



# Risikostyring i laksemarkedet

*En analyse av Fish Pool sine futures som risikostyringsverktøy*

**Ørjan Birkevold**

**Veileder: Gunnar Stensland**

Selvstendig arbeid, Master i økonomi og administrasjon, Finansiell  
Økonomi

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer innestår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

# Innholdsfortegnelse

<b>INNHALDSFORTEGNELSE .....</b>	<b>2</b>
<b>1. FORORD .....</b>	<b>6</b>
<b>2. SAMMENDRAG .....</b>	<b>7</b>
<b>3. INNLEDNING .....</b>	<b>9</b>
<b>4. LAKSEMARKEDET .....</b>	<b>10</b>
4.1 PRISSVINGNINGER.....	11
4.1.1 Tilbud.....	11
4.1.2 Etterspørsel .....	13
<b>5. AKTØRER.....</b>	<b>15</b>
5.1 HEDGER .....	15
5.2 SPEKULANT .....	15
5.3 ARBITRASJØR .....	16
<b>6. FUTURES .....</b>	<b>17</b>
6.1 FUTURES SOM RISIKOSTYRINGSVERKTØY.....	17
6.2 PRISING AV FUTURES .....	18
6.2.1 Forventningshypotesen .....	19
6.2.2 Lagringshypotesen .....	19
6.3 CONTANGO OG BACKWARDATION .....	21
<b>7. FISH POOL .....</b>	<b>22</b>
7.1 FISH POOL INDEX™ .....	23
7.2 FISH POOLS DERIVATER .....	25
7.2.1 Opsjoner .....	26
7.2.2 Futures.....	26
7.3 NÆRMERE OM FUTURES HOS FISH POOL .....	26
<b>8. GENERELLE BEGRENSNINGER OG FORUTSETNINGER FOR ANALYSENE .....</b>	<b>30</b>
<b>9. MODELLER FOR OPTIMAL HEDGE .....</b>	<b>32</b>
9.1 NAÏV HEDGE.....	32
9.2 REGRESJON – MINSTE KVADRATERS METODE (OLS).....	32
9.2.1 Residualene har forventet verdi lik 0.....	33
9.2.2 Variansen til residualene er konstant.....	34

---

9.2.3	<i>Residualene er ukorrelert over tid</i> .....	35
9.2.4	<i>Residualene er ukorrelert med uavhengig variabel</i> .....	35
9.2.5	<i>Residualene er normalfordelte</i> .....	36
9.3	VECTOR AUTOREGRESSIVE MODEL (VAR) .....	36
9.4	VECTOR ERROR CORRECTION MODEL (VECM) .....	37
9.5	GARCH OG MGARCH .....	38
9.5.1	<i>Diagonal vech MGARCH</i> .....	39
9.5.2	<i>Dynamic Conditional Correlation MGARCH</i> .....	39
<b>10.</b>	<b>DATASETET</b> .....	<b>41</b>
10.1	TILPASSING AV DATA .....	42
10.2	KONSTRUKSJON AV LENGRE KONTRAKTER .....	42
10.3	DESKRIPTIV ANALYSE .....	43
10.4	TEST AV STASJONÆRITET .....	45
10.5	TEST AV KOINTEGRASJON .....	47
10.6	BESTEMMELSE AV LAGS .....	47
<b>11.</b>	<b>ANALYSE AV SPOT OG FUTURES</b> .....	<b>48</b>
11.1	RISIKOPREMIER .....	48
11.2	SAMMENLIGNING AV PRIS PÅ FUTURES .....	50
<b>12.</b>	<b>ESTIMERING AV OPTIMAL HEDGERATE</b> .....	<b>54</b>
<b>13.</b>	<b>MÅLING AV HEDGINGEFFEKTIVITET</b> .....	<b>56</b>
<b>14.</b>	<b>MODELLENES RESULTATER</b> .....	<b>57</b>
14.1	LINEÆR REGRESJON (OLS) .....	57
14.1.1	<i>Månedskontrakter</i> .....	58
14.1.2	<i>Kvartalskontrakter</i> .....	59
14.1.3	<i>Årskontrakter</i> .....	60
14.2	VECTOR AUTOREGRESSIVE MODEL (VAR) .....	61
14.2.1	<i>Månedskontrakter</i> .....	61
14.2.2	<i>Kvartalskontrakter</i> .....	63
14.2.3	<i>Årskontrakter</i> .....	64
14.2.4	<i>Oppsummering VAR</i> .....	64
14.3	VECTOR ERROR CORRECTION MODEL (VECM) .....	65
14.3.1	<i>Månedskontrakter</i> .....	66
14.3.2	<i>Kvartalskontrakter</i> .....	68

---

14.3.3	Årskontrakter .....	69
14.3.4	Oppsummering VECM .....	70
14.4	MULTIVARIAT GARCH .....	71
14.4.1	Månedskontrakter (DVECH) .....	72
14.4.2	Kvartalskontrakter (DCC).....	74
14.4.3	Årskontrakter (DCC).....	76
14.4.4	Oppsummering MGARCH .....	78
<b>15.</b>	<b>SAMMENLIGNING AV RESULTATER .....</b>	<b>79</b>
<b>16.</b>	<b>KONKLUSJON .....</b>	<b>82</b>
<b>17.</b>	<b>FORSLAG TIL VIDERE ARBEID .....</b>	<b>83</b>
<b>18.</b>	<b>LITTERATURLISTE .....</b>	<b>85</b>
<b>19.</b>	<b>VEDLEGG: REGRESJONER .....</b>	<b>87</b>
<b>20.</b>	<b>VEDLEGG: VAR .....</b>	<b>88</b>
<b>21.</b>	<b>VEDLEGG: VECM .....</b>	<b>91</b>

## Figurliste

FIGUR 1: SJØTEMPERATURER; NORGE OG STØRSTE KONKURRENTER (MARINE HARVEST, 2013) .....	12
FIGUR 2: UTNYTTELSE AV MTB (KONTALI ANALYSE, 2013) .....	13
FIGUR 3: ILLUSTRASJON AV BACKWARDATION .....	21
FIGUR 4: ILLUSTRASJON AV CONTANGO .....	21
FIGUR 5: VEKTING AV PRISREFERANSER (FISHPOOL.EU) .....	24
FIGUR 6: EKSEMPEL PÅ BEREGNING AV OPPGJØR .....	27
FIGUR 7: CLEARINGHUS SOM MELLOMAKTØR .....	28
FIGUR 8: ILLUSTRASJON AV LINEÆR REGRESJON .....	33
FIGUR 9: GROVDATA FRA FISH POOL .....	41
FIGUR 10: DATA TILPASSET TIDSSERIEANALYSE .....	41
FIGUR 11: PRISUTVIKLING FPI, MÅNEDSKONTRAKTER OG BASIS .....	43
FIGUR 12: PRISUTVIKLING .....	44
FIGUR 13: AVKASTNING ALLE SERIER .....	45
FIGUR 14: RISIKOPREMIER .....	49
FIGUR 15: JANUAR-KONTRAKTER .....	50
FIGUR 16: Q1-KONTRAKTER .....	51
FIGUR 17: Q3-KONTRAKTER .....	52
FIGUR 18: ÅRSKONTRAKTER .....	53
FIGUR 19: OLS-TESTER .....	57
FIGUR 20: REGRESJON FPI OG MÅNEDSKONTRAKTER .....	58
FIGUR 21: REGRESJON FPI OG KVARTALSKONTRAKTER .....	59
FIGUR 22: REGRESJON FPI OG ÅRSKONTRAKTER .....	60
FIGUR 23: AUGMENTED DICKEY-FULLER TEST .....	65
FIGUR 24: TIDSVARIERENDE HEDGERATE MÅNEDSKONTRAKTER .....	73
FIGUR 25: TIDSVARIERENDE HEDGERATE KVARTALSKONTRAKTER .....	75
FIGUR 26: TIDSVARIERENDE HEDGERATE ÅRSKONTRAKTER .....	77
FIGUR 27: OPTIMALE TIDSVARIERENDE HEDGERATER FOR ALLE KONTRAKTSLENGDENE .....	78
FIGUR 28: MODELLENES OPTIMALE HEDGERATER .....	79
FIGUR 29: MODELLENES HEDGINGEFFEKTIVITET .....	80
FIGUR 30: MODELLENES GJENNOMSNTTLIGE LOGARITMISKE AVKASTNING .....	81
FIGUR 31: VAR-RESIDUALER TIL D_FPI	FIGUR 30: VAR-RESIDUALER TIL D_FUTURES1 .....
FIGUR 33: VAR-RESIDUALER TIL D_FPI	FIGUR 34: VAR-RESIDUALER TIL D_FUTURES3 .....
FIGUR 35: VAR-RESIDUALER TIL D_FPI	FIGUR 36: VAR-RESIDUALER TIL D_FUTURES12 .....
FIGUR 37: VECM-RESIDUALER TIL D_FPI	FIGUR 38: VECM-RESIDUALER TIL D_FUTURES1 .....
FIGUR 39: VECM-RESIDUALER TIL D_FPI	FIGUR 40: VECM-RESIDUALER TIL D_FUTURES3 .....
FIGUR 41: VECM-RESIDUALER TIL D_FPI	FIGUR 42: VECM-RESIDUALER TIL D_FUTURES12 .....

## 1. Forord

Denne masterutredningen er skrevet våren 2014 ved Norges Handelshøyskole (NHH) i Bergen som avsluttende del av hovedprofilen i finansiell økonomi. Arbeidet har vært krevende og samtidig svært lærerikt. Jeg formulerte tidlig en problemstilling og et mål som gjorde det nødvendig å sette seg grundig inn programmet Stata. Dette er et verktøy som viste seg å være veldig gunstig for å utføre de ønskede analysene. En god del arbeidstimer har også gått med til bearbeidelse og tilpassing av ulike datasett.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder Gunnar Stensland ved NHH som har gitt meg konstruktiv veiledning gjennom hele prosessen. I tillegg vil jeg takke Piotr C. Wingaard ved Fish Pool som også har vært en uvurderlig hjelp fra start. Etter en grundig presentasjon av laksemarkedet ved det Bergen-baserte selskapets lokaler i februar har Wingaard vært tilgjengelig og behjelpelig med alle mulige spørsmål gjennom hele semesteret – via telefon, e-post og møter.

Bergen 18. Juni 2014

-----  
Ørjan Birkevold

## 2. Sammendrag

Fish Pool ASA har siden 2006 vært en markedsplass for kjøp og salg av derivater med prisen på laks som underliggende. Allmennaksjeselskapet har som vedtektsfestet formål å "etablere, utvikle og drive en internasjonal markedsplass for standardiserte finansielle kontrakter knyttet til fisk, i første omgang oppdrettslaks, samt delta i andres selskaper med lignende virksomhet".

Avhandlingen har hatt som hovedfokus å studere hvorvidt Fish Pool sine futures er effektive risikostyringsverktøy. For å undersøke dette har jeg benyttet flere modeller for å finne optimale tilnærminger til effektiv bruk av kontraktene for å sikre spotutsatte volumer av laks. Modellene som benyttes er naïv hedge, OLS-regresjon, VAR, VECM og multivariat GARCH.

Jeg finner at modellene kan vise til risikoreduksjon på opptil 34,40%, avhengig av perioden som studeres. Den relativt enkle regresjons-metoden gir stort sett høyest og mest konsistente effektivitetsmål i alle periodene. MGARCH estimerte en tidsvariende hedgerate, men denne modellen så ikke ut til å passe like bra til datasettet under de forutsetningene som er tatt.





### 3. Innledning

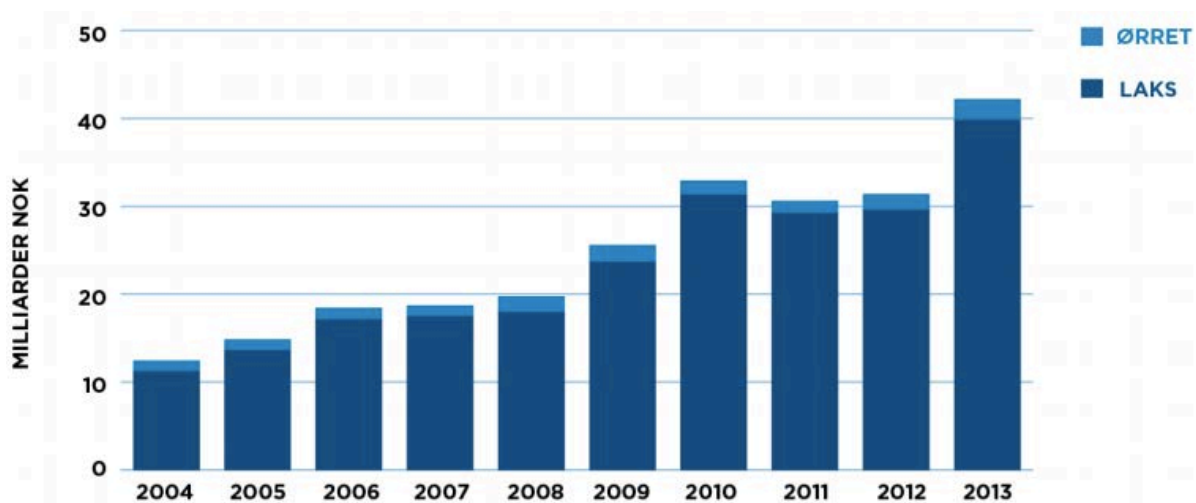
Denne masteroppgaven vil vurdere Fish Pool ASA sine futures som risikostyringsverktøy i et stadig voksende og internasjonalt laksemarked. Det er flere faktorer som gjør at aktører i markedet har vansker med å forholde seg til prisene på laks. En stor del av disse er utenfor enkeltaktørers kontroll og medfører en pris med høy volatilitet og til tider liten forutsigbarhet.

Egenskapene til futures som risikostyringsverktøy vil først og fremst undersøkes i lys av ulike modeller for optimal risikominimering. Både statiske og dynamiske modeller benyttes for estimering av optimale hedgerater. Videre vil ulike egenskaper til og forholdet mellom spot og futures undersøkes nærmere for å være med på å forklare og vurdere funnene som blir gjort.

Excel og Stata12 har blitt brukt for alle økonometriske metoder i oppgaven.

## 4. Laksemarkedet

Norsk oppdrett og eksport av laks har gjennom de siste tiårene, og særlig de siste årene vært stabilt voksende. Norges sjømatråd kunne rapportere om rekordhøy eksport av laks i 2013 med en verdi på 39,8 MRD, noe som er en økning på 10,24 MRD (35%) fra året før (seafood.no). Forklaringen ligger i sterk etterspørsel selv om vi også har sett rekordhøye priser på laks det siste året.



Figur 1: Norsk eksport laks og ørret, Norges sjømatråd

Oppdrett av atlantisk laks startet i det små på 60-tallet og ble industrialisert i Norge på 80-tallet og i Chile på 90-tallet. Siden den gang har oppdrettslaks tatt mer og mer over for villaks og er i dag den eneste kommersielt tilgjengelige laksen vi har.

Laksen som eksporteres fra Norge er i all hovedsak atlantisk laks, og er den laksearten som i kvantitet er størst på verdensbasis. På grunn av klima og andre biologiske begrensninger finner man det meste av atlantisk oppdrettslaks i Norge, Nord-Amerika, New Zealand/Tasmania, Storbritannia og Chile. Norge, Chile, Scotland og Canada står for størsteparten oppdrettslaks på verdensmarkedet.

Jeg vil i denne oppgaven fokusere på det globale laksemarkedet, med Norge i særlig fokus.

