) skal være. Derfor kreves det litt eksperimentering, eller eventuelt at man benytter et informasjonskriterium (så som Akaikes informasjonskriterie eller Schwarz informasjonskriterie)¹. I denne oppgaven tester jeg ved lag 1, 2, og 12. Noe som tilsvarer forsinkelser på hhv. 1 mnd, 2 mnd, og 12 mnd. Etter å ha hentet ut residualene fra den opprinnelige regresjonen består BG- testen av å utføre en hjelperegresjon av typen:

¹ For en beskrivelse av disse informasjonskriteriene se for eksempel Brooks (2008) side 232

$$\hat{u}_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + \rho_1 \hat{u}_{t-1} + \rho_2 \hat{u}_{t-2} + \dots + \rho_p \hat{u}_{t-p} + \varepsilon_t \quad (5.19)$$

Hvis sample størrelsen er stor skal $(n - p)R^2 \sim \chi^2_p$, hvor R^2 er hentet fra hjelperegresjonen.

Antall frihetsgrader er her lik p .

Augumented Dickey-Fuller (ADF) test på stasjonæritet

I tillegg til å teste for autokorrelasjon vil det altså være viktig å vite om tidsseriene følger en enhetsrotprosess. Det eksisterer mange enhetsrottester, og bakgrunnen for dette er kritikk av flere testers sannsynlighet for å begå type 1 feil, samt størrelsen på sannsynligheten for å forkaste en nullhypotese når den er falsk (teststyrken). I denne oppgaven benyttes en ”augumented Dickey-Fuller (ADF) test”. Brooks (2008) beskriver modellen som brukes i denne testen som

$$\Delta y_t = \psi y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta y_{t-i} + u_t \quad (5.20)$$

Nullhypotesen er her at $\psi=0$, dvs at serien inneholder en enhetsrot. Alternativet dersom man får forkastning, er at serien er stasjonær. p er her antallet forsinkelser som man ønsker å teste for. Igjen blir det opp til testeren av hypotesen å velge optimalt antall forsinkelser, eventuelt at man benytter seg av et eller annet informasjonskriterie. I statistikkprogrammet Eviews kan man basere antall lag på på Schwarz kriterie, og jeg benytter meg derfor av dette som optimalt antall forsinkelser ved ADF- tester.

Tiltak mot autokorrelasjon

Som indikert tidligere vil det ikke være uventet om flere av kontraktene er preget av autokorrelasjon, spesielt de lengre kontraktene, siden disse er estimert ved å bruke overlappende observasjoner. Et korrigerende tiltak mot dette er å beskrive modellen som en AR (1)- prosedyre. Det er ikke utenkelig at dataene følger mer avanserte prosesser som f.eks AR(2) eller høyere, men jeg vil tro at mesteparten av autokorrelasjonen som kan tenkes å være tilstede forsvinner ved en slik estimeringsmetode. Jeg tar her i bruk Cochrane-Orcutt's iterative prosedyre for å estimere regresjonen ved AR(1)- prosedyren. Målet med å bruke en slik metode er å få et estimat av ρ som kan benyttes til å få et generalisert minste kvadrats - (Generalized least Squares (GLS)) estimat av parameterne (Gujarati, 2003). Forskjellen mellom OLS og GLS er den at man minimerer den vektete summen av de kvadrerte residualene. Dersom ρ var kjent, ville man gå fram på følgende måte for å finne estimatoren med de beste egenskapene:

Utgangspunktet er

$$Y_t = B_1 + \beta_2 X_t + u_t \quad (5.21)$$

Dersom denne holder på tidspunkt t , vil den også holde på tidspunkt $t-1$:

$$Y_{t-1} = B_1 + \beta_2 X_{t-1} + u_{t-1} \quad (5.22)$$

Ved å multiplisere med ρ på hver side får man

$$\rho Y_{t-1} = \rho B_1 + \rho \beta_2 X_{t-1} + \rho u_{t-1} \quad (5.23)$$

Ved å subtrahere (5.23) fra (5.22) får man

$$Y_t - \rho Y_{t-1} = B_1(1 - \rho) + \beta_2(X_t - \rho X_{t-1}) + (u_t - \rho u_{t-1}) \quad (5.24)$$

som alternativt kan skrives som

$$Y_t^* = B_1^* + \beta_2^* X_t^* + E_t \quad (5.25)$$

Siden (5.25) nå tilfredstiller de vanlige forutsetningene for OLS, kan OLS estimering benyttes på de transformerte variablene Y_t^* og X_t^* .

GLS innebærer altså med andre ord at man transformerer modellen slik at den tilfredstiller de klassiske forutsetningene. Den iterative metoden som benyttes ved Cochrane-Orcutt's prosedyre estimerer ρ iterativt for så å bruke dette estimatet til å finne GLS-estimatene (Gujarati, 2003).

Selv om AR(1)- prosedyren antas å justere for mesteparten av autokorrelasjonen, er det ikke sikkert at dette gjør at modellen nå er fri for autokorrelasjon. Til tross for dette velger jeg å ikke ta hensyn til høyere grad av autokorrelasjon.

Forutsetning 4: Ingen kovarians mellom feilleddene og de uavhengige variable

$$Cov(X_i, u_i) = 0 \quad (5.26)$$

Forutsetningen om at forklaringsvariablene og feilleddet er ukorrelert kan være brutt dersom man utelater relevante forklaringsvariabler slik at effektene av disse havner i feilleddet. En annen mulig forklaring dersom det er brudd på forutsetningen, kan være at en eller flere av forklaringsvariablene har gal funksjonsform.

Konsekvensen av at forutsetningen svikter er at modellen gir forventningsskjev estimater for koeffesientene.

Forutsetning 5: Feilleddene er normalfordelte

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (5.27)$$

Sentralgrenseteoremet sier at samplingsfordelingen til utvalgsgjennomsnittene vil nærme seg normalfordelingen med økt utvalgsstørrelse. Dette gjelder selv om fordelingen i populasjonen skulle være skjev.

I små utvalg vil det derimot være viktig at forutsetningen om normalfordelingen holder dersom man ønsker at F og t tester skal være valide.

En uformell måte å sjekke om feilleddene er normalfordelte er å lage et normalplott av residualene. I slikt plott vil man kunne se med det blotte øye om feilleddene er normalfordelte.

Jarque-Beras (JB) test av normalfordeling

En formell test av denne forutsetningen kan gjøres ved å benytte Jarque-Beras (JB) test av normalfordeling. Testen gjelder for store sample, og man beregner skjevheten og kurtosen til residualene (Gujarati, 2003). Observatoren som benyttes er

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] \quad (5.28)$$

Hvor n er størrelsen på samplet, S er koeffesienten for skjevhet, og K koeffesienten for kurtose. Nullhypotesen er at residualene er normalfordelte. Dette innebærer en hypotese om at $S=0$ og $K=3$ på samme tid, noe som gjør at man forventer $JB=0$. JB- observatoren følger kji-kvadrat fordelingen med 2 frihetsgrader. Skjevhet er her et mål på i hvilken grad fordelingen er symmetrisk rundt sitt gjennomsnitt, mens kurtosen måler hvor fete haler distribusjonen har. I en normalfordeling vil man altså ikke ha skjevhet og en kurtose på 3.

Ifølge Kolb og Overdahl (2006) er nesten alle studier som tar for seg futurespriser enige om at endringer i futurespris ikke er normalfordelt. I stedet er det vanlig å finne at disse prisendringene er leptokurtiske. Leptokurtose beskriver en fordeling som har for mange ekstremobservasjoner i forhold til en normalfordeling. Dette betyr at man vil finne en

fordeling der toppen er høyere og halene er fetere enn i normalfordelingen. Ved testing av feilledets egenskaper er det altså ikke forventet at jeg vil finne at dette er normalfordelt. Til tross for at forutsetningen om normalfordeling ikke forventes å holde, velger jeg allikevel å benytte meg av OLS. Dette fordi det ikke eksisterer noen opplagt og enkel alternativ modell til å utføre de analysene jeg ønsker. Imidlertid betyr dette at de statistiske slutningene som gjøres med hensyn til futurespriser må gjøres med varsomhet.

5.4.2 Andre kritiske forutsetninger knyttet til modellen

Forutsetning 6: Regresjonsmodellen er korrekt spesifisert

Det mest kritiske i forbindelse med denne forutsetningen er at modellen har rett funksjonell form. Av de foregående forutsetninger har vi sett at feil funksjonsform bl.a. kan være en medvirkende årsak til autokorrelasjon. Terry (2004) presiserer at man vil kunne oppnå forskjeller i hva som er risikominimerende posisjon avhengig av om man måler endringer i dollar, prosent eller som en logaritmisk funksjon. Den tradisjonelle måten å måle risikominimerende posisjon på er som tidligere vist ved $h^* = \frac{cov(\Delta S, \Delta F)}{var(\Delta F)}$. Dette vil være riktig måte å måle risikominimerende posisjon på gitt at endringene måles i dollar (eller en annen valuta). Benytter man seg derimot av eksempelvis logaritmisk avkastning, så viser Terry at den estimerte betaen i regresjonslikningen nå vil være et adskillig mer avansert uttrykk (bestående av 4 multiplikative termer) som jeg ikke skal gjengi her. Spesielt i forbindelse med kryssikring vil man kunne oppleve store forskjeller fra det som tradisjonelt betraktes som risikominimerende posisjon. I situasjoner der spotvare og underliggende vare i futureskontrakten er den samme vil man imidlertid nok så ofte oppleve at man ved bruk av prosent- eller logaritmisk avkastning kommer fram til tilnærmet samme resultat for risikominimerende posisjon.

Selv om de opprinnelige arbeidene som ble gjort av Johnson (1960) og Ederington (1979) benyttet seg av endringer målt i dollartermer, er det desto flere som benytter seg av logaritmisk avkastning. Terrys hovedpoenge er at man vil kunne ende opp med feil resultat dersom den tradisjonelle framgangsmåten benyttes ved bruk av prosentavkastning og logaritmisk avkastning. Man kan argumentere for at valget av hvordan avkastning skal måles vil være avhengig av de statistiske egenskapene som avkastningsformen innehar, og mange

vil i praksis derfor ønske å benytte prosentavkastning eller logaritmisk avkastning. Diskusjonen rundt dette er imidlertid kontroversiell ifølge Kolb og Overdal (2006), og man har enda ikke kommet til noen endelig løsning på hva som er best egnet. I denne oppgaven benytter jeg endringer målt i dollarbeløp slik at problemene vedrørende tolkning av stigningskoeffesienten i regresjonen i hvert fall ikke blir aktuell.

5.5 “out-of sample” hedgingeffektivitet

Ved å benytte det estimerte hedgingforholdet fra periode 1 på dataene i periode 2 er det mulig å avgjøre hvordan hedgen ville gjort det i praksis. Metodologien som benyttes her er den samme som hos Benet(1992), bortsett fra at jeg har valgt å måle avkastningen i rene dollartermer heller enn forskjellen i logaritmisk avkastning. Siden det naturlige er at et flyselskap vil innta lange posisjoner i futureskontrakter, måles avkastningen til sikringsporteføljen som:

$$R_h = [(F_{t+i} - F_t) \times h^* - (S_{t+i} - S_t)] \quad (5.29)$$

Her er i hedginghorisonten på hhv. 1, 3 og 6 mnd.

Bakgrunnen for at jeg her velger å bruke avkastning målt i rene dollartremer i stedet for prosentvis avkastning er at jeg mener det er nettoendringen i dollarbeløp som faktisk er interessant (jf. diskusjonen i avsnitt 5.3.2). Dersom spotvaren og den underliggende varen i futureskontrakten var den samme, ville nok forskjellen mellom disse to avkastningsmålene bli liten, siden også prisene ville være relativt nær hverandre. I en krysshedge vil man ikke få det samme resultatet. Et tenkt eksempel der det er en avstand på 200 Cent mellom ATF-spotprisen og Brent Crude Oil -Futuresprisen kan illustrere forskjellene man ville få. Fra en periode til den neste er endringene på minus 25 cent i begge kontraktene. Prisen på tidspunkt 0 var henholdsvis 300 Cent/gallon for spotvaren og 100 cent/gallon for futureskontrakten. Måles avkastningen i Cent finner vi at denne blir $(75-100) - (275-300) = 25-25 = 0$, gitt at hedgingforholdet var 1:1. Hvis man derimot målte avkastningen logaritmisk, slik man ofte gjør i finans, ville man få $\ln(100/75) - \ln(300/275) = -8,41\%$. Bakgrunnen for at forskjellen oppstår er selvsagt at den prosentvise endringen blir mye større for futureskontrakten, som har en mye lavere pris enn spotprisen på ATF. I en perfekt hedge vil man forvente at tap (gevinst) i spotmarkedet fullstendig vil oppveies av gevinst (tap) i futureskontrakten. Poenget mitt er

altså at det er nettoendringen i dollar som er viktig for den som sikrer seg, og ikke den relative avkastningen.

Ved måling av avkastning i periode 2 basert, på det estimerte hedgingforholdet i periode 1, benyttes fortsatt overlappende observasjoner for de lengre kontraktene. Standardavviket til sikringsporteføljen (σ_h) og standardavviket til spotprisen (σ_s) i perioden blir så beregnet, og danner grunnlaget for hedgingeffektiviteten i periode 2 (basert på det optimale hedgingforholdet beregnet i periode 1). Med symboler beskrives effektiviteten som

$$h_{eff} = R^2 = \frac{\sigma_s^2 - \sigma_h^2}{\sigma_s^2} \quad (5.30)$$

Kapittel 6 Analyse av futureskontraktene

6.1 Innledning

For å få best mulig oversikt er de 2 første underkapitlene (6.2 og 6.3) delt inn etter hvilken periode som vurderes. I kapittel 6.2 gjøres en in-sample analyse basert på data fra periode 1. I kapittel 6.3 blir det gjort en in-sample analyse basert på data fra periode 2. I begge periodene analyseres en sikringshorisont på 1, 3 og 6 måneder. Dette betyr at man ved en sikringshorisont på 1 måned benytter seg av kontrakter med 1 måned til forfall. Tilsvarende benyttes en kontrakt med 3 måneder til forfall ved en sikringshorisont på 3 måneder, og en kontrakt med 6 måneder til forfall ved en sikringshorisont på 6 måneder. I avsnitt 6.4 oppsummeres resultatene fra analysene i de 2 periodene, slik at det er mulig å trekke konklusjoner. Etter å ha vurdert kontraktene hver for seg plukker jeg ut de 2 futureskontraktene som tilsynelatende er best egnet ved en sikringshorisont på 1 måned. Disse to kontraktene benyttes så i en rolle-hedge med en sikringshorisont på 3 måneder. Dette gjøres for å se om man oppnår et bedre resultat ved å rullere i 1 månederskontrakter enn ved å kjøpe en 3 månederskontrakt. I kapitell 6.5 ser jeg på det som heter out-of-sample (ex-ante) sikringseffektivitet. *Dette innebærer altså at man benytter det estimerte hedgingforholdet i første periode til å utføre sikring i andre periode.* Dette gjøres for de 2 kontraktstypene som tilsynelatende er best egnet. Poenget med dette er å se om kontraktene presterer slik man hadde forventet på bakgrunn av regresjonsanalysen. Notasjonen som benyttes i dette avsnittet har som hensikt å gjøre det enkelt å identifisere den enkelte kontrakt (oversikten finnes i vedlegg 2):

- Brent1 = Brent Crude oil - kontrakt med 1 måned til forfall.
- Brent3 = Brent Crude oil - kontrakt med 3 måneder til forfall.
- Brent6 = Brent Crude oil - kontrakt med 6 måneder til forfall.
- Crude1 = Light Sweet Crude oil - kontrakt med 1 måned til forfall.
- Crude3 = Light Sweet Crude oil - kontrakt med 3 måneder til forfall.

- Crude6 = Light Sweet Crude oil - kontrakt med 6 måneder til forfall.
- Heating1 = Heating oil - kontrakt med 1 måned til forfall.
- Heating3 = Heating oil - kontrakt med 3 måneder til forfall.
- Heating6 = Heating oil - kontrakt med 6 måneder til forfall.
- Spot = spotprisen på Jet- fuel.
- I tilfeller der det er snakk om avkastning settes en R foran navnet på kontrakten. For eksempel RCrude1 eller RBrent6
- I tilfeller der det er snakk om rulling settes et 3-tall foran navnet på kontrakten. For eksempel 3Brent1 eller 3Heating1

6.2 Periode 1 (januar 2000 til desember 2004): Analyse av hedgingeffektivitet ved bruk av kontrakter lik sikringshorisonten

Før jeg utfører estimeringen av effektivitet basert på en regresjonsmodell vil det på forhånd være mulig å gjøre noen enkle undersøkelser som vil indikere hvor godt den enkelte kontrakt vil gjøre det sammenlignet med spotprisen på ATF. Her har jeg valgt å vurdere den enkelte kontrakt på bakgrunn av korrelasjon med spotprisen, hvorvidt de to differensierte seriene er stasjonære samt en indeks hvor utviklingen i den enkelte kontrakt og spotprisen er sammenlignbar. Indeksen er konstruert ved å sette den første observasjonen i perioden til 100 for deretter å justere med den prosentvise endringen i kontrakten. På samme måte som i regresjonsmodellen har jeg i indeksen benyttet overlappende observasjoner for 3-månederskontraktene. De prosentvise endringene blir voldsomt store for kontraktene på 6 måneder. Dette gjør at en grafisk fremstilling (indeks) ved en sikringshorisont på 6 måneder ikke er særlig hensiktsmessig for vurderingen av sammenhenger. For en sikringshorisont på 6 måneder er det derfor ikke tatt med noen indeks.

6.2.1 Hedging ved bruk av den nærliggende futureskontrakten (1 mnd) i periode 1

Ved bruk av kontrakter som forfaller om 1 måned, brukes prisendringer observert fra første dag og fram til forfallsdagen. Som det framgår av kontraktsdetaljene og tidligere avsnitt så innebærer dette noe forskjellige forfallsdatoer for de ulike kontraktene. For eksempel hadde vi for Crude Oil- kontraktene at den nærliggende kontrakten den 20. januar er marskontrakten. Siste handledag for marskontrakten er 20. februar. Heating oil- kontraktene spenner derimot

fra starten av måneden til slutten av måneden. Her kan man for eksempel handle i februar - kontrakten fra starten av januar til slutten av januar. Med andre ord er det ikke bare datoene kontraktene handles over som varierer, men også hvor langt unna den nærliggende kontrakten er.

