

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Oljefutures: En prognose på fremtidig spotpris?

Masteroppgave

Fabian Bøe



Institutt for økonomi og ressursforvaltning

Vår 2012

Innholdsfortegnelse

1. Problemstilling.....	7
2. Innledning.....	9
2.1 Kort om futures	12
3. Litteratur om futures som prognose generelt og i forhold til oljeprisen.....	13
3.1 Generelt om futures:.....	13
3.2 Om oljefutures:	16
4. Oljeprisutviklingen og prisisiko i oljemarkedet 1996 - 2011	22
4.1 Oljeprisutvikling.....	22
4.2 Prisisiko	24
4.3 Deskriptiv statistikk	25
5. Empiriske analyser av futuresprisens prognoseegenskaper	30
5.1 Normal backwardation.....	32
5.2 Contango	33
5.3 Regresjonsanalyse - modellestimering.....	34
5.4 Resultater av regresjonsanalyse 1996 – 2011.....	37
5.5 Resultater av regresjonsanalyse 1996 – 2004.....	41
5.6 Resultater av regresjonsanalyse 2005 – 2011.....	43
6. Futuresprisen som prognose i ulike markedstilstander.....	45
7. Tidligere observerte prognosefeil som prognose	51
8. Konklusjoner.....	58

Figurliste

Figur 4.1.1 – Månedlige priser på WTI råolje, 1996 – 2011, USD per fat	22
Figur 4.2.1 – Logaritmiske endringer i WTI spotpris, månedlig i perioden 1996 – 2011.....	23
Figur 4.3.1 – Normalfordelingskurven for prosentvis endring i spotpris, hele perioden	27
Figur 4.3.2 – Basis, Futures – Spot, 1996 – 2011, USD per fat	29
Figur 5.1 – Eksempel på hvordan basis endrer seg i forhold til tid til forfall	30
Figur 6.1 – Basis for de ulike kontraktene ($F_t - S_t$), 1996 – 2011	46
Figur 7.1 – Prognosefeil ($F_t - S_{t+i}$) for alle kontrakter, 1996 – 2011.....	51

Tabelliste

Tabell 2.1 – Eksempel på prissikring ved futures	11
Tabell 4.1.1 – Spotprisen's månedlige nøkkeltall 1996 – 2011 samt underperioder	23
Tabell 4.3.1 – Årlig gjennomsnitt og standardavvik for $\ln S_{t+1}/\ln S_t$ 1996 - 2011	25
Tabell 4.3.2 – Deskriptiv statistikk spotpris, periodevis og totalt	27
Tabell 5.4.1 – Resultater fra regresjonsmodell 1, 2 og 3 for periode 1996 – 2011	37
Tabell 5.5.1 – Resultater fra regresjonsmodell 1, 2 og 3 for periode 1996 – 2004	41
Tabell 5.6.1 – Resultater fra regresjonsmodell 1, 2 og 3 for periode 2005 – 2011	43
Tabell 6.1 – Resultater fra regresjonsmodell 4, 1996 – 2011	47
Tabell 6.2 – Resultater fra regresjonsmodell 4, 1996 – 2004	48
Tabell 6.3 – Resultater fra regresjonsmodell 4, 2005 – 2011	49
Tabell 7.1 – Deskriptiv statistikk ($F_t - S_{(t+i)}$), 1996 – 2011, månedlig, nivå og end.form.....	52
Tabell 7.2 – Resultater fra regresjonsmodell 5, 1996 – 2011	54
Tabell 7.3 – Resultater fra regresjonsmodell 5, 1996 – 2004	55
Tabell 7.4 – Resultater fra regresjonsmodell 5, 2005 – 2011	56

I. Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avslutning av min masteroppgave i Industriell økonomi ved Universitet for miljø- og biovitenskap.

Det var gjennom min økonomiske profil innen denne utdannelsen at jeg først kom bort i temaene som omhandler futureskontrakter, først i faget BUS322 – Investeringsanalyse og finansiell risikostyring, og deretter i BUS321 – Empiriske analyser av finans- og varemarkeder. I sistnevnte fag gikk vi mer i dybden og jeg syntes dette virket spennende og noe jeg ønsket å lære meg mer av. Det har vært utfordrende å arbeide med et tema man på forhånd vet veldig lite om, men desto mer lærerikt.

Jeg håper også andre får nytte av denne oppgaven til å forstå mer av sammenhengen mellom spot- og futurespriser samt futuresprisens prognoseegenskaper.

Jeg ønsker å takke min veileder Ole Gjølberg for å ha lagt opp ruten jeg har navigert etter og kommet med mange gode innspill både før og under arbeidet med denne oppgaven.

Ås, 08.08.2012

Fabian Bøe

II. Sammendrag

I denne oppgaven blir det gjennomført empiriske analyser for å se på sammenhengen mellom spot- og futurespriser på olje. Vi skal prøve å si om futuresprisen er en perfekt prognose på etterfølgende spotpris.

Vi tester flere ulike modeller for å se om vi kan inkludere variabler, og da også informasjon som kan hjelpe til å predikere fremtidig spotpris. Foruten futuresprisen, prøver vi å inkludere basis (forskjellen mellom futures- og spotpris), relativ basis, ulike markedstilstander og tidligere observert prognosefeil i våre regresjoner.

Vi har benyttet av månedlige data i perioden 1996 – 2011 på WTI Crude Oil, samtidig som vi har trukket ut periodene 1996 – 2004 og 2005 – 2011 for å se på forskjeller mellom disse.

Oppgaven begynner med en innledning og relevant teori fra tidligere studier før vi går over til å si litt om den historiske utviklingen til spotprisen og risikoen som følger. Til slutt ender vi opp med å analysere modellene som nevnt over.

Resultatene viser at vi i svært få tilfeller kan forkaste nullhypotesen om en $\beta = 1$ i modellene som inkluderer futuresprisen, basis og relativ basis. Dette kan tyde på at futuresprisen har vært en grei føring på etterfølgende spotpris. Samtidig gir svært lave R^2 verdier oss vanskeligheter med å bruke disse modellene til predikasjon av spotprisen.

Ved å inkludere markedstilstanden ser det ut til at vi generelt oppnår dårligere prognoser ved noen unntak. Ser vi på modellen som tar for seg tidligere observerte prognosefeil gir den for hele perioden også en dårligere prognose på predikering av fremtidig spotpris. Det vi derimot finner her er at vi i perioden 1996 – 2004 ser ut til å oppnå bedre prognoser ved å legge inn denne prognosefeilen.

III. Abstract

In this master thesis empirical analysis are performed in order to find an eventual connection between the spot price and the futures prices on oil. I will try to find out if the futures prices are a trustable prognosis for the following spot price.

I am testing several different models to see if it is possible to include variables, and by doing so, take into account information that can be of help when predicting the future spot price. Besides the futures prices, the variables tested are basis (the difference in value between futures and spot price), relative basis, different conditions of the market and previously observed forecast errors in our regressions.

I have used monthly data from 1996 until 2011 on WTI Crude Oil, and at the same time compared the time spans from 1996-2004 and 2005-2011 to look for differences.

The thesis starts by introducing the topic and presenting relevant theories from previous studies, and then continues with an explanation of the development of the spot price and the risk that comes with. The thesis ends with the analysis of the models mentioned above.

Results show that there are few cases where we can discard the null hypothesis concerning $\beta = 1$ in the models that include the futures prices, basis and relative basis. This can indicate that the futures price has been a good forecast for the following spot price. At the same time the low R^2 values gives us little confidence that it can be used for predicting the spot price.

By including the market conditions the prognosis appears generally worse with some exceptions. If we take a look at the model that concerns previous observed forecast errors it gives a bad prognosis on the forecast of future spot prices. What we find here, by contrast, is the time span of 1996-2004 seems to achieve better forecasts by adding this forecast error.

Key words: Futures price, spot price, basis, forecast, crude oil, forecast errors, backwardation & contango, market condition.

1. Problemstilling

I denne oppgaven drøfter jeg hvordan eller i hvilken utstrekning futuresprisen på olje er en prognose på fremtidig spotpris.

Problemstillingene tar utgangspunkt i spot- og futurespriser på "WTI Crude Oil". Empiriske tester og analyser er brukt på prisseriene for og prøve å gi et svar på dette spørsmålet.

I problemstillingen er det så klart flere underkategorier som dukker opp og ønsker et svar:

- Hvis futuresprisen er en forventingsrett predikator på fremtidig spotpris, vil den være forskjellig i ulike perioder?
- Vil det være forskjell på predikasjonsegenskapene til de forskjellige kontraktene, lange vs. korte?
- Vil det være forskjell på futuresprisens prognoseegenskaper i forskjellige markedstilstander, Contango vs. Backwardation?
- Vil det hjelpe våre prognoser å inkludere tidligere observert prognosefeil?

2. Innledning

Prisen på olje har steget fra ca. 35 \$/fat i 2004 til ca. 100 \$/fat i 2012. Samtidig vet vi at denne perioden inneholder store svingninger og det knyttes også stor usikkerhet til fremtidige oljepriser. En høyere oljepris vil kunne dempe etterspørselen siden forbrukere og bedrifter bruker mer penger på oljerelaterte produkter og mindre på andre varer og tjenester. For produsenter og konsumenter av oljerelaterte produkter vil det alltid være kritisk med en uforutsigbar oljepris da denne blant annet brukes for å budsjettere inntekter og utgifter. For eksempel vil et ferjeselskap måtte øke sine priser i takt med voksende drivstoffutgifter, noe som igjen gir økte utgifter for forbrukerne.

Futuresprisene på olje reflekterer den prisen kjøper og selger blir enige om vil være prisen på olje ved levering. Futuresprisen vil derfor gjenspeile investorens forventninger om fremtidig pris på oljen. Som med prisen på alle andre risikable aktiva, inkluderer futuresprisen på olje et påslag, kalt risikopremie. Futuresmarkedet skal reflektere fremtidige forventede verdier i spotmarkedet. Siden prisen på futures ikke vil være lik spotprisen på kjøpsdato, men konvergerer frem mot forfall vil risikopremien reflektere muligheten for at spotprisen ved futureskontraktens utløp kan være høyere eller lavere enn den opprinnelige prisen.

Hadde konsumenter og produsenter kunnet se inn i fremtiden og sett hva oljeprisen ville blitt kunne man satt en strek over all denne usikkerheten. Vil oljeprisen stige eller avta de neste fem årene? Her kommer futureskontrakter inn i bildet.

Futuresprisene kan også inneholde en risikopremie som gjør at vi kan få et skille mellom observert futurespris og underliggende forventet fremtidig spotpris. Dersom man klarer å identifisere denne risikopremien og justere for denne kan man øke presisjonen i prognosene. For å forklare hvorfor denne risikopremien kan eksistere må vi se på hvilke parter som befinner seg i futuresmarkedet. Den første gruppen personer er produsenter som ønsker å sikre sine fremtidige inntekter, altså mot prisnedgang. Den andre gruppen er konsumenter som er urolige for tanken på en prisoppgang. Den siste gruppen er spekulanter som ikke har noen spesielle forhold til den fysiske råvaren. Disse spekulantene er de som balanserer markedet slik at man alltid har en person på hver side av bordet. Risikopremien er derfor beløpet denne gruppen får for å ta denne posisjonen og balansere markedet.

Å kjøpe selve råvaren vil for oljekonsumenter være viktig for å dekke etterspørselen sin etter olje. Her vil pris spille en stor og viktig rolle. Gitt at man har behov for olje i fremtiden vil man kunne velge om man vil kjøpe den fysiske oljen i dag og lagre den til dato for forbruk eller man kan kjøpe en futureskontrakt som sikrer en leveranse av olje i fremtiden. En sammenheng mellom disse to kan formuleres av betingelsen kalt "cost of carry":

$$F_t^T \geq S_t e^{(r_t+w)(T-t)}$$

2.1

hvor T er futureskontraktens forfallsdato, t er nåværende dato, r er den risikofrie pengemarkedsrenten ved "t", w er lagringskostnadene, F_t^T er futuresprisen ved "t" og S_t er spotprisen ved "t". Som vi ser av ligningen kan man enten velge å kjøpe futureskontrakten ved levering "T" eller du kan kjøpe råvaren ved "t" og lagre den til "T". En forskjell mellom disse to vil muliggjøre en arbitrasjemulighet. Men det er en faktor til som må tas med og det er anvendeligheten av å ha råvaren på lager, og da også tilgangen den gir til den hver tid.

Denne kalles på engelsk for "convenience yield". Vi ser av likningen at jo høyere lagerkostnadene er, jo større forskjell vil vi ha mellom futures- og spotprisene. Når lagrene begynner og fylles vil man måtte betale en høyere pris dersom man trenger ekstra lager (w vil øke). Et eksempel som Reeve og Vigfusson (2011) nevner er høsten 2008. Da fyltes vanlige lagre opp og man måtte benytte tankskip for å lagre råolje, selv om dette var en mye dyrere enn landbasert lagring. Disse høye lagringskostnadene gjorde at forskjellen mellom spot- og futuresprisene ble stor.

For å ta et eksempel på hvordan futures kan brukes for å sikre seg mot prisvariasjoner i fremtiden tar vi utgangspunkt i et oljeselskap som ønsker å sikre seg mot en potensiell prisnedgang i oljeprisen. Oljeselskapet ønsker å selge 200 000 fat olje i februar, og siden hver kontrakt inneholder levering av 1 000 fat vil det si at de må selge 200 kontrakter med levering i februar. For å illustrere dette på en enkel måte sier vi at oljeprisen i februar blir \$95,15, \$97,15 eller \$99,15. Omsetningen fra oljesalget vil følgelig bli 200 000 ganger prisen per fat olje. Profitten ved salg av de 200 kontraktene blir:

$$200\,000 \times (F_0 - S_T)$$

2.2

hvor S_T er oljeprisen på leveringstidspunkt og F_0 er den opprinnelige futuresprisen, \$97,15. Ved de forskjellige oljeprisene får oljeselskapet følgende resultater:

	Oljepris i februar (P_T)		
	\$95,15	\$97,15	\$99,15
Inntekt fra salg av fysisk olje ($200\,000 \times S_T$)	\$19 030 000	\$19 430 000	\$19 830 000
+ Fortjeneste futureskontrakt ($200\,000 \times (F_0 - S_T)$)	\$400 000	\$0	-\$400 000
Nettoinntekt	\$19 430 000	\$19 430 000	\$19 430 000

Tabell 2.1 – Eksempel på prissikring ved futures

Som vi ser av tabellen vil oljeselskapet sikre seg en nettoinntekt på \$19 430 000 uansett om oljeprisen blir høyere eller lavere enn futuresprisen. Dette eksempelet tar utgangspunkt i at man selger like mange fat i fysisk olje som man selger i futures. Det finnes mange ulike strategier på hvor mye man velger å selge i futureskontrakter og følgelig vil da også nettoinntekten variere.