## 4.1 Prissvingninger

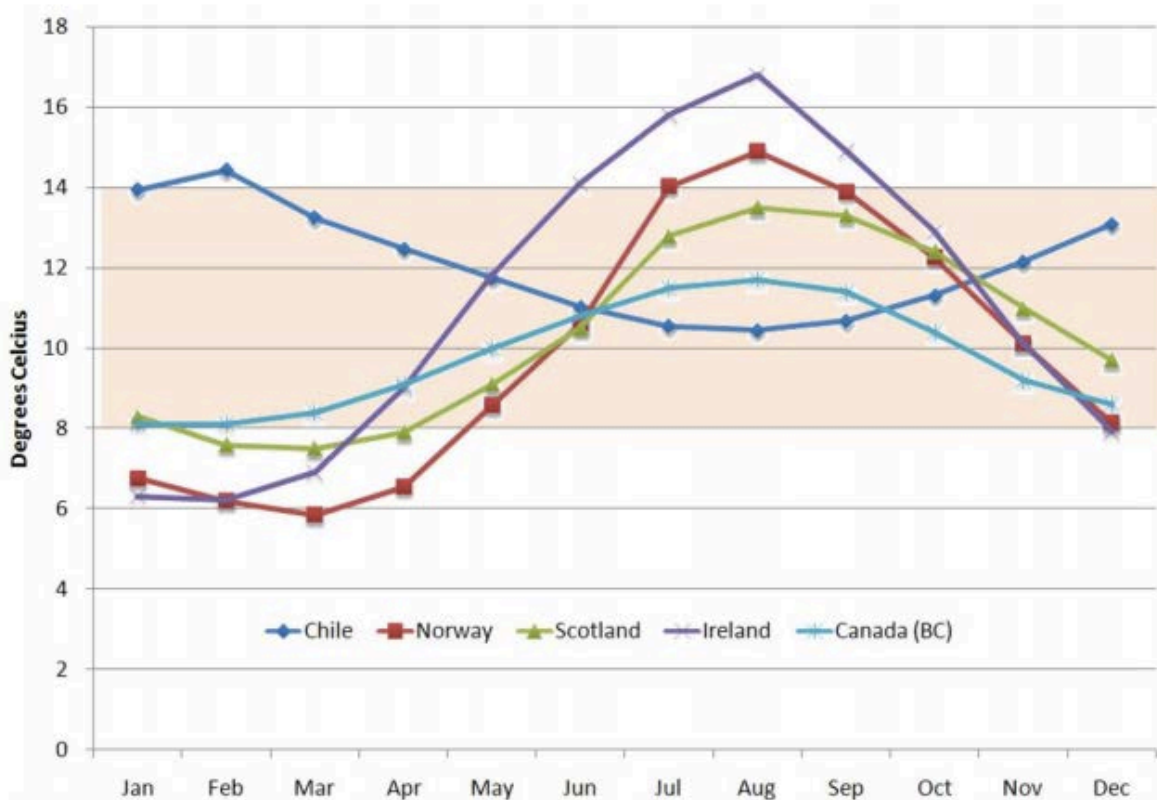
Prisen på laks er i stadig, daglig endring. Det er vanskelig å standardisere en felles pris på laks siden kiloprisen avhenger av bl.a. art, størrelse og grad av bearbeidelse. Ulike aktører foretrekker ulike kvaliteter ved produktet og i varierende vektklasse. Størrelsen på fisken påvirker smak og konsistens slik at bruksområdene er forskjellige. I Europa etterspørres hovedsakelig sløyd laks i vektklassen 3-6 kg. Mindre laks blir ofte solgt rimeligere, mens større blir solgt noe dyrere. Oppdrettslaksen har en lang produksjonssyklus på 2-3 år og markedsføres som et ferskt produkt, som vil si at den konsumeres i samme periode som den blir slaktet og prosessert. Det gjør det vanskelig å justere tilbudet av oppdrettslaks på kort sikt. Tilbudet blir dermed relativt uelastisk på kort sikt mens etterspørsel varierer gjennom året. Dette fører til hyppige svingninger i prisen. I dette kapittelet vil jeg beskrive og vurdere noen av de viktigste prisdriverne i markedet.

### 4.1.1 Tilbud

Foruten uelastisk tilbud på kort sikt på grunn av lang produksjonssyklus er det flere biologiske faktorer som spiller inn både på kort og lengre sikt. Et altfor vanlig problem for oppdrettere er sykdommer og lus i merdene. Ved svake vannstrømninger og tett fiskebestand er det store sjanser for spredning når faren først er ute. Fiskebestander vaksineres, men det finnes i dag ingen effektive vaksiner mot virussykdommer (Marine Harvest, 2013).

Temperaturen i sjøen kan være veldig utslagsgivende for biomassen i merdene. For høy temperatur øker risikoen for spredning av sykdommer, mens for lav temperatur bremser veksten og kan i noen tilfeller ta livet av fisken. Norge er et av landene som har størst temperatursvingninger gjennom året sammenlignet med fire av de største konkurrentene; Chile, Scotland, Irland og Canada. Den optimale temperaturen for atlantisk laks er 8-14°C (Marine Harvest, 2013).

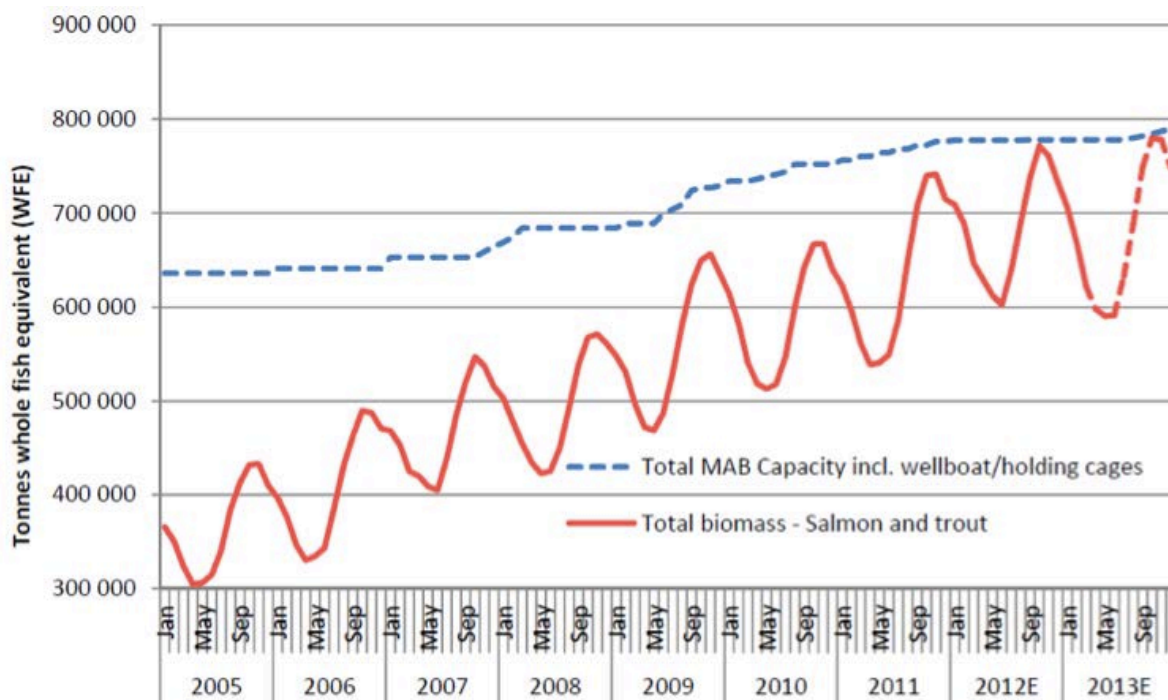
## Sea Water Temperature



Figur 1: Sjøtemperaturer; Norge og største konkurrenter (Marine Harvest, 2013)

Av figuren over ser man hvordan temperaturen i sjøen rundt merdene i flere store oppdrettsnasjoner beveger seg under og over optimale temperaturer gjennom sesongen. Følgelig blir det ikke bare vanskeligere å beregne når laksen er moden for slakt, men også dødelighet og endelig kvantum og volum. Her har Chile et komparativt fortrinn.

Oppdrettsnæringen har begrensninger for hvor mange tonn fisk de kan ha i sjøen til enhver tid, kalt maksimalt tillatt biomasse (MTB). Siden MTB ble introdusert 1. Januar 2005 har oppdretterne stadig jobbet mot å optimalisere produksjonen slik at den utnytter begrensningen best mulig.



Figur 2: Utnyttelse av MTB (Kontali Analyse, 2013)

Som man kan se av grafen over bygges biomassen opp mot høsten for så å slaktes. Det er på høsten at tilveksten er størst, med optimale temperaturer i sjøen forut for slakt. Når oppdretterne slakter noenlunde i samme periode blir det ujevn tilførsel av fisk gjennom året.

Ettersom vi har kontrollerte produksjonssystemer vil det være bedre potensiale til å utvikle derivater for laks som man kan stole på. En åpen og elektronisk markedsplass for derivater med hyppige prisrapporteringer er med på å skape transparens. Rapporter på produksjon og utsikter fra statlige og private organ bidrar også i positiv retning. Mangel på transparens og aktører var viktige grunner til at råvaremarkedet for reker ikke fungerte på 90-tallet (Martínez-Garmendia og Anderson, 2001).

#### 4.1.2 Etterspørsel

Etterspørselssiden til laks har vist seg å være relativt uelastisk i forhold til pris, men størrelsen på denne varierer også gjennom året med sesongene. Med en stadig økende verdensbefolkning og et økende behov for mat med høyt innhold av proteiner er det viktig at oppdrett stadig utvikles og forbedres. Man er blitt nødt til å fokusere på oppdrett som hovedkilde til fersk laks. Hovedkildene til proteiner fra dyr kommer fra storfe, fjærkre og

svin. Alle disse oppdras under kontrollerte omgivelser. Dette begynner altså i aller største grad å gjelde sjømat også. Laks beholder en større del av energien og proteinet den får i seg, sammenlignet med svin og kylling (Marine Harvest, 2013). Laks består av mer spiselig kjøtt per kilogram fôr og kan anses som en mer effektiv næringskilde.

## 5. Aktører

Flere derivatmarkeder har gjennom historien vist seg å bli velfungerende. Det finnes flere derivater som handles aktivt i store kvanta daglig, med alt fra landbruksvarer og metaller til energi og finansielle instrumenter som underliggende. Det er flere faktorer som skal til for å danne et slikt velfungerende marked. En av de viktigste er at man har tilstrekkelig med aktører, på kjøps- og salgssiden. I tillegg bør det handles hyppig nok og i store nok kvanta slik at man opprettholder en høy likviditet.

Videre skal jeg dele de ulike aktører i et typisk derivatmarked inn i tre kategorier og gi en kort beskrivelse av deres rolle for Fish Pool sine futures.

### 5.1 Hedger

En hedger<sup>1</sup> er en aktør som inntar en posisjon i derivatene for å redusere fremtidige bevegelser og risiko i en markedsvariabel – her laksepris. Formålet er å nøytralisere risikoen for at man vil tape på et uforutsett hopp eller fall i prisen ved å fastsette prisen man må betale for underliggende aktiva.

Det mest relevante for denne oppgaven vil være å se på selskapene som handler med fysiske laks som hedgerne og se bort fra eksempelvis hedge funds.

### 5.2 Spekulant

Mens en hedger ønsker å ha motsettende posisjoner i et marked for å fastsette prisen, vil en spekulant forsøke å satse på at én posisjon går opp eller ned. På denne måten vinner spekulanten på at andre aktører forutser feil hva angår fremtidige priser.

---

<sup>1</sup> Det engelske uttrykket *hedge* (no.: *sikring*) gjennomgående i oppgaven. En prissikrer blir betegnet som en *hedger*.

### 5.3 Arbitrasjør

En arbitrasjør vil forsøke å hente ut risikofri profitt ved å ha posisjoner i ulike markeder. Aktøren utnytter ujevnheter mellom prising i de ulike markedene. Dette gjøres ved å konstruere en risikofri posisjon som imiterer kontantstrømmen til kontrakten. For futures hos Fish Pool kan dette være å låne til risikofri rente, investere i underliggende og lagre dette samtidig som man inngår en kort posisjon i futures for samme underliggende. Dette i en situasjon hvor arbitrasjøren ser at kontrakten har en høyere pris enn den motsatte syntetiske, imiterende porteføljen.



## 6. Futures

På lik linje med forwards, er futures en avtale mellom to parter om å kjøpe eller selge et aktiva på et spesifisert tidspunkt i fremtiden – til en bestemt pris. Futures er standardiserte kontrakter som avtales og handles gjennom en børs eller regulert markedsplass. Disse har en clearingsentral som garanterer for transaksjonene og minsker dermed sjansen for mislighold av partene. Forwards er private avtaler mellom to parter der det er i større grad opp til partene selv å avgjøre avtalens bestemmelser. Mens forwards gjøres opp på et bestemt tidspunkt, nemlig oppgjørsdagen, gjøres endringer i verdien på futures opp daglig.

### 6.1 Futures som risikostyringsverktøy

Futureskontrakter er et av de vanligst brukte derivatene for å redusere risiko. Målet er å eliminere eksempelvis prisrisiko til et underliggende helt ved å inngå motsettende posisjoner i futures. Dette er som regel ikke fullstendig mulig. En hedger vil derfor forsøke å eliminere så mye prisrisiko som mulig ved å handle et derivat som har tilnærmet like bevegelser som underliggende. Man kan også ønske å handle et derivat som har helt motsatte bevegelser. Da vil man ikke ha motsatte posisjoner, men gjerne to korte eller to lange posisjoner. Nøkkelen er at det bør være en høy positiv eller negativ korrelasjon mellom det som skal sikres og kontrakten.

For en aktør som har en fremtidig plan om å selge laks vil det være hensiktsmessig å selge, og derfor inngå en kort posisjon, i futures. Dette gitt at futures har positiv korrelasjon med spot. På denne måten sikrer aktøren den fremtidige prisen på salget til å være lik prisen på futures. Dette forutsetter videre at prisen på spot og kontrakten er lik på oppgjørstidspunktet. Siden få markeder er helt perfekte hva angår risikopremier og basis er ikke dette bestandig tilfelle. Blant typiske aktører som vil ønske å inngå korte posisjoner i laksefutures er i vårt tilfelle oppdrettere og andre naturlige selgere av laks. På den andre siden har vi typiske kjøpere som videreforedlere og grossister som vil inngå lange posisjoner i futures. Samtidig er det spekulanter og arbitrasjører som inngår korte og lange posisjoner.

Kjøpere og selgere av laks opererer i stor grad med kontraktsfestete handler. En oppdretter og en grossist avtaler gjerne levering av et bestemt volum, til en bestemt pris, i gitte tidsintervaller. På denne måten sikres både volum og pris på fremtidig(e) tidspunkt. På grunn av stor usikkerhet rundt tilbud og etterspørsel vil likevel ikke tilbudet av laks i merdene og etterspørselen til grossisten gå perfekt mot hverandre i hver handel. Dette skyldes at det er vanskelig å forutse fremtidig etterspørsel, men særlig det faktum at det er vanskelig å vite eksakt volum i merdene på fremtidige tidspunkt. Dermed blir det ofte laks igjen som må kjøpes eller selges til spotpris. Prisen på denne laksen som kommer utenom kontraktene er en stor usikkerhetskilde, og er den en kjøper eller selger ønsker å sikre.

## 6.2 Prising av futures

Når man har rikelig med tilbud av underliggende kan man benytte arbitrasjeargumenter for å prise en futures. Hvis ikke er det tilbud og etterspørsel etter et fremtidig aktiva, uttrykt med en futureskontrakt, som bestemmer prisen.

I de to neste undertitlene presenteres noen teorier om prising. Merk følgende forutsetninger for disse:

- Aktørene i markedet har ingen transaksjonskostnader
- Aktørene i markedet har samme skatt på all profitt
- Aktørene i markedet kan låne eller låne ut til samme risikofrie rente
- Aktørene i markedet utnytter de arbitrasjemulighetene som oppstår

Futures vil antas å kunne prises likt som forwards i oppgaven ettersom de teoretisk skal være like når det forutsettes en risikofri rente i markedet som er konstant og lik for alle oppgjørstidspunkt (Hull, 2008). Dette gjelder også dersom renten er en gitt funksjon av tid.

### 6.2.1 Forventningshypotesen

I et svært likvid marked vil tilbud og etterspørsel sette prisen på en futures lik forventet fremtidig spotpris. Dersom man har en pris på futures lik  $X$ , betyr det at man har en likevekt mellom aktører i lange og korte posisjoner som til sammen utgjør en forventning om at dette vil være spotprisen ved forfall. Derav har vi sammenhengen:

$$F_t = E(S_T)$$

Dette impliserer at spotpriser forventes å konvergere mot futurepriser. Her må man altså ha et (effisient) marked hvor ingen aktører holder igjen store volum av underliggende for å manipulere prisen. Selv om tilbud og etterspørsel i spotmarkedet i så tilfelle likevel vil være i balanse, vil ikke sammenhengen over gjelde.

### 6.2.2 Lagringshypotesen

Lagringshypotesen sier at det skal være likhet mellom prisen på å holde underliggende aktiva frem til et fremtidig tidspunkt  $T$  og prisen på futureskontrakten.

$$F_0 = S_0 e^{rT}$$

I et arbitrasjefritt marked skal nåverdien av futures være lik spot i dag,  $S_0$ . I sammenhengen over er det kun tatt hensyn til risikofri rente ( $r$ ) som alternativkostnad.