Siden kontraktene går mellom forskjellige datoer har det vært nødvendig å teste om forandringen i spotpris har vært svakt stasjonær mellom de datoer som korresponderer til de datoer som er brukt ved måling av endringer i futureskontrakten. Hva som er den korresponderende futureskontrakten er i tabell 6.1 angitt ved at navnet på kontrakten står i parentes bak spotprisen. Som vi ser av tabellen så blir nullhypotesen i ADF testen om at

Tabell 6.1: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 1 måned i periode 1.

Type tidsserie	t-statistikk	p-verdi
Spot1 (crude)	-6,5348	0,0000
Crude1	-8,1540	0,0000
Spot1 (brent)	-8,1397	0,0000
Brent1	-10,0168	0,0000
Spot1 (Heating)	-8,8624	0,0000
Heating1	-9,4388	0,0000

Tidsseriene består av månedlige prisendringer.

Endringene i spotpris går mellom datoer som korresponderer til den aktuelle kontrakten som står i parentes bak navnet på tidsserien.

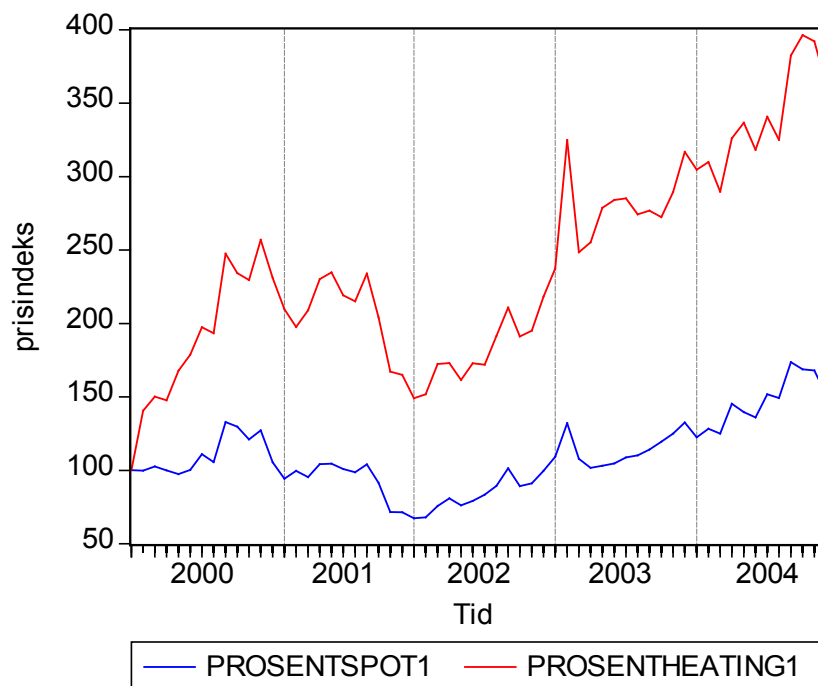
En ADF-test er en Augumented Dickey-Fuller test hvor konstantleddet er inkludert.

En oversikt over kontraktens navn og tid til forfall finnes i vedlegg 2

serien inneholder en enhetsrot forkastet i alle tilfeller. Dette betyr at alle slutninger som gjøres vedrørende forholdet mellom de respektive tidsseriene, er forventet å være meningsfulle.

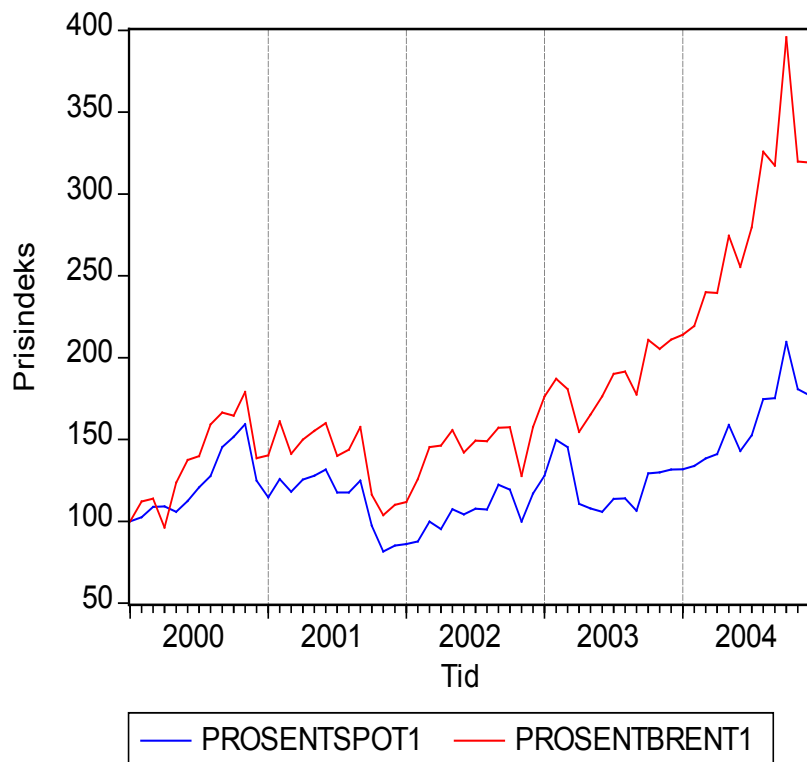
Antagelser

Av de tre figurene 6.1, 6.2 og 6.3 ser vi at alle kontraktene ser ut til å følge spotprisen relativt bra når vi sammenligner de prosentvise endringene, selv om ingen av dem utgjør et perfekt speilbilde av spotprisen. Heating1 har en avvikende utvikling i år 2000, men ser deretter ut til å beholde den relative avstanden til spotprisen ut perioden.

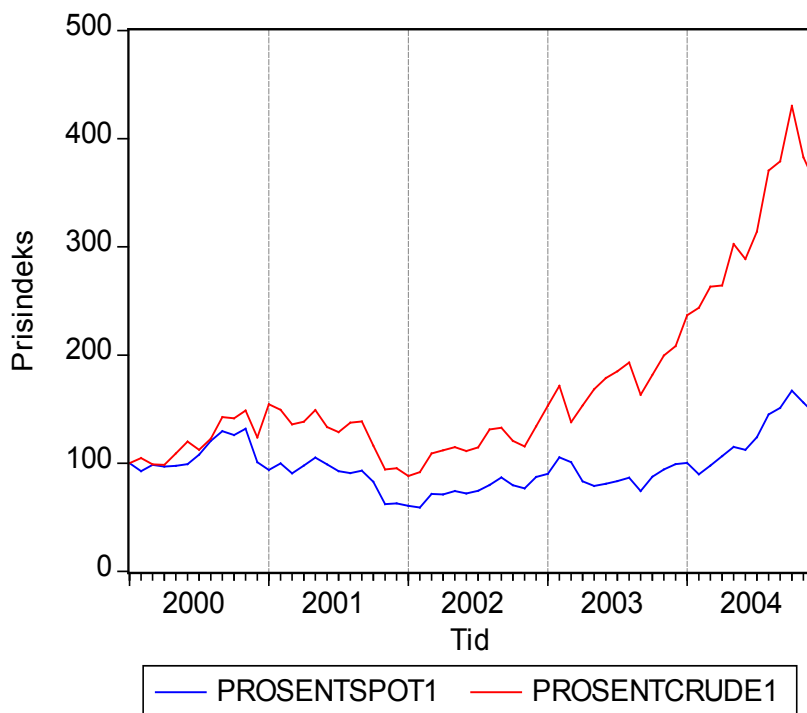


Figur 6.1: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Heating1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.

For de to andre kontraktene er utviklingen annerledes. Her følger både Crude1 og Brent1 utviklingen i spotprisen tett, fram til nesten midten av 2003. Fra midten av 2003 og til slutten av 2004 ser derimot den relative avstanden i prosentvis utvikling ut til å øke. Dersom målet er at den prosentvise endringen skal være mest mulig lik ville man nok ut fra grafene foretrukket brent1.



Figur 6.2: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Brent1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.



Figur 6.3: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Crude1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.

Tabell 6.2 viser at korrelasjonen mellom hhv. Brent1 og spot (0,86) og Heating1 og spot (0,87) er så å si den samme. Korrelasjonen mellom Crude1 og spot er mye lavere (0,68). En samlet vurdering gjør derfor at man på forhånd ville forvente at ytelsen til Brent1 og Heating1 er ganske lik og at disse to kontraktene vil være best egnet til sikringsformål.

Tabell 6.2: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 1 måned i periode 1.

	crude1	brent1	heating1
spot	0.688005	0.861788	0.868854

Testing av om forutsetningene i regresjonsmodellen holder for den nærliggende kontrakten (1 mnd)

I tabell 6.3 fremgår det at nullhypotesen om at feilleddene er homoskedastiske beholdes i Whites test både for Crude1 og Brent1. For Heating1 forkastes hypotesen om homoskedastiske feilledd for en test på 5% nivå (p-verdi på 0,0018). Dette innebærer at denne kontrakten ikke har estimatorer som er de beste innenfor klassen av forventningsrette estimatorer. Siden estimatene av koeffisientene tross alt er forventningsrette, velger jeg å tro at dette ikke utgjør et stort problem. Imidlertid er standardfeilen til det optimale hedgingforholdet beregnet ved whites robuste metode.

Testing for autokorrelasjon ved Breuch Godfrey (BG) gir ikke forkastning hverken ved forsinkelser på 1, 2 eller 12 måneder for noen av kontraktene. Dette betyr at det ikke eksisterer autokorrelasjon mellom feilleddene i disse kontraktene. Dette er betryggende og gjør at tillitten til den beregnede hedgingeffektiviteten bør være høy.

Av Jarque-Berra(JB)-testen ser vi at ingen av kontraktene ser ut til å ha normalfordelte feilledd. Dette er altså ikke uventet, og sammenfaller med andre undersøkelser som er gjort av futurespriser. Som diskutert tidligere gjøres ingen forandringer i modellen på bakgrunn av dette.

Tabell 6.3: Resultatet av tester utført på feilleddet i modellen når man har en sikringshorisont på 1 måned i periode 1.

Residualtester	crude1		brent1		heating1	
	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi
White	3.596901	0.1656	0.967127	0.6166	12.68253	0.0018
DW	1.831473		1.941562		1.863030	
BG(1)	0.266174	0.6059	0.019339	0.8894	0.280303	0.5965
BG(2)	3.443433	0.1788	4.739030	0.0935	0.924116	0.6300
BG(12)	9.351023	0.6727	16.75429	0.1591	12.61585	0.3976
skjevhet	-1.038737		-0.577160		-0.977085	
kurtose	4.670185		5.415391		5.186933	
JB	17.46749	0.000161	17.61782	0.000149	21.50364	0.000021

White er whites test for hetroskedastiske feilledd.

DW er Durbin – Watson observatoren

BG(1), BG(2) og BG(3) er Breuch Godfreys test for autokorreksjon ved lag 1,2 og 3.

JB er Jarque-Berras test for normalitet.

Tilfeller som gir forkastning ved en test på 5% nivå er markert med rødt.

Hedgingeffektivitet og hedgingforhold for kontrakter med 1 måned til forfall

Som det framgår av tabellen 6.4 oppnås den største reduksjonen i varians for Brent1 når sikringshorisonten er på en måned. For denne kontrakten er reduksjonen på 74%, mens den nest beste kontrakten er Heating1 med en reduksjon i varians på 63%. Som antatt på forhånd oppnås det dårligste resultatet ved bruk av Crude1.

Tabell 6.4: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 1 måned i periode 1.

Nøkkelparametre periode 1	crude1	brent1	heating1
Variansreduksjon (R^2)	44,4 %	74,3 %	62,9 %
optimalt hedgingforhold (h^*)	0,7533	0,9932	0,7001
standardfeil (h^*)	0,1117	0,0774	0,1176

6.2.2 Hedging ved bruk av den tredje mest nærliggende futureskontrakten (3 mnd) i periode 1

Av tabell 6.5 ser vi at nullhypotesen om at tidsseriene inneholder en enhetsrot forkastes for alle tidsseriene på 1% nivå, bortsett fra spotprisen som følger brent kontrakten. Her er det

altså et interessant fenomen at hvilke datoer 3-måneders prisendringer i spotpris tas mellom er avgjørende for om serien er ansett å være stasjonær eller ikke. Som diskutert tidligere (se side 42) er det ikke sikkert det gir mening å vurdere sammenhengen mellom Brent3 kontrakten som er av $I(0)$ og den tilhørende endring i spotpris, siden denne er av $I(1)$. Hadde begge vært integrert av samme orden, kunne man håpe at prisene skulle vært kointegrerte, men dette er altså ikke tilfellet. Til tross for at de to seriene følger ulike enhetsrotprosesser utføres de vanlige testene på forholdet mellom dem.

Tabell 6.5: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 3 måneder i periode 1.

Type tidsserie	t-statistikk	p-verdi
Spot3 (crude)	-4.641535	0.0004
Crude3	-3.745373	0.0058
spot3 (brent)	-1.846696	0.3543
Brent3	-4.410138	0.0008
spot3 (Heating)	-3.761324	0.0058
Heating3	-4.291736	0.0011

Tidsseriene består av prisendringer iløpet av 3 måneder.

Endringene i spotpris går mellom datoer som korresponderer til den aktuelle kontrakten som står i parantes bak navnet på tidsserien.

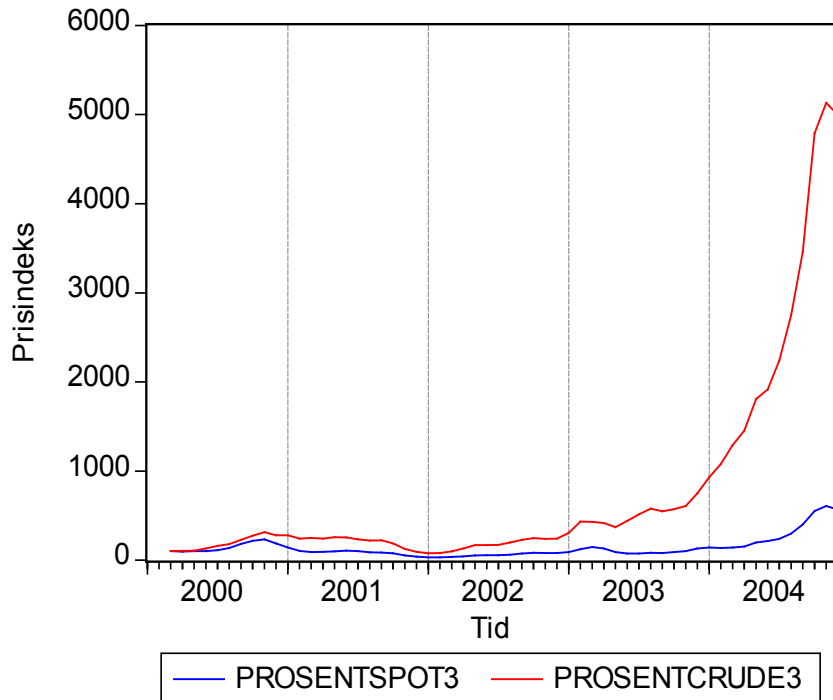
En ADF-test er en Augmented Dickey-Fuller test hvor konstantleddet er inkludert.

Tilfeller hvor man ikke kan forkaste nullhypotesen om at serien inneholder 1 enhetsrot er markert med rødt

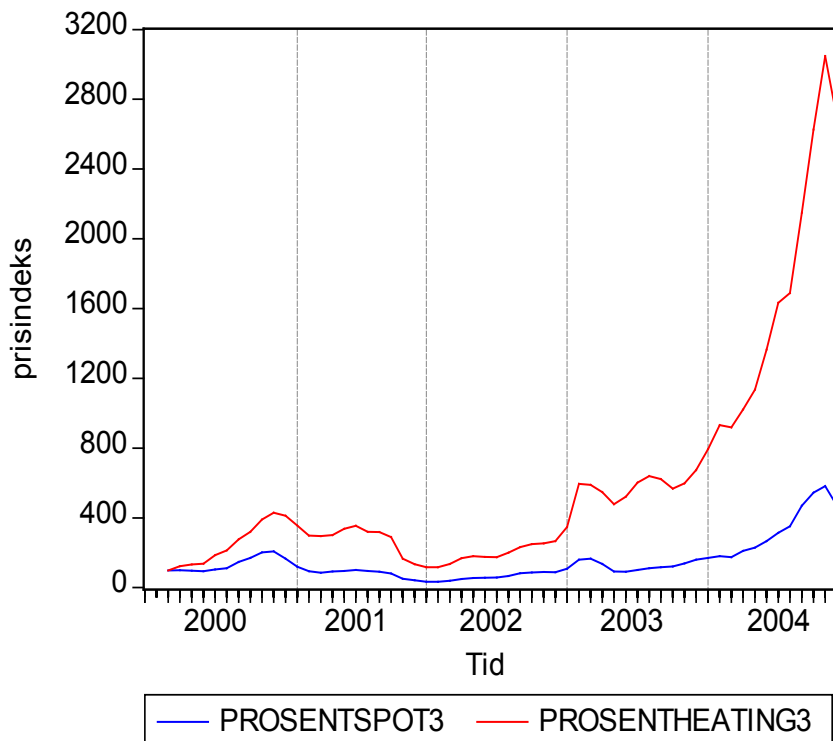
En oversikt over kontraktens navn og tid til forfall finnes i vedlegg 2

Antagelser

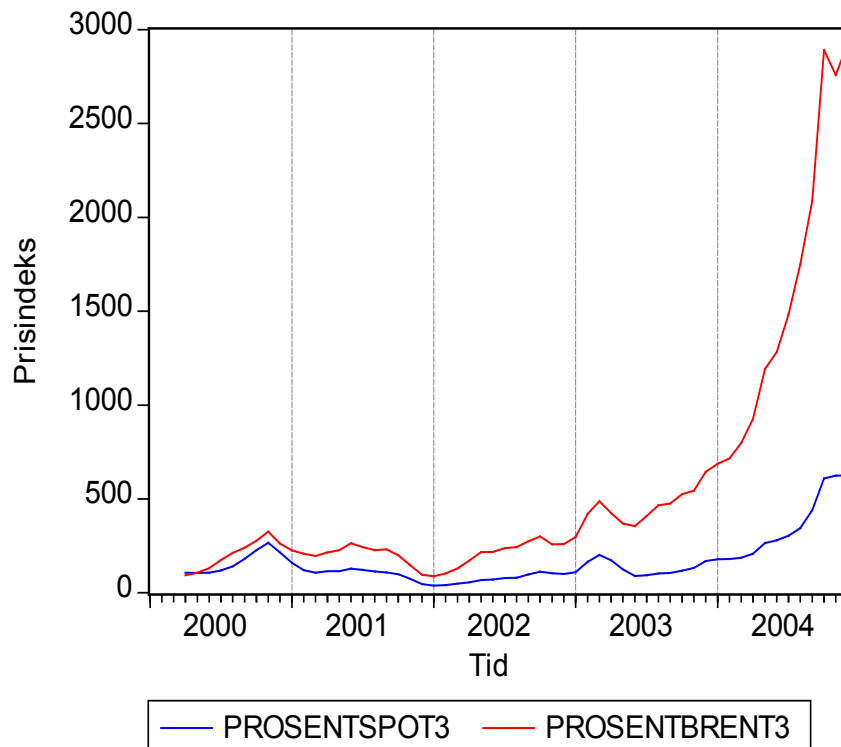
Som det fremgår av indeksene i figur 6.4, 6.5 og 6.6, blir de akkumulerte prosentvise utslagene veldig store over tid, når man benytter seg av overlappende observasjoner. Av de 3 grafene er det vanskelig å konkludere med hvilke av kontraktene som er best egnet til sikringsformål, dersom utgangspunktet var at man ville at den prosentvise avkastningen skulle være mest mulig lik.