Denne oppgaven tar for seg hvordan man kan forutsi fremtidig prisutvikling på olje basert på tidligere observerte futures- og spot-priser. Olje står for rundt 20 % av verdens handel (Trading commodities and financial futures s.96). Vi ser på prisutviklingen av NYMEX sin kontrakt på West Texas Intermediate (WTI) som er verdens største omsatte råvare i både dollar og volum. Perioden vi tar for oss er 1996 – 2011, samt deler denne opp i to underperioder 1996 – 2004 og 2005 – 2011. Dette for å se om det vil være forskjell i predikering av spotprisen på to perioder der variasjonen i oljepris er ulik. Data er hentet fra wikiposit.org som er en database med mange typer tidsseriedata. Det er hentet inn ukens data for perioden og etterpå er uke to trukket ut fra hver måned da dette er siste uke før leveringstidspunkt. Front 1 kontrakten er benyttet som spotpris og front 2 som 1 mnd futureskontrakt osv. For å se på kontrakter med ulike tid til levering valgte jeg ut 1-, 2-, 6- og 12-mnd futureskontrakter. Her skal i teorien 12-mnd kontrakten fortelle oss hva markedet tror spotprisen på olje blir om ett år.

Dataene er analysert ved hjelp av statistiske analyser og empiriske modeller for å prøve og si noe om man kan bruke tidligere observerte data til å predikere fremtidige priser og prisendringer på råolje. Dataprogrammer som er benyttet er OxMetrics - PcGive og Microsoft Excel.

2.1 Kort om futures

En futures kontrakt er en standardisert kontrakt for levering av for eksempel en råvare på en allerede avtalt dato, til en avtalt pris, kalt futures prisen, som skal betales på kontraktens forfallsdag. Kontrakten spesifiserer konkrete krav til råvaren om blant annet kvalitet (f.eks. svovelinnhold) og hvor levering finner sted. Siden futureskontrakten spesifiserer alle betingelser, trenger partene kun å forhandle om pris. Parten som tar en "lang posisjon" forplikter seg til å kjøpe råvaren på forfallsdatoen, mens den andre parten som tar en "kort posisjon" forplikter seg til å levere råvaren på ved forfall.

Profitten til lang og kort posisjon kan skrives slik:

Profitt lang = Spot pris ved forfall – Original futures pris	2.1.1
Profitt kort = Original futures pris – Spot pris ved forfall	2.1.2

Hvor spot prisen er den aktuelle markedsprisen for råvaren ved levering. Som vi ser er futureskontrakten et null-oppgjør, siden gevinst og tap for alle parter summert blir lik null. Alle lange posisjoner utlignes av korte posisjoner noe som gjør at futureshandel ikke generer noen verdiskapning siden total profitt for alle investorer blir lik null.

Alle råvarer vil ha parter i både lange og korte posisjoner. "Net hedging" hypotesen sier at F_0 vil være mindre enn $E(S_T)$ når det er flere parter med korte posisjoner enn lange, og motsatt. Om vi ser for oss en gammeldags brevvekt som må ha likevekt for å være i balanse, slik kan vi også tenke oss at futuresmarkedet må være. Den siden som har flest parter vil veie litt mer og i følge "Net hedging" hypotesen må denne siden betale en premie for å få flere til og ta andre siden slik at vekten kommer i balanse.

3. Litteratur om futures som prognose generelt og i forhold til oljeprisen

I dette kapitlet gjengis tidligere litteratur om futuresprisen som prognose. Det er mange som har drøftet dette tidligere både i forhold på oljeprisen, men også med hensyn til andre futureskontrakter som for eksempel elektrisitet. Kapitlet er derfor delt opp slik at det skilles mellom dette.

3.1 Generelt om futures:

- Effisiens: Futuresprisen er et speilbilde av dagens spotpris pluss all tilgang på informasjon som vi kan hente om råvaren fra markedet
 - o Maurice Kendall (1953) undersøkte dette spørsmålet. Han fant ut at det var umulig å finne noe forutsigbart mønster. Det virket som om prisene utviklet seg helt tilfeldig. Det var like sannsynlig at de gikk opp som ned på hvilken som helst dag, uansett utvikling den siste tiden. Han måtte fastslå at dataene ikke ga han noen mulighet til å forutsi prisutviklingen.
 - o Teorien om random walk: En av de enkleste antagelsene der man sier at man ikke kan gi noe bedre prognose på neste periodes pris, enn å si at pris i morgen er lik prisen i dag.
 - o Fama (1970) kom med teori om effisient kapitalmarked. Hans definisjon viser til tre typer effisiens: Svak-form, Halvsterk-form og Sterk-form. Disse er utledet fra ligningen: $X_t = E(X_{t+1} | \Phi_t)$ hvor X_t er dagens spotpris, X_{t+1} er spotpris for neste periode Φ_t er informasjonen som finnes om råvaren.
 - o Vi kan ved hjelp av teorien om effisiens i futuresmarkedet si at dersom vi har rasjonelle forventinger, altså at all informasjon er tilgjengelig, så vil futuresprisen være lik den forventede fremtidige spotprisen.
- Fama og French(1987) gjorde en test på en lang rekke råvarer der målet var å teste for tidsvarierende premier og predikering av spotpris med hensyn på futuresprisen. Regresjonsmodellene han brukte var:

$$S(T) - S(t) = a_1 + b_1[F(t, T) - S(t)] + u(t, T) \quad 3.1.1$$

$$F(T) - S(T) = a_2 + b_2[F(t, T) - S(t)] + z(t, T) \quad 3.1.2$$

Antagelsene her er at dersom b_1 er reell betyr dette at basis observert ved tidspunkt t inneholder informasjon om endringen i spotpris fra " t " til " T ". Altså at futuresprisen har evne til å predikere fremtidig spotpris. Bevis på at b_2 er reell vil si at basis observert ved " t " inneholder opplysninger om premien realisert ved " T ". Fama delte råvarene inn i grupper i forhold til hvilke resultater han fant fra de forskjellige. De ble delt inn i "Strong forecast power", "Good forecast power", "Strong and good expected premiums", "Forecast power and expected premiums" og "Weak". Regresjonene ble foretatt for 2-, 6- og 10-mnd kontrakter i forskjellige perioder avhengig av råvarer. Som gruppeinndelingene sier fant Fama stor forskjell i prognoseegenskapene til de ulike råvarene.

- Gjølberg og Brattested (2011) studerte prognoseegenskapene, markedseffisiensen og risikopremien i Nord Pool sitt futuresmarked på kort sikt i perioden 1996 - 2009. De bruker en standard tilnærming kombinert med enkle modeller som inkluderer dummyer for ulike sesonger og forholdet mellom prognosefeil og realisert prisvolatilitet. Først foretar de deskriptiv statistikk på prognosefeilen til fire ukers kontrakten. Her finner de store prognosefeil som er langt i fra å være normalfordelt. Videre prøver de å si noe om futureskontraktens prognoseegenskaper og risikopremien ved å bruke forskjellige modeller i en regresjonsanalyse. Først testes spotprisen ved " $t + i$ " som en funksjon av futuresprisen ved " t " på absolutt- og log-form. Modellen ser slik ut:

$$S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + u_{t+i} \quad 3.1.3$$

$$\ln S_{t+i} = \alpha + \beta \ln F_t^i + u_{t+i} \quad 3.1.4$$

Deretter testes endringen i spotprisen som en funksjon av basis. Også her på absolutt- og log-form:

$$S_{t+i} - S_t = \alpha + \beta (F_t^i - S_t) + \varepsilon_{t+i} \quad 3.1.5$$

$$\ln S_{t+i} - \ln S_t = \alpha + \beta (\ln F_t^i - \ln S_t) + \varepsilon_{t+i} \quad 3.1.6$$

Til slutt testes teorien om at det å legge til for eksempel tidligere priser eller annen markedsinformasjon ikke skal kunne forbedre prognoseegenskapene til

futureskontrakten, så lenge det ikke eksisterer en sammenheng mellom tidligere priser og risikopremien. Det vil si at modellen nedenfor ikke skal kunne forbedre modell 3.1.6 over:

$$\ln S_{t+i} - \ln S_t = \alpha + \beta(\ln F_t^i - \ln S_t) + \gamma \ln S_t + \varepsilon_t^j, \quad 3.1.7$$

For alle modellene gjelder nullhypotesen om en $\alpha = 0$ og $\beta = 1$.

Estimeringen viser dem at modell 3.1.3 og 3.1.4 får problemer med ikke-stasjonære variabler. Et annet kjent problem som inntreffer i deres modeller, er dersom man bruker observasjonsfrekvenser som er høyere enn prognosehorisonten. Dette kan gjøre at man får autokorrelasjon og ofte også heteroskedastiske feil. De finner at for hele perioden er alle estimerte beta-verdiene signifikant forskjellig fra én, samt signifikante og positive alfa-verdier. Modellene 3.1.5 gir lave R^2 verdier og dermed lav forklaringssegenskaper. Flere har brukt disse modellene i testing av futures som perfekte prognoser på fremtidige spotpriser, og vi vil senere i denne oppgaven også bruke noen av disse modellene i estimeringen av råoljefutures. Gjølberg og Brattested konkluderer med at fire- og seks-ukers futurespriser og basis ikke har vært forventingsrette prediktorer av etterfølgende spotpris, samtidig som man finner store gjennomsnittlige prognosefeil fra måned til måned. Siden deres oppgave i hovedsak handler om risikopremien i futuresmarkedet på Nord Pool er kun det som angår min problemstilling gjengitt.

3.2 Om oljefutures:

- Mange tidligere studier om prognoseegenskapene til futureskontrakter har brukt pris-spredningens egenskaper, også kjent som Mince-Zarnowitz regresjon (Mincer og Zarnowitz, 1969). Dette er en regresjon hvor man prøver å forklare endringen i spotpris med hensyn på forskjellen mellom futures- og nåværende spotpris, bedre kjent som basis.

$S_{t+i} - S_t = \alpha + \beta(F_t^i - S_t) + \varepsilon_{t+i}$	3.2.1
---	-------

- Chinn, LeBlanc og Coibon (2005) tester endringen i spotpris med hensyn på basis, altså samme regresjon som Mince-Zarnowitz. De tester denne for 3-, 6- og 12-mnd futureskontrakter for perioden januar 1990 til oktober 2004. De finner at futuresprisen er en forventingsrett prediktor av fremtidig spotpris på olje selv om futuresprisen kun forklarer en liten del av variasjonene i prisvariasjonene på olje.
- Chinn og Coibon (2010) ser på sammenhengen mellom spot og futurespriser for flere ulike typer råvarer og utforsker om futuresprisene er en forventingsrett og/eller en presis prediksjon på etterfølgende spotpris. De fokuserer på endringen i spotpris og dens sammenheng med basis. Dette gjør de ved å estimere ligningen over (Mince-Zarnowitz) for 3-, 6-, og 12-mnd kontrakter med månedlige observasjoner. Nullhypotesen er $\alpha = 0$ og $\beta = 1$. Siden de bruker disse observasjonene vil regresjonsresidualene inneholde overlappende informasjon, og under nullhypotesen om effisient marked vil de påvise seriekorrelasjon. For å opprettholde overensstemmende estimater for standardfeilen brukes t-HACSE verdier. Dataene er hentet fra perioden 1990 – 2009. For råolje finner de at 3-, 6-, og 12-mnd futures ikke er signifikant forskjellig fra 1. Ikke i noen tilfeller er futures gode prediktorer av etterfølgende spotpris blant annet på grunn av svært lave R^2 verdier (4-6 %). For de siste fem årene derimot, er det mye vanskeligere å forkaste nullhypotesen enn i tidligere perioder. De undersøker også hvorfor det er slik at futures fra energi-råvarer er forventingsrette prediktorer på etterfølgende spot, mens det ikke er tilfelle for futures på andre råvarer. De forklarer dette med hvilke og hvor mange aktører det

finnes i de ulike markedene og plotter gjennomsnittlige månedlig volum mot den gjennomsnittlige absolutt t-verdien for nullhypotesen om forventingsrette prognoser. Dette viser en klar negativ korrelasjon mellom antallet handler og hvor godt den forventingsrette antagelsen matcher dataene. Til slutt sammenligner de futuresprisens prognoseegenskaper med en enkel naiv prognose, en random walk uten drift. Futuresprisen er en god antagelse både når det gjelder forventingsrette prognoser og laveste prognosefeil. Den slår en random walk marginalt ved 3-mnd kontrakten, men ikke på 6- og 12-mnd horisonter. Ingen av disse er derimot statistisk signifikant. De nevner til slutt at de er forsiktige optimister når det gjelder bruken av futurespriser som prediktorer på fremtidig spotpris, spesielt for markeder som fortsetter å være aktive med mange aktører.

- Chernenko, Schwarz og Wright (2004) brukte samme metode som Chinn (2005), men på perioden april 1989 til desember 2003 for flere finansielle aktiva, deriblant råolje. For råolje ser de på kontrakter med 3-, 6- og 12-mnd lengde. Deres tilnærming er at dersom futuresverdien er rasjonelle forventinger av futuresprisen så må prognosefeilen ha et gjennomsnitt lik null og det må være ukorrelert med enhver variabel i informasjonsdataene på tidspunktet når prognosen ble laget. De er interessert om futures og forwards kun baseres på markedets framtidsutsikter eller om de også inneholder en risikopremie. Først tester de gjennomsnittet av $S_{t+i} - F_t^i$ og ser om dette er signifikant forskjellig fra null. Deretter foretar de regresjonen som også er nevnt over, nemlig å forklare endringen i spotpris med hensyn på basis. De finner at det er mye færre beviser på risikopremier i oljefutures. De kan heller ikke forkaste nullhypotesen om at $\beta = 1$.
- Alquist og Kilian (2008) fant at prisen på oljefutures er mindre presis enn modellen om en random walk når det gjelder å prognostisere fremtidig spotpris på 1-, 6-, 9- og 12-mnd horisont. Deres analyser baserer seg på månedlige observasjoner i perioden 1991 – 2007. Kun ved 3-mnd kontrakten er futures som prognose mer presis, men ikke signifikant. Det at futuresprisen i de fleste tilfeller er mindre presis enn en random walk uten drift skiller seg ut fra flere lignende studier som finner det motsatte, f.eks. T. Reeve og R. Vigfusson (2011) og Reichsfeld og Roache (2011). Det at Alquist og Kilian stopper sine observasjoner før finanskrisen inntraff i 2008 kan derimot være en forklaring.

- Pagano og Pisani (2009) tester hvorvidt gjennomsnittlig prognosefeil er statistisk signifikant fra null for på den måten å si noe om futuresprisens prognoseegenskaper. De finner at futuresprisen ikke er en forventingsrett predikator av fremtidig spotpris på olje fordi den gjennomsnittlige prognosefeilen er signifikant negativ for alle 2 – 12mnd kontrakter i perioden januar 1990 til februar 2007.

Videre i deres studie tester de om deres estimater er påvirket av tilstanden oljemarkedet er i. De ønsker å finne ut om risikopremien er forskjellig når markedet er i contango eller backwardation. Jeg vil også foreta denne typen regresjon senere i oppgaven der vi lager en dummyvariabel og ser på om futures er en bedre prognose avhengig av hvilken markedssituasjon vi befinner oss i. Pagano og Pisani (2009) finner at dummyen de har laget for når markedet er i contango aldri er signifikant for perioden januar 1990 til februar 2007.

- Andre som har forsket på futuresprisen som den beste predikatoren på fremtidig spotpris på olje er Wu og McCallum (2005). De drøfter hvordan man på grunnlag av futuresmarkedet og spotmarkedet kan forutsi noe om fremtidig spotpris på olje. De formulerer fire modeller basert på futures- og spotpriser på olje:
 1. Random Walk modell – Sier at spotprisen på olje er den samme for neste periode som for denne.
 2. Hotelling's (1931) modell – Sier at fremtid spotpris vil være lik nåværende spotpris justert for styringsrenten.
 3. Futuresmodell – Sier at fremtidig oljepris vil være lik nåværende futurespris.
 4. Futures-spot spread modell – Sier noe om hvilken vei fremtidig spotpris vil gå på bakgrunn av forskjellen mellom nåværende futurespris og spotpris.