Futures hos Fish Pool er kontrakter på handelsvarer for konsum. Laks er ikke et typisk investeringsobjekt. Det vil si at vi ikke har flere aktører som kjøper laks for investeringsformål. Laks er en vare som kjøpes og selges for å konsumeres i nær fremtid. Dermed går man ikke glipp av noen direkte inntekt ved å holde en futureskontrakt versus å holde laks i lager. Det er derimot kostnader tilknyttet lagring som man slipper ved å holde en kontrakt. Dette kan være kostnader ved å finansiere posisjonen, forsikringer, skade/forsvinning m.m. Denne kostnaden må tas hensyn til ved fastsettelse av futurespris. Dersom  $U$  er nåverdien av lagringskostnaden har vi:

$$F_0 = (S_0 + U)e^{rT}$$

Denne sammenhengen stemmer likevel ikke teoretisk for handelsvarer som laks. Laks er et ferskprodukt og har ikke særlig lang lagringstid. For noen aktører vil det ikke være like aktuelt å holde kontrakter fremfor faktisk laks. Aktører som eier selve varen har som regel planer om å bruke den på noe vis. En oppdretter som selger laks til sine kunder vil ikke ha samme nytte dersom varebeholdningen byttes ut mot kontrakter. Det samme gjelder eksempelvis en videreforedler. Det er en fordel ved å faktisk eie laksen. Dermed vil man i teorien ikke ha en sammenheng utover tidvis ubalanse der nåverdien av futures er høyere enn nåverdien av spot og lagringskostnaden. Dette fordi en arbitrasjør med naturlig lang posisjon vil låne verdien  $(S_0 + U)$  til risikofri rente, kjøpe underliggende og lagre dette samtidig som aktøren tar en kort posisjon i futureskontrakten og dermed utnytter ubalansen i markedet. I og med at flere aktører ønsker å holde underliggende fremfor kontrakter, vil man ikke jevne ut prisingen på samme måte når nåverdi av futures er lavere enn spot og lagringskostnad. For å eliminere arbitrasjemulighetene må da underliggende selges samtidig som man tar en lang posisjon i kontrakten. Dette er ikke alle aktører villige til å gjøre utover en viss skala. Dermed har man sammenhengen:

$$F_0 \leq (S_0 + U)e^{rT}$$

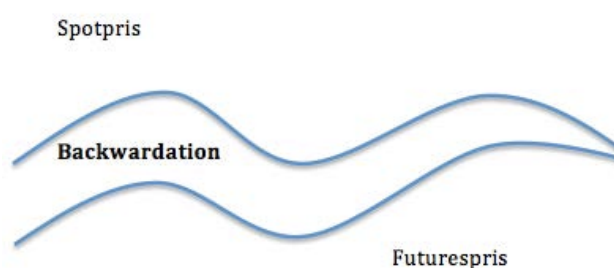
Fordelen ved å holde det fysiske godet på lager kalles gjerne *convenience yield* ( $Y$ ). Denne fordelen er vanskelig å forutsi og kvantisere. Logisk sett vil denne være høy i absoluttverdi når tilbud av laks er lavt og lavere når tilbudet er høyt. Det man kan si er at *convenience yield* sier noe om markedets forventning om fremtidig tilgjengelighet til godet (Hull, 2008). Til slutt får man da sammenhengen:

$$F_0 = (S_0 + U - Y)e^{rT}$$

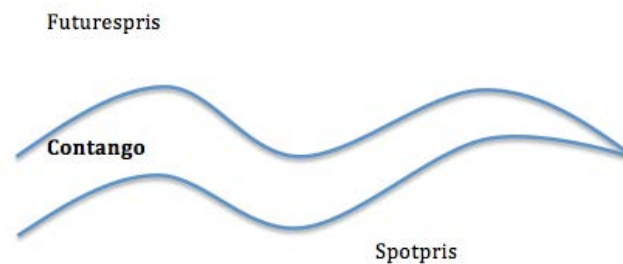
Denne teoretiske modellen gjelder i et perfekt marked, men i realiteten vil man ha elementer som transaksjonskostnader og forskjeller i låne – og innskuddsrenter som gjør arbitrasjeargumentene mer usikre.

### 6.3 Contango og Backwardation

Futuresprisen til at aktiva er sjelden lik spotpris før oppgjørstidspunktet. Før den tid vil man se at prisen på en fremtidig handel er høyere eller lavere enn spot. Dette har sammenheng med ovennevnte alternativkostnader. En situasjon hvor futuresprisen er høyere enn spot inn mot oppgjørstidspunktet kjennetegnes som *contango*. En forklaring på denne sammenhengen er gjerne at man foretrekker å få en fremtidig leveranse av et aktiva fremfor å kjøpe nå og holde i lager. *Backwardation* er en situasjon hvor futuresprisen er lavere enn spot inn mot oppgjørstidspunktet. Dette skyldes gjerne at man ser en verdi i å ha godet tilgjengelig i et marked hvor tilbudet antas å strammes inn. Begge situasjoner betegner altså noe som skjer over tid.



Figur 3: Illustrasjon av backwardation



Figur 4: Illustrasjon av contango

Figurene over viser de to situasjonene med contango og backwardation. Kurvene kan gjerne krysse hverandre på forskjellige tidspunkt og pris på spot og futures er ikke alltid like ved forfall. Futuresprisene vil gå mot spot ved oppgjørstidspunkt i og med at aktørene vil utnytte prisforskjellene frem mot dette tidspunktet. Ettersom laks er en vare som varierer i tilbud og etterspørsel gjennom året vil man gjerne se sesongtrender i prisene. Ettersom de største volumene slaktes og selges på høsten kan man forvente å se en prisnedgang på laks i den perioden – gitt en etterspørsel som ikke øker likt eller i større grad. Dette illustreres i figurene over med bølgebevelser.

## 7. Fish Pool

Fish Pool ASA er en regulert markedsplass for internasjonal handel av fisk- og sjømatderivater som åpnet for handel første gang 9. mai 2006 på sjømatmessen i Brussel. Den gang var selskapet verdens første tilbyder av derivater med laks som underliggende aktivum. Fish Pool sprang i 2006 ut av energimeklingselskapet Bergen Energi, som har vært en stor eier inntil Oslo Børs kjøpte over 90% av aksjene i slutten av 2012 (bt.no).

Allmennaksjeselskapet har som vedtektsfestet formål å "etablere, utvikle og drive en internasjonal markedsplass for standardiserte finansielle kontrakter knyttet til fisk, i første omgang oppdrettslaks, samt delta i andres selskaper med lignende virksomhet" (brreg.no, Brønnøysundregisteret). I dag utsteder Fish Pool forwards, futures og opsjoner med laks som underliggende.

Fish Pool har mer enn 200 handelsmedlemmer fra hele verdikjeden for laks; oppdrettere, eksportører, importører, foredlere og finansielle investorer. Fish Pool ASA er også en ledende informasjonsdistributør som formidler prisinformasjon om laks til en verdensomspennende lakseindustri, samt til finansielle markedsplasser (oslobors.no).

Det regulerte markedet har færre rettigheter og plikter enn en autorisert børs, men er underlagt overvåking og kontroll av det statlige, uavhengige organet Finanstilsynet. Det er flere fordeler som kan veie opp for potensiell ineffisiens ved å ha en slik statlig regulering. Aktørene får nøytralitet og likebehandling, i et kvalitetssikret og tryggere marked. Finanstilsynet skal dessuten være med på å sikre høy etisk standard (fishpool.eu).

---

## 7.1 Fish Pool Index™

Fish Pool Index™ (FPI) er en syntetisk markedspris basert på ulike innsamlede priser på laks. Denne skal på best mulig måte gjenspeile den gjennomsnittlige totale markedspris for ukentlig fersk, sløyd atlantehavslaks i størrelse 3-6 kg levert FCA Oslo og oppgis i NOK og EUR.

Tidligere forsøk på å etablere en elektronisk markeds plass for å få spotpris på laks fra en børs har ikke lyktes. Fish Pool gir flere forklaringer på dette (magma.no):

- Laks er et ferskprodukt der rask levering er kritisk. En fysisk markeds plass må ha et felles leveringspunkt. Svært kort holdbarhet på laks gjør dette vanskelig.
- Laks er ikke et standardisert produkt. Behov for dokumentasjon av kvalitet og ikke minst sporbarhet gjør en fysisk markeds plass uegnet.
- Logistikk er krevende for transport av fersk fisk, der målet er å ha rask og direkte transport uten omlasting.

Målet med FPI er ifølge Fish Pool ASA å:

- Gi en korrekt refleksjon av den virkelige markedsprisen
- Være mulig å kunne kontrollere og overprøve
- Ikke være mulig å manipulere
- Være transparent og lett tilgjengelig
- Være nøytral for alle parter

For å mest mulig korrekt gjenspeile spotprisen i markedet kalkuleres FPI som en priskurve basert på flere prisreferanser som alle er gitt ut ifra salgs- og kjøpspriser for fersk atlantisk laks. Prisreferansene er gitt vekt ut ifra hvilke som er ansett som mest representative for virkelig spotpris.

Prisene som inngår i Fish Pool Index er:

- Salgspriser fra lakseoppdrettere (Benchmark levert av Kontali Analyse)
- NASDAQ Salmon Index; eksportørers salgspriser

- Tollstatistikk fra Statistisk Sentralbyrå (SSB)
- Mercabarna markedspris

En rekke tiltak er tilrettelagt for at målene og tilliten til FPI skal kunne overholdes.

Prisindeksen består av flere markedspriser og avregnes som gjennomsnitt per måned.

Ingen aktører skal kunne påvirke alle prisreferansene over en hel måned. Fish Pool har også opprettet et eget, nøytralt overvåkingsorgan, Fish Pool Index Surveillance Board, som skal overvåke og passe på at prisen gjenspeiler korrekt markedspris.

<b>Fish Pool Index Basis</b>	<b>Weight until week 52 in 2013</b>	<b>Weight from week 1 in 2014</b>	<b>Correction to FCA Oslo</b>
Selling Price Farmers FOB Packing station	25%	25%	+ Freight to Oslo, + Terminal
NASDAQ Salmon Index Exporter's selling prices Oslo	50%	55%	Correction from selling to buying price
SSB Customs statistics	20%	20%	- Freight to border, - duty and taxes, Adjusted to sizes and quality
Mercabarna market price	5%	0%	- Freight to border, - duty and taxes, Adjusted to sizes and quality
Sum	100%	100%	

*Figur 5: Vekting av prisreferanser (fishpool.eu)*

Av figuren over fremkommer en endring som gir virkning for ikke allerede avtalte kontrakter fra og med uke én i 2014. Fish Pool Index Surveillance Board foreslo og fikk gjennom for styret i Fish Pool i slutten av 2013 at markedsprisen fra Mercabarna skulle



---

utelates bl.a. på grunn av lav korrelasjon med resten av referansene (fishpool.eu). Dermed får NASDAQ-indeksen en høyere vekting.

Prisreferansene blir korrigert for å gjenspeile *Free Carrier (FCA)* Oslo – en handelsbestemmelse som krever at en selger leverer varene til et bestemt sted og der transportkostnader og risiko for tap overføres kjøper etter varen er levert. Priser for laks oppgis hovedsakelig i tre kategorier; 3-4 kg, 3-5 kg og 5-6 kg. FPI vekter priskalkuleringen sin med hhv. 30%/40%/30%.

Den virkelige spotprisen på laks er naturligvis ikke en blanding av flere prisreferanser. Man kan dele markedet for laks inn i mindre markeder der priser, vekt og kvalitet verdsettes ulikt. Videre ser man at prisdumping skaper ulike priser på tvers av landegrenser. Vi har derfor at alle aktører vil måtte forholde seg til spotpris på den laksen de er ute etter - i det markedet de ønsker å handle. FPI er derfor en forenkling som ikke vil være perfekt lik den spotprisen enhver aktør virkelig vil måtte forholde seg til. Dette er et forhold som den enkelte kan ta hensyn til ved vurdering av risikostyring og vil diskuteres nærmere i kapittel 8. I denne avhandlingen vil jeg likevel gjennomgående benytte betegnelsen *spot* for FPI.

## 7.2 Fish Pools derivater

Kontraktene Fish Pool tilbyr er verktøy som skal bidra til bedre risikostyring og forutsigbarhet i en næring som er preget av sterkt svingende priser. Alle kontraktene er finansielle og innebærer ingen fysiske leveringer. Disse kan handles bilateralt *over-the-counter* (OTC), eller gjennom en clearingsentral<sup>2</sup>.

For å handle derivater hos Fish Pool må man være godkjent som et medlem. For å bli godkjent må man levere et søknadsskjema og senere signere en *Trade membership agreement*. Fish Pool vurderer deretter aktøren basert på egne vurderingsrutiner. Per i dag er det ingen direkte kostnader knyttet til et medlemskap hos markedsplassen (fishpool.eu).

---

<sup>2</sup> Det engelske *clearing* vil brukes fremfor det norske *klarering*.

### 7.2.1 Opsjoner

Opsjonene hos Fish Pool er Asiatiske Puts og Calls. Asiatiske opsjoner kjennetegnes ved at oppgjør gjøres mot snittprisen til underliggende over kontraktperioden, i motsetning til å gjøres opp mot pris på underliggende ved forfall. På denne måten kan opsjonen utgjøre mindre risiko for investoren ved at volatiliteten til det underliggende, her lakseprisen, er mindre.

### 7.2.2 Futures

I Mars 2007 inngitt Fish Pool ASA og NOS Clearing ASA et samarbeid for clearing av sjømatderivater. Med dette gikk Fish Pool fra å kun tilby forwards til å også tilby futures med lakseprisen som underliggende. I dag er futures-kontraktene dominerende for handelen på markedsplassen. Disse derivatene gjøres også opp mot snittpris av underliggende, som med opsjonene.

## 7.3 Nærmere om futures hos Fish Pool

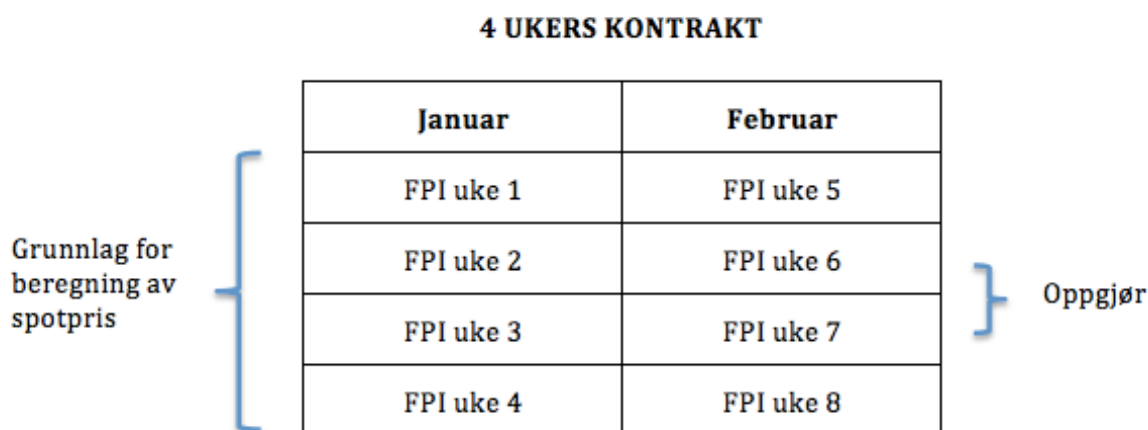
Futures for laks hos Fish Pool kan handles ved at aktører legger inn kjøps- og salgsordre v.h.a. det elektroniske handelssystemet Trayport GlobalVision. Her legger aktører inn gitte spesifikasjoner for sin ordre; periode, volum, ønsket pris m.m. Det meste av handler hos Fish Pool foregår likevel per telefon.