Figur 6.4: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Crude3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.



Figur 6.5: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Heating3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.



Figur 6.6: Prisindeks i periode 1 over den prosentvise endringen i hhv. Brent3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.

Av korrelasjonen mellom de respektive kontraktene og spotprisen (tabell 6.6) ser vi at resultatet er omtrent det samme som for 1 mnd kontraktene med tanke på hvilke av dem som kan tenkes å være best egnet. Brent3 og Heating3 ser ut til å være omtrent like gode. Igjen er altså Crude- kontrakten den som er dårligst egnet når man vurderer ut fra korrelasjon. Her må man imidlertid huske at sammenhengen mellom Brent3 og spotprisen muligens er spuriell. For alle kontrakter ser vi at korrelasjonen med spotpris har økt i forhold til 1 mnd kontraktene.

Tabell 6.6: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 3 måneder i periode 1.

	crude3	brent3	heating3
spot	0,831759	0,878821	0,870021

Testing av om forutsetningene i regresjonsmodellen holder for den tredje mest nærliggende kontrakten (3 mnd)

I tabell 6.7 ser vi at White's test for homoskedastiske feilledd gir forkastning for en test på 5% nivå for Heating3. De andre kontraktene ser altså ut til å ha homoskedastiske feilledd.

Alle kontraktene er preget av autokorrelasjon. Dette er muligens en bieffekt av at det er brukt overlappende observasjoner, og som diskutert tidligere antar jeg at mesteparten av autokorrelasjonen kan fjernes ved bruk av en AR(1)- prosedyre.

JB testen om normalfordelte feilledd gir bare forkastning for Crude3. Med andre ord ser det ut til at både Heating3 og Brent3 følger forutsetningen om normalfordelte feilledd.

Tabell 6.7: Resultatet av tester utført på feilleddet i modellen når man har en sikringshorisont på 3 måneder i periode1.

Residualtester periode 1	crude3		brent3		heating3	
	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi
White	0.379127	0.8273	0.837554	0.6579	6.611876	0.0367
DW	1.117254		1.111832		1.028002	
BG(1)	10.99602	0.0009	10.06928	0.0015	12.22083	0.0005
BG(2)	14.61056	0.0007	14.13532	0.0009	12.45815	0.0020
BG(12)	19.39602	0.0794	21.14515	0.0483	15.25241	0.2279
skjevhet	-0.864576		-0.568017		-0.546332	
kurtose	4.177501		3.509002		3.126090	
JB	10.39414	0.005533	3.680434	0.158783	2.923711	0.231806

White er whites test for hetroskedastiske feilledd.

DW er Durbin – Watson observatoren

BG(1), BG(2) og BG(3) er Breuch Godfreys test for autokorrealsjon ved lag 1,2 og 3.

JB er Jarque-Berras test for normalitet.

Tilfeller som gir forkastning ved en test på 5% nivå er markert med rødt.

Hedgingeffektivitet og hedgingforhold for kontrakter med 3 måneder til forfall

Tabell 6.9 viser variansreduksjon og optimalt hedgingforhold etter at det er korrigert for autokorrelasjonen som ble påvist. I denne tabellen ser vi at Brent3 og Heating3 rangeres relativt likt på bakgrunn av estimert hedgingeffektivitet. Begge disse kontraktene er forventet å være godt egnet til sikring av spotpris med en variansreduksjon på 74% for Brent3 og 73% for Heating3. Her bør man imidlertid huske at resultatet for regresjonen med Brent3 kan tenkes å være spuriell, da de to tidsseriene fulgte ulike enhetsrotprosesser og følgelig ikke kan ha noe langsiktig likevekt mellom seg. Her kunne man selvsagt prøvd å transformere dataene til for eksempel å være logaritmisk avkastning for å se om problemet da løste seg, men dette har jeg altså valgt å ikke gjøre.

Tabell 6.8: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 3 måneder i periode 1.

Nøkkelparametre periode 1	crude3	brent3	heating3
Variansreduksjon (R^2)	67,8 %	77,2 %	74,3 %
optimalt hedgingforhold (h^*)	1,2121	1,3382	0,9653
standardfeil (h^*)	0,1125	0,0980	0,1018

Tabell 6.9: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcutts prosedyre og en sikringshorisont på 3 måneder i periode 1.

Nøkkelparametre periode 1	crude3	brent3	heating3
Variansreduksjon (R^2)	57,0 %	73,8 %	73,1 %
optimalt hedgingforhold (h^*)	1,0340	1,2138	0,9180
standardfeil (h^*)	0,1235	0,0995	0,0760

6.2.3 Hedging ved bruk av den sjette mest nærliggende futureskontrakten(6 mnd) i periode 1

Fra tabell 6.10 fremgår det at kun forandringen i spotprisen som følger Crude6 er stasjonær. Siden Crude6 selv er ikke-stasjonær betyr dette at det ikke kan eksistere noe langsiktig forhold mellom disse prisene. For de andre kontraktene er det utført en ADF- test på residualene hentet fra regresjonen. Her viser det seg at forandringen i spot6 og Brent6 er kointegrert siden man får forkastning av nullhypotesen om at residualene inneholder 1

enhetsrot. Det samme gjelder for forandringen mellom Spot6 og Heating6. Det vil altså være meningsfullt å se på sammenhengen mellom disse.

Tabell 6.10: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 6 måneder i periode 1.

Type tidsserie	t-statistikk	p-verdi
deltaSpot6 (crude)	-2.006665	0.2832
DeltaCrude6	-4.480362	0.0007
deltaspot6 (brent)	-0.687495	0.8399
deltaBrent6	-1.009905	0.7423
deltaspot6 (Heating)	-2.594315	0.1004
DeltaHeating6	-2.861083	0.0567
kointegrasjon spot6 brent6	-6.339870	0.0000
kointegrasjon spot6 heating6	-4.117607	0.0020

Tidsseriene består av prisendringer iløpet av 6 måneder.

Endringene i spotpris går mellom datoer som korresponderer til den aktuelle kontrakten som står i parantes bak navnet på tidsserien.

En ADF-test er en Augmented Dickey-Fuller test hvor konstantleddet er inkludert.

Testing av kointegrasjon er foretatt ved en ADF-test på feilleddene.

Tilfeller hvor man ikke kan forkaste nullhypotesen om at serien inneholder 1 enhetsrot er markert med rødt

En oversikt over kontraktens navn og tid til forfall finnes i vedlegg 2

Antagelser

I tabell 6.11 ser det igjen ut til at Heating6 (0,91) og Brent6 (0,90) kommer ut som to relativt jevnbyrdige alternativer basert på deres korrelasjon med spotprisen. Korrelasjonen for disse to kontraktene er også høyere enn den var ved en sikringshorisont på 3 måneder. Korrelasjonen mellom spot og Crude6 (0,70) gjør at man fatter mistanke om at denne kontrakten er mindre egnet til sikringsformål.

Tabell 6.11: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 6 måneder i periode 1.

	crude6	brent6	heating6
spot	0.699547	0.911716	0.901823

Testing av om forutsetningene i regresjonsmodellen holder for den sjette mest nærliggende kontrakten (6 mnd)

Av tabell 6.12 fremgår det at det kun er Crude6 som ikke har homoskedastiske feilledd. Standardfeilen som rapporteres for denne kontrakten er derfor estimert ved whites robuste metode.

Alle kontraktene er heftet med autokorrelasjon. For å bøte på problemet med autokorrelasjon estimeres modellene på nytt ved Cochrane-Orcutts prosedyre.

Vi ser også at Crude6 er den eneste kontrakten som har feilledd som ikke ser ut til å være normalfordelte.

Tabell 6.12: Resultatet av tester utført på feilleddet i modellen når man har en sikringshorisont på 6 måneder i periode 1.

Residualtester periode 1	crude6		brent6		heating6	
	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi
White	46.94978	0.0000	3.798988	0.1496	0.270979	0.8733
DW	1.265875		0.783383		0.875886	
BG(1)	7.910506	0.0049	19.17317	0.0000	16.13260	0.0001
BG(2)	10.29778	0.0058	20.41080	0.0000	16.38444	0.0003
BG(12)	16.18186	0.1830	30.26639	0.0025	21.63069	0.0419
skjevhet	1.109329		-0.527416		-0.591130	
kurtose	6.968718		2.622341		2.843233	
JB	46.51463	0.000000	2.824416	0.243605	3.259468	0.195982

White er whites test for hetroskedastiske feilledd.

DW er Durbin – Watson observatoren

BG(1), BG(2) og BG(3) er Breuch Godfreys test for autokorrealsjon ved lag 1,2 og 3.

JB er Jarque-Berras test for normalitet.

Tilfeller som gir forkastning ved en test på 5% nivå er markert med rødt.

Hedgingeffektivitet og hedgingforhold for kontrakter med 6 måneder til forfall

Av tabell 6.14 fremgår det at Crude6 bare har en forventet effektivitet på 10% etter at man har korrigert for autokorrelasjon. Med tanke på at regresjonen også muligens er spuriell ville man i utgangspunktet ikke vurdere denne kontrakten som god overhodet. For de andre to kontraktene ser vi at Brent6 ser ut til å være noe bedre egnet enn Heating 6 siden reduksjonen i varians er på hhv 77% og 73%.

Tabell 6.13: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 6 måneder i periode 1.

Nøkkelparametre periode 1	crude6	brent6	heating6
Variansreduksjon (R^2)	48,9 %	83,1 %	81,3 %
optimalt hedgingforhold (h^*)	0,7356	1,4394	0,9946
standardfeil (h^*)	0,3045	0,0900	0,0655

Tabell 6.14: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcutts prosedyre og en sikringshorisont på 6 måneder i periode 1.

Nøkkelparametre periode 1	crude6	brent6	heating6
Variansreduksjon (R^2)	9,5 %	77,4 %	72,8 %
optimalt hedgingforhold (h^*)	0,1869	1,2151	0,919
standardfeil (h^*)	0,0248	0,0928	0,079

6.2.4 Sammenfatning av resultater i første periode

I Tabell 6.15 ser det ut til at Brent -kontrakten er best egnet til å sikre seg mot endringer i spotprisen uavhengig av hvor lang sikringshorisonten er. Her er det riktig nok usikkert om denne sammenhengen er reell for Brent3 da prisendringene i denne kontrakten fulgte en enhetsrotprosess, mens prisendringene i spotprisen ikke gjorde det. Det samme gjaldt også for Crude6 og tilhørende endringer i spot. Selv om man ser bort fra resultatet i Brent3 og Crude6, er det vanskelig å finne et konsekvent mønster. For Brent finner vi en ganske marginal endring i hedgingeffektivitet når man går fra 1 til 6 måneder. For Heating ser vi at effektiviteten øker når man går fra 1 til 3 måneder for deretter å være tilnærmet uendret når

man går fra 3 til 6 måneder. Crude kontrakten har også en økning i effektivitet når man går opp fra 1 til 3 måneder. Som det fremgår i avsnitt 6.5 har man i andre undersøkelser funnet at hedgingeffektivitet ser ut til å øke med sikringshorisonten "in-sample", men det kan man altså ikke uomtvistelig slå fast er i tilfellet i denne perioden. Siden resultatene i denne perioden er noe vanskelig å tolke vil det være fornuftig å se om "in-sample" hedgingeffektivitet i periode 2 er mer entydig.

Tabell 6.15: Variansreduksjon etter lengde på kontrakten (lik sikringshorisonten) og type kontrakt i periode 1.

	1 mnd	3 mnd	6 mnd
Crude	44,4 %	57,0 %	9,5 %
Brent	74,3 %	73,8 %	77,4 %
Heating	62,9 %	73,1 %	72,8 %

6.3 Periode 2 (desember 2004 til mars 2009): Analyse av hedgingeffektivitet ved bruk av kontrakter lik sikringshorisonten

I dette underkapittelet utføres de samme analysene som ble utført i periode 1. Forskjellen er at datagrunnlaget som man baserer estimatene på nå strekker seg fra desember 2004 til mars 2009.

6.3.1 Hedging ved bruk av den nærliggende futureskontrakten (1 mnd) i periode 2

Av tabell 6.16 kan man lese at alle tidsseriene er stasjonære på endringsform ved en test på 5% nivå. Den høyeste p-verdien er her for deltaspot1 (brent) med en verdi på 0,02. Siden alle tidsseriene antas å være stasjonære på endringsform innebærer det at resultatene jeg får forventes å være meningsfulle.

Tabell 6.16: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 1 måned i periode 2.

Type tidsserie	t-statistikk	p-verdi
Spot1 (crude)	-4.776726	0.0003
Crude1	-5.321147	0.0000
spot1 (brent)	-3.220152	0.0248
Brent1	-3.838425	0.0047
spot1 (Heating)	-4.479688	0.0007
Heating1	-4.713104	0.0003

Tidsseriene består av prisendringer iløpet av 1 måned.

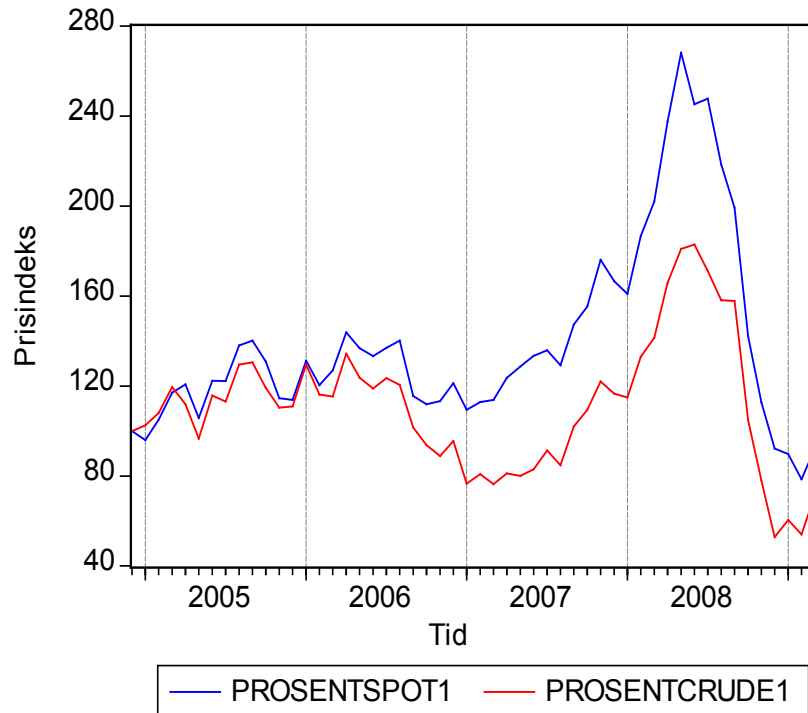
Endringene i spotpris går mellom datoer som korresponderer til den aktuelle kontrakten som står i parantes bak navnet på tidsserien.

En ADF-test er en Augumented Dickey-Fuller test hvor konstantleddet er inkludert.

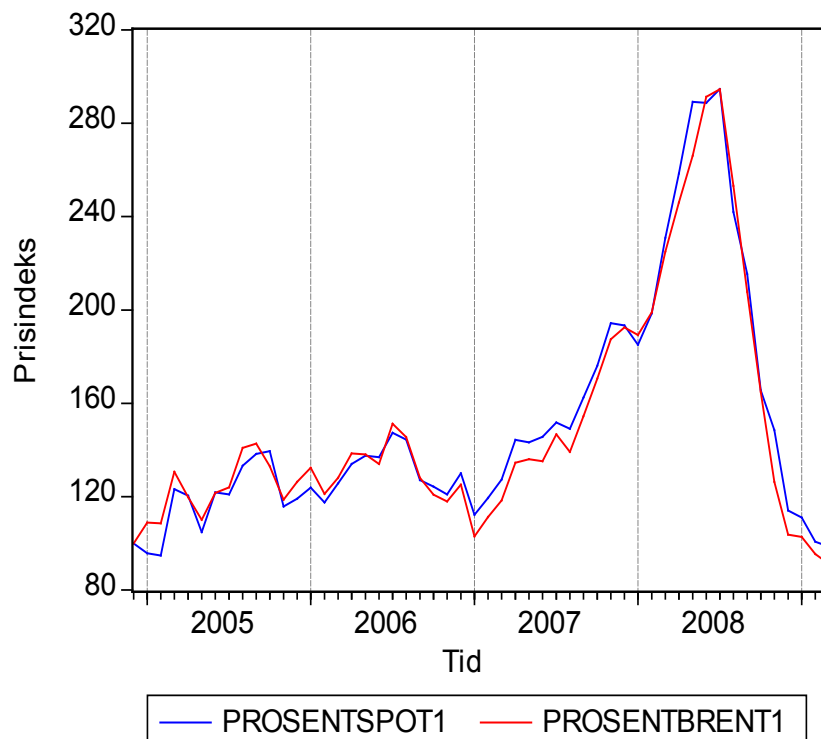
En oversikt over kontraktens navn og tid til forfall finnes i vedlegg 2

Antagelser

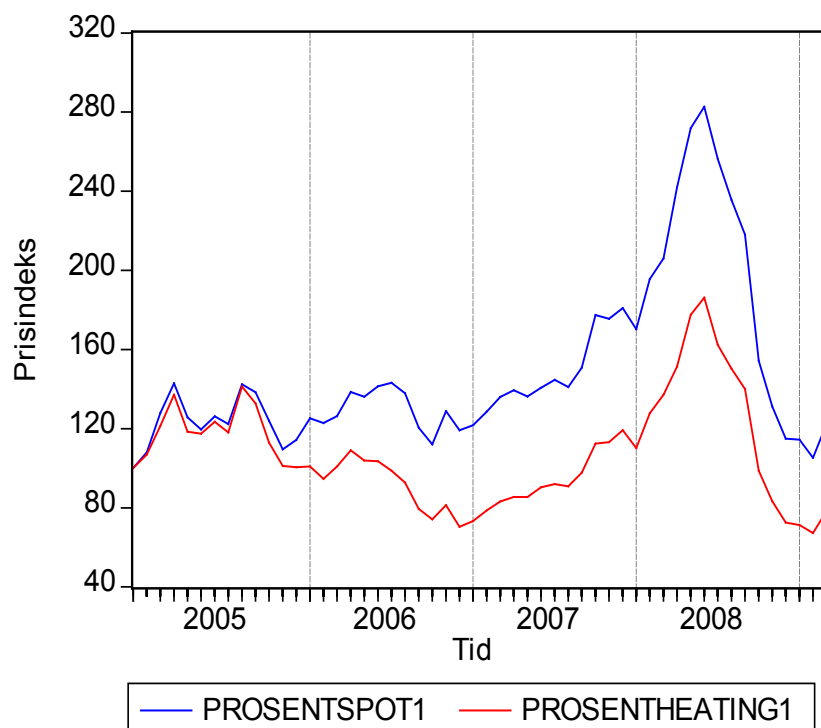
Av figurene som sammenligner den prosentvise utviklingen i futureskontrakten og tilhørende endring i spotpris (figur 6.7 – 6.9) er det utvilsomt Brent1 som skiller seg mest ut. De prosentvise endringene i Brent1 ser ut til å være nær perfekt korrelert med den prosentvise endringen i spotprisen. Det er også betryggende å se at denne sammenhengen ser ut til å gjelde også i den tiden hvor oljeprisen økte dramatisk, og usikkerheten rundt framtidig oljeprisutvikling var stor.