For å si noe om hvor gode modellene testes modellene på to måter. Først estimerer de modellene for hele utvalget (midten av 1980 – 2005), og kalkulerer prognosene for horisonter fra 1 til 24 måneder. Så sammenlignes disse med prognosene med den faktiske oljeprisen. Modellen med minst gjennomsnittlig prognosefeil vil være den beste.

Videre estimeres modellene med data opp til en gitt måned for så å lage prognoser for fremtidige måneder. Modellen med minst gjennomsnittlig prognosefeil har best forutsetninger for å si noe om fremtidig spotpris.

Konklusjonen deres er at futuresprisen er en forventingsrett prediktor på fremtidig spotpris. Det vil si at for perioden de har studert er det like stor sannsynlighet for at futuresprisen overvurderer spotprisen som at den undervurderer den. Oljefutures gir en relativt mindre nøyaktig prognose enn modeller som bruker både futures- og spotprisen. Derfor mener de at å inkludere forskjellen nåværende futures- og spotpris forbedrer prognosen. "Futures-spot spread modellen" gir den beste prognosen med "Hotelling's modell" som nest beste når det gjelder den første måten.

For den andre metoden(out-of-sample) er også "futures-spot spread modellen" en god modell. På kort sikt er det den beste prognosemodellen, mens den på lengre sikt blir slått av "Hotelling's modell". "Futuresmodellen" predikerer greit på kort horisont, men gjør det mye dårligere på lengre sikt. Men selv om noen modeller er bedre enn andre sjekker de "futures-spot spread modellen" mot nåværende oljepris i desember 2005. Oljeprisen var da \$62/fat og futuresprisen både for 3- og 12-måneder på rundt \$64. Modellen deres ga en oljepris på \$65 i desember 2005, men med liten presisjon. Kun med 90 % sannsynlighet kunne den si om oljeprisen i mars 2006 vil bli mellom \$55 og \$74 per fat.

- T. Reeve og R. Vigfusson (2011) testet i 2011 prognoseegenskapene til flere råverer, deriblant råolje i perioden 1990 – 2010 og 2003 – 2010 for 3- og 12-mnd kontrakter. De tar for seg det teoretiske forholdet mellom spot og futures samt de empiriske prognoseegenskapene til futuresprisene for å finne ut om futuresprisene kan brukes til å prognostisere fremtidige spotpriser. Spørsmålene de vil finne ut av er om futuresprisene gjør det bedre enn en "random walk" eller en ekstrapolering av nylige trender. De bruker "mean squared error (MSE)" for å måle presisjonen i deres analyser. Der tar de tar for seg blant annet relativ MSE som er futuresprognosens MSE-forhold sammenlignet med en random walk's MSE-forhold. MSE måler gjennomsnittet av de kvadrerte avvik. Avvikene er summen av forskjellene mellom den indirekte variabelen og størrelsen som skal bli estimert. Videre ser de på en random walk med drift. Det vil si at prisene er antatt å stige eller fall likt med sats er lik nylige prisendringer. Til slutt tester de en regresjonsmodell hvor endringen i spotpris forklares av endringen i basis. Denne er tidligere brukt av blant annet

Chernenko (2004), Chinn, LeBlanc og Coibon (2005) og Gjølborg og Brattested (2011). Konklusjonene i Reeve og Vigfusson sin oppgave er at futuresprisene generelt utkonkurrerer en random walk prognose, men ikke med mye. Både futures og en random walk utkonkurrerer derimot en ekstrapolering av nylige trender, også kalt random walk med drift. Det de peker på som viktigst er at futuresprisen utkonkurrerte en random walk betydelig når det var en stor forskjell mellom spot- og futurespris. I sin regresjonsanalyse for 12-mnd futureskontrakt på råolje i perioden 1990 – 2010 kan de forkaste ved hjelp av en t-test nullhypotesen om en $\alpha = 0$, men ikke at $\beta = 1$ (på 10 % nivå). Det vil si at det virker som det har vært en konstant risikopremie som er statistisk signifikant. Resultatene deres antyder at futuresprisene forblir en fornuftig føring i forhold til å prognostisere råvarepriser. De mener at selv om futurespriser i prinsippet kan inneholde en risikopremie, så vil en justering av denne ikke gjøre futuresprisens prognoseegenskaper nevneverdig bedre.

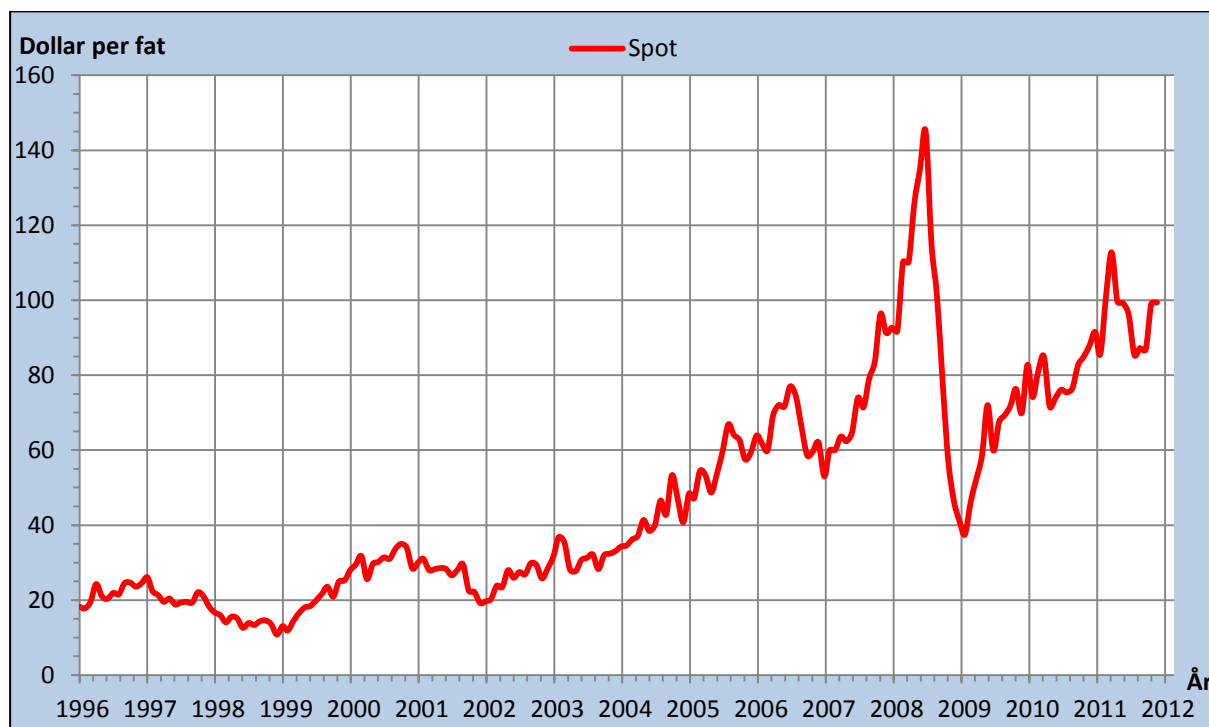
- En annen studie som er gjort på flere ulike typer råvarer er gjennomført av Reichsfeld og Roache (2011). De tar for seg futuresprisens prognoseegenskaper til 10 ulike råvarer med ulik lengde opp til 2 år. De tester også regresjonsmodellen hvor endringen i spotpris forklares av endringen i basis, samt tester på hvor godt futureskontrakter predikerer fremtidig spotpris sammenlignet med andre modeller som en random walk uten drift. Perioden de baserer seg på er januar 1990 til juni 2011 med ukentlige observasjoner. Det første de ser på er om det finnes enhetsrøtter i observasjonene ved hjelp av en Dickey-Fuller test. For råolje konkluderer de med at det finnes for alle kontrakter og alle spotpriser. Deretter finner de at futuresprisen og realisert spotpris er kointegrert og at futuresmarkedet ikke produserer kontinuerlige prognosefeil. Dette gjøres ved ved en Engle-Granger test. Videre benytter de Root Mean Squared Error (RMSE) for å sammenligne forskjellig modeller med futuresprisen som prognose. De finner at futuresprisen og en random walk modell gjør det bedre enn alle de andre modellene, spesielt fra 91 til 364 dager. Altså får vi bedre prognoser på kortere sikt. Samtidig prognostiserte futuresprisene bedre enn en random walk for alle kontrakter, selv om resultatet kun var signifikant for 3-mnd kontrakten. En annen interessant test Reichsfeld og Roache ser på er hvorvidt futuresprisen utgjør en bedre prognose i perioder når markedet er i backwardation. For de fleste råvarer kan de ikke forkaste en nullhypotese om at

begge prisene er like gode predikatorer i contango og backwardation. For råolje kan de derimot konkludere med at futuresprisene er dårligere predikatorer i disse markedene. De tester også de relative egenskapene til futures når markedet er signifikant backwardet, definert som en 5 % høyere spotpris enn korresponderende futurespris. De konkluderer med at futures er en noe bedre prognose enn en random walk når markedet er i ekstrem backwardation, men funnene gjelder ikke for alle råvarer og kontrakts-lengder.

4. Oljeprisutviklingen og prisisiko i oljemarkedet 1996 - 2011

4.1 Oljeprisutvikling

Den historiske utviklingen i spotprisen er vist i figur 4.1 på bakgrunn av månedlige spotpriser på råolje fra januar 1996 til og med desember 2011.



Figur 4.1.1 – Månedlige priser på WTI råolje, 1996 – 2011, USD per fat

Når det gjelder oljeprisen så styres denne av mange faktorer. Foruten å styres av tilbud/etterspørsel kan vi nevne internasjonale kriser, naturkatastrofer, sanksjoner mot oljeproduserende land osv. Alt dette inkluderes i hva markedet tror og forventer oljeprisen vil bli.

Vi ser tydelig at oljeprisen har svingt mye gjennom perioden, og spesielt de siste 6-7 årene. De siste årene har vært preget av økonomisk usikkerhet såfremt som internasjonale konflikter der oljeproduserende land har vært involvert. Spotprisen har variert mellom \$12 og \$140. Fra 1996 til 2004 er det kun små variasjoner i oljeprisen, men etter 2003 begynner oljeprisen å stige markant. Prisen stiger fra rundt \$55 i januar 2007 og når sitt toppnivå på \$140 i juni 2008. Fra juni 2008 til januar 2009 ser vi det største fallet for spotprisen, fra \$140 til \$41. Dette er perioden da finanskrisen rystet verden og startet en internasjonal økonomisk urolighet. Etter dette ser vi en stigende oljepris med periodevise fall og en

oljepris som ender på \$100 ved utgangen av 2011. Denne siste perioden viser hvor stor usikkerhet det er knyttet til oljeprisen og hvor viktig futuresmarkedet er for produsenter og konsumenter til å sikre seg mot pris-opp/ned-ganger. Tabellen nedenfor viser en liten oversikt over gjennomsnitt, standardavvik og min- og maks verdi for perioden samt underperioder.

	Spotpris (\$/barrell)			
	Gj.snitt	Var.Koeff.	Min	Maks
1996 - 2004	25,74	0,32	10,79	53,31
2005 - 2011	75,68	0,28	37,51	145,08
Hele perioden	47,59	0,61	10,79	145,08

Tabell 4.1.1 – Spotprisens månedlige nøkkeltall 1996 – 2011 samt underperioder

Tabellen over viser oss mye av det samme som vi allerede har oppsummert når vi kommenterte prisutviklingen grafisk. Vi finner høyeste gjennomsnitt og maksverdi i siste periode. Minimumsverdien i siste periode er på \$37,51 mot første periodes maksverdi på \$53,31. Variasjonskoeffisienten presentert over kommer fra ligningen:

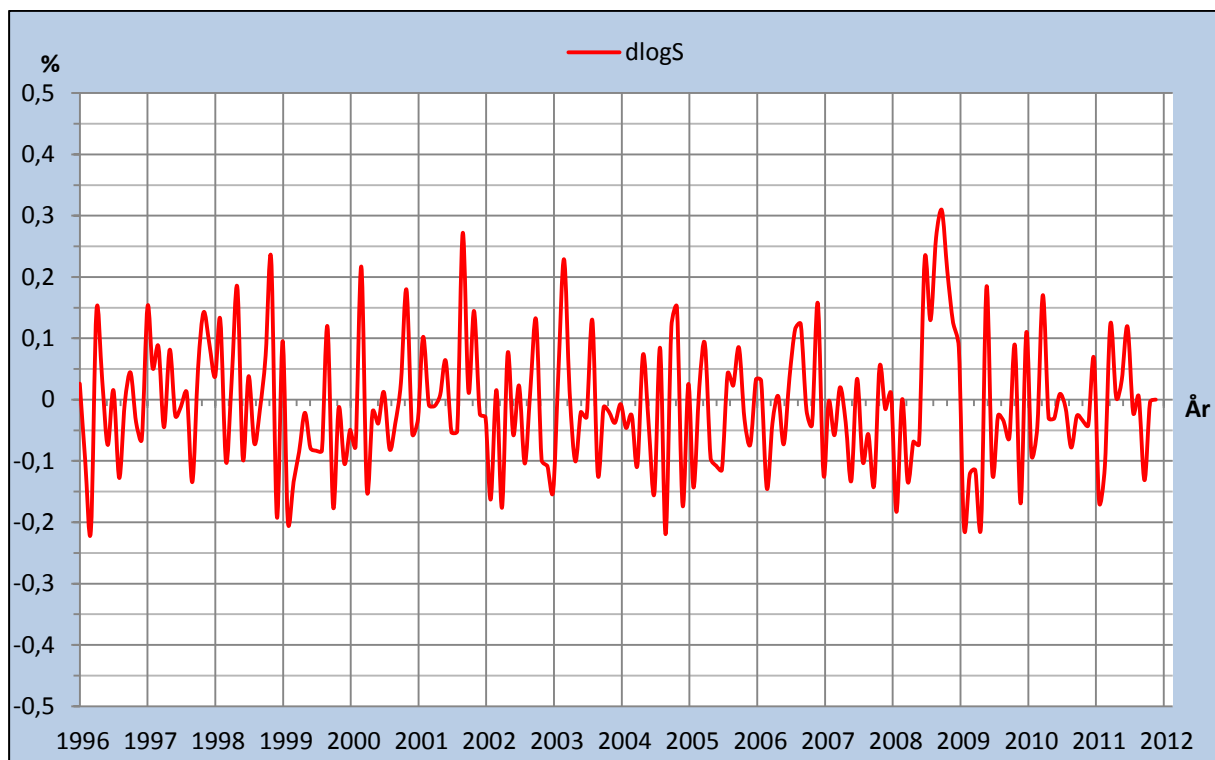
$\text{Variasjonskoeffisient} = \frac{\text{Std.Avvik}}{\text{Gj.snitt}}$	4.1.1
---	-------

Denne verdien sier oss altså noe om forholdet mellom standard avviket og gjennomsnittet for de ulike periodene. Her ser vi at variasjonskoeffisienten er høyest for perioden 1996 – 2004. Altså har variasjonen vært størst i første periode dersom man tar utgangspunkt i periodens gjennomsnitt.

4.2 Prisrisiko

Vi skal videre se på prisrisikoen i oljemarkedet. Dette gjøres ved å se på den logaritmiske prisendringen i spotprisen fra måned til måned.