### Finansielt oppgjør

Fish Pool har kun finansielle oppgjør, hvilket innebærer at det ikke leveres noen fysiske aktiva. Ved oppgjørstidspunktet gjøres kontraktsprisen opp mot spotprisen og en av partene betaler den andre parten differansen mellom disse, multiplisert med volum. Det er viktig å merke seg at det som her betegnes som spotpris ikke er lik Fish Pool Index (FPI). Når det gjelder oppgjør av kontrakten betegnes spotpris som gjennomsnittet av FPI over hele kontraktperioden. Det vil si at prisen på futureskontrakten gjøres opp mot gjennomsnittet av FPI over fire eller fem uker – avhengig av kontraktens spesifikasjoner. Formålet med å benytte et gjennomsnitt er å gjøre det vanskeligere for enkeltaktører å påvirke oppgjørsspot (fishpool.eu). Beregningsgrunnlaget til oppgjørsspot og derfor antall uker som

inngår i en kontrakt bestemmes av Fish Pool sin Trading Calendar som er tilgjengelig på selskapets nettsider.

Fish Pool tilbyr kun standardiserte månedskontrakter, men disse kan legges sammen i pakker over lengre perioder, slik at man sådan har avtaler for et kvartal, et halvt år, et helt år e.l. Spotpris og oppgjørsdifferansen kalkuleres innen den 15ende dagen i måneden etter kontraktmåneden.



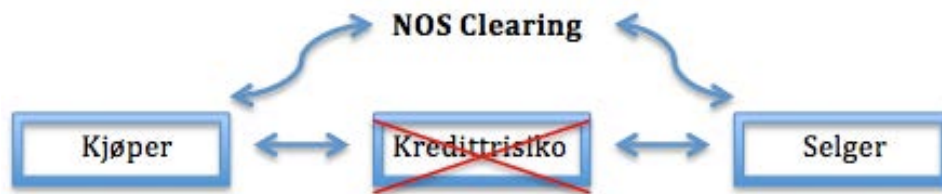
Figur 6: Eksempel på beregning av oppgjør

Figuren over illustrerer hvordan en månedskontrakt bestående av 4 uker vil gjøres opp rundt 15. Februar for en januarkontrakt. En månedskontrakt kan som nevnt også bestå av 5 uker, slik at grunnlaget for beregning av spotpris ved oppgjøret i februar også har med uke 5 i figuren.

### Clearingsentral

Futures og opsjoner som handles hos Fish Pool ASA rapporteres til og kontrolleres av clearingsentralen NOS Clearing ASA. Dette selskapet er heleid av Nasdaq OMX Stockholm Ab, lisensiert gjennom det norske finansdepartementet og underlagt tilsyn av Finanstilsynet. I motsetning til ordinære bilaterale handelsavtaler vil man med en clearingsentral ha et uavhengig mellomledd som minimerer motpartsrisikoen (kredittrisiko). Sentralen vil garantere oppgjør av handelen for både selger og kjøper ved å selv ta posisjon i kontrakten. Fremtidige utbetalinger garanteres v.h.a. bankgaranti eller marginkontoer.

Motpartsrisikoen reduseres ved at sentralen fungerer som selger av kontrakten overfor kjøperen, og kjøper av kontrakten overfor selgeren. Dermed blir også de opprinnelige partene av handelen anonyme overfor hverandre og man slipper å selv kredittvurdere motparten. Videre får man hos NOS Clearing daglige nettinger av posisjoner, man kan ta ut urealisert profitt når som helst og får automatisk kontooppgjør uten fakturaer.



Figur 7: Clearinghus som mellomaktør

Når en avtale gjøres mellom to parter hos Fish Pool blir informasjonen videreført til clearingsentralen. For at NOS Clearing ASA skal kunne garantere for handelen må den sette visse krav til aktørene. Sentralen vurderer om partene i avtalen kan godkjennes for handelen basert på deres finansiell styrke og soliditet. Det settes et felles kapitalkrav og selskapstall skal revideres og vurderes sammen med øvrig informasjon om eierskap, styre m.m. for å avgjøre individuelle kapitalkrav utover dette.

Som svar på nye reguleringer fra EUs *European Market Infrastructure Regulations* (EMIR) og amerikanske *The Dodd-Frank Wall Street Reform*, har NOS Clearing innført et *Seafood Default Fund* som skal være med på å minske risikoen til clearingsentralen dersom det skulle oppstå mislighold. Medlemmer må skyte inn et minimumsbidrag på EUR 30 000 i *Base collateral*.

For å sikre at balansen i marginkontoen ikke blir negativ, opprettes et marginkrav. Dersom beløpet på marginkontoen faller under marginkravet skal investoren skyte inn kapital slik at kontoen igjen er lik base collateral. Størrelsen på denne kontoen kalkuleres på grunnlag av likviditet (størrelse på kontrakter) og volatilitet (prisbevegelse til kontrakter). Hensikten med dette er å ha en konto som dekker svingninger i markedsverdi på kontraktene.

Alle kontraktene blir gjort opp daglig mot Fish Pool sin futurespris og aktørenes konto blir automatisk kreditert eller debitert mot NOS Clearing. Hver dag gjøres altså opp det som kalles en *mark to market* som i sum per måned utgjør total profitt eller tap, eksklusive gebyrer, når en månedlig kontrakt til slutt gjøres opp.

## 8. Generelle begrensninger og forutsetninger for analysene

I dette kapitlet vil jeg kort gjennomgå noen faktorer som har vært viktige for å spesifisere og avgrense oppgaven.

### Usikkerhet i volum

Egenskapene til futures som risikostyringsverktøy vil først og fremst undersøkes i lys av ulike modeller for optimal risikominimering. For aktører som har naturlige kjøps- eller salgsposisjoner i markedet kan det være ønskelig å sikre prisen på de volum av laks som ikke går inn under avtaler og som derfor er utsatt for spot. For en oppdretter vil dette typisk være gjenværende laks i merdene som må selges til spotpris. På motsatt side vil man ha kjøpere av laks med ikke-mettet etterspørsel som står ovenfor den samme spotprisen. Man kan også tenke seg at en oppdretter kan få problemer med å levere bestemte volum til bestemte tider og at man sådan får en oppdretter som kjøper laks til spot for å kunne levere etter avtale. En kjøper kan også ha avtalt for store volumer til feil tider slik at noe ønskes å selges. I denne avhandlingen vil det forutsettes av en naturlig selger av laks forblir selger i spot, mens en naturlig kjøper forblir kjøper i spot, slik at usikkerhet om hvorvidt aktøren skal selge eller kjøpe futures er sikkert.

Volumet på laks som ønskes sikret på grunn av usikkerhet i tilbud og etterspørsel blir ikke eksplisitt tallfestet i de videre analysene. Dette fordi ulike aktører vil kunne ha veldig forskjellige volumer som blir utsatt for spot. Det som blir utledet i denne avhandlingen er hedgeraten  $h$ , som gir et forholdstall mellom en posisjon i futureskontrakter og spot. For å vite størrelsen på futuresposisjonen må aktøren da også ha en formening om spotposisjonen. En oppdretter kan vurdere hvor mye man tror vil være igjen i merdene, basert på historikk, situasjonen i sjøen i dag, og framtidsutsikter.

### Beregningsgrunnlaget til FPI og spot

Fish Pool Index som er gis av Fish Pool er en vekting av flere prisreferanser. Det betyr at FPI ikke vil være helt lik den prisen som en aktør faktisk vil stå ovenfor i spotmarkedet. Noen av referansene vil gjerne være mer korrekt for noen å bruke, men mindre korrekt for andre.

Det avhenger av markeder, volumer og kvaliteter som det handles i. Vekting og utregning av FPI er likevel transparent slik at man enklere kan forholde seg til den. Det vil være hensiktsmessig for en aktør å studere forholdet mellom FPI og det en selv ser på som en fornuftig spotpris å forholde seg til. Det faktum at futures gjøres opp mot gjennomsnittet av FPI ved oppgjørstidspunktet gjør individuelle sammenligninger mer komplisert. En perfekt sikring av pris gjør dermed at man trenger å vite spotutsatt volum, hvorvidt egen spotpris er lik FPI, og derfor hvorvidt egen spotpris er lik gjennomsnittet av FPI i perioden.

En naturlig forlengelse av analysene som gjøres ville vært å se på korrelasjonen mellom egne usikre volumer og spotpriser for enkeltaktører. Denne avhandlingen studerer en prissikringssituasjon der spotprisen som en aktør må forholde seg til i virkeligheten er mer eller mindre lik - eller beveger seg likt som FPI.

## 9. Modeller for optimal hedge

Formålet med hedging er i all hovedsak å redusere risiko i en markedsvariabel. For aktører som handler futures hos Fish Pool er denne variabelen prisen på laks. En perfekt hedge skal eliminere risikoen for at man vil tape på et uforutsett hopp eller fall i prisen ved å fastsette prisen man må betale for underliggende. Selv om en perfekt hedge ikke er mulig å oppnå, finnes flere strategier som forsøker å gjøre en hedge mest mulig optimal – under ulike forutsetninger.

Strategiene som beskrives her vurderes kun med tanke på bruken av futures som risikostyringsverktøy.

### 9.1 Naïv hedge

I en naïv hedge tar aktøren en posisjon i futureskontrakter som er lik posisjonen i spot. Hedgeraten<sup>3</sup> er altså lik 1 og vil være perfekt dersom endring i pris på spot og futures er identiske. Da ville tapet(gevinsten) på futureskontrakten vært lik gevinsten(tapet) på spot for perioden, slik at man låser prisen helt. Prisendringene er derimot sjelden helt like, og en slik strategi vil derfor ikke være perfekt. Forskjellene skyldes det man kaller lagringskostnad og convenience yield og utgjør basisrisiko.

### 9.2 Regresjon – Minste kvadraters metode (OLS)

En relativt enkel måte å finne optimal hedgrate som gir minimum varians er ved bruk av lineær regresjon. Metoden estimerer parametere som skal forsøke å forklare en lineær sammenheng mellom en avhengig variabel og en eller flere uavhengige variabler. Dette gjøres ved å finne den sammenhengen hvor avvikene mellom den estimerte regresjonslinjen og de observerte dataene er minst. Avvikene kalles residualer eller feilledd og betegner den additive variasjonen som modellen ikke klarer å fange opp. Man danner en

---

<sup>3</sup> Hedgerate angir forholdet mellom posisjon i futures og spot. Beskrives nærmere i kapittel 12.



rett linje mellom observasjonene slik at kvadratene til residualene er minst mulig. Ligningen til en regresjon med én avhengig og én uavhengig variabel gir en rett linje av formen

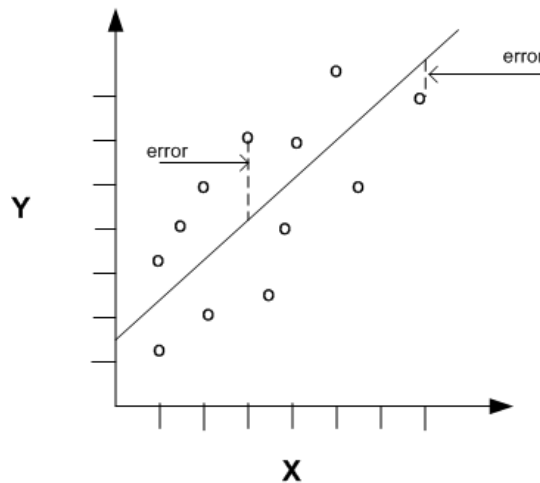
$$y = \alpha_0 + \beta_1 x_{1t} + \varepsilon_t$$

Der  $t = 1, 2, 3, \dots, n$  observasjoner

$y$ : avhengig variabel,  $\alpha_0$ : konstantledd,  $x_1$ : uavhengig variabel,

$\beta_1$ : parameter/koeffisient,  $\varepsilon_t$ : feilledd/residual

I funksjonen har vi at  $y$  varierer med  $\beta_1$  for en endring i  $x$  – alt annet likt. I denne avhandlingen vil endogen variabel  $y$  være FPI mens den forklarende variabelen  $\beta$  er pris på futures.



Figur 8: Illustrasjon av lineær regresjon

For at metoden ikke skal gi spuriøse resultater kreves noen forutsetninger. Flere av disse vil bli diskutert videre - de vil bli testet og jeg vil vurdere betydningen av testresultatene samt mulige løsninger på brudd som kan være tilstede.

### 9.2.1 Residualene har forventet verdi lik 0

$$E(\varepsilon_t) = 0$$

Ved å tillate et konstantledd i regresjonen vil feilleddene ha en forventning tilnærmet lik null. Dette leddet angir den konstante delen av den endogene variabelen som ikke kan forklares av de eksogene variablene, mens feilleddet angir den stokastiske delen som ikke

kan forklares (Studenmund, 2006).

### 9.2.2 Variansen til residualene er konstant

$$\sigma^2(\varepsilon_t) = \sigma^2$$

Vi har homoskedastisitet når variansen til residualene er konstant for alle verdier av den uavhengige variabelen. Man tenker seg altså at variansen i et utvalg av feilledd som det trekkes fra, er konstant. Dersom variansen ikke er konstant kan vi ha det som kalles heteroskedastisitet. Da endrer variansen i utvalget seg for hver observasjon eller for en rekke observasjoner.

For å teste denne forutsetningen benytter jeg White's test (White, 1980), der nullhypotesen ( $H_0$ ) er homoskedastisitet. Testen gjør en regresjon på kvadratene av residualene, kryssproduktene av disse og kvadratene til de uavhengige variablene.

$$H_0: \sigma = \sigma_t \text{ for alle verdier av } t$$

Testobservatoren<sup>4</sup>  $LM$  er et produkt av  $R^2$  og  $n$  observasjoner.  $LM$  følger en kjikvadratsfordeling med frihetsgrader lik antall estimerte parameterne - unntatt konstantleddet.

Som et tillegg vil jeg bruke Engle (1982) sin ARCH-test som kan passe bedre til tidsseriedata (Studenmund, 2006) og vil være nyttig for andre modeller som skal brukes.

Dersom man kan forkaste nullhypotesen vil man ha at estimatene fra minste kvadraters metode (OLS) er objektive og konsistente, men ikke lengre BLUE (Best Linear Unbiased Estimator). Estimatene vil ha standardfeil som ikke er gyldige for å danne konfidensintervall og t-verdier. Man kan korrigere for ulikhet i variansen til residualene ved å vekte disse etter *weighed least squares* (J. Aldrich, 1998) for å dempe ulikheten i varians gjennom datasettet. Andre metoder er også brukt, men vil ikke vurderes videre i denne oppgaven.

---

<sup>4</sup> *Testobservator* betegner det engelske uttrykket *test statistic*

### 9.2.3 Residualene er ukorrelert over tid

$$\text{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0 \text{ der } t \neq s$$

Man ser ofte i tidsseriedata at verdien til en variabel er påvirket av sine egne tidligere verdier. Det vil si under dette avsnittet at et residual ved en gitt observasjon påvirker residualene i kommende observasjoner. Dette kalles seriekorrelasjon eller autokorrelasjon. Når dette er tilfelle for et gitt datasett i en modell vil ikke metoden være effisient selv om det er konsistens over settet. Dersom man finner positiv autokorrelasjon er de estimerte standardavvikene for koeffisientene i metoden for små, altså t-verdiene er for store. Motsatt har vi for store standardavvik og for små t-verdier ved funn av negativ autokorrelasjon.

Autokorrelasjon vil testes med Trevor S. Breusch og Leslie G. Godfrey sin *Breusch-Godfrey serial correlation Lagrange Multiplier test*. En slik test ser om det er autokorrelasjon mellom laggede residualer og residualene i den originale regresjonen. Dersom de laggede verdiene fra denne testen er signifikante vil testobservatoren  $LM = NR^2$  være høyere enn kritiske verdier i en kjikvadratsfordeling og nullhypotesen om ingen seriekorrelasjon i det gitte lagget forkastes.

Hvis man finner autokorrelasjon i dataene kan det være flere ulike årsaker til dette, og det er flere metoder som forsøker å korrigere for dette. Whitney K. Newey og Kenneth D. West foreslo det som kalles en Newey-West estimator i 1987 som gjerne benyttes. Denne estimatoren skal endre feilleddene i modellen slik at den korrigerer for både autokorrelasjon og heteroskedastisitet.

### 9.2.4 Residualene er ukorrelert med uavhengig variabel

$$\text{cov}(\varepsilon_t, x_t) = 0$$

Dersom en uavhengig variabel er korrelert med feilleddet vil regresjonen kunne attribuere noe av variasjonen i endogen variabel som tilhører feilleddet - til den eksogene variabelen. Eksempelvis vil en negativ korrelasjon mellom eksogen variabel og feilledd kunne gi en estimert verdi for denne variabelens koeffisient som er for lav. Denne forutsetningen er derfor viktig for å sikre mest mulig riktige koeffisienter.