Figur 6.7: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Crude1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.



Figur 6.8: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Brent1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100



Figur 6.9: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Heating1 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.

Ut fra korrelasjonen mellom kontraktene og spotprisen så ville man ha størst forventninger til Heating1 (tabell 6.17). Alle kontraktene har for øvrig en forholdsvis høy korrelasjon med spotprisen. Tar man hensyn til både den grafiske framstillingen og korrelasjonen ville man forvente at alle kontraktene vil gjøre det relativt bra.

Tabell 6.17: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 1 måned i periode 2.

	crude1	brent1	heating1
spot	0.899096	0.905752	0.962004

Testing av om forutsetningene i regresjonsmodellen holder for den nærliggende kontrakten (1 mnd)

Som det framgår av tabell 6.18 er det kun Brent1 som tilsynelatende ikke har homoskedastiske feilledd. Dette betyr at standardfeilene til det optimale hedgingforholdet estimeres ved whites robuste metode.

For Brent1 kan det også se ut som om feilleddet er autokorrelert. Dette betyr at man bør korrigere for autokorrelasjon ved en AR(1) - modell.

Til tross for at det er påvist at Brent1 har hetroskedastiske feilledd som er autokorrelerte, er dette den eneste kontrakten hvor man ikke kan forkaste hypotesen om at feilleddet er normalfordelt.

Tabell 6.18: Resultatet av tester utført på feilleddet i modellen når man har en sikringshorisont på 1 måned i periode 2.

Residualtester periode 2	crude1		brent1		heating1	
	Testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi
White	0.671044	0.7150	19.16918	0.0001	3.075449	0.2149
DW	2.419213		2.782685		2.041908	
BG(1)	2.870093	0.0902	8.888473	0.0029	0.023145	0.8791
BG(2)	3.062852	0.2162	9.085719	0.0106	1.088428	0.5803
BG(12)	10.29867	0.5898	22.18945	0.0355	9.063166	0.6975
skjevhet	-1.064213		-0.595244		1.096799	
kurtose	5.561605		3.950429		4.646593	
JB	23.57053	0.000008	4.931219	0.084957	15.98667	0.000338

White er whites test for hetroskedastiske feilledd.

DW er Durbin – Watson observatoren

BG(1), BG(2) og BG(3) er Breuch Godfreys test for autokorrelasjon ved lag 1,2 og 3.

JB er Jarque-Berras test for normalitet.

Tilfeller som gir forkastning ved en test på 5% nivå er markert med rødt.

Hedgingeffektivitet og hedgingforhold for kontrakter med 1 måned til forfall

Ved å korrigere for autokorrelasjonen som ble påvist i Brent1 blir den estimerte hedgingeffektiviteten høyere. Som det fremgår av tabell 6.19 og 6.20 så er Heating1 likevel bedre egnet til sikringsformål. Forskjellene er imidlertid ikke veldig stor. Mens forventet hedgingeffektivitet ved bruk av Heating1 er på 93% er den tilsvarende effektiviteten for Brent1 på 90%. Dårligst ut kommer Crude1 med en effektivitet på 80%

Tabell 6.19: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 1 måned i periode 2.

Nøkkelparametre periode 2	crude1	brent1	heating1
Variansreduksjon (R^2)	80,40 %	81,10 %	92,60 %
optimalt hedgingforhold (h^*)	1,0432	1,1695	0,9619
standardfeil (h^*)	0,0736	0,0805	0,039

Tabell 6.20: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcuts prosedyre og en sikringshorisont på 1 måned i periode 2.

Nøkkelparametre periode 2	brent1
Variansreduksjon (R^2)	90,3 %
optimalt hedgingforhold (h^*)	1,1890
standardfeil (h^*)	0,0571

6.3.2 Hedging ved bruk av den tredje mest nærliggende futureskontrakten (3 mnd) i periode 2

Tabell 6.21 viser at det kun er endringene i spotpris som korresponderer med Brent3 som er ikke-stasjonære. Det samme var tilfelle også i periode1 for den samme tidsserien. Det faktum at effekten av eventuelle sjokk ikke dør ut i tidsserien gjør at man strengt tatt ikke kan sammenligne endringene i spotpris med endringene i brent3 (som er stasjonær). Når dette likevel blir gjort, er det grunn til å minne om at resultatene som blir presentert for denne kontrakten muligens er spurielle.

Tabell 6.21: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 3 måneder i periode 2

Navn på tidsserie	t-statistikk	p-verdi
Spot3 (crude)	-3.683980	0.0076
Crude3	-3.613400	0.0092
Spot3 (brent)	-1.995744	0.2876
Brent3	-3.660523	0.0080
Spot3 (Heating)	-3.784009	0.0058
Heating3	-3.512828	0.0120

Tidsseriene består av prisendringer iløpet av 3 måneder.

Endringene i spotpris går mellom datoer som korresponderer til den aktuelle kontrakten som står i parentes bak navnet på tidsserien.

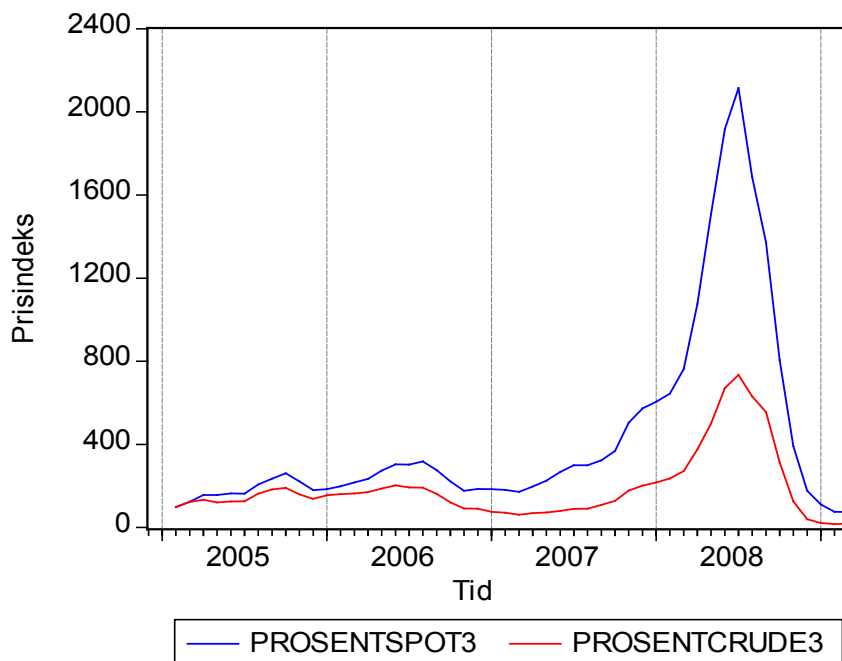
En ADF-test er en Augmented Dickey-Fuller test hvor konstantleddet er inkludert.

Tilfeller hvor man ikke kan forkaste nullhypotesen om at serien inneholder 1 enhetsrot er markert med rødt

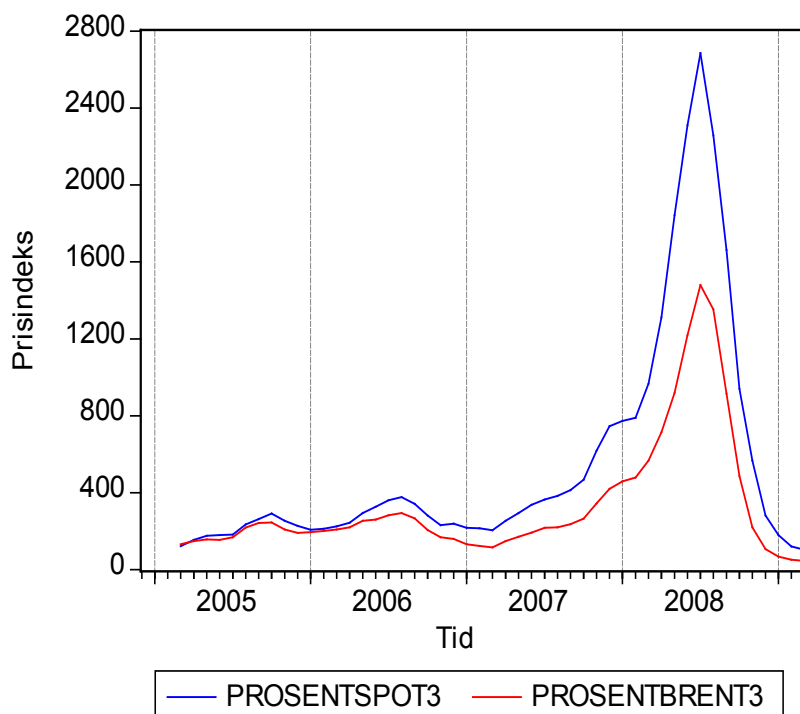
En oversikt over kontraktens navn og tid til forfall finnes i vedlegg 2

Antagelser

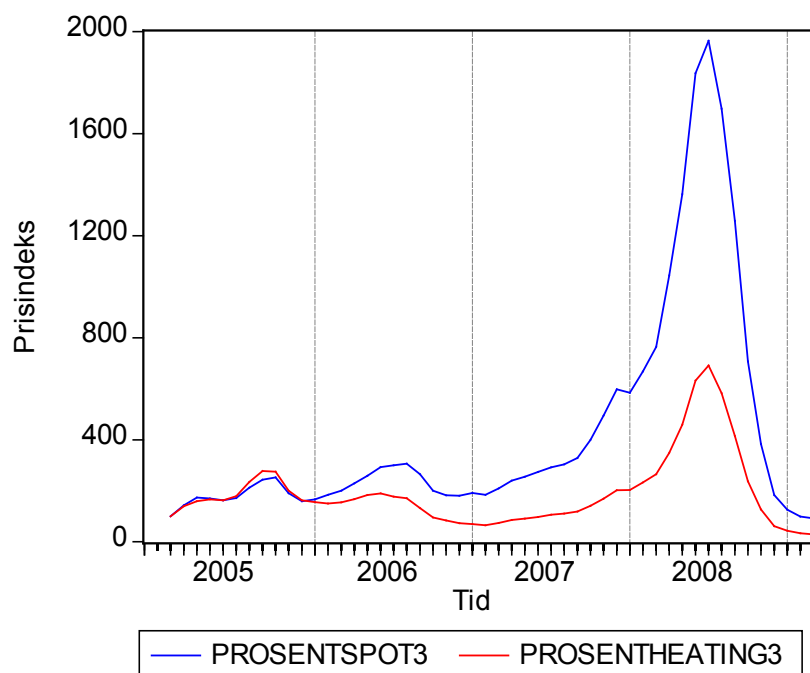
Basert på figurene over utviklingen i indeksene (Figur 6.10 – 6.12) er det vanskelig å si hvilke av de 3 kontraktene som følger spotprisen tettest. Brent3 ser ut til å være den som kommer best ut dersom man skulle vurdere ut fra hvordan de prosentvise forandringen i denne kontrakten samvarierer med den prosentvise forandringen i spotpris.



Figur 6.10: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Crude3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.



Figur 6.11: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Brent3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.



Figur 6.12: Prisindeks i periode 2 over den prosentvise endringen i hhv. Heating3 og spotpris basert på en utgangsverdi på 100.

Korrelasjonen mellom de ulike kontraktene og spotprisen (tabell 6.22) viser at alle 3 kontrakter er forventet å være godt egnet til sikringsformål. Korrelasjonen mellom spotprisen og den enkelte kontrakt er dessuten større nå enn ved en horisont på 1 måned.

Tabell 6.22: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 3 måneder i periode 2.

	crude3	brent3	heating3
spot	0.974794	0.969967	0.987727

Testing av om forutsetningene i regresjonsmodellen holder for den tredje mest nærliggende kontrakten (3 mnd)

I tabell 6.23 gir Whites test for homoskedastiske feilledd kun forkastning for Brent3

Ved test av om feilleddet er autokorrelert gir BG testen utslag for både Heating3 og Crude3 ved forsinkelser på 1. Brent3 ser derimot ut til å følge en mer avansert $ar(\rho)$ - prosess. Siden jeg får forkastning ved forsinkelser på 12 måneder, men ikke for forsinkelser på 1 og 2 måneder, må dette bety at prosessen kan beskrives som en $ar(\rho)$ prosess hvor $2 < \rho < 12$. Dette klarer jeg ikke å ta hensyn til i modellen, og en cochrane-ortcutt prosedyre ville ikke bedre situasjonen noe. I tillegg vet man altså at resultatene for denne modellen muligens er spurielle. I det store og hele er det altså usikkert om Brent3 vil være godt egnet til sikring. Siden den ikke tilfredsstillter forutsetningene i regresjonsmodellen kan estimatene være misvisende for denne kontrakten.

Alle kontraktene ser ut til å ha normalfordelte feilledd ved en JB- test på 5% nivå.

Tabell 6.23: Resultatet av tester utført på feilleddet i modellen når man har en sikringshorisont på 3 måneder i periode 2.

Residualtester periode 2	crude3		brent3		heating3	
	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi
White	1.050441	0.5914	9.403335	0.0091	0.567949	0.7528
DW	1.115639		1.774440		0.936148	
BG(1)	9.095756	0.0026	0.552439	0.4573	13.81994	0.0002
BG(2)	10.02466	0.0067	0.666918	0.7164	13.83748	0.0010
BG(12)	19.69972	0.0730	30.38166	0.0024	19.56115	0.0759
skjevhet	-0.632588		0.322975		0.251072	
kurtose	3.472913		4.240160		2.332697	
JB	3.724649	0.155311	3.991968	0.135880	1.423945	0.490675

White er whites test for hetroskedastiske feilledd.

DW er Durbin – Watson observatoren

BG(1), BG(2) og BG(3) er Breuch Godfreys test for autokorrealsjon ved lag 1,2 og 3.

JB er Jarque-Berras test for normalitet.

Tilfeller som gir forkastning ved en test på 5% nivå er markert med rødt.

Hedgingeffektivitet og hedgingforhold for kontrakter med 3 måneder til forfall

Av tabellene over estimert variansreduksjon og optimalt hedgingforhold fremgår det at heating3 vil være den kontrakten som er best egnet for sikringsformål med en variansreduksjon på 95% etter at man har korrigert for autokorrelasjon (se tabell 6.24 og 6.25).

Tabell 6.24: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 3 måneder i periode 2.

Nøkkelparametre periode 2	crude3	brent3	heating3
Variansreduksjon (R^2)	94,8 %	93,9 %	97,5 %
optimalt hedgingforhold (h)	1,1421	1,1637	1,0168
standardfeil (h)	0,0392	0,0704	0,0239

Crude3 ser ut til å være den kontrakten som reduserer variansen minst, men er på ingen måte noe dårlig alternativ da variansreduksjonen ligger på hele 91% etter at man har korrigert for autokorrelasjon.

Tabell 6.25: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcutts prosedyre og en sikringshorisont på 3 måneder i periode 2.

Nøkkelparametre periode 2	crude3	heating3
Variansreduksjon (R^2)	90,9 %	95,4 %
optimalt hedgingforhold (h)	1,0996	1,0110
standardfeil (h)	0,0521	0,0330

6.3.3 Hedging ved bruk av den sjette mest nærliggende futureskontrakten (6 mnd) i periode 2

Av ADF- testene som undersøker om seriene inneholder en enhetsrot (tabell 6.26), fremgår det at vi får forkastning bare for Crude6 og tilhørende spotprisendringer ved tester på 5% nivå. Dette står i kontrast til periode 1 hvor disse to seriene fulgte forskjellige enhetsrotprosesser.

I alle de andre seriene kan vi ikke utelukke en enhetsrotprosess. Vi ser imidlertid at endringer i spotpris og brent6, samt endringer i spotpris og heating6 er kointegrerte basert på en ADF-test på residualene. I sum skulle dette bety at man kan estimere meningsfulle forhold mellom alle kontrakter og tilhørende spotpris.

Tabell 6.26: Resultat av en ADF-test når sikringshorisonten er 6 måneder i periode 2.

Type tidsserie	t-statistikk	p-verdi
Spot6 (crude)	-3.378838	0.0174
Crude6	-2.947918	0.0482
Spot6 (brent)	-2.107428	0.2430
Brent6	-2.046291	0.2667
Spot6 (Heating)	-2.020922	0.2771
Heating6	-2.129236	0.2346
Kointegrasjon spot6 brent6	-6.326751	0.0000
Kointegrasjon spot6 heating6	-3.022380	0.0403

Tidsseriene består av prisendringer iløpet av 3 måneder.

Endringene i spotpris går mellom datoer som korresponderer til den aktuelle kontrakten som står i parantes bak navnet på tidsserien.