I figuren under vises volatiliteten til spotprisen i form av prosentvise endringer fra måned til måned.



Figur 4.2.1 – Logaritmiske endringer i WTI spotpris, månedlig i perioden 1996 - 2011

I figuren over ser vi de prosentvise endringene i spotprisen fra måned til måned. Den sier oss altså noe om hvor mye spotprisen har endret seg månedsvis over perioden. En endring lik null vill sagt oss av det ikke var noen variasjon, og man kunne da også ha antatt lik spotpris for fremtiden. Jo større variasjonene er, jo vanskeligere vil det være og predikere spotprisen fram i tid. Når vi ser på figuren over merker vi oss at det generelt er ganske store utslag over hele perioden og prisendringen svinger mye over korte perioder. Igjen ser vi det største utslaget rundt årsskiftet 2008-2009. Her er endringen i løpet av kort tid på hele 50 %.

4.3 Deskriptiv statistikk

I tabellen nedenfor ser vi igjen denne effekten av finanskrisen.

	Spotprisen	
	Gjennomsnitt(årlig)	Standardavvik(årlig)
1996	-0,36	0,33
1997	0,45	0,29
1998	0,24	0,43
1999	-0,76	0,33
2000	-0,07	0,37
2001	0,42	0,33
2002	-0,48	0,33
2003	0,08	0,36
2004	-0,34	0,41
1996 – 2004	-0,09	0,36
2005	-0,28	0,28
2006	0,19	0,30
2007	-0,56	0,23
2008	0,82	0,57
2009	-0,71	0,43
2010	-0,10	0,26
2011	-0,08	0,32
2005 – 2011	-0,11	0,37
Hele perioden	-0,10	0,36

Tabell 4.3.1 – Årlig gjennomsnitt og standardavvikavvik for $\ln S_{t+1}/\ln S_t$ 1996 - 2011

I tabellen over er gjennomsnitt og standardavvik til den logaritmiske endringen i spotprisen fra måned til måned presentert årlig i perioden 1996 – 2011. En negativ verdi for gjennomsnittet vil si at vi totalt sett har hatt større prisoppganger enn prisnedganger det respektive året. Standardavviket viser hvor mye seriens verdier avviker fra seriens gjennomsnitt. Et høyt standardavvik tyder på stor spredning i verdiene og resultater som kan

gi uklare svar. Standardavviket her er også et mål på den prisrisikoen som befinner seg i markedet. Det er denne prisrisikoen produsenter og konsumenter ønsker å fjerne ved og sikre seg med kjøp av futureskontrakter.

Standardavviket ligger for de fleste år rundt 30 % - 33 %. Av år med stor spredning har vi 1998, 2004, 2008 og 2009. Standardavviket for disse årene ligger mellom 41 % - 57 %.

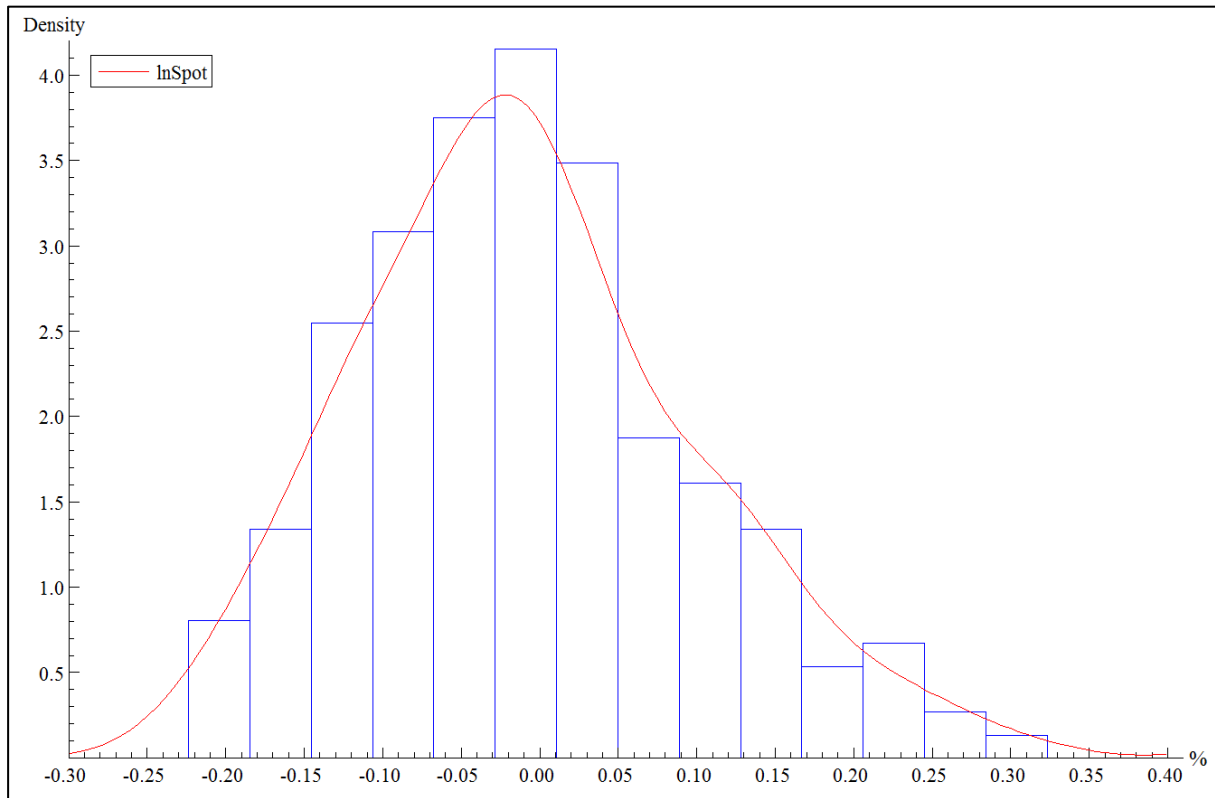
Dersom vi studerer gjennomsnittet ser vi at år 1999 og perioden 2007 – 2009 skiller seg ut med relativt store endringer. I 1999 ligger gjennomsnittlig årlig endring på -76 %. Det vil si at spotprisen reduseres med 76 % året sett under ett. Perioden 2007 – 2009 svinger også mye. I 2007 har vi et gjennomsnittlig prosentvis endring på -56 %, som i 2008 går over til en positiv gjennomsnittlig endring på 82 %. Dette endres igjen i 2009 til -71 %.

Sammenligner vi perioden 1996 – 2004 med perioden 2005 – 2011 ser vi at disse har tilnærmet likt gjennomsnitt og standardavvik. Så selv om vi observerer mye høyere priser på olje i siste periode ser vi at vi har relativt stor prisrisiko i begge.

Så store endringer fra måned til måned og år til år understreker det vi diskuterte i innledningen, nemlig at det disse endringene vil være kritiske for produsenter og konsumenter av olje. For deres synsvinkel ser vi at det gjennom hele perioden fra 1996 – 2011 er store variasjoner i oljeprisen. Et standardavvik i området 30 % - 40 % forteller om store variasjoner i oljeprisen hvert år, noe som igjen vil gjøre det vanskelig å budsjettere inntekter og utgifter.

Dersom man kunne forutsett disse endringene og visst hva spotprisen ville være i fremtiden hadde ting sett annerledes ut. Det er her vi videre i oppgaven skal se på om vi faktisk kan se inn i fremtiden og forutsi prisen på olje ved hjelp av futureskontrakter.

I figuren nedenfor ser vi normalfordelingskurven til den prosentvise endringen i spotprisen fra måned til måned for hele perioden. De viktigste statistiske verdiene er samlet i tabellen under som også tar med underperiodene.



Figur 4.3.1 – Normalfordelingskurven for prosentvis endring i spotpris, hele perioden

	Spot		
	96 - 04	05 - 11	96 - 11
Gj.snitt	-0,10	-0,10	-0,10
Std.feil	0,01	0,01	0,007
Median	-0,02	-0,02	-0,02
Std.avik	0,36	0,37	0,36
Kurtosis	-0,12	0,25	0,02
Skjevhet	0,34	0,58	0,45
Minimum	-0,22	-0,21	-0,22
Maksimum	0,27	0,31	0,31
Antall	83	108	191

Tabell 4.3.2 – Deskriptiv statistikk spotpris, periodevis og totalt

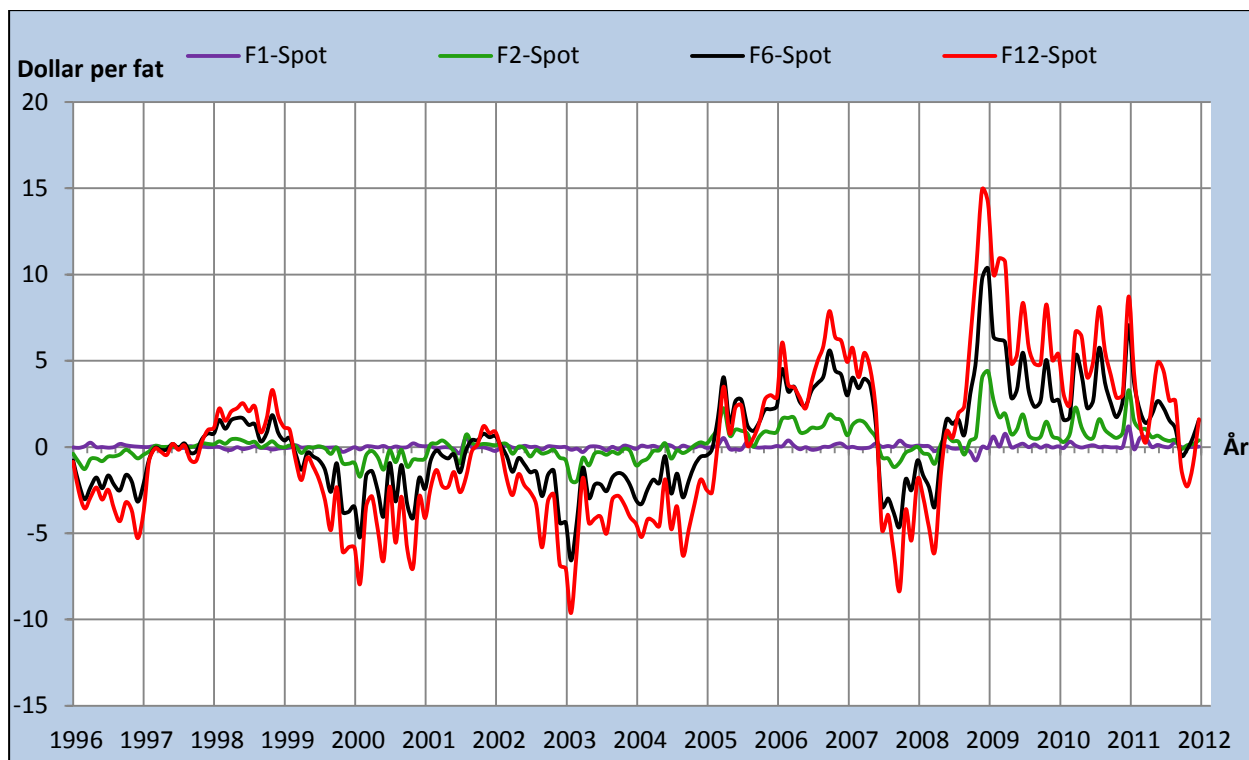
Over ser vi normalfordelingskurven samt utdrag fra deskriptiv analyse av de prosentvise endringene i spotprisen. På de foregående sidene så vi på utviklingen i spotprisens prissisiko. Det vi kan utdype ved hjelp av denne figuren er hvordan prissikoen er fordelt. En tilnærming om at den beste predikasjonen på morgendagens spotpris er å si at den er lik dagens pris, omtalt tidligere som random walk, ville gitt oss et gjennomsnitt lik null. Det vi med en gang kan se av figuren er at gjennomsnittet ikke er lik null og at fordelingen har haler, noe som sier oss at vi har med noen store utslag og gjøre.

Medianen som beskriver dataseriens middelvei er omtrent lik null. En verdi på $-0,02$ tyder på at vi har de fleste observasjonene rundt null, men at vi har flere negative enn positive observasjoner. Dette bekreftes også av gjennomsnittet på $-0,10$, som vi også omtalte på foregående sider.

Kurtosisverdien er henholdsvis $0,25$ og $-0,12$ for de to periodene. For hele perioden ser vi en verdi tilnærmet lik null. Det vil si at kurven har svakt spisse topper med fete haler.

Kurtosisverdien for hele perioden er derimot tilnærmet lik null, altså mer lik Gauss sin kjente klokkekurve. Skjevheten er i alle tilfellene venstreskjev. En venstreskjev fordeling sier oss at hovedparten av fordelingen ligger til venstre for gjennomsnittet, men at halen til normalfordelingen strekker seg lenger til høyre enn til venstre. Dette antyder at vi har flere høye ekstremverdier som ligger over gjennomsnittet.

Minimumsverdien på -22% finner vi i første periode, mens maksimumsverdien på 31% inntreffer i andre. Månedlige prisendringer i størrelsesorden $20\% - 30\%$ forteller oss om perioder med stor usikkerhet. For oljeproducenter og konsumenter vil slike prisvariasjoner være kritiske og det er her futuresmarkedet kommer inn i bildet. Ved å sikre seg i futuresmarkedet vil slike topper flates ut og man vil i mye større grad oppnå forutsigbarhet selv om man må betale en premie for denne.



Figur 4.3.2 – Basis, Futures – Spot, 1996 – 2011, USD per fat

Som nevnt over så virket det som om futuresprisen lå lavere enn spotprisen fram til 2004-2005. Figuren over viser tydelig at dette også er tilfelle. Fram til 2005 har vi kun to små perioder der futuresprisen er høyere enn spotprisen. I årene etter 2005 er tendensen en annen. Her ligger futuresprisen over spotprisen, med unntak av perioden juli 2007 – juni 2008 hvor vi i forrige figur både så den høyeste oljeprisen og den største endringen. Vi ser også helt klart størst variasjoner mellom de lange kontraktene og spotprisen. Variasjonene er større de siste årene, men vi ser at det er større variasjoner i prisforskjellen i starten av perioden enn det var i prisutviklingen på olje for samme periode. Vi kan også legge merke til de siste månedene i 2011 hvor differansen mellom 12-måneders futurespris og spot er negativ i en liten periode uten at den er det for de andre kontraktene.

5. Empiriske analyser av futuresprisens prognoseegenskaper

Vi skal i dette kapitlet se nærmere på futuresprisens prognoseegenskaper av fremtidig spotpris. Spørsmål vi stiller oss i den sammenheng er: "Hvor godt predikerer futuresprisen fremtidig spotpris på olje?" og "Kan futuresprisen brukes for å predikere fremtidig spotpris på olje?".

En viktig faktor for å kunne svare på disse spørsmålene er hvordan dagens futurespris er i forhold til forventet fremtidig spotpris. Som forventningshypotesen tidligere i oppgaven sa så er den enkleste teorien at futuresprisen er en forventningsrett prognose på den forventede fremtidige spotprisen på det underliggende aktivum. Forventet avkastning blir dermed lik null uansett hvilken posisjon av futureskontrakten man velger å ta. Det eksisterer dermed ingen risikopremie og vi har et balansert marked. Følgelig vil differansen mellom futuresprisen og fremtidig spotpris utgjøre risikopremien.