### 9.2.5 Residualene er normalfordelte

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma)$$

Dersom residualene ikke er normalfordelte kan vi ha ugyldige testkobservatorer, da disse er basert på utvalg i dataene. Man kan teste denne egenskapen enkelt ved å danne et histogram av residualene og vurdere kurtosis (høyden på toppen) sammen med skjevhet (mål på asymmetri). En normalfordelt kurve vil ha en skjevhet lik 0 og overskytende (høyere enn 3) kurtosis lik 0.

Man kan også utføre tester som undersøker nettopp hvor godt data passer med skjevhet og kurtosis til en normalfordeling. En samlet test vil benyttes for å sjekke skjevhet og kurtosis. Nullhypotesen om normalfordeling forkastes dersom testobservatoren er høyere enn kritisk verdi en i en kjikvadratsfordeling (D'Agostino, R. B., A. J. Belanger og D'Agostino Jr., 1990).

## 9.3 Vector Autoregressive model (VAR)

En ulempe med den ordinære regresjonsmetoden som har blitt beskrevet er autokorrelasjon. Fremfor å korrigere for dette for en tilpasning til OLS, kan man benytte en vektor autoregressiv modell på stasjonære tidsserier. VAR er bedre til å analysere dynamikken, samt å si noe om fremtidig oppførsel til data. I modellen tas det hensyn til variablers egne tidligere verdier. I den bivariate VAR-modellen jeg benytter vil verdiene til de endogene variablene ta hensyn til både egne tidligere verdier, og hverandres. Modellen kan formuleres slik:

$$Y_t = \alpha_Y + \sum_{i=1}^m \beta_{Yi} Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_{Yj} X_{t-j} + \varepsilon_{Yt}$$

$$X_t = \alpha_X + \sum_{i=1}^m \beta_{Xi} Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_{Xj} X_{t-j} + \varepsilon_{Xt}$$

der  $\alpha$  = konstantledd;

$\beta$  og  $\gamma$  = koeffisienter;

$\varepsilon$  = residualer;

$Y$  = FPI; og

$X$  = Futures

Optimalt antall lags,  $m$  og  $n$ , for de to endogene variablene bestemmes ved å teste hvert nivå inntil man eliminerer autokorrelasjonen i residualene. En fare med laggede verdier er at de kan være med på å forklare det samme, altså at de er multikolineære. Med for mange laggede verdier vil man også kunne ha for få frihetsgrader (Studenmund, 2006).

## 9.4 Vector Error Correction Model (VECM)

Dersom en tidsserie er ikke-stasjonær og integrert av første orden kan man rette opp i dette ved å bruke en VECM-modell. For å bygge videre på modellen i avsnitt 8.3 legger vi til et ledd som skal rette opp for ikke-stasjonærhet. Leddet består av  $Z_{t-1} = Y_{t-1} - \delta X_{t-1}$  der  $(1 - \delta)$  er en kointegrasjonsvektor og  $\lambda_X, \lambda_Y$  er koeffisienter:

$$Y_t = \alpha_Y + \sum_{i=1}^m \beta_{Yi} Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_{Yj} X_{t-j} + \lambda_Y Z_{t-1} + \varepsilon_{Yt} \quad (1)$$

$$X_t = \alpha_X + \sum_{i=1}^m \beta_{Xi} Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_{Xj} X_{t-j} + \lambda_X Z_{t-1} + \varepsilon_{Xt} \quad (2)$$

De to endogene variablene FPI og Futures formuleres da til ligning (1) og (2).

## 9.5 GARCH og MGARCH

I finansielle tidsseriedata kan man gjerne oppleve at volatilitet samler seg i perioder der den er relativt lav eller høy. Slik samling av volatilitet kalles volatilitetsklynging (eng.: volatility clustering). For å ta hensyn til dette vil jeg bruke Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH). Modellen tar høyde for den tidsvarierende fordelingen av volatilitet ved å si at den betingede variansen avhenger av kvadratene til feilleddene og betinget varians i foregående observasjoner. Leddet som inkluderer tidligere kvadrater av feilledd er ARCH-delen av modellen. Denne ble først utviklet av Engle i 1982. Den generaliserte versjonen (GARCH) som senere ble utviklet av Bollerslev *et al* (1986) inkluderer leddet med foregående verdier av betinget varians som eksogene variable. Antall foregående variabler som tas med i modellen angis som antall ARCH og GARCH-ledd. Jeg vil bruke ett lag i feilledd og estimert varians, til det som blir en GARCH(1,1)-modell:

$$\sigma_t^2 = c_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (1)$$

Der  $\alpha$  og  $\beta$  koeffisientene til hhv. ARCH- og GARCH-leddet.

Bollerslev, Engle og Wooldridge utviklet i 1988 en generell multivariat GARCH. En multivariat GARCH vil tillate at matrisen til flere endogene variablers betingede kovarians følger en dynamisk og fleksibel struktur. Vi får dermed estimert betinget varians og kovarians for de to seriene samtidig. Den generelle MGARCH uttrykkes slik:

$$y_t = Cx_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\varepsilon_t = H_t^{1/2} v_t \quad (2)$$

$$h_t = s + \sum_{i=1}^p A_i \text{vech}(\varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}') + \sum_{j=1}^q B_j h_{t-j} \quad (3)$$

der

$y_t$  er en  $m \times 1$  vektor med endogene variabler;

$C$  er en  $m \times k$  matrise av parametere;

$x_t$  er en  $k \times 1$  vektor med eksogene variable, som kan ha lags av  $y_t$ ;

$H_t^{1/2}$  er *Cholesky*-faktoren for den tidsvarierende betingede kovariansmatrisen  $H_t$ ;

$v_t$  er en  $m \times 1$  vektor med normale, uavhengige og identisk distribuerte innovasjoner;

$h_t = \text{vech}(H_t)$ ;

$s$  er en  $m(m+1)/2 \times 1$  vektor av parametere;

hver  $A_i$  er en  $\{m(m+1)/2\} \times \{m(m+1)/2\}$  matrise av parametere; og

hver  $B_i$  er en  $\{m(m+1)/2\} \times \{m(m+1)/2\}$  matrise av parametere.

Siden modellen skal estimere ganske mange parametere i matrisene er det blitt foreslått flere begrensede modeller. Jeg vil nytte meg av to forskjellige varianter:

### 9.5.1 Diagonal vech MGARCH

Denne begrenser matrisene til å kun være diagonale matriser. Denne forenkler ligning (3) til:

$$H_t = S + \sum_{i=1}^p A_i \odot \epsilon_{t-1} \epsilon'_{t-i} + \sum_{j=1}^q B_j \odot H_{t-j}$$

der

$S$  er en  $m \times m$  symmetrisk parametermatrise;

hver  $A_i$  er en symmetrisk parametermatrise;

hver  $B_i$  er en symmetrisk parametermatrise;

$\odot$  er Hadamard-produktet

I ligningen over får man altså at hvert element i  $H_t$  avhenger av sine foregående verdier og foregående verdier av tilhørende ARCH-ledd.

### 9.5.2 Dynamic Conditional Correlation MGARCH

DCC-MGARCH bruker en ikke-lineær kombinasjon av GARCH-modeller med tidsvarierende kryssligninger for å modellere betinget varians og kovarians. De ikke-diagonale elementene i modellen estimeres som ikke-lineære funksjoner av de diagonale elementene. Modellen gir funksjonen:

$$h_{ij,t} = \rho_{ij,t} \sqrt{h_{ii,t} h_{jj,t}}$$

Der  $h_{ii,t}$  og  $h_{jj,t}$  er de diagonale elementene som følger en GARCH-effekt, mens korrelasjonen  $\rho_{ij,t}$  følger en dynamisk prosess. For mer tekniske detaljer henvises leseren til Engle (2002).

Med MGARCH sine estimater av betinget varians og kovarians vil jeg kunne utlede en tidsvarierende hedgerate.



## 10. Datasettet

All data på spot og futures er hentet fra Fish Pool ASA sine hjemmesider. Utvalget består av spot- og futurespriser fra og med uke 7 i 2007 til og med uke 6 i 2014. Datasettet for prisene på futures er i ikke sortert i en rekkefølge som gir en godt utgangspunkt for tidsserieanalyse.

Closing Date	Year	Month	NOK Value
20070412	2007	4	28,1
20070412	2007	5	28,2
20070412	2007	6	28,25
20070412	2007	7	27,65
20070412	2007	8	27,55
20070412	2007	9	27,35
20070412	2007	10	26,9
20070412	2007	11	26,9
20070412	2007	12	26,9
20070412	2008	1	26,9
20070412	2008	2	26,9

Figur 9: Grovdata fra Fish Pool

Figuren over viser et utklipp av hvordan prisene på futures er sortert. For hver dato angis prisen på gjeldende månedskontrakt, prisen på neste månedskontrakt og så videre. Man ønsker å se på prisen på en kontrakt gjennom én måned, inntil man ser på prisen på påfølgende månedskontrakt gjennom den neste måneden, som i figuren under:

20070412	2007	4	28,1
20070413	2007	4	28,1
20070416	2007	4	28
20070417	2007	4	28

Figur 10: Data tilpasset tidsserieanalyse

En slik sortering ble gjort ved hjelp av Excel. Først sorteres tallene i like måneder og år. Deretter identifiseres ukenummer for hver dato i figur 8, der hver uke starter på en mandag. ISO ukenummer benyttes som gjør at noen år har 53 uker og at en første uken i et år er den uken som har første torsdagen i året.

## 10.1 Tilpassing av data

Når man skal sammenligne priser i spot mot derivater vil man ofte finne at de ikke er perfekt sammenlignbare med tanke på tid. Futures refererer til et annet punkt i tid enn spot. Når man da går fra en måned til den neste vil man ha en overgang i pris som kan være forstyrrende for datasettet da en kontrakt går fra å referere til en måned til en kontrakt som refererer til den neste måneden. Slik vil man kunne få store hopp eller fall i daglige noteringer i skjøteleddene mellom individuelle kontrakter. Dette skjer på bakgrunn av contango og backwardation som ble beskrevet i avsnitt 6.3. Det finnes ulike metoder for å korrigere for disse avvikene, men de fleste metoder har sine ulemper.

FPI noteres med ukentlige priser, mens futures har daglige priser. For å best mulig kunne sammenligne tallene har jeg tatt aritmetisk snitt av de daglige futuresprisene for hver uke. I og med at en uke ofte ligger mellom to måneder har det sådan blitt et gjennomsnitt som inkluderer to forskjellige månedskontrakter. Videre er en månedskontrakts løpetid satt til å vare fra 10.ende til og med 15.ende dag neste måned. Dermed får jeg ikke doble noteringer på dagene 1-10 da disse har prisnoteringer både for den foregående og en aktuelle måneden. Denne nødvendige gjennomsnittsberegningen gjør at jeg ikke får veldig store avvik i skjøtene og går derfor for dette som skjøtingsmekanisme.

## 10.2 Konstruksjon av lengre kontrakter

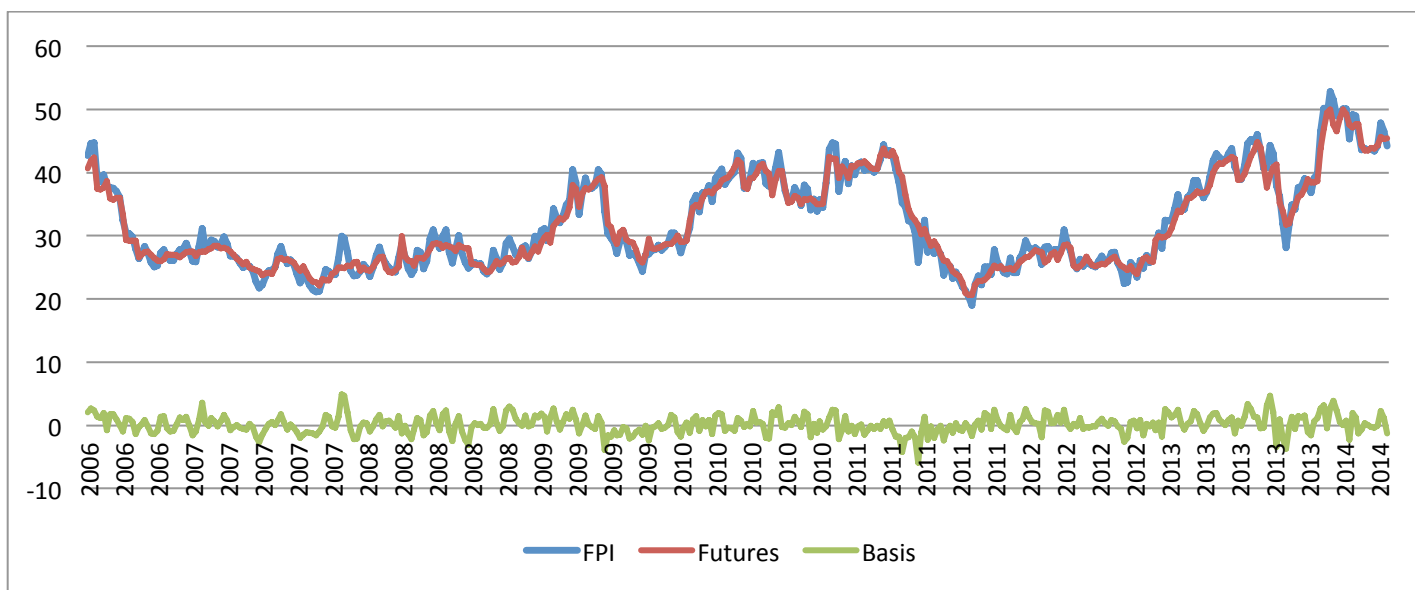
De mest handlede kontraktene hos Fish Pool er av varighet på ett kvartal eller et år. Derfor ses det på som særlig relevant å gjøre tester på akkurat de kontraktene. Det finnes ingen standardiserte kontrakter for dette på markedsplassen. Det konstrueres derimot en pakke av slike kontrakter for aktørene ved å sette en pris lik gjennomsnittet av de aktuelle månedskontraktene. Oppgjør gjøres da med denne prisen mot spotprisen til de respektive månedene når man er inne i kontraktens tilhørende måneder.

Jeg har konstruert disse kontraktene etter veiledning fra Fish Pool, der hver pakke-kontrakt tas ut av handel den dagen samme dag som kontrakten for den første måneden i pakken tas ut av handel. Dette blir da også skjøtepunktet for neste pakke-kontrakt. Det er viktig å merke seg at ettersom modellene skal bruke sammenhengende tidsserier vil vi ha at de lengre kontraktene også handles over lengre tid. Månedskontrakter handles i én måned

hver, frem til den gjøres opp og en ny kontrakt tar over. Kvartals- og årskontrakter får henholdsvis et kvartal og et år mellom starten på hver kontrakt. Dette må tas hensyn til ved implementering av modellene i analysen.