En ADF-test er en Augumented Dickey-Fuller test hvor konstantleddet er inkludert.

Testeing av kointegrasjon er foretatt ved en ADF-test på feilleddene.

Tilfeller hvor man ikke kan forkaste nullhypotesen om at serien inneholder 1 enhetsrot er markert med rødt.

En oversikt over kontraktens navn og tid til forfall finnes i vedlegg 2

Antagelser

Korrelasjonen mellom den enkelte kontrakt og spotprisen er ekstremt høy for alle kontrakter (tabell 6.27). Korrelasjonen er faktisk så høy at man på forhånd ville tro at hvilken kontrakt som velges vil ha marginal betydning for hedgingeffektiviteten.

Tabell 6.27: Korrelasjon mellom dollar-endringen i spotpris og dollar-endringen i futureskontrakt når sikringshorisonten er 6 måneder i periode 2.

	crude6	brent6	heating6
spot	0.988232	0.993896	0.991301

Testing av om forutsetningene i regresjonsmodellen holder for den sjette mest nærliggende kontrakten (6 mnd)

Whites test viser at alle kontraktene har feilledd som er homoskedastiske (tabell 6.28).

Ved test av om feilleddet er autokorrelert, viser det seg noe overraskende, at dette kun er tilfellet for heating6 kontrakten. Antagelsen her er altså at cochrane-ortcutts AR(1)- prosedyre vil rette opp i det meste av autokorrelasjonen som er påvist å være tilstede i denne kontrakten.

JB testen viser at heating6 er den eneste kontrakten som oppfyller forutsetningen om normalfordelte feilledd.

Tabell 6.28: Resultatet av tester utført på feilleddet i modellen når man har en sikringshorisont på 6 måneder i periode 2.

Residualtester periode 2	crude6		brent6		heating6	
	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi
White	2.778883	0.2492	1.829069	0.4007	2.955047	0.2282
DW	1.495673		1.363500		0.702807	
BG(1)	2.101817	0.1471	2.215086	0.1367	19.20285	0.0000
BG(2)	4.787464	0.0913	2.829889	0.2429	19.47725	0.0001
BG(12)	13.33781	0.3450	15.75977	0.2025	22.54481	0.0318
skjevhet	-0.727801		-0.956114		-0.086709	
kurtose	5.266890		4.695787		3.210376	
JB	13.91034	0.000954	12.52026	0.001911	0.142469	0.931243

White er whites test for hetroskedastiske feilledd.

DW er Durbin – Watson observatoren

BG(1), BG(2) og BG(3) er Breuch Godfreys test for autokorrealsjon ved lag 1,2 og 3.

JB er Jarque-Berras test for normalitet.

Tilfeller som gir forkastning ved en test på 5% nivå er markert med rødt.

Hedgingeffektivitet og hedgingforhold for kontrakter med 3 måneder til forfall

Som antatt på forhånd er alle de 3 kontraktene veldig godt egnet til å redusere variasjonene i spotprisene (se tabell 6.29 og 6.30). Tar man hensyn til at Heating6 hadde autokorrelerte feilledd, får man at Brent6 er den kontrakten som er best egnet til å redusere variansen med en reduksjon på 99 %. Nest best er Crude6 med en reduksjon på 98 % ,og deretter følger heating6 med en reduksjon på 96%. Forskjellen i ytelse ser altså ut til å være marginal.

Tabell 6.29: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved en sikringshorisont på 6 måneder i periode 2.

Nøkkelparametre periode 2	crude6	brent6	heating6
Variansreduksjon (R^2)	97,7 %	98,8 %	98,3 %
optimalt hedgingforhold (h)	1,1705	1,223	1,0268
standardfeil (h)	0,0273	0,0205	0,0206

Tabell 6.30: Variansreduksjon og optimalt sikringsforhold (med standardfeil) ved benyttelse av cochrane-ortcutts prosedyre og en sikringshorisont på 6 måneder i periode 2.

Nøkkelparametre periode 2	heating6
Variansreduksjon (R^2)	95,8 %
optimalt hedgingforhold (h)	1,0060
standardfeil (h)	0,0330

6.3.4 Sammenfatning av resultater i andre periode

Mønsteret med økning i hedgingeffektivitet med økt sikringshorisont kommer mye mer klart frem i denne perioden enn det gjorde i periode 1 (se tabell 6.31). For alle kontraktstyper gir en økning i lengden på kontrakten en tilsvarende økning i hedgingeffektivitet. Spesielt for denne perioden er det imidlertid at effektiviteten ser ut til å være meget høy ved bruk av den mest nærliggende kontrakten, dvs en hedginghorisont på 1 mnd. En annen forskjell fra denne periode og periode1 er at valget av hvilken kontrakt som er best egnet vil være avhengig av hvor lang hedginghorisont man har. Med en sikringshorisont på 1 måned er Heating kontrakten best egnet, det samme gjelder dersom sikringshorisonten økes til 3 måneder. Med en sikringshorisont på 6 måneder presterer derimot Heating dårligst, og man vil forvente å oppnå den største reduksjonen i varians ved å benytte seg av Brent6.

Tabell 6.31: Variansreduksjon etter lengde på kontrakten (lik sikringshorisonten) og type kontrakt i periode 2.

	1 mnd	3 mnd	6 mnd
crude	80,4 %	90,9 %	97,7 %
brent	90,3 %	93,9 %	98,8 %
heating	92,6 %	95,4 %	95,8 %

6.4 Oppsummering og diskusjon av kontraktens ytelse i periode 1 og periode 2

6.4.1 Variansreduksjon

En samlet vurdering av kontraktens ytelse i periode 1 og 2 gjør at jeg kommer til den konklusjonen at effektiviteten er økende med økt sikringshorisont. Man kan med andre ord bli ledet til å tro at det er bedre å ha en lang sikringshorisont enn en kort. Dette empiriske forholdet mellom spot- og futurespriser er velkjent i hedging litteraturen. Jeg har tidligere i oppgaven referert til undersøkelser gjort av bl.a. Benet (1992), som også finner at effektiviteten er økende med økt sikringshorisont "in-sample". Her er det viktig å presisere at mens Benet bruker ukentlige prisforandringer for ulike sikringshorisonter, så er det i denne oppgaven vektlagt å holde prisforandringen lik sikringshorisonten. Likevel er det nyttig å se på forklaringen som Benet gir med hensyn på hvorfor man opplever at en lengre sikringshorisont er mer effektiv enn en kort. For det første mener man at dersom hedgen er over en lengre periode, er dette med på å ta bort noe av prisusikkerheten som ellers ville bli reflektert i en høyere basisrisiko. Med lavere usikkerhet vil futuresprisen følge spotprisen bedre og dette fører altså til høyere effektivitet. En annen statistisk forklaring på denne sammenhengen er at støy i datasettene bør være lavere for lengre intervaller. Dermed vil det "sanne" økonomiske forholdet mellom spot og futurespriser bli avslørt. En annen lignende forklaring blir gitt av Geppert (1995) som mener at spot- og futurespris vil være kointegrerte hvor de deler en felles stokastisk trend som gir seg utslag i at de er perfekt korrelert på lang sikt. Denne forklaringen er tiltalende, og i de tilfellene hvor kointegrasjonstester har vært utført i denne oppgaven har det vist seg at nettopp dette er tilfellet. Selv om "in-sample" analysene viser at hedgingeffektiviteten øker med økt hedginghorisont så vil man i praksis være opptatt av om dette også er tilfelle i "out-of-sample". Studiene som er gjort av Malliaris og Urrutia (1991) samt Benet (1992), viser at "out-of-sample" hedgingeffektivitet er avtagende med økt sikringshorisont. Benet finner for eksempel at en 1-ukers horisont er mer effektiv enn en 4-ukershorisont i "out-of-sample"- tester. Her er det igjen grunn til å minne om at begge disse studiene baserer seg på ukentlige prisendringer, uavhengig av sikringshorisonten, slik at "out-of-sample" - resultatet blir en bekreftelse på at prisendringene bør holdes lik sikringshorisonten. Forfatterne av disse studiene mener at årsaken til at hedgingeffektiviteten er avtagende i "out-of-sample" testen er at hedgingforholdet ikke er

stabilt. Om en lignende tendens kan oppdages i de kontraktene som har vært til vurdering kommer jeg inn på i avsnitt 6.5.

Når det gjelder spørsmålet om hvilke av kontraktene som er best egnet, har oppgaven vist at denne konklusjonen vil kunne forandre seg over tid når hedginghorisonten er på 1 og 3 måneder. Det er kun ved en hedginghorisont på 6 måneder at konklusjonen ikke forandres mellom periodene. Anslaget på hvor effektiv kontraktene vil være, er generelt meget høy når man baserer seg på data fra periode 2. Dette har antageligvis sammenheng med at prisene har vært mer volatile i denne perioden, og at forholdet mellom futureskontraktene og spotprisen derfor har forandret seg. Dette indikerer at det vil være fornuftig å oppdatere estimatene med jevne mellomrom, slik at man til enhver tid benytter den beste kontrakten.

6.4.2 Sikringsforholdet

Det er ikke testet om noen av kontraktene har signifikant forskjellig sikringsforhold i de to periodene, men siden standardfeilen i beregningene er oppgitt kan man likevel gjøre noen slutninger. I fortsettelsen holdes crude6 utenfor diskusjonen siden det ble vist at denne kontrakten ikke var spesielt velegnet til sikring.

Det første man kan merke seg i tabell 6.32 er at man ved en kort sikringshorisont (1 mnd) har et hedgingforhold som ser ut til å forandre seg signifikant, og mye mellom de to periodene. Dette betyr at det er vanskelig å predikere den optimale tilpasningen når sikringshorisonten er kort. Sett i lys av at det var forventet å finne en langsiktig sammenheng mellom prisendringen i 1 måneders futureskontrakter og tilhørende spotpris er dette et overraskende resultat. Alle de optimale sikringsforholdene for 1 - månederskontrakter i periode 2 havner utenfor intervallet som framkommer i periode 1 ved å legge til standardfeilen.

Det andre man kan merke seg er at hedgingforholdet ser ut til å bli mer stabilt ettersom man øker sikringshorisonten. Ser vi for eksempel på det estimerte sikringsforholdet til brent6 i periode 2 så kan dette rapporteres med standardfeil som $1,223 \pm 0,0205$. Vi kan med andre ord ikke utelukke at hedgingforholdet i periode 2 er likt det estimerte hedgingforholdet i periode 1 på 1,2151. Implikasjonene av dette er at man ikke trenger å være like bekymret for at tilpasningen i antall kontrakter ikke er optimal når sikringshorisonten er lang.

Tabell 6.32: Det estimerte sikringsforholdet (med standardfeil) i begge perioder for alle kontrakter.

	crude1	brent1	heating1	crude3	brent3	heating3	crude6	brent6	heating6
periode 1	0,7533	0,9932	0,7001	1,0340	1,2138	0,9180	0,1869	1,2151	0,919
standardfeil									
periode 1	0,1117	0,0774	0,1176	0,1235	0,0995	0,0760	0,0248	0,0928	0,079
periode 2	1,0432	1,189	0,9619	1,0996	1,1637	1,0110	1,1705	1,223	1,0060
standardfeil									
periode 2	0,0736	0,0571	0,039	0,0521	0,0704	0,0330	0,0273	0,0205	0,0330

6.5 Testing av effektivitet ved en sikringshorisont på 3 måneder: Er det bedre å rulle i 1- månedskontrakter enn å holde en 3 månederskontrakt til forfall?

I dette avsnittet vurderer jeg de to kontraktene som tilsynelatende var best egnet til sikring både i periode 1 og periode 2 ved en sikringshorisont opp til og med 3 måneder. Dette var Brent1, Heating1, Brent3 og Heating3. Som jeg tidligere har vært inne på så fremkommer resultatet av å rulle i 1- månederskontrakter ved å summere sammen endringene i disse over 3 måneder. Når jeg i tillegg har benyttet meg av overlappende observasjoner så vil det være forventet at alle kontraktene er preget av autokorrelasjon. For å indikere at det er 1 månederskontrakter som rulleres 3 ganger er det satt et 3-tall foran kontrakten (for eksempel 3brent1).

Testing av om forutsetningene i regresjonsmodellen holder ved en når man ruller i 1- månedskontrakter

Det er kun 3Heating1 i periode 2 som bryter forutsetningen om homoskedastiske feilledd (se tabell 6.33). Standardfeilen i regresjonsmodellen som baserer seg på å rulle 3 ganger i Heating1 er derfor beregnet ved whites robuste metode i periode 2.

Som forventet viser tabell 6.33 at alle rullestrategiene har feilledd som er autokorrelerte i begge perioder. Det er mulig å ta hensyn til dette for begge rullestrategiene i periode1 ved å benytte seg av en første ordens autoregressiv prosess. I periode 2 følger feilleddet til 3brent1 en mer avansert $ar(\rho)$ –prosess, hvor $2 < \rho < 12$. En slik prosess er vanskelig å ta hensyn til i regresjonmodellen, noe som gjør at hedgingeffektiviteten ved å benytte 3heating1 ikke estimeres på nytt ved cochrane-ortcuts - prosedyre.

Ifølge JB - testen oppfyller ikke 3brent1 forutsetningen om normalfordelte feilledd i noen av periodene. 3heating1 ser derimot ut til å oppfylle dette kriteriet i begge periodene.

Tabell 6.33: Test av om residualene til 3brent1 og 3heating1 følger forutsetningene i modellen i periode 1 og 2.

Residualtester periode 1	3Brent1		3Heating1	
	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi
White	0.331943	0.847071	0.205128	0.902520
DW	0.773844		0.590489	
BG(1)	21.68107	0.000003	25.23755	0.000001
BG(2)	29.56332	0.000000	26.58443	0.000002
BG(12)	33.41384	0.000834	30.28985	0.002525
Skjevhet	-0.864754		-0.652547	
Kurtose	3.148967		3.558185	
JB	7.031243	0.029729	4.869204	0.087633
Residualtester periode 2	3Brent1		3Heating1	
	testobservator	p-verdi	testobservator	p-verdi
White	1.322754	0.516140	6.728493	0.034588
DW	1.610665		0.551991	
BG(1)	1.338019	0.247384	25.04707	0.000001
BG(2)	2.825690	0.243450	25.10709	0.000004
BG(12)	25.01853	0.014735	32.04277	0.001363
Skjevhet	-0.675530		0.136684	
Kurtose	4.904897		2.833288	
JB	10.90799	0.004279	0.209318	0.900632

3Brent1 indikerer at man ruller 3 ganger i Brent1.

3Heating1 indikerer at man ruller 3 ganger i Heating1.

En oversikt over forkortelsene brukt i forbindelse med kontrakter finnes i vedlegg 2

Hedgingeffektivitet og hedgingforhold ved rulling i 1-månedskontrakter

Ved å ta hensyn til den påviste autokorrelasjonen der det er mulig, fremgår det av tabell 6.34 at den høyeste hedgingeffektiviteten i begge perioder oppnås ved å benytte 3Brent1. Man oppnår en meget høy grad av estimert variansreduksjon i periode 2, hvor forskjellen mellom å rulle i Brent1 og Heating1 er minimal. I periode 1 ser derimot 3brent1 (87 %) ut til å være betraktelig bedre enn 3heating1 (67 %). Forutenom å slå fast at Brentkontrakten ser ut til å være best egnet ved rulling i 1- månedskontrakter var det altså et poeng å se om variansreduksjonen blir større ved en slik strategi enn når man holder en 3 månederskontrakt til forfall.

Tabell 6.34: Ukorrigerte og korrigerte estimater ved rulling i brent1 og heating1 i begge perioder.

Ukorrigert variansreduksjon og optimalt hedgingforhold			Korreksjon i estimatene ved cochrane-orcutt's prosedyre		
Nøkkelparametre periode 1			Nøkkelparametre periode 1		
	3brent1	3heating1		3brent1	3heating1
Variansreduksjon (R ²)	74,9 %	52,2 %	Variansreduksjon (R ²)	87,3 %	66,8 %
optimalt hedgingforhold (h*)	1,2535	0,8019	optimalt hedgingforhold (h*)	1,2037	0,9050
standardfeil (h*)	0,0988	0,1024	standardfeil (h*)	0,0932	0,0870
Nøkkelparametre periode 2			Nøkkelparametre periode 2		
	3brent1	3heating1		3brent1	3heating1
Variansreduksjon (R ²)	94,7 %	95,1 %	Variansreduksjon (R ²)		92,5 %
optimalt hedgingforhold (h*)	1,2385	1,0492	optimalt hedgingforhold (h)		1,0360
standardfeil (h*)	0,0433	0,0349	standardfeil (h)		0,0440

I tabell 6.35 har jeg sammenfattet den beregnede hedgingeffektiviteten som oppnås ved å rulle i 1-månedskontrakter og holde 3 månederskontrakter til forfall. I denne tabellen kan man ikke oppdage noe systematisk mønster. I periode 2 kommer de to strategiene ut relativt likt for både Heating- og Brentkontrakter, mens forskjellene er noe større i periode 1. Det ser ut som det å rulle i en månederskontrakter (87 % i periode 1 og 95 % i periode 2) er bedre enn å holde en 3- månederskontrakt til forfall (74 % i periode 1 og 94 % i periode 2), dersom man handler med Brentkontrakter. For Heatingkontraktene er denne sammenhengen motsatt. Man kommer best ut ved å holde Heating3 til forfall i begge perioder. Man kan også merke seg at det ikke er noe valg som er konsistent over tid. Mens man på bakgrunn av variansreduksjonen i periode 1 burde velge å rulle i Brent1 så indikerer resultatet i periode 2 at man burde holde Heating3 til forfall.

Tabell 6.35: variansreduksjon ved hhv å rulle i 1 månederskontrakter (brent1 og heating1) og ved å holde kontrakten til forfall (brent3 og heating3).

	3Brent1	Brent3	3Heating1	Heating3
variansreduksjon periode 1	87,3 %	73,8 %	66,8 %	73,1 %
variansreduksjon periode 2	94,7 %	93,9 %	92,5 %	95,4 %

6.6 "out-of-sample" hedgingeffektivitet i periode 2

Ved beregning av "out-of-sample"-hedgingeffektivitet er det et poeng å se om man ved anvendelse av det estimerte sikringsforholde i periode 1 oppnår de resultater man på forhånd hadde trodd. Som tidligere indikert er det de to kontraktene som gjorde det best "in-sample" (Heating og Brent) som blir testet. Først vurderes en situasjon hvor man benytter kontrakter som er like lang som sikringshorisonten. Deretter gjøres en vurdering av om man ville oppnådd et bedre resultat ved å rulle i 1-månedskontrakter enn ved å holde en 3-månedskontrakt til forfall.