Forskjellen mellom spot- og futurespris varierer i forhold til hvor lang tid det er igjen til forfall. Et begrep som brukes om denne forskjellen er *basis*. Basis er forskjellen mellom spotprisen og futuresprisen på det underliggende aktivum og kan uttrykkes slik:

$$B = F_t - S_t$$

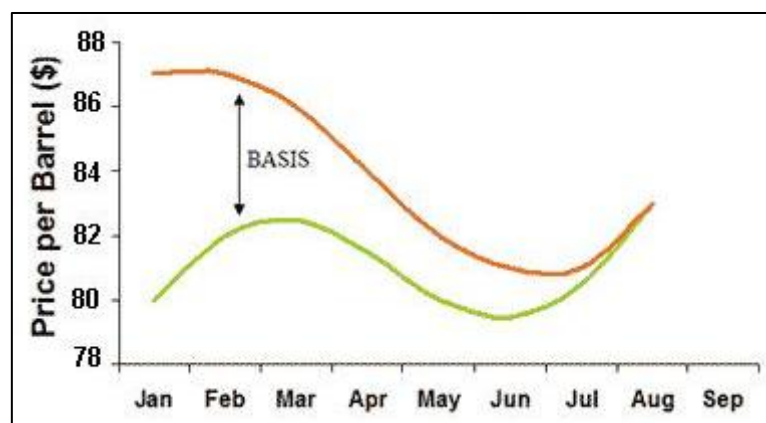
5.1

Hvor: B = Basis

S = Spotpris

F = Futurespris

Et bilde av hvordan basis kan utvikle seg ser vi her:



Figur 5.1 – Eksempel på hvordan basis endrer seg i forhold til tid til forfall

Før forfall kan imidlertid basis være både positiv og negativ.

Tenk deg et tenkt tilfelle der vi på utløpsdagen for futureskontrakten ikke har samme pris mellom spot og futuresprisen, altså at vi har en basis som ikke er lik null. Dersom futuresprisen er høyere enn spotprisen på forfallsdagen, vil vi kunne selge en futureskontrakt å kjøpe olje for så og levere dette i henhold til kontrakten. Ved en slik forskjell vil risikofrie arbitrasjegevinster (risiko- og kostnadsfri gevinst) være tilgjengelige. Teorien om effisiente markeder som blant annet Eugene Fama (1970) studerte, sier at all informasjon som kan brukes til å forutsi fremtidig pris på et aktivum allerede er reflektert i dets pris, og at man derfor ikke kan slå markedet på lang sikt. Dette vil i vårt tilfelle si at informasjonen om at futureskontrakten er høyere enn spotprisen på utløpsdatoen fanges opp av markedet. Siden alle da vet om denne forskjellen balanseres markedet og arbitrasjemuligheten forsvinner.

Vi skal videre i denne oppgaven bruke regresjonsanalyser for å teste forskjellige hypoteser knyttet til futuresprisens prognoseegenskaper. Vi bruker historiske data som ved hjelp av empiriske analyser gir oss resultater som gjør at vi kan forkaste hypotesene eller ikke.

Dersom vi analyserer forskjellen mellom futuresprisen (F_t) og senere observert spotpris (S_{t+i}) vil et avvik her kunne bli definert som en prognosefeil. Dersom disse avvikene i gjennomsnitt er lik null for perioden, har vi et marked i balanse.

Formelen for forventingshypotesen som blir nevnt tidligere i oppgaven er som følger:

$F_t^T = E_t(S_T)$	5.2
--------------------	-----

Hvor $E_t(S_T)$ er en ikke-observerbar forventning. Dersom vi antar rasjonelle beslutninger, altså at futuresprisen er lik spotprisen ved forfall T, kan vi skrive denne som:

$E_t(S_T) = S_t + \varepsilon_T,$	hvor $\overline{\varepsilon_T} = 0$	5.3
-----------------------------------	-------------------------------------	-----

Vi står da igjen med:

$S_{t+i} = F_t^T + \varepsilon_T$	5.4
-----------------------------------	-----

Ut av denne formelen kan vi se som tidligere nevnt at differansen mellom futures- og spotpris tilsvarer risikopremien (ε_T). Dersom,

$$\overline{S_{t+i}} - \overline{F_t^T} \neq 0$$

5.5

kan dette indikere en risikopremie og/eller en ikke rasjonell forventning.

Forventningshypotesen er den enkleste teorien om futures prising. Den sier at futuresprisen er lik den forventede fremtidige spotprisen på det underliggende aktivum, altså at:

$$F_0 = E(S_T).$$

5.6

Forventet avkastning ved denne hypotesen er lik null uansett hvilken posisjon av futureskontrakten man velger å ta. Den investoren som velger en kort posisjon har en forventet avkastning lik:

$$F_0 - E(S_T),$$

5.7

mens den med lang posisjon har en forventet avkastning lik:

$$E(S_T) - F_0.$$

5.8

Siden ligning 5.6 sier at futuresprisen er lik den forventede fremtidige spotprisen gir det investoren med både kort og lang posisjon en avkastning lik null.

Hypotesen er også avhengig av en tenkt situasjon der alle investorene er risikonøytrale. Hvis alle er det skal de i teorien bli enige om en futurespris som gir alle en forventet avkastning lik null.

Senere i oppgaven skal vi også se på om det er noen forskjell i å predikere fremtidig spotpris ved hjelp av futuresprisen i ulike markedssituasjoner. Vi skal nå gi en kort innføring i hvilke markedssituasjoner det er snakk om.

5.1 Normal backwardation

Denne teorien er forbundet med de britiske økonomene John Maynard Keynes og John Hicks. De hevdet at det for de fleste råvarer finnes folk som ønsker å sikre seg ved å kvitte seg med risiko. For eksempel oljeprodusenter som ønsker å bli kvitt risiko ved usikre oljepriser. Disse produsentene vil ta korte posisjoner, som ble vist i tabell 2.1, og levere olje

til en garantert pris. For å overtale investorer til å ta den andre siden av bordet, altså lang posisjon, må oljeprodusentene gi investorene en forventning av at det her finnes avkastningsmuligheter. Investorer vil bare gjøre dette dersom de tror at futuresprisen er lavere enn den forventede spotprisen. Dette gir dem en avkastning lik:

$$E(S_T) - F_0.$$

5.1.1

Investorens forventede avkastning blir oljeprodusentens forventede tap, men dette potensielle tapet er oljeprodusenten villig til å ta for å kvitte seg med risikoen som følger en usikker oljepris.

Teorien om normal backwardation foreslår derfor at futuresprisen begynner på et nivå som er lavere enn forventet spotpris og stiger etter hvert som kontrakten nærmer seg forfall helt til utløpsdato hvor:

$$F_T = S_T.$$

5.1.2

5.2 Contango

Den motsatte teorien til normal backwardation innebærer at folk som vil sikre mot usikre priser er kjøpere av en råvare. I eksempelet som vi hadde i sted om olje, ville vi ved contango fått for eksempel oljekonsumenter, som var villige til å betale en premie for å være garantert en fast pris på oljen. Disse konsumentene sikrer seg ved å ta en lang posisjon i futuresmarkedet. Oljeprodusentene blir da motparten som tar en kort posisjon. Siden konsumentene som sitter på lange posisjoner er villige til å betale høye futurespriser for å bli kvitt risiko, og siden produsentene krever en premie for å ta den korte posisjonen, sier contango teorien at F_0 må være større enn $E(S_T)$.

5.3 Regresjonsanalyse - modellestimering

Ved å foreta en regresjonsanalyse med minste kvadraters metode, kalt "ordinary least squares" på engelsk (OLS) vil vi kunne estimere sammenhengen mellom én eller flere forklaringsvariabler. I vårt tilfelle ønsker vi å estimere sammenhengen mellom futuresprisen og senere realisert spotpris, og finne sammenhengen som minimerer variansen. Vi er ute etter den løsningen som gjør at summen av kvadratet til avvikene mellom den observerte og den estimerte variabelen er minst mulig.

Vi skal estimere tre modeller som vi skal kjøre regresjoner på i programmet PcGive. Ved å foreta en regresjonsanalyse av fremtidig realisert spotpris som en lineær funksjon av futuresprisen (ligning 5.1.1), tester vi futuresprisens evne til å predikere spotprisen. Følgende regresjon blir altså testet (Reg.modell 1):

$S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \varepsilon_t, \quad i = 1,2,6,12$	5.3.1
--	-------

Nullhypotesen til denne regresjonen er:

$$H_0: \alpha = 0, \beta = 1$$

Dersom futuresprisen er et forventingsrett estimat av spotprisen vil $\alpha = 0$, $\beta = 1$ og vår nullhypotese kan ikke forkastes. Konstantleddet (α) angir her en eventuell risikopremie ved ulikevekt, mens en $\beta = 1$ tilsvarer markedslikevekt.

Det finnes økonometriske problemer knyttet til denne regresjonen. For eksempel så vi på konstanten, eller risikopremien som lineær. Det er den nødvendigvis ikke og det vil igjen ha en effekt på den estimerte beta-verdien (Gjølberg and Brattested).

Ved å gjøre en regresjon av endringer i spotprisen som en lineær funksjon av endringer i basis ($F_t^i - S_t$) kan vi unngå noen av disse problemene. Modellen vi her bruker kan også sees på som en prognosemodell som kan si noe om forventet spotprisendring fra måned til måned. Modellen vi bruker er (Reg.modell 2):

$S_{t+i} - S_t = \alpha + \beta (F_t^i - S_t) + \varepsilon_t, \quad i = 1,2,6,12$	5.3.2
--	-------

Nullhypotesen til denne regresjonen er:

$$H_0: \alpha = 0, \beta = 1$$

Dersom basis er et forventingsrett estimat av månedlig spotprisendring vil $\alpha = 0$, $\beta = 1$ og vår nullhypotese kan ikke forkastes. Konstantleddet (α) angir her en eventuell risikopremie, mens en $\beta = 1$ tilsvarer at basis har vært en perfekt prognose.

For å prøve og øke forklaringsgraden til modellen estimerer vi en nokså lik modell som den over bare at vi her dividerer begge sider av brøken på spotprisen (S_t). Høyresidevariabelen blir da basis i prosent, også kalt relativ basis, mens den avhengige variabelen blir spotprisens prosentvise endring.

Følgende regresjon blir da kjørt (Reg.modell 3):

$\frac{S_{t+i} - S_t}{S_t} = \alpha + \beta \left(\frac{F_t^i - S_t}{S_t} \right) + \varepsilon_{t,i}, \quad i = 1, 2, 6, 12$	5.3.3
--	-------

Nullhypotesen til denne regresjonen vil være som de forrige:

$$H_0: \alpha = 0, \beta = 1$$

Dersom relativ basis er et forventingsrett estimat av prosentvis månedlig spotprisendring vil $\alpha = 0$, $\beta = 1$ og vår nullhypotese kan ikke forkastes. Konstantleddet (α) angir her en eventuell risikopremie, mens en $\beta = 1$ tilsvarer at relativ basis har vært en perfekt prognose.

Siden vi estimerer med OLS på bakgrunn i spot og 1-, 3-, 6- og 12-mnd kontrakter med månedlige observasjoner så vil regresjonsresidualene inkludere overlappende informasjon. Dette har vi tidligere nevnt i notatene fra blant annet Chinn og Coibon (2010). Med nullhypotesen om et effisient marked som innebærer rasjonelle forventinger og risikonøytralitet, så vil regresjonsresidualene inneholde autokorrelasjon. Ved å bruke Newey-West heteroskedasticity and autocorrelation consistent standard errors (HACSE) med en lag-parameter lik $2(n-1)$, vil vi få overensstemmende estimerte standardfeil. Altså får vi standardfeil for OLS estimeringen som er overensstemmende uansett om regresjonsresidualene er autokorrellerte og heteroskedastiske. Disse HAC standardfeilene blir brukt som grunnlag for å forkaste nullhypotesen.

I analyse av tidsseriedata er det også viktig å teste for muligheten om at det kan være stasjonæritet mellom variablene. Granger og Newbold (1974) sier som en god

tommelfingerregel at dersom $R^2 > DW$ så kan vi anta at vår estimerte regresjon inneholder spuriøse resultater, altså snakker vi om ikke-stasjonære variabler. Dette vil si at det ikke finnes noen relevant sammenheng mellom de estimerte variablene. At en variabel er ikke-stasjonær vil si at variabelen har et gjennomsnitt og varians som ikke er tidsuavhengig, altså at variansen og gjennomsnittet vil være avhengig av hvilket tidsvindu vi betrakter. En ikke-stasjonær variabel kan oppnå en høy R^2 verdi selv om dette faktisk ikke er tilfellet og vi får estimater som er spuriøse.

5.4 Resultater av regresjonsanalyse 1996 – 2011

	Modell 1 $S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \varepsilon_t$				Modell 2 $(S_{t+i} - S_t) = \alpha + \beta(F_t^i - S_t) + \varepsilon_t$				Modell 3 $\left(\frac{S_{t+i}-S_t}{S_t}\right) = \alpha + \beta\left(\frac{F_t^i-S_t}{S_t}\right) + \varepsilon_t$			
	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂
1996 - 2011												
α	1,37 (1,36)	3,09 (1,47)	11,20 (1,96)**	14,85 (2,69)***	0,25 (0,49)	0,64 (0,65)	2,11 (0,86)	5,06 (1,70)*	0,012 (1,65)*	0,027 (1,84)*	0,088 (2,48)**	0,19 (3,40)***
β	0,97 (-0,84)	0,94 (-0,90)	0,80 (-1,24)	0,77 (-1,38)	0,63 (-0,92)	0,51 (-1,06)	0,57 (-0,96)	1,66 (1,59)	0,44 (-2,31)**	0,48 (-2,04)**	0,54 (-1,32)	1,17 (0,56)
R ²	0,96	0,90	0,66	0,59	0,01	0,01	0,01	0,16	0,01	0,02	0,04	0,15
DW	1,69	0,63	0,24	0,15	1,74	0,67	0,26	0,15	2,06	0,91	0,36	0,17

Tabell 5.4.1 – Resultater fra regresjonsmodell 1, 2 og 3 for periode 1996 – 2011

Merk: Statistisk signifikans på 10 %, 5 % og 1 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***. H₀: $\alpha = 0$, $\beta = 1$.

Tabellen over gjengir resultater for de tre regresjonsmodellene for perioden 1996 – 2011.

For at futuresprisen skal ha vært en perfekt prognose på fremtidig spotpris må følgende gjelde:

$$\overline{S_{t+t}} - \overline{F_t^T} = 0 \quad 5.4.1$$

For å teste om avvikene mellom disse i gjennomsnitt er lik null for perioden bruker vi en t-test med HACSE som benyttede standardfeil.

$$t = \frac{(\beta-1)}{\text{Std.Error } \beta} \quad 5.4.2$$

Det første vi kan legge merke til er at vi i nesten ingen tilfeller kan forkaste en nullhypotese om en $\beta = 1$ på noe signifikansnivå. Dette antyder at markedet kan ha vært i likevekt og futuresprisen kan være en bra prognose på fremtidig spotpris.