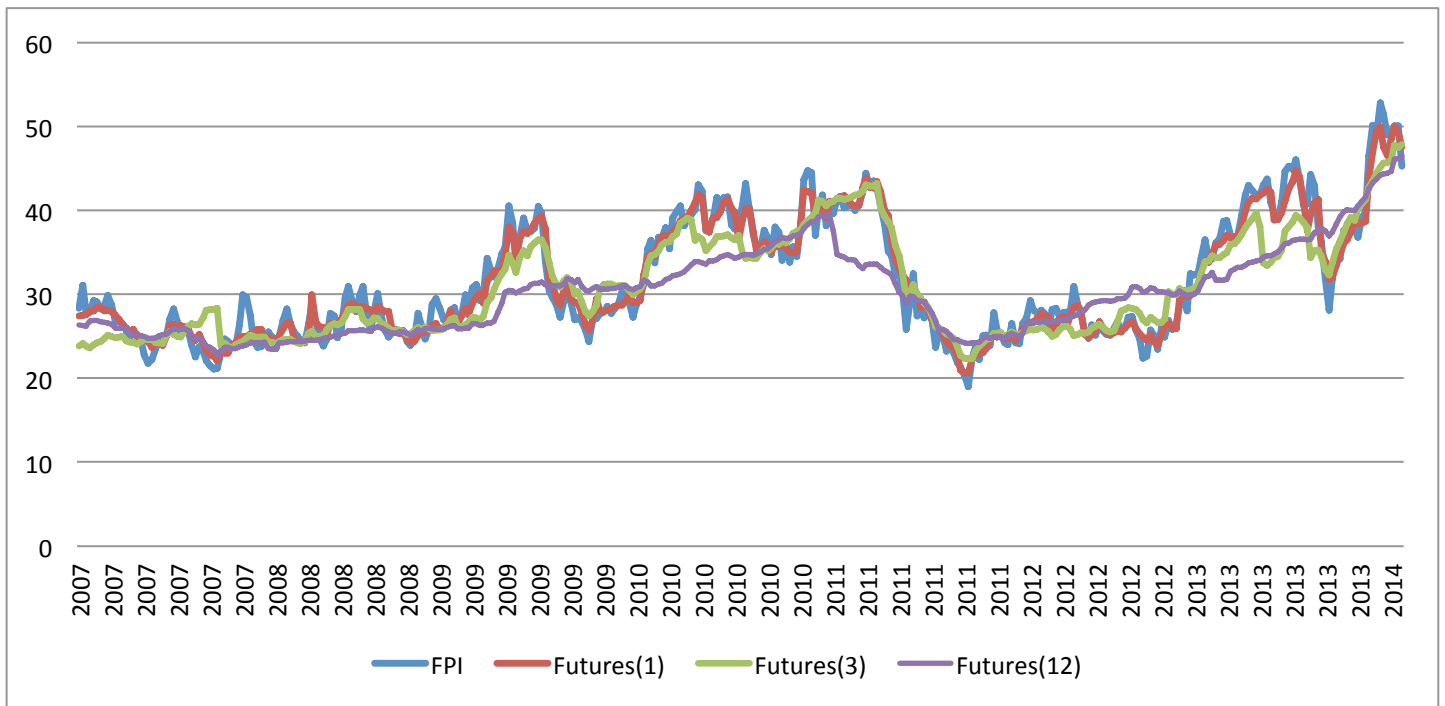
### 10.3 Deskriptiv analyse

Her vil jeg enkelt ta for meg prisnoteringene til FPI og futures og si noe om hvordan prisene har utviklet seg i perioden. Både spot og futures har ligget på en pris mellom 19 og 53 NOK.



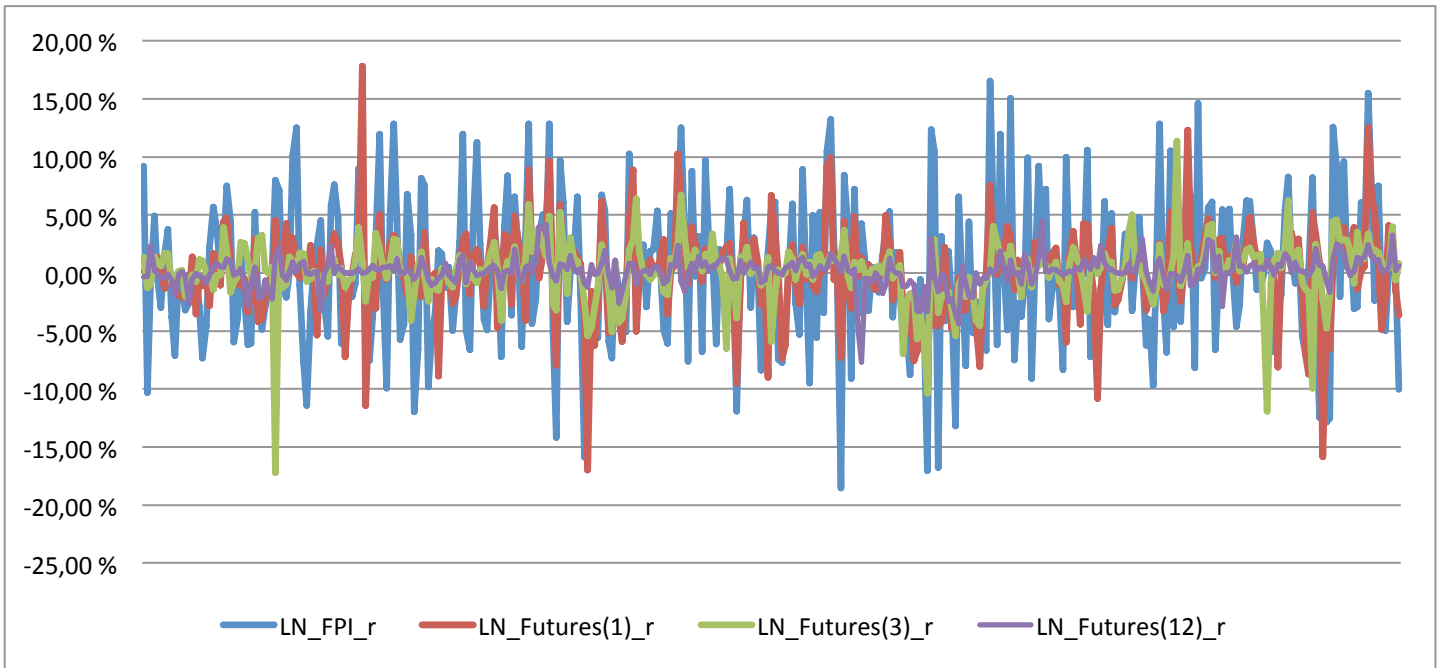
Figur 11: Prisutvikling FPI, Månedskontrakter og Basis

Grafen over viser hvordan FPI og månedsfutures har beveget seg, i tillegg til differansen mellom de to for hver notering. Basis utgjør forskjellen mellom prisen på spot og futures,  $B_t = S_t - F_{t,T}$ . Vi ser også at prisene beveger seg i samme retning i løpet av flere uker, men at det er større kortsiktige endringer i spot. Futures har derfor en glattere kurve. Fra slutten av 2006 til og med starten av 2009 var en lengre periode der prisene lå på ca. 20-30 NOK. Etter dette har spot hatt en minstenotering på 18,99 i uke 43 2011 og en toppnotering på 52,81 i uke 52 2013. Futures har hatt hhv. 20,65 i uke 42 2011 og 50,4 i uke 4 2014.



Figur 12: Prisutvikling

I figur 5 har også de ukentlige noteringene for kvartals- og årskontrakter blitt plottet inn. Jo lengre kontraktene er, jo lengre er de forskjellig fra spot, både i tid og verdi. De er likevel alle veldig nære FPI med jevne mellomrom – rundt tiden der kontraktene gjøres opp. Dette svarer til forventningene om at futures og spot konvergerer mot oppgjøret. Det faktum at de lengre kontraktene ikke følger FPI like tett gjør at de ikke får de samme store opp- og nedturene. Det er også interessant å merke seg at det ser ut til at kontraktene beveger seg forut for FPI. Dette er likevel veldig usikkert uten videre testing. Det kan hende at informasjonen prosesseres litt tregere og at det faktisk er spot som ligger forut for futures. Dette vil bli studert nøyere – særlig med VECM i avsnitt 14.3.



Figur 13: Avkastning alle serier

I grafen over vises avkastning på logaritmisk form. Logaritmisk avkastning er fordelaktig da man unngår den asymmetriske effekten positive og negative avkastninger har på start- og sluttnivå av observasjonene. Her ser man tydelig at FPI har større ukentlige variasjoner enn alle kontraktene. Kontraktene har noen perioder med hyppigere svingninger i prisen. Dette er som oftest nær oppgjørstidspunktet. Det er på denne tiden at aktørene kjøper og selger hyppigst, i og med at man har en bedre forutsetning for å si noe om fremtidig spotpris jo nærmere man er kontraktsslutt.

## 10.4 Test av stasjonærhet

Dersom gjennomsnittet, variansen og kovariansen er konstant for hver observasjon i tidsserien har man en stasjonær serie. Dette kalles svak stasjonærhet og kan formuleres matematisk:

$$E(X_t) = \mu \text{ for alle verdier av } t$$

$$E(X_t^2) = \sigma^2 \text{ for alle verdier av } t$$

$$\sigma(X_t, X_k) = \sigma(X_{t+s}, X_{k+s}) \text{ for alle verdier av } t, k, s$$

Disse verdiene endres altså ikke over tid og følger ingen trend. Når tidsserier er ikke-stasjonære vil man kunne ha spuriøse estimater som for høy  $R^2$  og høye t-verdier fra OLS (Granger, C. W. J.; Newbold, P., 1974). Særlig når man vil studere lengre forhold mellom økonomiske variabler vil det være nyttig å gjøre en kointegrasjonsanalyse og feilretting dersom man har ikke-stasjonære serier. En enkel fremgangsmåte for å gjøre en serie stasjonær vil være å differensiere tallene. Man gjør altså om variablene til endringsform:

$$\Delta X = X_t - X_{t-1}$$

Eksempelet over viser variabelen  $X$  på endringsform av grad én. Dersom serien viser seg å fortsatt være ikke-stasjonær kan man differensiere med flere tidligere verdier av  $X$ . Videre kan man se på de logaritmiske verdiene av endringene for å få bedre sammenligningsgrunnlag for de finansielle seriene.

Ikke-stasjonære tidsserier har det som kalles enhetsrot. Dersom man må differensiere tallene én gang for å gjøre de stasjonære har man én enhetsrot. Dersom flere differensieringer må til har man enhetsrøtter lik antall differensieringer.

En av de mest brukte testene for å identifisere ikke-stasjonærhet er en Augmented Dickey-Fuller (ADF) test. ADF ser om det er enhetsrot i tallene. Testobservatoren baserer seg på tallene fra en OLS-regresjon:

$$ADF = \frac{Y_1}{SE(Y_1)}$$

Nullhypotesen til testen tilsier ikke-stasjonærhet og enhetsrot mens alternativhypotesen tilsier stasjonærhet og ingen enhetsrot. Nullhypotesen forkastes dersom ADF er mindre en testens kritiske verdier. Dersom man skulle finne at seriene ikke innehar enhetsrot vil ikke laggede verdier av endogen variabel kunne gi relevant informasjon for å forutsi endringer i variabelen.

## 10.5 Test av kointegrasjon

Selv om tidsserier er ikke-stasjonære kan det hende at en lineær sammenheng mellom dem er stasjonær. Da sier man at settet av variabler er kointegrerte (Brooks, 2008). Dersom det er tilfelle brukes VECM. VECM differensierer tallene i ikke-stasjonære tidsserier - slik som beskrevet i forrige avsnitt.

En Johansen's Kointegrasjonstest (Johansen, 1988) vil benyttes. Denne baserer seg på en VECM av variablene. Med Johansen's test sjekker man om seriene er kointegrerte av ulik rang  $\Pi$ , altså hvor mange kointegrasjonsrelasjoner seriene har. Hver rang blir testet fra 0 og oppover inntil man ikke lengre kan forkaste hypotesen som sier at de har akkurat den rangen.

## 10.6 Bestemmelse av lags

Jeg vil benytte flere modeller med lags. For å finne det mest egnede antall lags der man ikke fjerner for mange frihetsgrader kan man benytte et informasjonskriterium. Ulike informasjonskriterier er blitt utviklet for å velge en modell med gitte egenskaper ut ifra et gitt antall modeller med egne, respektive egenskaper. Informasjonskriteriet straffer modeller for å legge til for mange parametere. På denne måten straffes modeller som kan beskrive stokastiske avvik eller støy fremfor det faktiske forholdet mellom variabler. Analyseverktøyene jeg bruker i Stata vil kunne gi flere informasjonskriterier å gå etter, men jeg vil stort sett benytte Schwarz Information Criterion (SBIC), utviklet av Gideon E. Schwarz i 1978. Dersom resultatene av en modell viser seg å ikke være tilfredsstillende vil jeg gå ut fra andre informasjonskriterers seleksjoner for å sjekke om disse seleksjonene gir en mer korrekt modell. Man kan også prøve seg frem ved å undersøke t-verdiene til koeffisientene for å kun ha med signifikante lags der man fjerner autokorrelasjon.

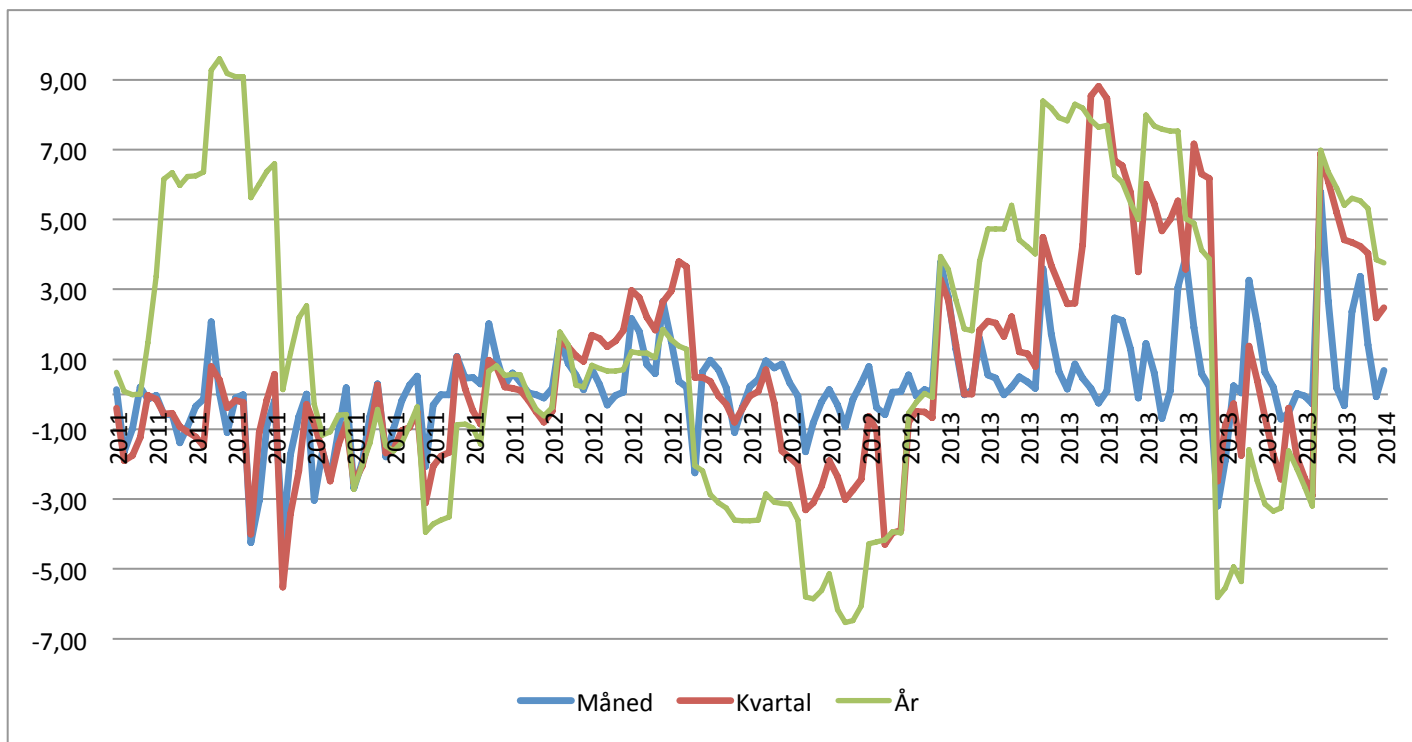
## 11. Analyse av spot og futures

### 11.1 Risikopremier

Prisen på futures og prisen på spot på et punkt i tidsserien vil som oftest være ulike. For det første har vi at futures henviser til en fremtidig handel. Altså angir ikke  $F_{t,T}$  en pris for en handel ved tid  $t$ , men ved et senere tidspunkt  $T$ . Videre har vi at det er visse fordeler og ulemper ved å eie laks fremfor å eie en kontrakt for laks. I perioder med høy etterspørsel etter laks vil det være en fordel for alle som har en naturlig kort posisjon i markedet å ha laks tilgjengelig. Dette går inn under tidligere nevnt *convenience yield*. På den andre siden slipper man en god del kostnader som finansiering, forsikringer, skade og forsvinning dersom man kun eier en finansiell kontrakt.

Hedgere i laksemarkedet er for det meste faktiske selgere og kjøpere av underliggende, som oppdrettere og grossister. En oppdretter har en naturlig kort posisjon og vil derfor ønske å selge futures. En grossist må kjøpe laks av oppdretteren og vil derfor sikre prisen ved å kjøpe futures. Posisjonene går ikke alltid opp i opp. Vi har derimot spekulanter som kan fylle de motsatte posisjonene. Spekulanter er villige til å ta en risiko for å oppnå gevinster ved kjøp og salg av kontrakter. For at spekulanter skal ta den motsatte siden av disse transaksjonene er risikopremier ønsket.