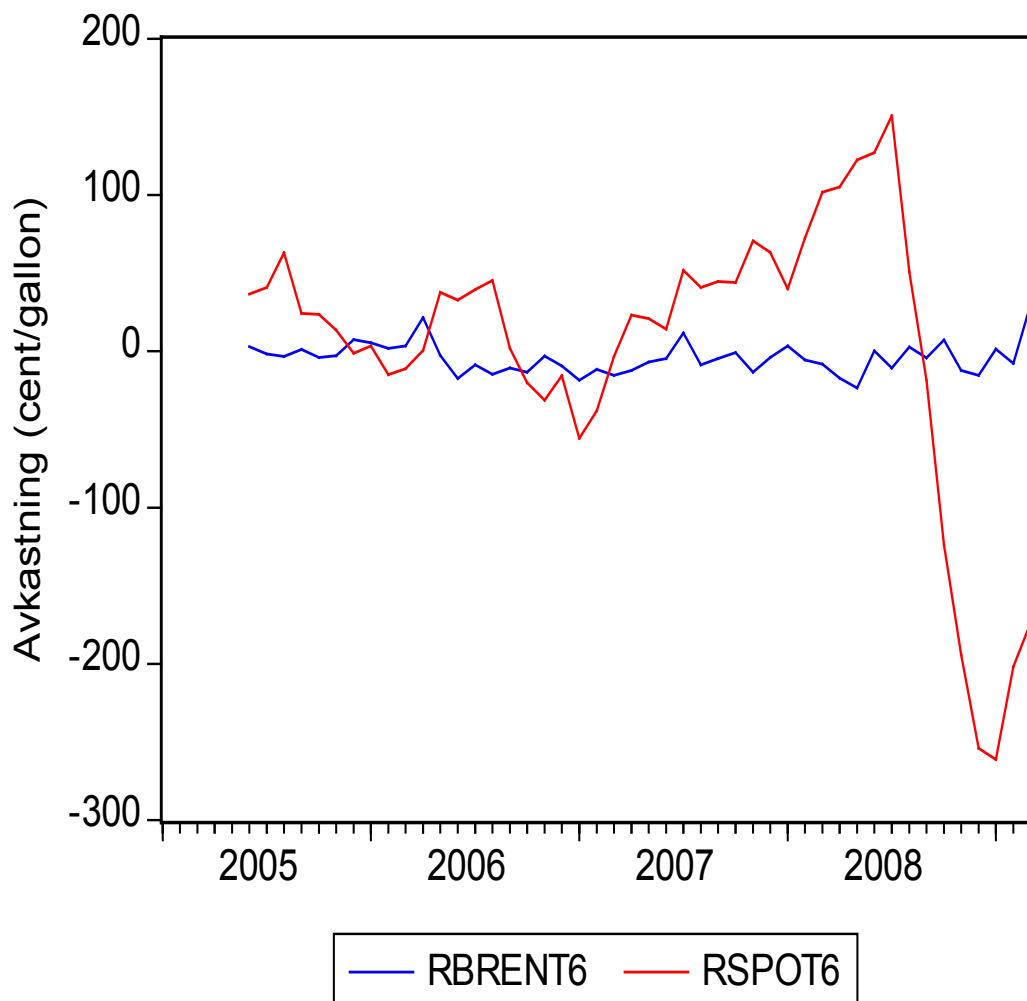
Kort eller lang sikringshorisont

Tabell 6.36 gir et bekreftende bilde når det gjelder det forholdet at man oppnår høyere sikringseffektivitet for lengre sikringshorisonter. Her ser vi også tydelig hvordan utgangsrisikoen øker med økt sikringshorisont i form av et høyere standardavvik. Vurderer man på tvers av ulike sikringshorisonter ser man at det beste resultatet ville man oppnådd gjennom å benytte seg av Brent6. "In-sample" ble det estimert at Brent6 ville gjøre det bedre enn Heating6, og dette viser seg altså også å være tilfellet "out-of-sample". Studerer vi standardavviket til porteføljen som inneholder Brent6 (10,8 Cent), ser vi sågar at dette er mindre enn standardavviket til en portefølje bestående av Brent1 (10,2 Cent)!

Tabell 6.36: ”out-of-sample” gjennomsnitt, standardavvik og variansreduksjon for ulike kontrakter og sikringshorisonter.

	Brentkontrakter					
	rbrent1	rbrent3	rbrent6	rspot1	rspot3	rspot6
Gjennomsnitt	0,0499	-2,7152	-4,2579	0,1273	0,2663	1,9209
Standardavvik	10,8621	14,2075	10,1643	23,8747	56,8124	91,9752
Variansreduksjon	79,3 %	93,7 %	98,8 %			
	Heatingkontrakter					
	rheating1	rheating3	rheating6	rspot1	rspot3	rspot6
Gjennomsnitt	-1,4295	-4,3904	-5,5608	0,7890	0,0382	0,464130
Standardavvik	8,8777	10,4533	15,2741	23,5181	56,1982	91,0415
Variansreduksjon	85,8 %	96,5 %	97,2 %			
	Rulling					
	r3brent1	r3heating1				
Gjennomsnitt	0,4168	-3,8292				
Standardavvik	13,1775	14,5915				
Variansreduksjon	94,6 %	93,3 %				

Selv om gjennomsnittet til porteføljen bestående av Brent6 ikke blir null, viser grafen i figur 6.13 at avkastningen ser ut til å variere relativt jevnt mellom positive og negative verdier. Mens sikringsporteføljen på det meste har en avkastning på ca 25 cent/gallon er de korresponderende svingningene i spotprisen på det meste er oppe i 250 cent/gallon.



Figur 6.13: Avkastning til porteføljen bestående av brent6 og avkastning ved ikke å sikre seg.

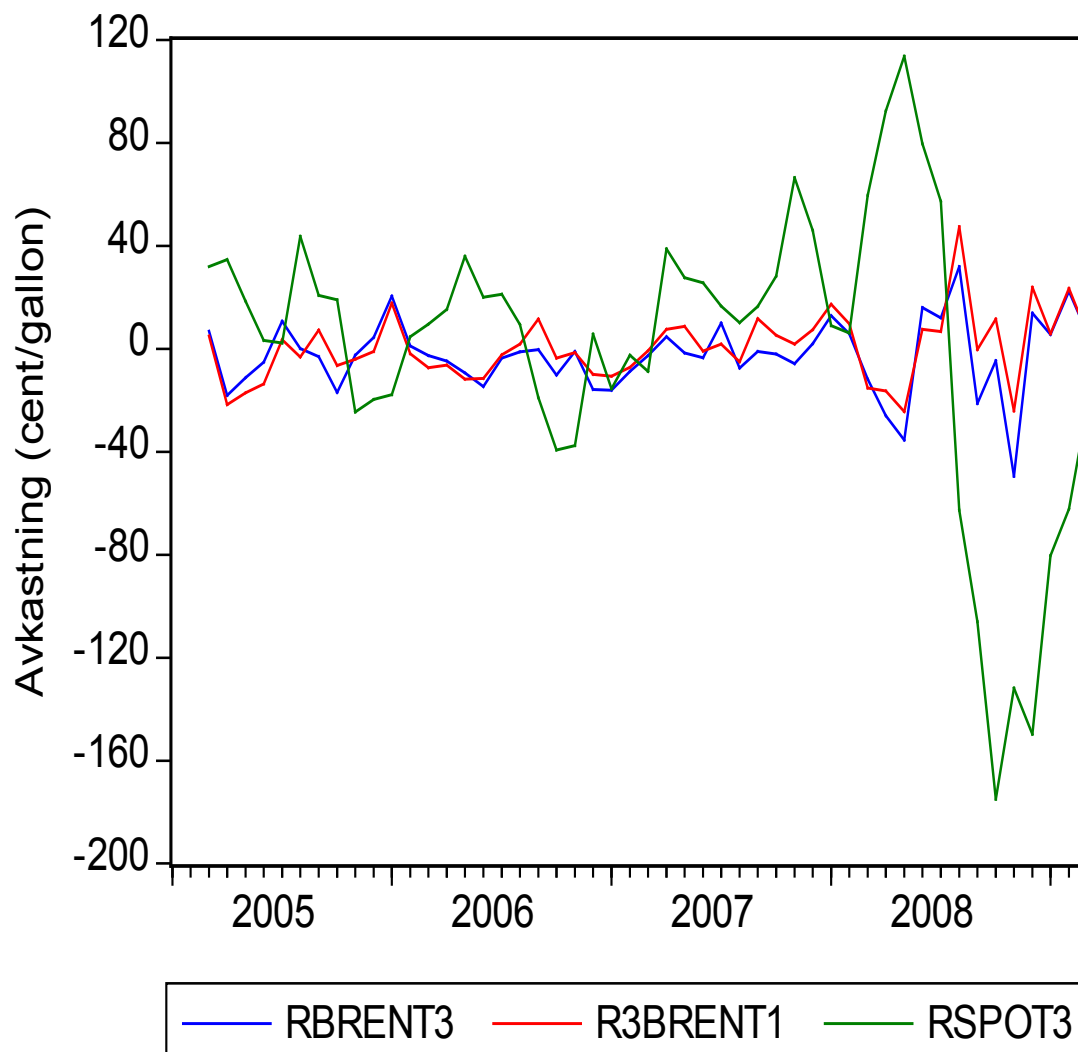
Det desidert dårligste resultatet ”out-of-sample” fikk man ved å holde en portefølje som inneholdt Brent1 (se tabell 6.36). ”In-sample” ble det estimert at Brent1 ville oppnå en variansreduksjon på 74 %, mens Heating1 bare hadde en variansreduksjon på 63 %. ”Out-of-sample” viser det seg derimot at man ville fått det beste resultatet ved å bruke Heating1 (85,8 %) heller enn Brent1 (79,3 %).

I alt er det kun ved en sikringshorisont på 6 måneder at rangeringen av kontraktene ”in-sample” og ”out-of-sample” blir lik.

Rulling eller holde en kontrakt til forfall ved en sikringshorisont på 3 måneder?

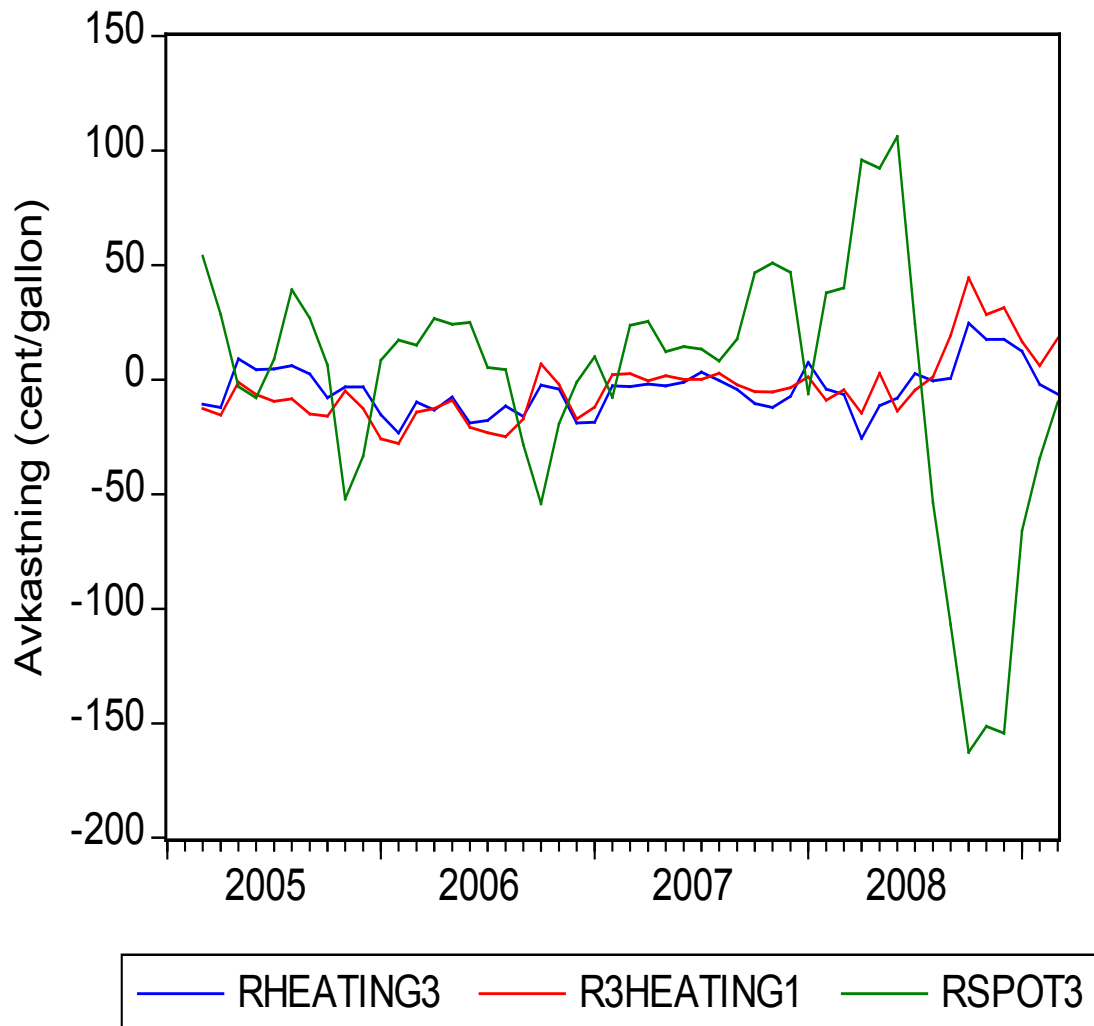
Ved vurdering av hva som gir høyest effektivitet av å rulle eller holde på en kontrakt når utgangsrisikoen er den samme, så er konklusjonen lik den man hadde in-sample i periode1 (se tabell 6.36). Dersom man benyttet seg av Brent-kontrakter ville man fått det beste resultatet ved å rulle (94,6 %) heller enn å holde Brent3 (93,7 %). Men som vi ser er forskjellen i estimatene minimal. Det motsatte er tilfellet for Heating-kontraktene. For denne typen kontrakt så oppnådde man det beste resultatet ved bruk av en heating3 kontrakt (96,5 %) heller enn å rullere i heating1 (93,3 %). Den overordnede beste strategien ser ut til å ha vært å benytte seg av Heating3, da denne kontrakten ville gitt en reduksjon i varians på hele 96,5 % i forhold til utgangsrisikoen. Her bør man huske at transaksjonskostnadene ved en slik strategi er 3 ganger høyere enn ved å holde en 3 månederskontrakt til forfall. Spørsmålet blir derfor om denne økningen i transaksjonskostnader kan rettferdiggjøre økt effektivitet.

Studerer vi figur 6.14, som er en grafisk framstilling av sikringsporteføljen bestående av Brent-kontrakter, får vi mye av forklaringen på hvorfor man ville oppnådd en såpass stor reduksjon i varians ved å sikre seg. Her ser vi at variasjonen i avkastning for de to sikringsstrategiene er relativt jevn over tid, uavhengig av hvordan spotprisen beveger seg. Det er jo også nettopp dette som er poenget med sikringen. Spot prisen på den annen side er mye mer volatil, og de store utslagene i 2008 er med på å øke variasjonen i spotprisens avkastning betraktelig. Hvis man studerer kurven fra starten av 2005 til 2007 så ser det ut som om sikringsstrategien ikke varierer så veldig mye mindre enn spotprisen.



Figur 6.14: Avkastningen ved å: rulle i brent1, holde brent3, og ikke sikre seg.

Av figuren over avkastningen i Heating-kontraktene og spotprisen (figur 6.15), ser vi at utslagene i de to sikringsporteføljene er veldig små fram til 2008, for så å bli noe større i tredje kvartal 2008 og ut året. Sammenligner man med avkastning i spotpris ser man også at sikringsporteføljen har mye mindre utslag i avkastning gjennom hele perioden.



Figur 6.15: Avkastningen ved å: rulle i heating1, holde heating3, og ikke sikre seg.

6.7 Konklusjon

Helhetsbildet som dannes når man legger alle resultater i periode 1 (2000-2004) og periode 2 (2005-2009) til grunn, er at lengden på hedginghorisonten vil kunne ha en avgjørende betydning. Med en horisont på kun 1 måned har vi sett at konklusjonen angående hvilken kontrakt som er best egnet vil kunne forandre seg fra periode til periode. Det optimale hedgingforholdet synes også å være mer ustabil for kortere sikringshorisonter. Når horisonten øker kan det se ut som om hedgingforholdet ikke forandrer seg i like stor grad. Dette betyr at dersom man har funnet den optimale kontrakten basert på høyest mulig R^2 så trenger man å være mindre bekymret for at den optimale tilpasningen i antall kontrakter skal forandre seg mye.

For å besvare spørsmålet om hvilken kontrakt som er best egnet til sikring av ATF må man legge til grunn den sikringshorisonten man har:

- Ved en sikringshorisont lik 6 måneder viser in-sample beregninger gjort i periode 1 og 2, samt out-of-sample resultatet at Brent6 er best egnet.
- Ved en sikringshorisont på 3 måneder viser beregninger "in-sample" i periode 1 og 2, samt "out-of-sample"-beregningen at det er best å rulle i Brent1. Dersom man ikke ønsker å rulle (på grunn av økte transaksjonskostnader), men heller vil holde en kontrakt til forfall er bildet mer uklart.
- Også ved en sikringshorisont på 1 måned er resultatene noe motstridende. Basert på periode 1 ville man foretrukket Brent1 framfor Heating1. Ved anvendelse av det optimale sikringsforholdet viser det seg derimot at Heating1 kommer bedre ut enn Brent1. I tillegg indikerer "in-sample" - resultatet i periode 2 at Heating1 er best. Skulle man sikre seg i dag, ville man derfor foretrekke Heating1.