Derimot kan vi forkaste nullhypotesen om $\alpha = 0$ for 6- og 12-mnd kontrakter i modell 1 og 3 på 5 % nivå. Vi ser også at konstantleddet øker med lengden på kontrakten opp til 14,85 \$/fat for modell 1. Det at vi kan forkaste nullhypotesen tyder på at det har vært en konstant risikopremie som er statistisk signifikant og at denne risikopremien blir større desto lenger kontrakten er. Forståelig nok vil det være større sannsynlighet for at futuresprisen er "treffer" bedre på kort sikt, og at det åpenbarer seg en større risikopremie dersom kjøper lengre kontrakter. Vi vet også at det eksisterer flere aktører på kort sikt og at prisen derfor skal reflektere mer informasjon om hva markedet tror prisen vil bli i fremtiden.

Vi ser også at estimert β ligger mellom 0,97 og 0,77 for modell 1. Dette viser at futuresprisen ligger over forventet spotpris og vi kan se på futuresprisen som en overvurdering. At futuresprisen ligger over forventet spotpris forteller at det er mange som ønsker å sikre seg mot stigende oljepris og at det dermed eksisterer en premie for at noen skal ta andre siden av avtalen. At β er høyere for de kortere kontraktene er forståelig da vi vet fra tidligere at forskjellen mellom spot og futures må være lik null ved utløpsdato i et effisient marked for at ikke risikofrie arbitrasjemuligheter skal være mulige å innhente. Dermed vil kontraktene med kortest tid til forfall ligge nærmere spotprisen enn de lengre.

R^2 viser oss hvor mange prosent av variasjonen i den avhengige variabelen som blir forklart av den uavhengige. Vi har en relativt høy R^2 for de korte kontraktene (F_1 og F_2) i modell 1, på henholdsvis 96 % og 90 %. På kontraktene med lengst tid til forfall (F_6 og F_{12}), synker R^2 betraktelig til 66 % og 59 %. For modell 2 og 3 observerer vi derimot svært lave R^2 verdier. Med så lave verdier blir det vanskelig å si fra disse modellene at futures er gode prediktorer på etterfølgende spotpris. Håpet om at vi skulle oppnå en litt høyere R^2 for modell 3 ser ikke ut til å stemme, men også her er modellens forklaringsegenskaper så lave at det blir vanskelig å bruke den som en prognose på fremtidig spotpris.

DW-verdien i tabellen kommer fra en Durbin-Watson test. Denne testen brukes for å teste om det er autokorrelasjon i residualene. Autokorrelasjon kan defineres som "korrelasjon mellom nærliggende enheter med hensyn på en variabel" (Kendall og Buckland), og forekommer oftest i tidsseriedata. Autokorrelasjon oppstår når korrelasjonen mellom feilledet til to observasjoner ikke er lik null. I vår statistiske analyse ønsker vi uavhengige observasjoner og autokorrelasjon er dermed noe vi ikke ønsker. Testen forutsetter at regresjonen har konstantledd og at vi har førsteordens autokorrelasjon. DW-verdien ligger mellom 0 og 4. En DW-verdi lik 2 forteller oss at vi ikke har autokorrelasjon. Verdier under 2 vil si en positiv autokorrelasjon, mens vi over får negativ.

Den signifikante verdien til DW er under ca.1,50 og over ca.2,50. H_0 er at det ikke eksisterer noen autokorrelasjon. Fra våre resultater ser vi at vi kan forkaste nullhypotesen for alle kontraktene unntatt 1 mnd. futures. Det indikerer at vi ikke har autokorrelasjon for 1 mnd. futures, mens vi har det for de andre kontraktene. I forhold til å forkaste nullhypotesen har vi allerede sikret oss mot faren for autokorrelasjon ved å bruke HAC-standard feil.

Vi må derimot også huske tommelfingerregelen til Granger og Newbold (1974) at dersom $R^2 > DW$ så kan vi anta at vår estimerte regresjon inneholder spuriøse resultater og vi har med ikke-stasjonære variabler og gjøre. Der vi for modell 1 oppnådde høye R^2 verdier ser vi også at denne ligger over DW verdien for alle kontrakter unntatt den korteste kontrakten. Mye tyder derfor på at vår estimerte regresjon inneholder spuriøse resultater og at denne høye R^2 verdien ikke er sann. Roache og Reichfeld (2011) finner også dette i sin studie for perioden 1990 – 2011. Ikke-stasjonære variabler må behandles annerledes og vi skulle nok

ha brukt variablene i differensiert form og sett hva resultatet ville blitt. Minuset med å gjøre det er man taper informasjon som vi får med oss i modellene brukt i denne oppgaven.

5.5 Resultater av regresjonsanalyse 1996 – 2004

	Modell 1 $S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \varepsilon_t$				Modell 2 $(S_{t+i} - S_t) = \alpha + \beta(F_t^i - S_t) + \varepsilon_t$				Modell 3 $\left(\frac{S_{t+i}-S_t}{S_t}\right) = \alpha + \beta\left(\frac{F_t^i-S_t}{S_t}\right) + \varepsilon_t$			
	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂
1996 - 2004												
α	0,99 (0,99)	0,86 (0,50)	-1,26 (-0,27)	3,14 (0,35)	0,35 (1,29)	0,79 (1,61)	1,70 (1,46)	4,13 (2,33)**	0,014 (1,50)	0,029 (1,57)	0,084 (1,42)	0,23 (2,45)**
β	0,98 (-0,55)	1,01 (0,08)	1,18 (0,94)	1,07 (0,19)	0,64 (-0,80)	0,58 (-1,03)	0,15 (-2,13)**	0,72 (-0,71)	0,36 (-1,91)*	0,26 (-2,43)**	0,26 (-1,43)	1,29 (0,54)
R ²	0,88	0,82	0,59	0,23	0,02	0,02	0,003	0,08	0,007	0,006	0,009	0,17
DW	2,18	1,13	0,37	0,17	2,28	1,2	0,45	0,18	2,28	1,12	0,36	0,16

Tabell 5.5.1 – Resultater fra regresjonsmodell 1, 2 og 3 for periode 1996 – 2004

Merk: Statistisk signifikans på 10 %, 5 % og 1 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***. H₀: $\alpha = 0$, $\beta = 1$.

Vi skal nå gå over til å se på resultater fra de tre modellen for underperioden 1996 – 2004. Her har vi kun valgt å fokusere på de store forskjellene sammenlignet med perioden i neste avsnitt, nemlig 2005 – 2011.

Det første vi legger merke til er at vi har mye lavere estimerte verdier for α i modell 1 og ingen av disse er signifikant på noe nivå. For β er vi derimot nærmere å forkaste nullhypotesen vår i denne perioden i modell 2 og 3, selv om vi kun kan gjøre det med noen svært få kontrakter. Kun for modell 1 er vi i nærheten av nullhypotesen om $\beta = 1$. Ingen av disse er signifikant noe som kan tyde på at det kan være en sammenheng. For denne modellen ser vi også at resultatene av den estimerte β -verdien stiger i motsetning til den andre perioden. Her ser vi at β for 2-, 6-, og 12-mnd kontraktene er høyere en én slik at futuresprisen har ligget under forventet spotpris.

Ser vi videre til R^2 verdiene, ser vi at disse er svært lave for modell 2 og 3. Med så lave forklaringssegenskaper vil det bli vanskelig å bruke disse til og predikere fremtidig spotpris. For modell 1 ligger verdien for R^2 noe høyere, og da spesielt for de to korteste kontraktene.

5.6 Resultater av regresjonsanalyse 2005 – 2011

	Modell 1 $S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \varepsilon_t$				Modell 2 $(S_{t+i} - S_t) = \alpha + \beta (F_t^i - S_t) + \varepsilon_t$				Modell 3 $\left(\frac{S_{t+i} - S_t}{S_t}\right) = \alpha + \beta \left(\frac{F_t^i - S_t}{S_t}\right) + \varepsilon_t$			
	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂
2005 - 2011												
α	5,10 (1,05)	13,05 (1,42)	57,34 (3,09)***	64,78 (5,29)***	0,02 (0,01)	0,41 (0,12)	1,20 (0,16)	2,17 (0,31)	0,005 (0,35)	0,004 (0,16)	0,043 (0,63)	0,14 (1,73)*
β	0,93 (-0,97)	0,82 (-1,24)	0,24 (-2,72)***	0,15 (-4,64)***	0,75 (-0,16)	0,57 (-0,40)	0,81 (-0,16)	2,20 (1,47)	0,71 (-0,51)	1,05 (0,09)	1,30 (0,51)	1,34 (0,62)
R ²	0,84	0,65	0,06	0,03	0,01	0,006	0,01	0,18	0,02	0,06	0,10	0,15
DW	1,55	0,55	0,02	0,17	1,63	0,61	0,25	0,16	1,69	0,68	0,38	0,18

Tabell 5.6.1 – Resultater fra regresjonsmodell 1, 2 og 3 for periode 2005 – 2011

Merk: Statistisk signifikans på 10 %, 5 % og 1 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***. H₀: $\alpha = 0$, $\beta = 1$.

For siste periode ser vi en god del forskjeller fra underperioden vi så på i avsnittet over. Denne perioden tar for seg årene 2005 – 2011.

De estimerte verdiene for α i modell 1 er svært høye. For 6- og 12-mnd kontraktene er disse også signifikante på alle nivåer noe som kan tyde på at det eksisterer en risikopremie som er statistisk signifikant. En estimert α -verdi helt opp til 65 \$/fat viser en svært høy risikopremie ved ulikevekt i markedet. For modell 2 og 3 er det derimot vanskeligere og forkaste nullhypotesen vi har i forhold til α .

Beveger vi oss over til β ligger denne nærmere en perfekt prognose lik én med unntak av modell 1. Her er den for de to lengste kontraktene signifikant forskjellig fra 1 og den estimerte verdien er sterkt synkende jo lengre kontraktene er. For modell 2 og 3 er vi derimot mye lengre ifra å forkaste den enn vi var i perioden 1996 – 2004. Dette er nokså samme resultat som det Chinn og Coibon (2010) fant for perioden 1990 – 2009 for modell 2, da de sier at det for de siste fem årene er mye vanskeligere å forkaste nullhypotesen enn i tidligere perioder.

Forklaringsegenskapene til modellene er fortsatt svært lave og kan ikke sies å være tilfredsstillende. R^2 øker heller ikke nevneverdig i modell 3.

Vi oppsummerer kort hva vi har funnet i dette kapitlet i starten av det neste kapitlet.

6. Futuresprisen som prognose i ulike markedstilstander

I forrige kapittel brukte vi tre forskjellige regresjonsmodeller for å prøve og si noe om futuresprisens prognoseegenskaper. Vi inkluderte futuresprisen, basis og relativ basis i våre modeller for å prognostisere fremtidig spotpris på olje.

Som så mange andre (Chinn, LeBlanc og Coibon (2005), Chinn og Coibon (2010), Chernenko, Schwarz og Wright (2004), Reeve og Vigfusson (2011)) som har brukt tilsvarende modeller for olje så finner vi mye av de samme resultatene. Vi kan i svært få tilfeller forkaste nullhypotesen vår om en $\beta = 1$ noe som tyder på at futuresprisen har vært en grei antydning på etterfølgende spotpris på olje. Samtidig finner vi stort sett svært lave R^2 verdier og forklaringsgraden til modellene er derfor så lav at det blir vanskelig å bruke disse som en sikker prognose. Verdt og nevne er det også at vi har vanskeligere for å forkaste nullhypotesen for siste periode.

Ved å inkludere tilstanden i oljemarkedet i våre modeller kan vi se på om det vil være forskjeller i våre estimater dersom markedet er i contango eller backwardation.

Vi lager en dummyvariabel for contango (CONT) som er lik 1 når $F_t > S_t$, og 0 ellers. I motsatt tilfelle kunne vi laget en dummy for backwardation (BACKW) som er lik 1 når $F_t < S_t$, og altså 0 ellers. Siden vi har backwardation i alle tilfeller som ikke er i contango velger vi å kun lage en dummy for contango, og inkludere denne dummyen i regresjonsanalysen. Vi får da følgende modell (Regresjonsmodell 4):

$S_{t+i} = \alpha + \beta_1 F_t^i + \beta_2 [F_t^i * CONT] + \varepsilon_t, \quad i = 1, 2, 6, 12$	6.1
--	-----

Nullhypotesen til denne regresjonen er:

$$H_0: \alpha = 0, \beta_1 = 1, \beta_2 = 0$$

Dersom futuresprisen er et forventingsrett estimat av spotprisen vil $\alpha = 0$, $\beta_1 = 1$ og $\beta_2 = 0$, og vår nullhypotese kan ikke forkastes. Konstantleddet (α) angir her en eventuell risikopremie ved ulikevekt, $\beta_1 = 1$ tilsvarer markedslikevekt og $\beta_2 = 0$ sier oss at markedstilstanden ikke har hatt en innvirkning på fremtidig spotpris.



Figur 6.1 – Basis for de ulike kontraktene ($F_t - S_t$), 1996 – 2011

I datasettet er markedet i contango 64,9 % (F_1), 57,9 % (F_2), 48,4 % (F_6) og 44,4 % (F_{12}) av tiden. Markedet er følgelig i backwardation når det ikke er i contango. Fra figuren over ser vi utviklingen av basis og hvordan den endres for de ulike kontraktene. Vi legger merke til at vi i perioden 1996 – 2004 observerer mange flere negative verdier enn i perioden 2005 – 2011 hvor det er motsatt. Siden vi har plottet forskjellen mellom futures- og spotprisen kan vi konkludere med at spotprisen ligger høyere enn futuresprisen for denne første perioden, mens vi observerer motsatt tilfelle for 2005 – 2011. Fra teorien kan vi da si at markedet er stort sett i backwardation fra 1996 – 2004, mens det snur og holder seg for det meste i contango fra 2005 -2011.

Nedenfor vises resultatene for perioden 1996 – 2011:

$S_{t+i} = \alpha + \beta_1 F_t^i + \beta_2 [F_t^i * CONT] + \varepsilon_t, \quad i = 1,2,6,12$				
	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂
1996 - 2011				
α	0,91 (1,03)	1,16 (0,70)	8,67 (1,33)	18,69 (3,22)**
β_1	1,01 (0,56)	1,09 (1,88)*	0,96 (-0,19)	0,54 (-2,33)**
β_2	-0,042 (-1,91)*	-0,15 (-3,15)***	-0,16 (-1,30)	0,24 (2,01)**
R ²	0,96	0,92	0,68	0,63
DW	1,85	0,75	0,27	0,17

Tabell 6.1 – Resultater fra regresjonsmodell 4, 1996 – 2011

Merk: Statistisk signifikans på 10 %, 5 % og 1 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***. H₀: $\alpha = 0$, $\beta_1 = 1$, $\beta_2 = 0$.

Det vi i denne regresjonen er ute etter å studere er om det er noen forskjell på futuresprisen som prognose i ulike markedstilstander. Estimaten som kan fortelle oss noe om det, og som derfor er mest interessante er β -verdiene. Når markedet er i contango er futuresprisen høyere enn spotprisen. Setter vi estimatene våre for F₁ inn i ligningen og antar en futurespris på 100 \$/fat, får vi en forventet spotpris på 97,71 \$/fat ved CONT = 1, og spotpris på 101,91 \$/fat ved CONT = 0 (når markedet er i backwardation). Dette stemmer overens med teorien som vi tidligere har nevnt.

Vi vet at ved OLS-estimering så sier β_2 oss noe om endringen i Y (S_{t+i}), ved endring av 1 enhet av $[F_t^i * CONT]$ alt annet hold konstant. Dermed har vi at fremtidig spotpris endres med - 0,15 \$/fat dersom futuresprisen går opp 1 \$/fat når markedet er i contango. Denne endringen er negativ for alle kontraktene unntatt for F₁₂. For de fleste kontraktene kan vi også forkaste nullhypotesen om at $\beta_2 = 0$. Altså tyder det på at det er en forskjell på forventet spotpris når vi prognostiserer med futures i de to markedstilstandene.