Figur 14: Risikopremier

I grafen over er risikopremiene til de ulike kontraktene plottet fra 2011 til og med januar 2014. Tallene er beregnet som  $RP_t = S_T - F_{t,T}$ . En negativ RP angir en relativt høy etterspørsel etter lange posisjoner i futures slik at kontrakten er priset høyere enn spot. Motsatt for positiv RP. Hver serie har blitt undersøkt i hvert av de tre årene for å se om det er noen tydelig sammenheng. Man kan se tegn til at risikopremiene for alle kontraktene for det meste er negative fra uke 25 til uke 48. Det ser altså ut som at futures er konsekvent priset høyere enn spot på høsten. Det må likevel merkes at dataene for risikopremier er begrenset, med kun tre hele år. En videre analyse av dette forholdet burde gjøres på grunnlag av lengre dataserier.

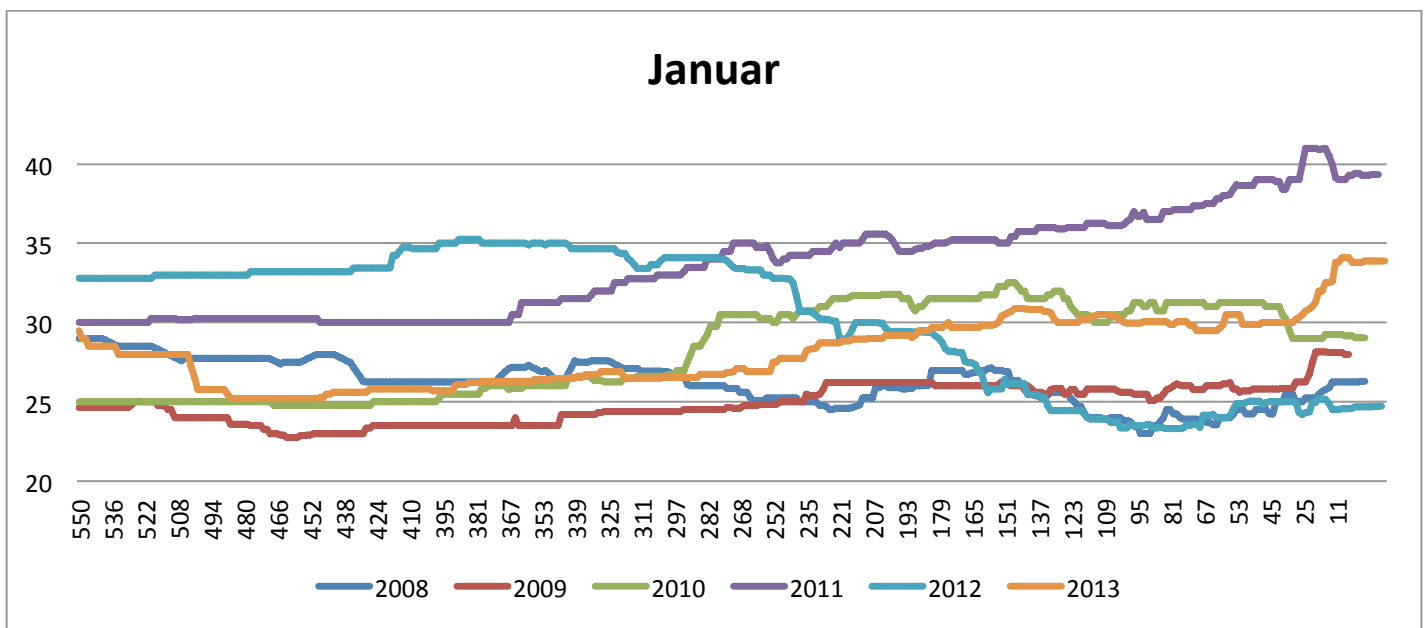
## 11.2 Sammenligning av pris på futures

Priser på futureskontrakter har i denne oppgaven blitt gjort om til sammenhengende tidsserier med nødvendige spleisepunkt mellom ulike kontrakter. I realiteten kan en kontrakt handles ganske lenge før den faktiske kontrakten starter å løpe. Man kan eksempelvis kjøpe en futureskontrakt for mars 2015 i dag, og ikke ha noe oppgjør før i april 2015. Dersom man gjør dette vil man gjerne ha en større usikkerhet når det gjelder hva som blir oppgjørspris for den aktuelle kontrakten i og med at kontraktens periode er såpass langt frem i tid.

Særlig ved inngåelse av lengre, konstruerte kontrakter – som kvartals- og årskontrakter, er de ønskelige sikringsperiodene bestemt i god tid. I dette avsnittet foretas en enkel analyse av prisbevegelsene til ulike kontrakter. Jeg ønsker å se på om det er noen fellesnevner som tilsier at ulike kontrakter er billigst eller dyrest på bestemte tidspunkt før kontrakten går ut.

### Månedskontrakter

For disse kontraktene har jeg sammenlignet prisene for hver kontrakt i årene 2008-2013. Jeg har videre begrenset tallene slik at jeg kun ser på utviklingen fra omtrent 1,5 år før kontrakten slutter.

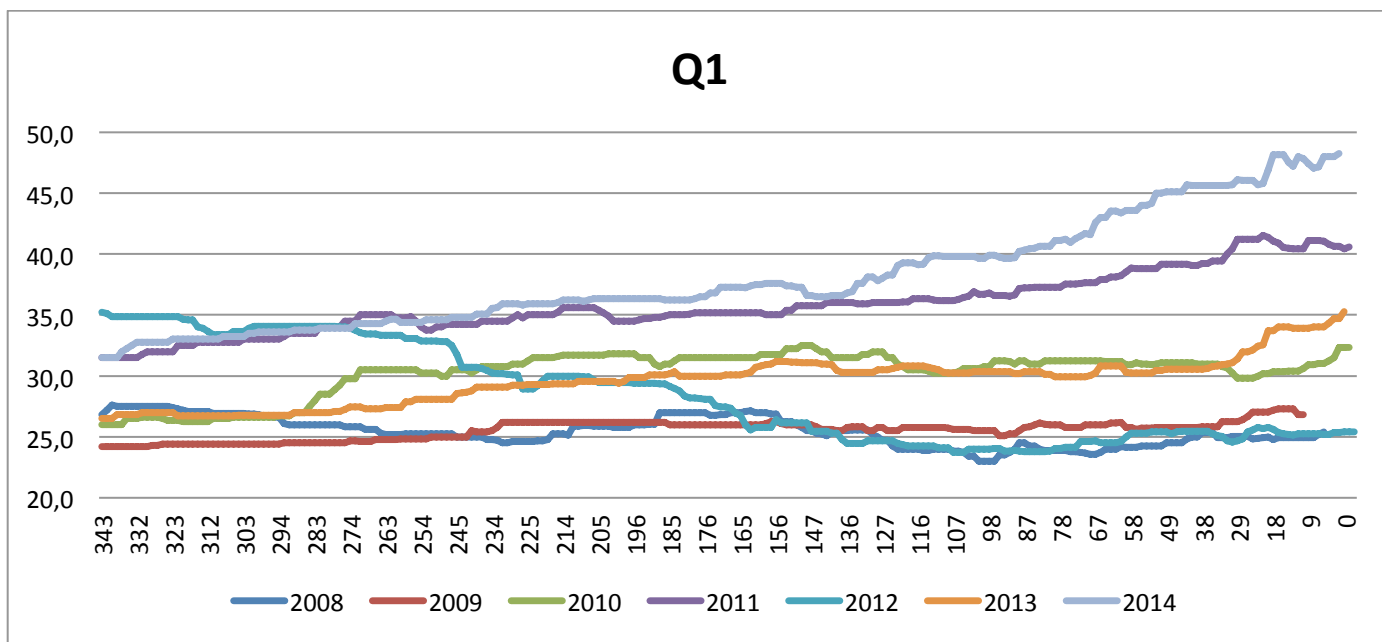


Figur 15: Januar-kontrakter

Grafen over viser et eksempel av sammenligningene som er gjort.<sup>5</sup> X-aksen gir antall dager før forfall, mens Y-aksen gir prisen på januarkontraktene jan08, jan09, jan10, jan11, jan12 og jan13 i løpet av disse dagene. Det er vanskelig å trekke noen sikker konklusjon fra både tallene over og grafene for resten av månedene. Det er variasjoner fra år til år, men for de fleste kontraktene har vi likevel at det skjer kraftige endringer 1-3 måneder før forfall. Den første måneden før forfall er enklest å forstå. Dette er måneden som kontrakten faktisk gjelder. Det ser ikke ut som det er noen veldig tydelig sammenheng som tilsier når det er best å kjøpe eller selge månedskontraktene – altså når de er billigst eller dyrest.

### Kvartalskontrakter

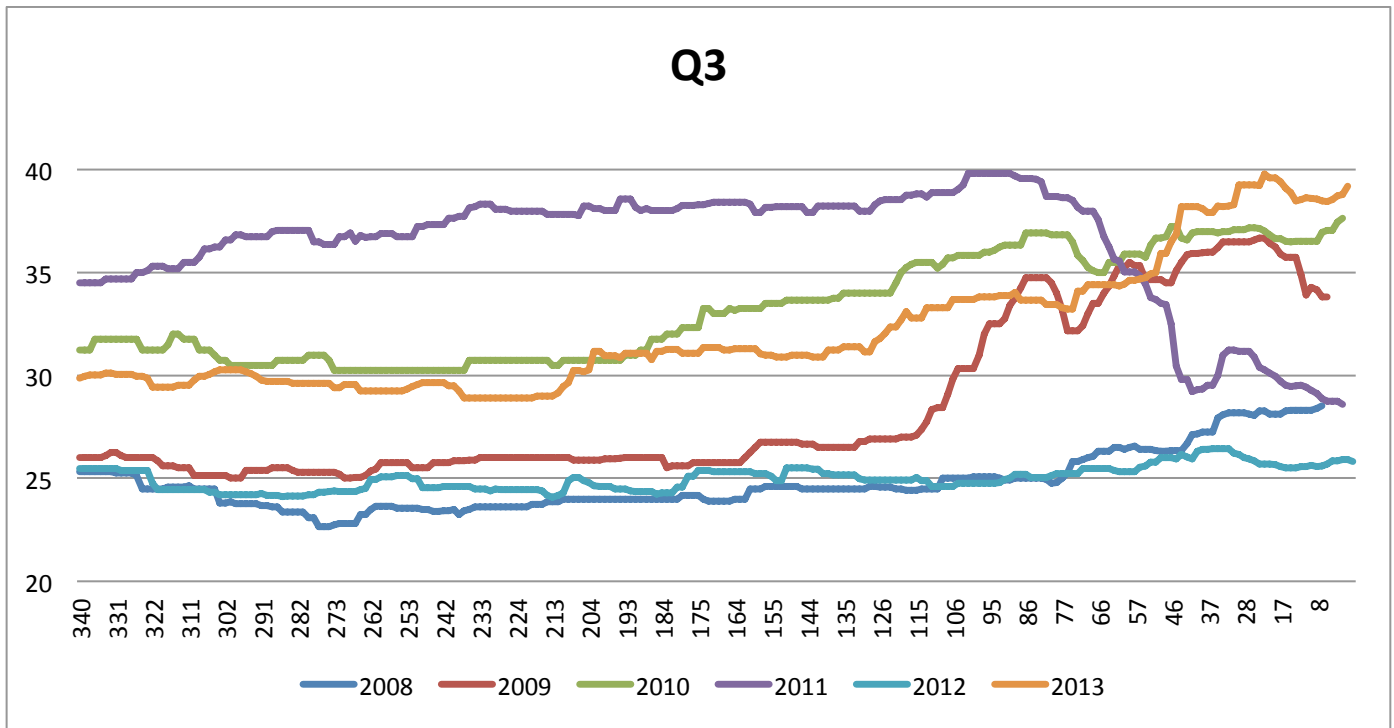
Konstruerte kvartalskontrakter har blitt sammenlignet for årene 2008-2014, med opptil 350 dager før kontraktens siste handledag. En kvartalskontrakt slutter å bli handlet når den første måneden i kvartalet slutter å handles. Når første måned er over er ikke kvartalet helt lengre. Dermed har vi som for månedskontraktene over at kvartalskontraktene handles ca. 30 dager inn i perioden.



Figur 16: Q1-kontrakter

<sup>5</sup> Sammenligning av de resterende månedene er utelatt fra oppgaven på grunn av plassbesparelse. Det ser ut til å være usikre sammenhenger også de andre månedene.

For både Q1- og Q2- kontraktene ser det ut som om prisen er nokså jevnt stigende eller noenlunde flat gjennom serien. Kontraktene ser ut til å være billigst minst én måned før. 2012 er det største unntaket for begge kontraktene.

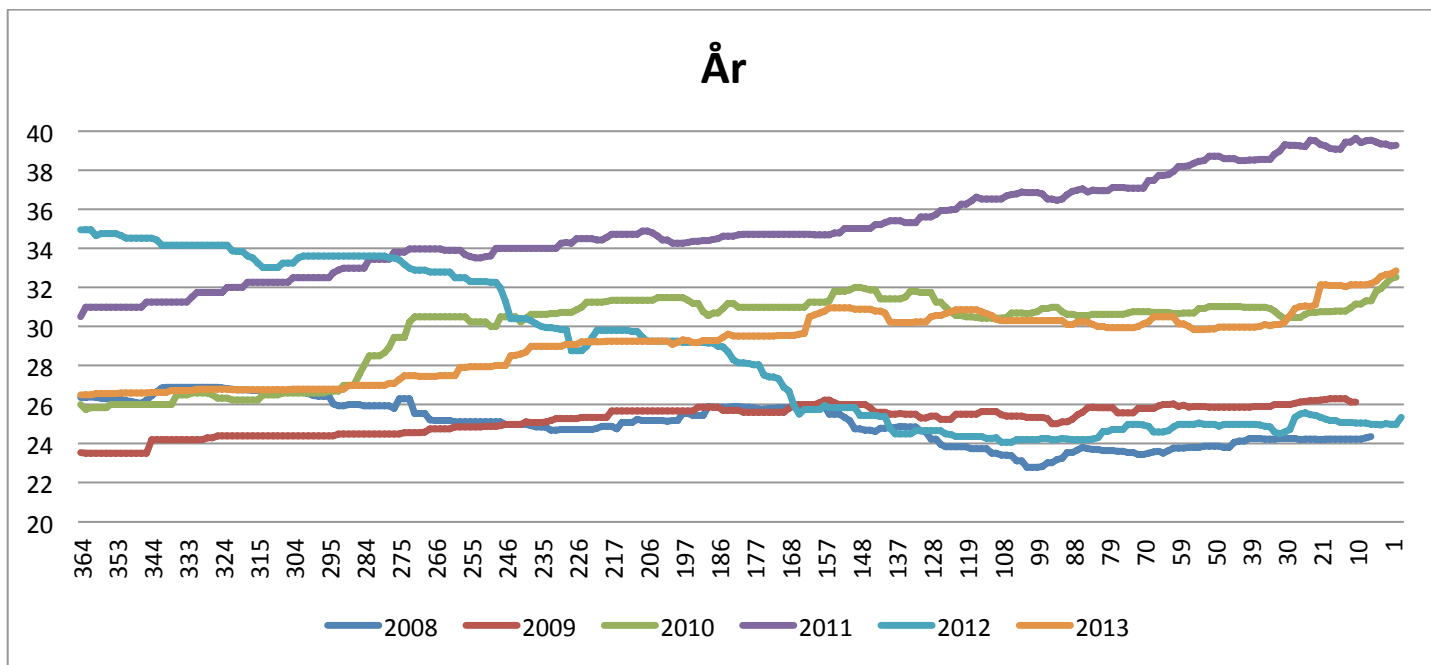


Figur 17: Q3-kontrakter

Når det gjelder både Q3 og Q4 er endringene en del større i månedene før forfall. 2011 er her det største avviket. Foruten denne ser det ut som om kvartalskontraktene for Q3 og Q4 er billigst minst to måneder før siste handelsdag for første månedskontrakt.

## Årskontrakter

Konstruerte årskontrakter sammenlignes for årene 2008-2013. På samme måte som med kvartalskontraktene vil 0 dager før forfall tilsi at kontrakten for den første måneden i året er gått ut.



Figur 18: Årskontrakter

Her er det veldig begrenset med tallmateriale. Man kan si at de fleste kontraktene ser ut til å ha en moderat prisvekst gjennom hele serien, men både 2008 og 2012 er unntak av dette.