Kapittel 7 Kan bruk av derivater øke verdien på et selskap? : Empiriske bevis

7.1 Innledning

Dette kapitlet sammenfatter det empiriske arbeidet som er gjort for å forsøke å besvare om styring av prisrisiko er en aktivitet som verdsettes av investorer. Miller og Modiglianis (M&M) baserte sine modeller og hypoteser på perfekte kapitalmarkeder. Dette innebærer blant annet en at det ikke eksisterer informasjonssymetri, skatter eller transaksjonskostnader. Under disse forutsetningene burde beslutningen om risikostyring være irrelevant (Miller og Modigliani, 1958). I kapittel 4 ble det imidlertid påpekt gode grunner til å utføre sikring. For eksempel kunne det tenkes at et firma ble nektet tilgang til kapitalmarkedet i tider hvor kontantstrømmen var uventet lav. Man kunne også tenke seg at det er mer kostbart for den enkelte investor å utføre slik sikring enn det er for et firma, og at enkeltinvestorer ikke alltid vil ha oversikt over den risikoen som et firma er eksponert for (informasjonsasymetri). Utgangspunktet for den forskingen som prøver å avdekke om risikostyring er en verdiskapende aktivitet, er altså at man introduserer en eller annen form for friksjon i M&Ms modell (som skatter, krisekostnader, etc). I dette kapitlet får vi erfare at flere av de akademiske undersøkelsene som er gjort faktisk finner at den usystematiske delen av prisrisiko kan påvirke forventet avkastning, og derigjennom prisen på et selskaps aksjer. Kapitalverdimodellen som beskriver et forhold der man kun får betalt for systematisk risiko, blir med andre ord motbevist ved flere anledninger.

7.2 Empiriske bevis fram til 2005

Smithson og Simkins (2005) har i artikkelen “Does Risk management add value, a survey of the evidence” vurdert det empiriske arbeidet som er gjort fram til 2005 for å finne ut av om risikostyring på selskapsnivå er en verdiskapende aktivitet eller ikke. Bevisene for at dette eventuelt er tilfellet finner man i denne artikkelen ved å forsøke å besvare 4 spesifikke spørsmål:

- 1) Reflekteres finansiell prisrisiko i aksjekursens oppførsel?
- 2) Er bruk av derivater forbundet med redusert risiko?
- 3) Er kontantstrømmens volatilitet relatert til firmaverdi?
- 4) Er det en sammenheng mellom risikostyring og verdien på firmaet?

7.2.1 Reflekteres finansiell prisrisiko i aksjekursens oppførsel?

I finansiell teori blir markedsmodeller brukt for å beskrive hvordan avkastningen (R_i) på en aksje kan forklares gjennom et lineært forhold til avkastningen på markedsporteføljen (R_m). I slike modeller blir risiko klassifisert ut fra om det er systematisk (β_i) eller usystematisk (γ_b) risiko. Den mest etablerte markedsmodellen som beskriver sammenhengen mellom markedsavkastning og avkastningen på en enkelt aksje, er kapitalverdimodellen. Tankegangen i et slikt perspektiv er at den systematiske risikoen som er selskapsspesifikk kan diversifiseres bort gjennom å holde en veldiversifisert portefølje av aktiva. Dette innebærer at den eneste relevante risiko for avkastningskravet er den systematiske risikoen målt gjennom aksjens samvariasjon med markedet.

$$R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i R_{m,t} + \gamma_b R_{b,t} + \epsilon_{i,t} \quad (7.0)$$

For å besvare spørsmålet om prisrisiko har innvirkning på aksjekursen, har de fleste forskere tatt utgangspunkt i markedsmodellen for så å legge til elementer som kan tenkes å påvirke avkastningen. Å legge til den prosentvise forandring i renten ($\frac{\Delta r_t}{r_t}$) blir gitt som et eksempel på en framgangsmåte som ville være aktuell å benytte dersom man ønsket å finne hvilken påvirkning renteeksponering hadde på firmaverdi:

$$R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i R_{m,t} + \gamma_r \frac{\Delta r_t}{r_t} + \epsilon_{i,t} \quad (7.1)$$

I denne modellen måler γ_r eksponeringen knyttet til endring i rente.

For å finne ut hvordan et firmas valutaeksponering påvirker avkastningen legger man til den prosentvise forandringen i valutakursene ($\frac{\Delta P_{valuta,t}}{P_{valuta,t}}$) man er eksponert for:

$$R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i R_{m,t} + \gamma_{valuta} \frac{\Delta P_{valuta,t}}{P_{valuta,t}} + \epsilon_{i,t} \quad (7.2)$$

I denne modellen måler γ_{valuta} eksponeringen knyttet til endring i valutakurs.

Dersom finansiell prissisiko gjenspeiles i aksjekursen, vil det måtte bety at γ_r eller γ_{valuta} er forskjellig fra null. Smithson og Simkins (2005) har identifisert 21 studier og ”working papers” som forsøker å besvare om dette er tilfelle. Av disse var det 9 som tok for seg finansielle institusjoners sensitivitet ovenfor renteendring, og 12 som så på industrielle organisasjoners eksponering ovenfor rente eller valuta. Alle de 9 studiene som så på rentens betydning for finansielle institusjoners aksjeavkastning, konkluderte med at renteendringer hadde forklaringskraft. Studiene som befattet seg med de industrielle organisasjonene hadde mer blandede resultater. Valutakursrisiko var det bare en liten andel av firmaene som viste statistisk signifikant eksponering ovenfor. Flere studier fant at de industrielle organisasjonene som var utsatt for slik eksponering, hadde visse karakteristika, så som at sensitiviteten øker med økt grad av salg til utlandet.

7.2.2 Er bruk av derivater forbundet med redusert risiko?

Dersom et firmas avkastning er følsom ovenfor finansiell prissisiko som rente, valuta eller varepriser, vil det naturlige neste spørsmålet være om det er mulig å redusere denne følsomheten gjennom bruk av derivater. Spørsmålet blir derfor om størrelsen på γ_r eller γ_{valuta} kan endres ved at man benytter seg av derivater. 6 av 15 studier som forsøker å besvare dette spørsmålet har studert finansielle institusjoner og konkludert med at svaret er ja. Det vil si at finansielle institusjoner kan redusere avkastningens sensitivitet ovenfor renteendringer ved å benytte seg av derivater.

De resterende 9 studiene fokuserte på firmaer i industrien. Av disse var det 8 som kunne rapportere at bruk av derivater (hovedsakelig knyttet til valuta) kunne redusere sensitiviteten ovenfor finansiell prissisiko.

Den empiriske forskningen som er gjort sannsynliggjør derfor at bruk av derivater kan redusere risiko, da 14 av 15 empiriske undersøkelser kan rapportere at bruk av derivat reduserer finansiell prissisiko.

7.2.3 Er kontantstrømmens volatilitet relatert til firmaverdi?

Kun 3 studier befatter seg med dette spørsmålet, og poenget med å påvise en slik sammenheng er knyttet til problemet med underinvestering. I avsnitt 4.2.1 ble det argumentert for at en del av de finansielle krisekostnadene ville kunne være knyttet til at et firma ikke fikk

tilgang til kapitalmarkedet. Avsnitt 4.4.2 pekte også på at sannsynligheten for å gjennomføre positive nettonåverdi - prosjekter økte når man sikret seg mot volatile priser. Ved å redusere kontantstrømmens volatilitet gjennom bruk av derivater vil man kunne sikre at man har tilgjengelige midler til å gjennomføre positive nettonåverdi- prosjekter. Minton og Schrand (1999) finner at høy volatilitet for kontantstrømmen er forbundet med lavere kapitalutgifter, F&U-utgifter og reklameutgifter. Dette indikerer at høy volatilitet er knyttet til en reduksjon i investeringer. Alayannis og Weston (2003) studerer 2000 firma i tidsrommet mellom 1986 – 2000 og finner en negativ relasjon mellom inntjening og kontantstrømsvolatilitet på den ene siden og aksjonærverdi på den andre siden. I dette studiet er verdieffekten knyttet opp mot inntjeningsvolatilitet større enn effekten av kontantstrømsvolatilitet. Denne sammenhengen mellom volatilitet og lavere verdi rapporteres også av Shin og Stulz (2000) i et studie av firmaer i tidsperioden mellom 1962-1999.

7.2.4 Er det en sammenheng mellom risikostyring og verdien på firmaet?

Det første empiriske arbeidet som forsøkte å besvare dette spørsmålet ble utgitt av Allayannis og Weston (2001). Dette innebærer at forskningen som er gjort på emnet er av relativt ny dato. Allayannis og Westons studie er det klart mest siterte innenfor emnet, og deres måte å benyttet seg av tobins q som er et relativt mål på firmaverdi (beregnet ved å ta et firmas markedsverdi over gjenanskaffelsesverdien av eiendeler), ser ut til å ha etablert seg som en standard. Hele 9 av de 10 studiene som er gjort på emnet fram til 2005 lar tobin's Q representere firmaverdi (inkludert Allayannis og Weston). I det påfølgende vurderes arbeidene ut fra hvilken type risiko og tilhørende bruk av derivater som har vært undersøkt i disse studiene.

Styring av rente og valutarisiko blant finansielle og industrielle organisasjoner

6 av 10 studier tar for seg sammenhengen knyttet til bruk av rente og valuta derivater. Samtlige av disse konkluderer med at finansiell risikostyring er forbundet med høyere firmaverdi. Når man skal forklare hvordan det henger sammen at sikring øker verdien på firmaet blir flere av argumentene fra kapittel 4 benyttet. Noen studier mener bl.a. å kunne påvise at økningen i firmaverdi skyldes økt gjeldskapasitet og skattefordelen som følger med dette.

Styring av vareprisrisiko for varekonsumenter

I tillegg til at Carter et al. (2002, 2004) tar for seg amerikansk flyindustri er dette studiet av spesiell interesse siden det er det eneste studiet jeg kjenner til som omhandler styring av vareprisrisiko for en varekonsument. I det første arbeidet lagt ut av Carter et al. (2002) ser man på den amerikanske flybransjen mellom 1994 og 2000. I denne artikkelen finner man at hedging av jet-fuel bidrar med en økning på 12%-16% i firmaverdi. Resultatet er ved første øyekast oppsiktsvekkende samtidig som de kan gi opphav til en viss skepsis. Dersom premien ved å hedge er så stor, var det da å forvente at alle flyselskap sikret drivstoffprisen? 2 år senere, i 2006, blir artikkelen gitt ut i tidsskriftet "Financial management" under en annen tittel. Metodikken og innholdet i artikkelen er stort sett det samme, men effekten av drivstoff sikring studeres nå i perioden mellom 1992 og 2003. Det vil si for en tidsperiode som er 4 år lengre enn den var i det første arbeidet som ble gjort. Økningen i firmaverdi som følge av hedging, er i denne siste artikkelen noe moderert, og det antydes at den ligger på mellom 5%-10%. Dette er fortsatt et meget positivt resultat. Bakgrunnen for økningen i firmaverdi ligger ifølge artikkelen ene og alene i at man unngår underinvesteringskostandene i tider hvor drivstoffprisene er høy. I motsetning til hva man skulle tro viser de empiriske undersøkelsene at korrelasjonen mellom investeringer i amerikansk flyindustri og drivstoffkostnader er positiv, og dette er altså grunnlaget for påstanden om at verdien av hedging er knyttet til reduksjon av underinvesteringskostnader. Videre forklares den høye premien med at volatiliteten på drivstoff er høy samtidig som aksjekursen til samtlige amerikanske flyselskap er veldig følsom for endring i drivstoffpris.

Styring av vareprisrisiko for vareprodusenter

3 av studiene er relatert til styring av vareprisrisiko for vareprodusenter. Alle disse rapporter at effekten av risikostyring er ikkeeksisterende eller til og med negativ. Jin og Jorion (2005) studerer hedging utført av 119 amerikanske olje- og gassprodusenter mellom 1998-2001 og kunne konkludere med at slik sikring ikke førte til noen økning i firmaverdi, til tross for at hedgingen reduserte aksjenes sensitivitet ovenfor endringer i olje- og gasspriser. Et viktig poeng for Jin og Jorion er at utvalget som er testet består av en homogen gruppe. Dette oppgis også som en mulig forklaring til at konklusjonen avviker fra den Allayannis og Weston hadde ved sin undersøkelse av store multinasjonale selskaper. Vareprisrisikoen for olje- og gassprodusenter påstås å være både enkel å identifisere samtidig som det er enkelt for

individuelle investorer å hedge på egenhånd. Siden investorer på enkelt vis kan identifisere denne risikoen, kan det argumenteres for at de tar posisjoner i slike selskap nettopp får å bli eksponert mot oljeprisen, noe som betyr at selskaper som sikrer seg mot denne risikoen ikke nødvendigvis oppnår noen gevinst. Dette står i kontrast til valutaeksponeringen som multinasjonale selskaper står ovenfor, hvor investorer på utsiden kan ha vanskeligheter med å avdekke eksponeringen. Investorer vil også kunne ha vanskeligheter med å finne derivater for bedrifter som er involvert i mer eksotiske valutatyper. I sum mener man altså at en mulig forklaring er at situasjonen for olje- og gassprodusenter er nærmere M&Ms forutsetninger om perfekte kapitalmarkeder, noe som gjør at beslutningen om sikring eller ikke sikring blir irrelevant.

7.3 Empiriske bevis etter 2005

Fra 2005 og frem til dags dato virker det som om forsøkene på å bevise/motbevise at det er verdiskapende å sikre seg har avtatt noe. En ny metode for å vurdere om bruk av derivater er verdiskapende blir presentert av Bali et al. (2007). I deres modell innlemmes risikoeksponeringen, bruken av derivater og realoperasjoner samtidig. Industriene som er valgt ut er gull- og sølv- gruvedrift, matforedling, farmasi, bioteknologi og foredling av grunnmetaller.

I analysene prøver man å slå fast hvordan disse gjensidige påvirkningsfaktorene endres over tid. Undersøkelsen er ganske omfattende da den undersøker bruk av derivater i forbindelse med valutarisiko, renterisiko og vareprisrisiko for en mengde forskjellige industrier mellom 1995 og 2001. Konklusjonen på undersøkelsen er at sikring ikke alltid vil være viktig for et firmas avkastning. Denne konklusjonen baserer man på at vareprisrisiko viser seg å være signifikant gjennom flesteparten av årene, samt renterisiko til en viss grad. Videre er det kun ved bruk av rentederivater man oppnår en reduksjon i risikoeksponeringen. Noe overraskende finner man også delvis bevis for at bruken av derivater i forbindelse med vareprisrisiko øker risikoeksponeringen. Med tanke på derivatmarkedets størrelse virker resultatene i undersøkelsen overraskende, og forfatterne av undersøkelsen antyder at det ligger andre motiver bak sikring enn en økning i et firmas avkastning. De empiriske resultatene synes altså å delvis å motsi det som nærmest har etablert seg som et paradigme i finansiell litteratur.

7.4 Oppsummering og diskusjon

Empirisk forskning har påvist en sammenheng mellom finansiell prissisiko og avkastning. Videre har det blitt påvist at en reduksjon i avkastningens sensitivitet ovenfor slik risiko kan oppnåes ved å bruke derivater. Argumentet om at en reduksjon i kontantstrømmens svingninger reduserer sannsynligheten for at et firma havner i en finansiell krisesituasjon eller går glipp av lønnsomme investeringer har blitt lite forsket på. De få arbeidene som er gjort indikerer at det er en positiv sammenheng mellom volatilitet og reduserte investeringer. Dette lanseres som en mulig forklaring på hvordan redusert sensitivitet ovenfor prissisiko ved bruk av derivater kan slå ut som en økning i verdi for aksjonærer. Over halvparten av studiene som er utført, har konkludert med at det er en direkte sammenheng mellom økt verdi og bruk av derivat. Det faktum at ingen av undersøkelsene som er gjort på håndtering av prissisiko for vareprodusenter rapporterer noen observert effekt av sikring, indikerer imidlertid at det på generelt grunnlag ikke er mulig å si at man alltid vil oppleve at sikring er verdifullt. Hvorvidt hedging er verdifullt eller ikke kan altså, ifølge de empiriske bevisene, være avhengig av hvilken type risiko firmaet sikrer seg mot.

Ved bruk av derivater er det ikke nødvendigvis kun den usystematiske risikoen som styres. Oljeprisen vil for eksempel være en makrofaktor som ikke bare påvirker det enkelte flyselskap, men markedet som helhet. Ved å bruke derivater til å sikre seg mot endringer i drivstoffpris vil man derfor styre totalrisikoen som består av både usystematisk og systematisk risiko. Dette skulle bety at et selskap ved å sikre drivstoff også vil kunne påvirke sensitiviteten ovenfor markedsrisikoen det er utsatt for.

Forskningen som er gjort på emnet er av nyere dato, og det er derfor grunn til å gjøre en nøysom vurdering av de konklusjoner som gjøres i forhold til sammenhengen mellom verdi og hedging. I denne oppgaven har jeg vist at valg av metode for å etablere denne sammenhengen vil kunne spille en stor rolle for hvilke konklusjoner man ender opp med. I tilfeller der man har kunnet påvise at en slik sammenheng eksisterer, er det også grunn til å stille seg spørsmålet om det er mulig at vi observerer en eller annen form for selvseleksjon. Med dette menes det at det er mer sannsynlig at suksessfulle firma er de som har kapital og ressurser til å drive sikring ved hjelp av derivater. Vanskeligheter med å fastslå en årsakssammenheng er typisk for sosialvitenskaplige studier. Til tross for at vi ikke kan være helt sikre på at hvilken vei sammenhengen går, er det oppløftende å vite at flere av de empiriske undersøkelsene som har blitt vurdert i dette kapitlet peker i retning av at det bruk av derivater kan være verdiskapende.

Kapittel 8 Konklusjon

I denne oppgaven har det blitt vist at hedgingeffektiviteten forandrer seg over tid, og at hedgingforholdet i de fleste tilfeller er ustabil. Dette innebærer at man i praksis vil ønske å oppdatere estimatene i en regresjonsmodell med jevne mellomrom for å fange opp eventuelle endringer i forholdet mellom spotvaren og futuresvaren. Spesielt i turbulente tider, hvor markedsforskjellene endrer seg. Baserer man beregningen av hedgingeffektivitet på de siste 4 årene, finner man at regresjonsmodellen vil komme med veldig høye estimater på hedgingeffektivitet for de fleste kontraktene. Svingningene i priser har imidlertid vært meget stor i denne perioden, og det er derfor rimelig å anta at kontraktene ikke vil være like effektive hvis/når prisvolatiliteten avtar. På lengre sikt vil man nok derfor kunne forvente at hedgingeffektiviteten vil ligge en plass mellom estimatene i de to periodene. I så fall betyr dette at både Heating Oil og Brent Crude Oil vil være gode kandidater ved sikringshorisonter på hhv. 1 og 3 måneder. Ved en sikringshorisont på 6 måneder framstår Brent Crude Oil som det beste alternativet. Forskjellen i hedgingeffektivitet når man sammenligner med Heating Oil, var imidlertid ikke veldig stor i noen av periodene. Dette innebærer at Heating Oil også kan være et godt alternativ når man ønsker sikring over 6 måneder. En grunn som taler mot å benytte seg av andre kontrakter enn Brent Crude Oil ved en sikringshorisont på 6 måneder, er at dette var den eneste kontrakten som hadde et stabilt sikringsforhold. I dette ligger det at det ikke er mulig å utelukke at sikringsforholdet var likt i de to periodene, når det ble tatt hensyn til standardfeilene i beregningene. I sum virker det derfor som om Brent Crude Oil vil være det optimale valget for denne sikringshorisonten. Til slutt bør det også nevnes at det i flere tilfeller ble påvist brudd på forutsetningene for å bruke regresjonsmodellen. I de fleste tilfeller var det mulig å korrigere for dette ved å iverksette ulike tiltak. Unntaksvis ble regresjonsmodellen for enkel til å ta inn over seg det forholdet som eksisterte mellom spotprisen og futuresvaren. Dette kan ha gjort at noen av estimatene ble dårlige. Av diskusjonen i metodekapittelet fremgår det imidlertid det ikke er sikkert at alternative modeller og framgangsmåter er bedre egnet.