Studerer vi de estimerte β_1 verdiene i tabellen ser vi at vi kan forkaste nullhypotesen for F_2 og F_{12} , da på kun 10 % nivå for førstnevnte. Altså tyder der på at futuresprisen ikke har vært noen perfekt prognose på etterfølgende spotpris for disse kontraktene, og det å prognostisere i de ulike markedstilstander kan sees på som dårligere. For F_1 og F_6 kan vi derimot ikke si at futuresprisen ikke har vært en perfekt prognose på fremtidig spotpris. F_1 og F_2 ligger forventet spotpris over futuresprisen og futuresprisen kan bli sett på som en undervurdering. For de to andre kontraktene har vi motsatt tilfelle. Dette mønsteret ser nokså likt av hva vi så i figur 6.1 over, da markedet først var stort sett i backwardation før det så snudde i siste periode.

R^2 -verdiene er forholdsvis høye for F_1 og F_2 . Sammenlignet med verdiene vi hadde i tilsvarende regresjon uten dummyvariabelen har vi nå noen prosent høyere R^2 for alle kontraktene.

Vi ser videre på regresjonsresultatene for perioden 1996 – 2004:

$S_{t+i} = \alpha + \beta_1 F_t^i + \beta_2 [F_t^i * CONT] + \varepsilon_t, \quad i = 1,2,6,12$				
	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂
1996 - 2004				
α	1,06 (0,96)	2,09 (1,03)	2,27 (0,45)	9,27 (0,94)
β_1	0,98 (-0,56)	0,97 (-0,30)	1,06 (0,30)	0,84 (-0,35)
β_2	-0,007 (-0,21)	-0,073 (-1,53)	-0,165 (-1,42)	-0,24 (-1,39)
R^2	0,88	0,82	0,61	0,27
DW	2,22	1,27	0,41	0,20

Tabell 6.2 – Resultater fra regresjonsmodell 4, 1996 – 2004

Merk: Statistisk signifikans på 10 %, 5 % og 1 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***. $H_0: \alpha = 0, \beta_1 = 1, \beta_2 = 0$.

Fra tabellen over ser vi at ingen av de estimerte verdiene er signifikante i denne perioden. Dermed kan vi ikke forkaste nullhypotesen i noen av tilfellene. Vi kan dermed ikke si at å legge inn markedstilstanden i modellen er signifikant forskjellig fra null. Det virker altså ikke som om markedstilstanden har hatt noen innvirkning for prognostiseringen i perioden 1996 – 2004, selv om β_1 ikke er signifikant forskjellig fra én og virker å være en god prognose.

R^2 er litt lavere i denne perioden, mens fortsatt litt høyere enn uten dummyvariabel.

For siste underperiode, nemlig 2005 – 2011 får vi følgende resultater:

		$S_{t+i} = \alpha + \beta_1 F_t^i + \beta_2 [F_t^i * CONT] + \varepsilon_t, \quad i = 1,2,6,12$			
		F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂
2005 - 2011					
α	6,35 (1,41)	18,63 (2,58)***	56,81 (2,91)***	69,66 (7,17)***	
β_1	0,98 (-0,40)	0,95 (-0,56)	0,41 (-1,86)*	-0,13 (-7,56)***	
β_2	-0,072 (-2,49)**	-0,237 (-4,08)***	-0,211 (-1,52)	0,298 (3,41)***	
R^2	0,85	0,75	0,17	0,23	
DW	1,78	0,70	0,26	0,25	

Tabell 6.3 – Resultater fra regresjonsmodell 4, 2005 – 2011

Merk: Statistisk signifikans på 10 %, 5 % og 1 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***. $H_0: \alpha = 0, \beta_1 = 1, \beta_2 = 0$.

I tabellen over ser vi at de estimerte verdiene har endret seg en del. I motsetning til perioden 1996 – 2004 hvor ingen av verdiene var signifikante ser vi her at de fleste er det. For β_2 merker vi oss også høyere verdier. For F_1, F_2 og F_6 har vi en negativ forventet endring i spotprisen når markedet er i contango. For F_{12} er denne forventede endringen positiv.

Altså virker det som om vi i denne perioden har en større virkning av å inkludere markedstilstanden i regresjonsmodellen og som sagt er de fleste signifikant forskjellig fra

null. Går vi videre til verdien for β_1 så er disse signifikant forskjellig fra én for de to lengste kontraktene. Altså ingen perfekt prognose på etterfølgende spotpris om 6- og 12-mnd og vi kan ikke si at vi for disse oppnår noen bedre prognose av å inkludere markedstilstanden.

Derimot mye høyere R^2 verdier enn regresjonen uten dummyvariabel (modell 1).

Estimatene for β_1 er gjennomgående lavere enn 1, noe som vil si at futuresprisen ligger over forventet spotpris og futuresprisen må bli sett på som en overvurdering. Legger også merke til høye risikopremier for perioden hvor flere er signifikante.

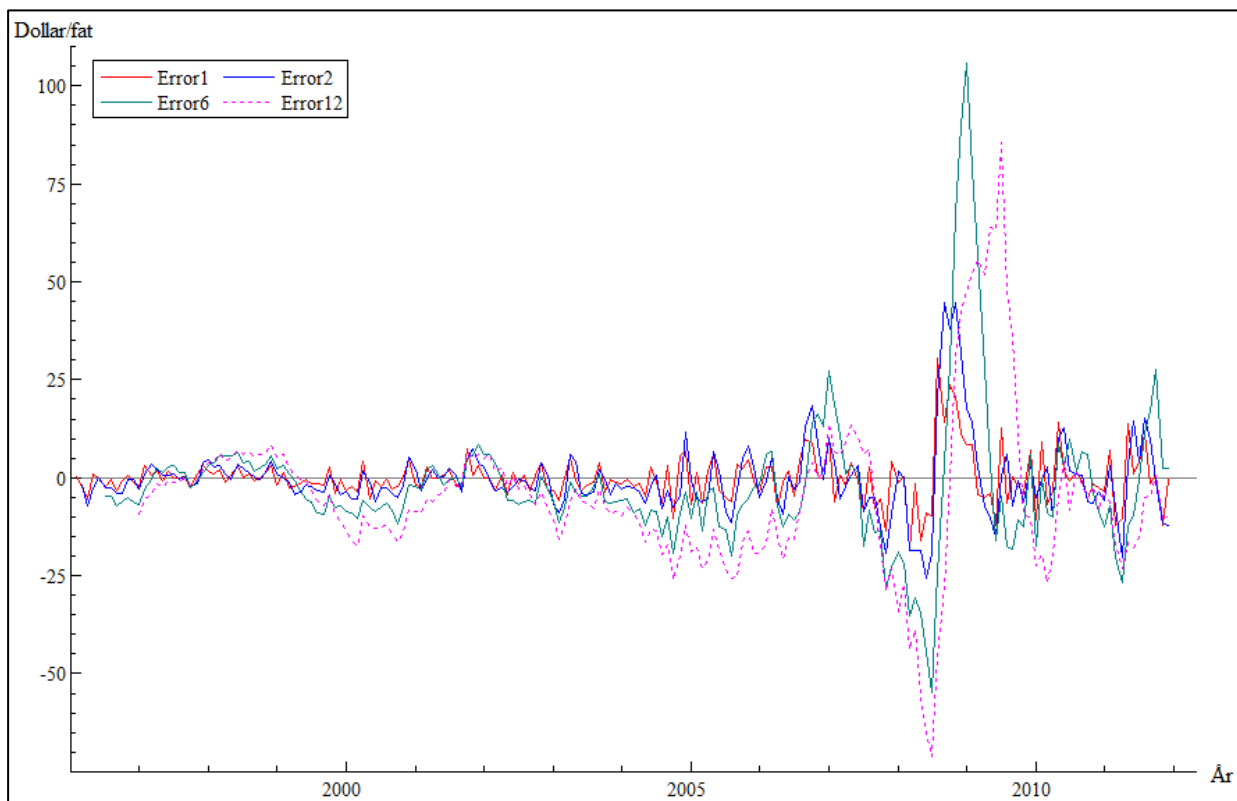
Kort oppsummert kan det virke som om markedstilstanden gir oss dårligere prognoser på predikering av fremtidig spotpris noe også Reichsfeld og Roache (2011) også fant selv om deres analyser inkluderer data tilbake til 1990. For første periode får vi ingen signifikante verdier, mens det for siste periode kan tyde på at det har vært virkning av å inkludere markedstilstanden. Men slik vi også fant i kapitel 5 virker det som om også denne modellen gjør det best på de to korteste kontraktene og at både forklaringsgraden og β_1 verdiene våre blir lavere jo lenger kontraktene er.

7. Tidligere observerte prognosefeil som prognose

I forrige kapittel så vi på om det var noen forskjell på futuresprisens prognoseegenskaper ved ulike markedssituasjoner. Vi ønsker videre å se om vi kan finne andre variabler som kan forklare futuresprisens prognoseegenskaper. I dette kapitlet skal vi se på mulighetene for å bruke forrige periodes prognosefeil som forklaringsvariabel i regresjonsmodellen. Tidligere observerte prognosefeil sier oss noe om hvor stor forskjell det er mellom futuresprisen og spotprisen ved kontraktens forfall. Denne prognosefeilen skrives slik:

$$\text{Prognosefeil} = F_t - S_{t+i} \quad i = 1, 2, 6 \text{ og } 12 \quad 7.1$$

Prognosefeilen skal i følge teorien om futures som en perfekt prognose være lik null. Nedenfor ser vi grafen over utviklingen i prognosefeilen og resultater fra deskriptiv statistikk av prognosefeilen for perioden 1996 – 2011, samt underperioder:



Figur 7.1 – Prognosefeil $F_t - S_{t+i}$ for alle kontrakter, 1996 – 2011

Grafen viser helt klart størst utslag i prognosefeil for perioden 2005 - 2011 selv om vi i tabellen nedenfor får se at gjennomsnittet for de to periodene er nokså likt.

Vi ser at i tiden rundt 2008 spenner prognosefeilen mellom 12 mnd. futures og spotpris ved forfall fra -70\$/fat til +90\$/fat. Med så stor variasjon i prognosefeil som vi har i siste periode tyder det på at det vil bli vanskelig å bruke futuresprisen i tidspunkt t til å prognostisere spotprisen ved forfall. Nedenfor har vi samlet prognosefeilene for hele perioden samt underperiodene:

Deskriptiv statistikk ($F_t - S_{t+i}$)					
	Gj.snitt (% i parentes)	Std.Avvik	T-verdi	Skewness	Kurtosis
1996 – 2011 - \$					
Error 1	-0,16 (-0,02)	6,01	-0,36	1,10	5,22
Error 2	-0,45 (-0,37)	9,00	-0,69	1,80	8,30
Error 6	-1,96 (-1,19)	17,77	-1,50	2,71	13,94
Error 12	-4,99 (-6,3)	19,76	-3,39**	1,13	5,31

1996 – 2004 - \$					
Error 1	-0,44 (-0,82)	2,79	-1,63	-0,03	1,28
Error 2	-1,01 (-2,24)	3,49	-2,97**	0,48	0,79
Error 6	-2,98 (-6,79)	5,44	-5,53**	-0,03	-0,42
Error 12	-4,8 (-10,74)	7,52	-6,25**	-0,24	-0,52

2005 – 2011 - \$					
Error 1	0,19 (1,01)	8,52	0,21	0,79	1,57
Error 2	0,25 (1,98)	12,97	0,17	1,23	2,81
Error 6	-0,72 (5,6)	25,78	-0,25	1,86	5,37
Error 12	-5,22 (-1,23)	27,88	-1,71	0,91	1,63

Tabell 7.1 – Deskriptiv statistikk ($F_t - S_{t+i}$), 1996 – 2011, månedlig, nivå og end.form

For hele perioden ser vi at gjennomsnittlig prognosefeil ligger mellom -0,16 \$/fat og -4,99\$/fat for de ulike kontraktene. Det at prognosefeilen er negativ sier oss at spotprisen er

høyere enn futuresprisen ved tidspunkt t . For underperiodene er gjennomsnittet nokså likt med unntak av de to korteste kontraktene i siste periode hvor vi har positive verdier. I prosent finner vi de høyeste verdiene i perioden 1996 – 2004 med en topp på 10,74 % for F_{12} . Høyest standardavvik finner vi klart i siste periode og tyder på stor variasjon i observasjonene noe vi så på grafen over.

Verdien for skjevhet viser en sterk skjevhet for hele perioden. Dette vil si en fordeling til venstre for gjennomsnittet med lange haler mot høyre. Vi observerer også høye verdier for kurtosis som betyr spisse kurver. Perioden 1996 – 2004 skiller seg ut ved at vi her har mindre verdier for både kurtosis og skjevhet. Begge ligger nærmere null, noe som vil si kurver med mindre avvik fra normalitetsfordelingskurven.

Videre skal vi bruke denne prognosefeilen som forklaringsvariabel i regresjonen vi tidligere har brukt (modell 1). Det vi håper på er at vi ser en positiv effekt av å legge inn forrige periodes prognosefeil som forklaringsvariabel. Regresjonsmodellen vi får er (Regresjonsmodell 5):

$S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \gamma(F_{t-i} - S_t)\varepsilon_t,$	$i = 1,2,6,12$	7.2
--	----------------	-----

Nullhypotesen til regresjon er $H_0: \alpha = 0, \beta = 1$ og $\gamma = 0$.

Som fra tidligere regresjoner vet vi at dersom futuresprisen er et forventingsrett estimat på etterfølgende spotpris så vil $\alpha = 0$ og $\beta = 1$ og vi kan ikke forkaste vår nullhypotese.

Konstantleddet (α) angir fortsatt en risikopremie ved ulikevekt i markedet, mens en $\beta = 1$ gir oss futuresprisen som en perfekt prognose. Når vi kommer til variabelen γ til prognosefeilen som vi har observert ved tidspunkt t , så kan det stilles spørsmålstegn ved om denne skal være lik null eller én. Grunnen til dette er at dersom futuresprisen har vært en perfekt prognose så skal verdiene som vi har observert ved t ($F_{t-i} - S_t$) være like og da gi en prognosefeil lik null. Dermed kan en $\gamma = 1$ også gi oss en perfekt prognose gitt at prognosefeilen er lik null. Det vi dermed vet fra figur 7.1 og tabell 7.1 er at prognosefeilen ikke er lik null og at denne tilnærmingen ikke holder vann. Dermed velger vi i vår nullhypotese å sette $\gamma = 0$ for at prognosefeilen observert ved t ikke har hatt noen innvirkning på etterfølgende spotpris.

Resultatene for perioden 1996 – 2011 finner vi i tabellen nedenfor:

	$S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \gamma(F_{t-i} - S_t)\varepsilon_t, \quad i = 1,2,6,12$			
	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂
1996 - 2011				
α	1,47 (1,50)	3,32 (1,57)	10,48 (1,99)**	15,18 (3,28)***
β	0,97 (-1,89)*	0,93 (-3,01)***	0,83 (-3,96)***	0,82 (-3,66)***
γ	-0,15 (-0,99)	-0,33 (-2,45)**	0,20 (1,45)	0,41 (2,27)**
R ²	0,96	0,91	0,67	0,65
DW	2,07	0,92	0,22	0,15

Tabell 7.2 – Resultater fra regresjonsmodell 5, 1996 – 2011

Merk: Statistisk signifikans på 10 %, 5 % og 1 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***. H₀: $\alpha = 0$, $\beta = 1$, $\gamma = 0$.

Resultatene fra perioden 1996 – 2011 viser en γ -verdi som er negativ for de to korteste og positiv for de lengste, alle i området -0,15 til 0,41. Denne verdien forteller oss hvor mye den fremtidige spotprisen i gjennomsnitt endres ved en endring i prognosefeilen lik 1, alt annet holdt konstant. Vi ser altså at vi får en negativ endring i fremtidig spotpris ved å se på forrige periodes prognosefeil for F₁ og F₂, mens det er motsatt for F₆ og F₁₂. Derimot kan vi kun forkaste nullhypotesen om en $\gamma = 0$ for F₂ og F₁₂. Altså kan det virke som om vi for disse to kontraktene har en statistisk signifikant effekt av å se på forrige periodes prognosefeil.

Beveger vi oss over til å se på den estimerte verdien av β legger vi merke til at denne kan forkastes for alle kontrakter. Det tyder på at futuresprisen ikke har vært noen perfekt prognose selv om vi har lagt inn prognosefeilen ved t og observert en effekt av denne.

Resultatene for underperioden 1996 – 2004 er som følger:

	$S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \gamma(F_{t-i} - S_t)\varepsilon_t, \quad i = 1,2,6,12$			
	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂
1996 - 2004				
α	0,69 (0,59)	0,26 (0,14)	1,77 (0,35)	4,20 (0,35)
β	0,99 (-0,18)	1,03 (0,56)	1,00 (0,03)	1,04 (0,15)
γ	0,14 (1,17)	0,06 (0,49)	-0,38 (-1,76)*	0,01 (0,07)
R ²	0,88	0,82	0,63	0,20
DW	1,92	1,09	0,50	0,16

Tabell 7.3 – Resultater fra regresjonsmodell 5, 1996 – 2004

Merk: Statistisk signifikans på 10 %, 5 % og 1 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***. H₀: $\alpha = 0$, $\beta = 1$, $\gamma = 0$.

For perioden 1996 – 2004 ser resultatene annerledes ut. Her kan vi kun forkaste én estimert verdi, nemlig γ -verdien til F₆. De estimerte gamma-verdiene er lavere for denne perioden, med unntak av F₆.

For β er ingen av de estimerte verdiene signifikant, og alle tilnærmet lik 1. Vi kan dermed ikke forkaste vår nullhypotese og futuresprisen virker å være en god føring i hva etterfølgende spotpris vil være ved å inkludere tidligere observerte prognosefeil. Samtidig er det som tidligere nevnt kun for F₆ vi kan si at prognosefeilen er signifikant forskjellig fra null (kun på 10 % nivå). Altså er det kun her vi kan forkaste nullhypotesen og si at γ ikke ser ut til å være lik null. I de andre tilfellene kan prognosefeilen være lik null og det tyder på at futuresprisen har vært en god prognose på etterfølgende spotpris.

R² verdiene er forholdsvis like som de observerte ved modell 1, altså tilsvarende modell uten prognosefeilen.

Vi går videre og ser på siste periode, 2005 – 2011:

Når vi beveger oss over til siste periode vet vi fra figur 7.1 og tabell 7.1 at det er i denne perioden vi opplever store variasjoner i prognosefeilen. Store variasjoner tyder på at futuresprisen har “bommet” mye på etterfølgende spotpris den ene eller andre veien. Før vi studerer tabellen under skal det ut ifra den teorien være vanskelig å bruke prognosefeilen som forklaringsvariabel i denne perioden.

	$S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \gamma(F_{t-i} - S_t)\varepsilon_t, \quad i = 1,2,6,12$			
	F ₁	F ₂	F ₆	F ₁₂
2005 - 2011				
α	6,95 (1,54)	20,61 (2,24)**	57,53 (2,91)***	57,58 (7,66)***
β	0,91 (-2,06)**	0,73 (-4,30)***	0,24 (-6,14)***	0,28 (-7,14)***
γ	-0,23 (-1,43)	-0,48 (-3,34)***	-0,004 (-0,04)	0,31 (2,18)**
R ²	0,85	0,72	0,06	0,18
DW	2,13	0,96	0,20	0,21

Tabell 7.4 – Resultater fra regresjonsmodell 5, 2005 – 2011

Merk: Statistisk signifikans på 10 %, 5 % og 1 % nivå er merket med henholdsvis *, ** og ***. H₀: $\alpha = 0$, $\beta = 1$, $\gamma = 0$.

Vi kan i motsetning til perioden på forrige side forkaste de fleste av de estimerte verdiene. β er signifikant forskjellig fra én i alle tilfeller og altså ingen god prognose på fremtidig spotpris. Flere av verdien er også langt ifra en perfekt prognose lik én.

γ -verdien som viser oss prognosefeilens virkning på gjennomsnittet til fremtidig spotpris er for denne perioden større. Vi kan for F₂ og F₁₂ forkaste nullhypotesen om en gamma lik én, noe som antyder en signifikant prognosefeil.

Konstantleddet som reflekterer risikopremien ser vi som ved tidligere analyser er klart høyest for denne perioden og signifikant forskjellig fra null. R^2 forbedrer seg en god del for F_{12} estimert ved modellen uten prognosefeilen.

Det synes altså ikke hensiktsmessig å bruke prognosefeilen som forklaringsvariabel for denne siste perioden, noen vi også nevnte tidligere. For den første perioden derimot kan det tyde på at prognosefeilen er en bedre forklaringsvariabel og at vi faktisk får bedre prognoser.

8. Konklusjoner

I denne oppgaven har vi sett på futuresprisens prognoseegenskaper og dens muligheter for å predikere fremtidig spotpris på olje. Vi har tatt for oss månedlige data på WTI Crude Oil, for spotpris, 1-, 2-, 6- og 12-mnd futureskontrakter i perioden 1996 – 2011. I tillegg er denne perioden delt opp i to underperioder, henholdsvis 1996 – 2004 og 2005 – 2011, for å se om det vil være noen forskjeller i resultatene mellom disse. Den siste perioden vet vi har hatt en kraftig økning i oljeprisen samtidig som den også inkluderer den globale finanskrisen som inntraff rundt høsten 2008.

I våre første modeller der vi forsøker å forklare fremtidig spotpris ved hjelp av futuresprisen, basis og relativ basis. Resultatene vi finner er ikke overraskende veldig like resultatene som er gjort i tidligere studier av blant annet Chinn, LeBlanc og Coibon (2005), Chernenko, Schwarz og Wright (2004), Chinn og Coibon (2010) og Reeve og Vigfusson (2011), nemlig at vi i svært få tilfeller kan forkaste nullhypotesen om en $\beta = 1$. Dermed kan vi ikke si at disse faktorene ikke har vært noen gode prognoser på etterfølgende spotpris. Samtidig observerer vi svært lave R^2 verdier for en del av kontraktene og det blir derfor vanskelig med så lav forklaringsgrad og bruke disse til å predikere fremtidig spotpris. Den beste modellen er hvor vi kun bruker futuresprisen som forklaringsvariabel, men da på de korteste kontraktene. Ved så kort horisont vet vi fra teorien om basis at futuresprisen nærmer seg spotprisen frem mot forfall og at det da forståelig nok er enklere å predikere fremtidig spotpris ved hjelp av disse korte kontraktene.

En ting vi må nevne er vi fra både tidligere studier og tommelfingerregelen til Granger og Newbold (1974) at dersom $R^2 > DW$ så kan vi anta at vår estimerte regresjon inneholder spuriøse resultater og vi har med ikke-stasjonære variabler og gjøre. Ikke-stasjonære variabler må behandles annerledes og vi skulle nok ha brukt variablene i differensiert form og sett hva resultatet ville blitt. Dette kunne vært gjort som en videre studie av denne oppgaven. Minuset med å gjøre det er man taper informasjon som vi får med oss i modellene brukt i denne oppgaven.

Når vi videre beveger oss over til å lage en dummyvariabel for når markedet er i contango, altså når $F_t > S_t$, ønsker vi å se om vi ved å inkludere markedstilstanden i modellen om futuresprisen som en perfekt prognose på etterfølgende spotpris klarer å forbedre våre

prognoser. Resultatene er heller ikke her veldig forskjellig fra tidligere studier på området. For hele perioden kan det virke som om markedstilstanden gir oss dårligere prognoser enn vi hadde ved ikke å inkludere markedstilstanden, også påvist av Reichsfeld og Roache (2011). For første periode får vi ingen signifikante verdier. Pagano og Pisani (2009) påviser heller ingen signifikant verdi for deres dummyvariabel for contango i deres studie som strekker seg fra 1990 – 2007. For perioden 2005 – 2011 tyder det på at det har vært en effekt av å inkludere markedstilstanden, men kun på de to korteste kontraktene.

Vår siste modell som tar for seg tidligere observerte prognosefeil virker også å gi oss en dårligere prognose på fremtidig spotpris. Det vi derimot finner her er at vi i perioden 1996 – 2004 ser ut til å oppnå bedre prognoser ved å legge inn denne prognosefeilen. For siste periode får vi klart dårligere prognoser av å bruke denne observerte prognosefeilen i modellen. Forklaringen på dette ligger nok i prisutviklingen på olje. Når vi plottet prognosefeilene til de ulike kontraktene så vi en tydelig forskjell rundt før og etter 2005. I siste periode observerer vi stor variasjon i denne prognosefeilen og prognostisering ut ifra denne vil være risikosport.

Gjennomgående i hele oppgaven har vi for perioden 2005 -2011 observert store signifikante estimater av risikopremier. Det er tydelig at det i denne perioden har vært og fortsatt er stor usikkerhet til oljeprisen og man vil måtte betale store premier for at investorer vil ta motsatt side av bordet.

Vi har gjennom denne oppgaven ikke funnet noen klare bevis på at futuresprisen har vært en perfekt prognose på fremtidig spotpris, og at vi dermed kunne ha brukt denne prisen til nærmest å se inn i fremtiden hva spotprisen vil bli. Dette ville også vært rart siden teorien om et effisient marked som Eugene Fama (1970) la frem sa at all informasjon som kan brukes til å forutsi fremtidig pris på et aktivum allerede er reflektert i dets pris, og at man derfor ikke kan slå markedet på lang sikt. Med så mange aktører i som det finnes i oljefuturesmarkedet skulle man tro at en risikofri arbitrasjemulighet allerede var blitt fanget opp av markedet og dermed forsvunnet.

Referanser

Bøker:

- "Investments"(2009), Z. Bodie, A. Kane, A. Marcus, S.46, 344-368, 759-787, 811.
- "Statistikk for universiteter og høyskoler" (2011), Gunnar Løvås, 6.opplag, s. 37-49, 175-192, 207-252, 271-280.
- "Essential of econometrics" (1999), Damodar Gujarati, Second Edition, s.12, 52-56, 66-87, 101-109, 123-135, 152-174, 275-284, 341-366, 377-394, 455-459.
- "Trading futures" (2008), Joe Duarte, s.224-245.
- "Trading commodities & Financial Futures" (2010), George Kleinman, Third Edition, s.2-7, 96-100.
- "Finansiell Økonomi" (2006), Øyvind Bøhren og Dag Michalsen, 3. utgave. s.440-454.

Artikler:

- Maurice Kendall (1953), "The Analysis of Economic Time Series, Part I: Prices", Journal of the Royal Statistical Society 96.
- Maurice G. Kendall og William R. Buckland, A Dictionary of Statistical Terms, 1971, s. 8
- Jakob Mincer og Victor Zarnowitz (1969), "The evaluation of economic forecasts".
- Eugene Fama (1970), "Efficient Capital Markets: A review of theory and Empirical Work", Journal of Finance, Volume 25, Issue 2, s.383-417.
- C. W. J. Granger og P. Newbold (1974), "Spurious Regression in Econometrics", Journal of Econometrics, Vol. 2, No. 2, s. 111-120.
- Eugene F. Fama; Kenneth R. French (1987), "Commodity Futures Prices: Some evidence on forecast power, premiums and the theory of storage". The Journal of Business, Vol. 60, No. 1, s.55-73.
- Manmohan S. Kumar (1992), "The forecasting accuracy of crude oil futures prices", International monetary fund, Vol. 39, No. 2, s.42-461.
- Atle Guttormsen og Frank Asche (2002), "Lead lag relationships between futures and spot prices", Working paper no. 2, s.1-4.

- Sergey Chernenko , Krista B. Schwarz and Jonathan H. Wright (2004), "The information content of forward and futures prices: Market expectations and the price of risk", International finance discussion papers, number 808.
- Menzie Chinn, Micheal LeBlanc and Oliver Coibion (2005), "The predicitive content of energy futures: An update on petroleum, natural gas, heating oil and gasoline". Working paper 11033, National Bureau of Economic Research.
- Tao Wu og Andrew McCallum (2005), "Do Oil Futures Prices Help Predict Future Oil Prices?". Federal Reserve Bank of San Francisco, Economic letter.
- Jon Anjer (2005), "Statistikk", 3 utgave.
- James D. Hamilton (2008), "Understanding crude oil prices", Working paper 14492, National Bureau of Economic Research.
- Ron Alquist og Lutz Kilian (2008), "What do we learn from the price of crude oil futures?"
- Patrizio Pagano og Massimiliano Pisani (2009), "Risk-adjusted forecasts of oil prices". The B.E. Journal of Macroeconomics. Volume 9, Issue 1, Article 24.
- Ole Gjølberg og Trine-Lise Brattested (2011), "The biased short-term futures price at Nord Pool: can it really be a risk premium?". The Journal of Energy Markets. Volume 4, Number 1.
- Trevor A. Reeve og Robert J. Vigfusson (2011), "Evaluating the forecasting performance of commodity futures prices", International finance discussion papers, number 1025.
- David A. Reichsfeld og Shaun K. Roach (2011), "Do commodity futures help forecast spot prices?, International monetary fund, working paper 11.

Internett sider:

- http://no.wikipedia.org/wiki/Deskriptiv_statistikk
- <http://www.maxissecurities.co.uk/index.php?page=icerikgoster&menuID=74>
- <https://pcgive.com/pcgive/index.html>
- http://www.jamesreade.co.uk/J_James_Reades_Website/OxMetrics_in_Akita.html - forskjellige OxMetrics forelesninger.

- <http://www.jamesreade.co.uk/JamesReadesWebsite/OxMetricsinAkitafiles/OxMetricsTextbook.pdf> - OxMetrics bok.
- <http://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/economics/staff/academic/jeremysmith/manual/givewin10.pdf> - PcGive gjennomgang.
- <http://wikiposit.org/> - innhenting av data.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Newey%E2%80%93West_estimator
- http://en.wikipedia.org/wiki/Heteroscedasticity-consistent_standard_errors
-

Tidligere masteroppgaver:

- Trond Hanstveit (2011), "Investment Strategies in the Crude Oil Futures Market".
- Charles Dickans Jeyaseelan (2010), "Analyse av Futureskontrakter for Laks på Fish Pool".
- Kristian Holstad Ellingsen (2009), "Sikringseffektivitet ved sikring av jet-fuel med futures samt verdien av risikostyring".

Samt alt utdelt materiale, forelesningsnotater, eksempler og Excel-filer i fagene BUS322 og BUS321.