Med tanke på derivatmarkedets størrelse per i dag, er det betryggende å vite at mange av de empiriske undersøkelsene som er publisert kan bekrefte at det er av verdi å sikre seg. Konklusjonene er allikevel ikke enstemmige. Dette betyr at hvilken type risiko som sikres kan være av betydning for om bruken av derivater er verdiskapende.

Litteraturliste

ARTIKLER OG FAGBØKER

- Allayannis G. og Weston J. (2003).** Earnings volatility, cash flow volatility and firm value. *Working paper, University of Virginia.* 2003.
- Allayannis G. og Weston J. (2001).** The use of foreign currency derivatives and firm market value. *Review of financial studies.* Spring, 2001, Vol. 14, 1.
- Bali T., Hume S. R. og Martell T. F. (2007).** A new look at hedging with derivatives: Will firms reduce market risk exposure? *The journal of futures markets.* 2007, Vol. 27, 11.
- Benet B. A. (1992).** Hedge period length and ex-ante futures hedging effectiveness: The case of foreign-Exchange risk cross hedges. *The journal of futures markets.* April, 1992.
- Bodie Z., Kane A. og Marcus A. J. (2008).** *Investments, 7th ed.* : McGraw-Hill, 2008.
- Brooks C. (2008).** *Introductory economics for finance.* : Cambridge university press, 2008.
- Brown, Gregory W., Crabb, Peter R. og Haushalter, David. 2006.** Are firms successful at selective hedging? *The journal of business.* 2006, Vol. 79, 6.
- Carter D. A. , Rogers D. A. og Simkins B. J. (2004).** Does hedging affect firm value? Evidence from the US airline industry. *Financial Management.* Spring, 2006.
- Carter D. A. , Rogers D. A. og Simkins B. J. (2002).** Does fuel hedging make economic sense? The case of the US airline industry. *Working paper.* : Sosial Science research network, 2002. September.
- Chen S. , Lee C. og Shrestha K. (2004).** An empirical analysis of the relationship between the hedge ratio and hedging horizon: A simultaneous estimation of the short- and long-run hedge ratios. *The journal of futures markets.* 2004, 24.
- Chen S. , Lee C. og Shrestha K. (2003).** Futures hedge ratios: a review. *The quarterly review of economics and finance.* 2003.
- Dubofsky D. og Miller T. W. (2003).** *Derivatives: valuation and risk management.* : Oxford University Press, inc.
- Ederington L. H. (1979).** The hedging performance of the new futures markets. *The journal of finance.* Mars, 1979, Vol. 34, 1.
- Froot K. A., Scharfstein D. S. og Stein J. C. (1993).** Risk Management: Coordinating corporate investment and financing policies. *The journal of finance.* Desember 1993.
- Geppert J. M. (1995).** A statistical model for the relationship between futures contract effectiveness and investment horizon length. *The journal of futures markets.* august, 1995.

Gujarati D. N. (2003). *Basic Econometrics, fourth edition.* : McGraw-Hill Higher Education, 2003.

Jacobsen D. I. (2005). *Innføring i samfunnsvitenskapelig metode.* : Høyskoleforlaget, 2. utgave 2005.

Jin Y og Jorion P. (2006). Firm value and hedging: Evidence from U.S oil and gas producers. *The journal of finance.* april, 2006, Vol. 61, 2.

Johnson L. L. (1960). The theory of hedging and speculation in commodity futures. *The review of economic studies.* juni, 1960, Vol. 27, 3.

Kolb R. W. og Overdahl J. A. (2006). *Understanding futures markets, sixth edition.* : Blackwell Publishing.

Lence S. H. (1995). The economic value of minimum variance hedges. *American journal of agricultural economics.* May, 1995.

Lien D. , Tse Y. og Tsui A. (2002). Evaluating the hedging performance of the constant-correlation GARCH model. *Applied Financial Economics.* November, 2002, Vol. 12, 11.

Malliaris A. G. og Urrutia J. L. (1991). The impact of the lengths of estimation periods and hedging horizons on the effectiveness of a hedge: Evidence from foreign currency futures. *The journal of futures markets.* Juni, 1991.

Minton B. A. og Schrand C. (1999). The impact of cash flow volatility on discretionary investment and the costs of debt and equity financing. *Journal of financial economics.* 1999.

Miller M. H. og Modigliani, F. (1958). The cost of capital, corporate finance and the theory of investment. *American Economic Review.* June 1958.

Ringdal K. (2001). *Enhet og mangfold.* : Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS, 2001.

Sercu P. og Uppal R. (1995). *International financial markets and the firm.* : Chapman and Hall, 1995.

Smithson C. og Simkins B. J. (2005). Does risk management add value? A survey of the evidence. *Journal of applied corporate finance.* 2005, Vol. 17, 3.

Shin H. og Stulz R. M. (2000). Shareholder wealth and firm risk. *working paper.* 2000.

Terry E. (2005). Minimum-variance futures hedging under alternative return specifications. *The journal of futures markets.* 2005, Vol. 25, 6.

Internett

Blanco C., Lehman J. og Shimoda, N. (2005). Airlines Hedging Strategies: The shareholder value perspective. *Commodities now*. [Online] Juni 2005. www.commodities-now.com.

Chevron global aviation. 2006. Aviation fuels technical review. [Online] 2006. www.chevronglobalaviation.com.

Cobbs R. og Wolf A. (2004). *Jet Fuel Hedging Strategies: Options Available for Airlines and a survey of industry practices*.
[http://www.kellogg.northwestern.edu/research/fimrc/papers/jet_fuel.pdf] 2004. spring.

Commodity online. [<http://www.commodityonline.com/news/MCX-begins-ATF-Futures-trade-10246-3-1.html>]

Energy informaiton administration. [www.eia.doe.gov]

Futures Industry. (2009). FIA volum Trends Webinar. www.futuresindustry.org. [Online] Mars 2009.

Moore research center, inc. [www.mrci.com]

The wall street journal. [www.livemint.com]

Vopak. [www.vopak.com]

Vedlegg 1 Fullstendig beskrivelse av kontraktene

Light, Sweet Crude Oil Futures

Trading Unit:

1,000 U.S. barrels (42,000 gallons).

Price Quotation:

U.S. dollars and cents per barrel.

Trading Hours (All times are New York time):

Open outcry trading is conducted from 9:00 AM until 2:30 PM.

Electronic trading is conducted from 6:00 PM until 5:15 PM via the CME Globex® trading platform, Sunday through Friday. There is a 45-minute break each day between 5:15PM (current trade date) and 6:00 PM (next trade date).

Trading Months:

Crude oil futures are listed nine years forward using the following listing schedule: consecutive months are listed for the current year and the next five years; in addition, the June and December contract months are listed beyond the sixth year. Additional months will be added on an annual basis after the December contract expires, so that an additional June and December contract would be added nine years forward, and the consecutive months in the sixth calendar year will be filled in.

Additionally, trading can be executed at an average differential to the previous day's settlement prices for periods of two to 30 consecutive months in a single transaction. These calendar strips are executed during open outcry trading hours.

Trading at Settlement (TAS):

Trading at settlement is available for the front two months except on the last trading day and is subject to the existing TAS rules. Trading in all TAS products will cease daily at 2:30 PM Eastern Time. The TAS products will trade off of a "Base Price" of 100 to create a differential (plus or minus) in points off settlement in the underlying cleared product on a 1 to 1 basis. A

trade done at the Base Price of 100 will correspond to a "traditional" TAS trade which will clear exactly at the final settlement price of the day.

Minimum Price Fluctuation:

\$0.01 (1¢) per barrel (\$10.00 per contract).

Maximum Daily Price Fluctuation:

\$10.00 per barrel (\$10,000 per contract) for all months. If any contract is traded, bid, or offered at the limit for five minutes, trading is halted for five minutes. When trading resumes, the limit is expanded by \$10.00 per barrel in either direction. If another halt were triggered, the market would continue to be expanded by \$10.00 per barrel in either direction after each successive five-minute trading halt. There will be no maximum price fluctuation limits during any one trading session.

Last Trading Day:

Trading terminates at the close of business on the third business day prior to the 25th calendar day of the month preceding the delivery month. If the 25th calendar day of the month is a non-business day, trading shall cease on the third business day prior to the business day preceding the 25th calendar day.

Settlement Type:

Physical.

Delivery:

F.O.B. seller's facility, Cushing, Oklahoma, at any pipeline or storage facility with pipeline access to TEPPCO, Cushing storage, or Equilon Pipeline Co., by in-tank transfer, in-line transfer, book-out, or inter-facility transfer (pumpover).

Complete delivery rules and provisions are detailed in Chapter 200 of the Exchange Rulebook.

Delivery Period:

All deliveries are ratable over the course of the month and must be initiated on or after the first calendar day and completed by the last calendar day of the delivery month.

Alternate Delivery Procedure (ADP):

An alternate delivery procedure is available to buyers and sellers who have been matched by the Exchange subsequent to the termination of trading in the spot month contract. If buyer and seller agree to consummate delivery under terms different from those prescribed in the contract specifications, they may proceed on that basis after submitting a notice of their intention to the Exchange.

Exchange of Futures for Physicals (EFP):

The commercial buyer or seller may exchange a futures position for a physical position of equal quantity by submitting a notice to the Exchange. EFPs may be used to either initiate or liquidate a futures position.

Deliverable Grades:

Specific domestic crudes with 0.42% sulfur by weight or less, not less than 37° API gravity nor more than 42° API gravity. The following domestic crude streams are deliverable: West Texas Intermediate, Low Sweet Mix, New Mexican Sweet, North Texas Sweet, Oklahoma Sweet, South Texas Sweet.

Specific foreign crudes of not less than 34° API nor more than 42° API. The following foreign streams are deliverable: U.K. Brent, for which the seller shall receive a 30 cent per barrel discount below the final settlement price; Norwegian Oseberg Blend is delivered at a 55¢-per-barrel discount; Nigerian Bonny Light, Qua Iboe, and Colombian Cusiana are delivered at 15¢ premiums.

Inspection:

Inspection shall be conducted in accordance with pipeline practices. A buyer or seller may appoint an inspector to inspect the quality of oil delivered. However, the buyer or seller who requests the inspection will bear its costs and will notify the other party of the transaction that the inspection will occur.

Position Accountability Levels and Limits:

Any one month - 10,000 net futures; all months - 20,000 net futures; but not to exceed 3,000 contracts in the last three days of trading in the spot month.

Margin Requirements:

Margins are required for open futures positions.

Trading Symbol:

CL

CLT (TAS Code)

Heating Oil Futures

Trading Unit:

42,000 U.S. gallons (1,000 barrels).

Price Quotation:

U.S. dollars and cents per gallon.

Trading Hours (All times are New York Time):

Open outcry trading is conducted from 9:00 AM until 2:30 PM.

Electronic trading is conducted from 6:00 PM until 5:15 PM via the CME Globex® trading platform, Sunday through Friday. There is a 45-minute break each day between 5:15PM (current trade date) and 6:00 PM (next trade date).

Trading Months:

36 consecutive months.

Trading at Settlement (TAS):

Trading at settlement is available for the front two months except on the last trading day and is subject to the existing TAS rules. Trading in all TAS products will cease daily at 2:30 PM

Eastern Time. The TAS products will trade off of a "Base Price" of 100 to create a differential (plus or minus) in points off settlement in the underlying cleared product on a 1 to 1 basis. A trade done at the Base Price of 100 will correspond to a "traditional" TAS trade which will clear exactly at the final settlement price of the day.

Minimum Price Fluctuation:

\$0.0001 (0.01¢) per gallon (\$4.20 per contract).

Maximum Daily Price Fluctuation:

\$0.25 per gallon (\$10,500 per contract) for all months. If any contract is traded, bid, or offered at the limit for five minutes, trading is halted for five minutes. When trading resumes, the limit is expanded by \$0.25 per gallon in either direction. If another halt were triggered, the market would continue to be expanded by \$0.25 per gallon in either direction after each successive five-minute trading halt. There will be no maximum price fluctuation limits during any one trading session.

Last Trading Day:

Trading terminates at the close of business on the last business day of the month preceding the delivery month.

Settlement Type:

Physical.

Delivery:

F.O.B. seller's facility in New York harbor, ex-shore. All duties, entitlements, taxes, fees, and other charges paid. Requirements for seller's shore facility: capability to deliver into barges. Buyer may request delivery by truck, if available at the seller's facility, and pays a surcharge for truck delivery. Delivery may also be completed by pipeline, tanker, book transfer, or inter- or intra-facility transfer. Delivery must be made in accordance with applicable federal, state, and local licensing and tax laws.

Complete delivery rules and provisions are detailed in Chapter 150 of the Exchange Rulebook.

Delivery Period:

Deliveries may only be initiated the day after the fifth business day and must be completed before the last business day of the delivery month.

Alternate Delivery Procedure (ADP):

An alternate delivery procedure is available to buyers and sellers who have been matched by the Exchange subsequent to the termination of trading in the spot month contract. If buyer and seller agree to consummate delivery under terms different from those prescribed in the contract specifications, they may proceed on that basis after submitting a notice of their intention to the Exchange.

Exchange of Futures for Physicals (EFP):

The commercial buyer or seller may exchange a futures position for a physical position of equal quantity by submitting a notice to the Exchange. EFPs may be used to either initiate or liquidate a futures position.

Grade and Quality Specifications:

Generally conforms to industry standards for fungible No. 2 heating oil.

Inspection:

The buyer may request an inspection for grade and quality or quantity for all deliveries, but shall require a quantity inspection for a barge, tanker, or inter-facility transfer. If the buyer does not request a quantity inspection, the seller may request such inspection. The cost of the quantity inspection is shared equally by the buyer and seller. If the product meets grade and quality specifications, the cost of the quality inspection is shared jointly by the buyer and seller. If the product fails inspection, the cost is borne by the seller.

Position Accountability Levels and Limits:

7,000 contracts for all months combined, but not to exceed 1,000 in the last three days of trading in the spot month.

Margin Requirements:

Margins are required for open futures positions.

Trading Symbol:

HO

HOT (TAS Code)

Brent Crude Oil Futures

The ICE Brent Crude futures contract is a deliverable contract based on EFP delivery with an option to cash settle.

Hub Name:

North Sea

Trading Period/Strip:

A maximum of 72 consecutive months will be listed. In addition, 6 contract months comprising of June and December contracts will be listed for an additional three calendar years. Twelve additional contract months will be added each year on the expiry of the prompt December contract month.

Expiration Date:

Trading shall cease at the end of the designated settlement period on the Business Day (a trading day which is not a public holiday in England and Wales) immediately preceding: (i) Either the 15th day before the first day of the contract month, if such 15th day is a Business Day or (ii) If such 15th day is not a Business Day the next preceding Business Day.

Contract Security:

ICE Clear Europe acts as the central counterparty for trades conducted on the London exchanges. This enables it to guarantee the financial performance of every contract registered with it by its members (the clearing members of the exchanges) up to and including delivery,

exercise and/or settlement. ICE Clear Europe has no obligation or contractual relationship with its members' clients who are non-member users of the exchange markets, or non-clearing members of the exchanges.

Trading Hours:

UK Hours* Open 01:00 London local time (23.00 on Sundays) Close 23:00 London local time.

EST Hours Open 20:00 (18:00 on Sundays) Close: 18:00 the following day.

Chicago Hours Open 19:00 (17:00 on Sundays) Close: 17:00 the following day.

Singapore Hours Open 08:00 (06:00 on Monday mornings) close 06:00 the next day.

*A circular will be issued when the UK switches from GMT to BST and also when the US switches from DST which will affect the opening and closing times.

Contract Size:

1,000 barrels

Underlying Contract Size:

1,000 barrels

Minimum Price Flux:

One tick

Units of Trading:

One ICE Brent Crude futures Contract

Maximum Price Flux:

There are no limits

Settlement Prices:

The weighted average price of trades during a three minute settlement period from 19:27:00, London time.

Daily Margin:

All open contracts are marked-to-market daily.

Position Limits:

There are no position limits.

Trading Methods:

Electronic futures, Exchange of futures for physical (EFP), Exchange of futures for swap (EFS) and Block Trades are available for this contract.

Delivery/Settlement Basis:

The ICE Brent Crude futures contract is a deliverable contract based on EFP delivery with an option to cash settle, i.e the ICE Brent Index price for the day following the last trading day of the futures contract.

Contract Symbol:

B

Vedlegg 2 Oversikt over forkortelser brukt på kontraktene

- Brent1 = Brent kontrakt med 1 måned til forfall.
- Brent3 = Brent kontrakt med 3 måneder til forfall.
- Brent6 = Brentkontrakt med 6 måneder til forfall.
- Crude1 = Crude oil kontrakt med 1 måned til forfall.
- Crude3 = Crude oil kontrakt med 3 måneder til forfall.
- Crude6 = Crude oil kontrakt med 6 måneder til forfall.
- Heating1 = Heating oil kontrakt med 1 måned til forfall.
- Heating3 = Heating oil kontrakt med 3 måneder til forfall.
- Heating6 = Heating oil kontrakt med 6 måneder til forfall.
- Spot = spotprisen på jet-fuel, også kalt ATF spot.
- I tilfeller der det er snakk om avkastning settes en R foran navnet på kontrakten. For eksempel er Rbrent1 avkastningen til en portefølje som inneholder Brent1 og spotvaren.
- I tilfeller der det er snakk om rulling settes et 3-tall foran navnet på kontrakten:
 - 3Heating1 = Det rulles 3 ganger i Heating1
 - 3Brent1 = Det rulles 3 ganger i Brent1