## Oppsummering

Det blir vanskelig å si noe sikkert om når en aktør bør kjøpe eller selge de ulike kontraktene. Ut ifra de analysene som er gjort i dette avsnittet vil jeg si at man bør være tidligere ute som kjøper enn som selger av kontraktene.

## 12. Estimering av optimal hedgerate

Jeg vil her gå gjennom fremgangsmåte for beregning av optimal hedgerate i de ulike modellene. Først følger en mer generell beskrivelse av optimeringen. Man ønsker å finne et forhold mellom posisjonen i futures og spot der variansen til porteføljen er minst mulig. Samtidig sammenlignes gjennomsnittlig avkastning mellom de ulike modellene.

Forholdet mellom posisjonen i futures og spot kalles hedgeraten,  $h$ :

$$h = N_F/N_S$$

der  $N$  betegner volum i hhv futures og spot.

For å finne minimum varians vil jeg først utlede funksjonen for varians hos en hedger som er naturlig *short* i markedet og ønsker å selge kontrakter. Profitt eller tap,  $\pi$ , i porteføljen er ved tidspunkt  $t$  lik:

$$\pi_t = S_t N_S + (S_t - S_{t-1}) N_S - (F_t - F_{t-1}) N_F$$

Ved å sette formelen for  $N_F$  fra hedgeraten inn i funksjonen over, får man

$$\pi_t = S_{t-1} N_S + N_S (\Delta S - h \Delta F)$$

der  $\Delta S$  og  $\Delta F$  viser til endring i pris på hhv. spot og futures mellom  $t$  og  $t-1$ .

Ved tiden  $t-1$  vet aktøren prisen på spot  $S_{t-1}$  og størrelsen på posisjonen  $N_S$ . Usikkerheten ligger i endringen i prisene. For å minimere denne usikkerheten vil man minimere variansen til det usikre leddet  $(\Delta S - h \Delta F)$ . Variansen til en portefølje bestående av de to variablene  $\Delta S$  og  $\Delta F$ , med vektene 1 og  $h$  kan uttrykkes slik:

$$\sigma^2(\Delta S - h \Delta F) = \sigma_{\Delta S}^2 + h^2 \sigma_{\Delta F}^2 - 2h\rho\sigma_{\Delta S}\sigma_{\Delta F}$$

Ved å derivere mhp hedgeraten finner man minimum varians der

$$\frac{\partial \sigma^2(\Delta S - h \Delta F)}{\partial h} = 2h\sigma_{\Delta F}^2 - 2\rho\sigma_{\Delta S}\sigma_{\Delta F} = 0$$

som gir optimal hedgerate ift minimum varians

$$h^* = \rho \frac{\sigma_{\Delta S}}{\sigma_{\Delta F}} \text{ eller } h^* = \frac{\sigma_{\Delta S, \Delta F}}{\sigma_{\Delta F}^2}$$

Raten er altså avhengig av korrelasjonen mellom variablene og deres standardavvik. Denne raten måler systematisk variasjon i spotvariabelen mot futuresvariabelen.

### **OLS Regresjon**

I regresjonsmodellene får man optimal hedgerate fra koeffisienten til den eksogene variabelen. Denne tilsvarer raten mellom FPI og futures der residualene, og derfor usikkerheten, er minst mulig. Denne testes også med Excel sin Solver-funksjon der jeg minimerer variansen til porteføljen basert på en endring i hedgeraten. Dette gir samme verdi som koeffisientene i de ulike OLS-modellene.

### **VAR og VECM**

Ved å estimere residualene til modellen kan jeg finne minimum varians hedgerate der

$$h^* = \frac{\sigma_{S,F}}{\sigma_F^2}$$

der  $\sigma_{S,F} = \text{kovarians}(\varepsilon_{St}, \varepsilon_{Ft})$  og  $\sigma_F^2 = \sigma^2(\varepsilon_{Ft})$

### **MGARCH**

Med de multivariate GARCH-modellene får jeg estimerte verdier for betinget kovarians og varians gjennom tidsserien. Disse verdiene benyttes for å utlede tidsvarierende optimal hedgerate

$$h^* = \frac{\sigma_{S,F}}{\sigma_F^2}$$

der  $\sigma_{S,F}$  er betinget kovarians og  $\sigma_F^2$  er betinget varians for futures.

### 13. Måling av hedgingeffektivitet

For å sammenligne de ulike metodene har jeg benyttet ett mål for effektivitet. Målet jeg benytter er basert på Ederington (1979), som foreslo å beregne variansreduksjonen i hedget portefølje sammenlignet med ikke-hedget portefølje.

Hedgingeffektiviteten beregnes dermed på generell form slik:

$$\frac{\sigma_U^2 - \sigma_H^2}{\sigma_U^2}$$

Der  $U$ : ikke-hedget og  $H$ : hedget portefølje.

Ikke-hedget portefølje tilsvarer å ligge åpen i spot, mens hedget portefølje er en sammensetning av spot og futures. Hedgeratene i de ulike modellene avgjør andelen futures i forhold til spot i hver av hedgene.

Variansen til porteføljene kan uttrykkes slik:

$$\sigma_U^2 = \sigma_S^2$$

$$\sigma_H^2 = \sigma_S^2 + h^2 \sigma_F^2 - 2h \sigma_{S,F}$$

der  $\sigma_S^2$  og  $\sigma_F^2$  er variansen til spot og futures og  $\sigma_{S,F}$  er kovariansen mellom dem.

Når jeg sammenligner gjennomsnittlig avkastning basert på de ulike modellene vil jeg bruke følgende sammenhenger:

$$R_U = S_{t+1} - S_t$$

$$R_H = (S_{t+1} - S_t) - h^*(F_{t+1} - F_t)$$

Der  $R_U$  og  $R_H$  betegner avkastning til uhedget og hedget portefølje.



## 14. Modellenes resultater

I dette kapitlet vil beregningene og resultatene fra kapittel 9 presenteres og diskuteres.

### 14.1 Lineær regresjon (OLS)

Alle regresjoner er gjort med FPI og futures på logaritmisk endringsform. På bakgrunn av modellering med kontinuerlige tidsserier forutsettes det at aktøren ruller over kontraktene fra en periode til den neste. Før regresjon kjøres mellom FPI og Futures testes OLS-betingelser. Vi ønsker å unngå spuriøse estimater og tester derfor tidsseriene for heteroskedastisitet, ARCH-effekt, autokorrelasjon og normalfordeling i residualene.

	Måned	Kvartal	År
White's test, (H0: homoskedastisitet)	6,51**	96,67***	28,25***
ARCH effects (10 lags), (H0: ingen ARCH-effekter)	Alle lags***	Alle lags	Lag 6-10**
Breusch-Godfrey (10 lags), (H0: ingen autokorr)	Alle lags***	Alle >1***	Alle >1***
Skewness/Kurtosis test for Normality (samlet)	1,17	12,08	2,37

Figur 19: OLS-tester

Tabellen over gir resultatene av OLS-testene. Vi får altså problemer med både heteroskedastisitet og autokorrelasjon i residualene. Man skal derfor være kritisk til tolkningen av estimatene for regresjonsanalysene.

Videre ønsker jeg ikke å utelate konstanten da denne skal fange opp sammenhengen mellom variablene som residualene ikke forklarer samtidig som den sørger for at vi får residualer med forventning lik 0. Det er dermed en fare for å tilegne futures for mye forklaring på et forhold der man utelater mange potensielt signifikante variabler. Noen ganger kan vil man likevel forkaste konstantleddet når man kan tenke seg en logisk sammenheng der den avhengige variabelen alltid er lik 0 når den endogene variabelen er lik 0. Dette er ofte tilfellet i avkastningsserier siden en endring i en variabel viser til en endring fra ett tidspunkt til et annet – noe som oftest gir en endring alle variablene. Dette ses bort ifra siden vi har flere observasjoner der en variabel har ingen endring mens den andre har endring.

Ettersom vi får testresultater som tilsier heteroskedastisitet og autokorrelasjon har regresjonene også blitt gjort med Newey-West standardfeil. Det viste seg at autokorrelasjon fantes i veldig mange lags av residualene. Jeg har derfor valgt å se bort ifra standardfeilene og beholder estimatene fra ordinær regresjon.

### 14.1.1 Månedskontrakter

Source	SS	df	MS			
Model	.426051623	1	.426051623	Number of obs =	363	
Residual	.961305845	361	.002662897	F( 1, 361) =	160.00	
Total	1.38735747	362	.003832479	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.3071	
				Adj R-squared =	0.3052	
				Root MSE =	.0516	

LNrFPI	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LNrFutures1	.9149699	.0723357	12.65	0.000	.7727176	1.057222
_cons	-.0000947	.0027107	-0.03	0.972	-.0054254	.005236

Figur 20: Regresjon FPI og månedskontrakter

Figuren over viser resultatene av den lineære regresjonen mellom FPI og Futures1. Forklaringsgraden til systematisk risiko,  $R^2$ , er på 30,71%. Utelatelse av konstantleddet vil føre til en marginal endring av koeffisienten til futures og  $R^2$ . Koeffisienten til Futures har en verdi på 0,9150 og er signifikant på 1% nivå. Dette tilsier en optimal hedgerate der man selger futureskontrakter lik 91,5% av spotsposisjonen. F-testen viser at koeffisientene samlet er signifikant forskjellig fra 0. Vi får den lineære sammenhengen:

$$FPI = -0,0000947 + 0,9149699Futures(1)$$

### 14.1.2 Kvartalskontrakter

Source	SS	df	MS			
Model	.195632849	1	.195632849	Number of obs =	363	
Residual	1.19172462	361	.003301176	F( 1, 361) =	59.26	
Total	1.38735747	362	.003832479	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.1410	
				Adj R-squared =	0.1386	
				Root MSE =	.05746	

LNrFPI	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LNrFutures3	.9155893	.1189362	7.70	0.000	.6816944	1.149484
_cons	-.0004688	.0030243	-0.16	0.877	-.0064162	.0054787

*Figur 21: Regresjon FPI og kvartalskontrakter*

Når det gjelder kvartalskontraktene får vi en forklaringsgrad  $R^2$  på 14,10%. Samlet er koeffisientene signifikant forskjellig fra 0, men en t-test viser at konstantleddet ikke er signifikant forskjellig fra 0. Koeffisienten og optimal hedgerate har en verdi på 0,9156 og er signifikant på 1% nivå. Vi får den lineære sammenhengen:

$$FPI = -0,0004688 + 0,9155893Futures(3)$$

### 14.1.3 Årskontrakter

Source	SS	df	MS			
Model	.165237687	1	.165237687	Number of obs =	363	
Residual	1.22211978	361	.003385373	F( 1, 361) =	48.81	
Total	1.38735747	362	.003832479	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.1191	
				Adj R-squared =	0.1167	
				Root MSE =	.05818	

LNrFPI	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LNrFutures12	1.7197	.2461509	6.99	0.000	1.23563	2.20377
_cons	-.0013986	.003078	-0.45	0.650	-.0074517	.0046544

*Figur 22: Regresjon FPI og årskontrakter*

Med årskontrakter får vi en koeffisient til futures og derfor optimal hedgerate lik 1,7197 som er signifikant på 1% nivå. For de årlige kontraktene har man altså en optimal hedgerate der man selger 171,97% av spotposisjonen i futureskontrakter. T-testen viser at konstantleddet ikke er signifikant, men F-testen viser en samlet signifikans på 1% nivå. Vi får den lineære sammenhengen:

$$FPI = -0,0013986 + 1,7197Futures(12)$$

## 14.2 Vector Autoregressive model (VAR)

Tester av tidsseriene har vist at det er tegn til autokorrelasjon. Dette er et problem når man benytter en vanlig OLS regresjon. I VAR har jeg først funnet optimalt antall lags for hver modell ved hjelp av SBIC. Deretter testes modellene for autokorrelasjon og normalfordeling i residualene.

### 14.2.1 Månedskontrakter

D_FPI	Koeffisient	D_Futures1	Koeffisient
$\alpha_S$	0,0011 (0,0030)	$\alpha_F$	0,0014 (0,0019)
$\beta_{S1}$	-0,2022*** (0,0674)	$\beta_{F1}$	0,2242*** (0,0416)
$\beta_{S2}$	-0,4602*** (0,0729)	$\beta_{F2}$	0,1258*** (0,0450)
$\beta_{S3}$	-0,1348* (0,0718)	$\beta_{F3}$	0,1726*** (0,0443)
$\beta_{S4}$	-0,2003*** (0,0689)	$\beta_{F4}$	0,0725* (0,0425)
$\gamma_{S1}$	0,5984*** (0,1098)	$\gamma_{F1}$	-0,0448 (0,0678)
$\gamma_{S2}$	0,1681 (0,1116)	$\gamma_{F2}$	-0,2511*** (0,0688)
$\gamma_{S3}$	0,2194** (0,1089)	$\gamma_{F3}$	-0,1824*** (0,0672)
$\gamma_{S4}$	0,0918 (0,1007)	$\gamma_{F4}$	-0,0373 (0,0621)
$R^2$	0,1428***	$R^2$	0,1242***

En VAR modell med fire lags gir koeffisientene som er gitt over. Ligningen for FPI på endringsform angir at det er en signifikant påvirkning fra egne tidligere verdier for alle lags. Koeffisientene for futures sin påvirkning er også signifikante for lag 1 og lag 3. På andre siden har vi ligningen for futures. Futures er også påvirket av FPI sine lags, samtidig som

den avhenger av egne tidligere verdier. Sistnevnte gjelder lag 2 og 3 på 1% signifikansnivå. Autokorrelasjon i alle lags 1-40 ser til å være borte<sup>6</sup>. Videre har modellen beregnet betinget varians og kovarians som gir optimal hedgerate:

$\sigma(\varepsilon_S \varepsilon_F)$	0,001325
$\sigma^2(\varepsilon_F)$	0,00124
$h^*$	<b>1,0645</b>

---

<sup>6</sup> Se vedlegg for plotter og test av autokorrelasjon

### 14.2.2 Kvartalskontrakter

D_FPI	Koeffisient	D_Futures3	Koeffisient
$\alpha_S$	0,0011 (0,0031)	$\alpha_F$	0,0014 (0,0013)
$\beta_{S1}$	-0,0261 (0,0546)	$\beta_{F1}$	0,0038 (0,0224)
$\beta_{S2}$	-0,2779*** (0,0544)	$\beta_{F2}$	0,0158 (0,0223)
$\gamma_{S1}$	0,2879** (0,1380)	$\gamma_{F1}$	0,2962*** (0,0566)
$\gamma_{S2}$	0,0868 (0,1375)	$\gamma_{F2}$	-0,0215 (0,0564)
$R^2$	0,0787***	$R^2$	0,0901***

For kvartalskontraktene ser vi at laggede verdier for FPI er signifikante for FPI på nivå 2, men ikke for futures. Laggede verdier av futures er derimot signifikante for både futures og FPI i lag 1. Hypotesen om ingen autokorrelasjon kan ikke forkastes for lags 1-40 på 1% nivå, på lik linje som med månedskontraktene. Vi får optimal hedgerate:

$\sigma(\varepsilon_S \varepsilon_F)$	0,00056
$\sigma^2(\varepsilon_F)$	$5,89 \cdot 10^{-4}$
$h^*$	<b>0,9508</b>

### 14.2.3 Årskontrakter

D_FPI	Koeffisient	D_Futures12	Koeffisient
$\alpha_S$	0,0008 (0,0031)	$\alpha_F$	0,0009 (0,0006)
$\beta_{S1}$	-0,0390 (0,0535)	$\beta_{F1}$	-0,0132 (0,0103)
$\beta_{S2}$	-0,2409*** (0,0534)	$\beta_{F2}$	0,0002 (0,0103)
$\gamma_{S1}$	1,0017*** (0,2880)	$\gamma_{F1}$	0,4479*** (0,0556)
$\gamma_{S2}$	-0,3789 (0,2895)	$\gamma_{F2}$	-0,0380 (0,0559)
$R^2$	0,0941***	$R^2$	0,1725***

Her får vi samme resultatene for testing av signifikansnivå på koeffisientene som med kvartalskontraktene. Vi har signifikans på 1% nivå for  $\beta_{S2}$ ,  $\gamma_{S1}$  og  $\gamma_{F1}$ . Som i de andre VAR modellene over ser det ut som nullhypotesen om ingen autokorrelasjon ikke kan forkastes.

Optimal hedgerate:

$\sigma(\varepsilon_S \varepsilon_F)$	0,000219
$\sigma^2(\varepsilon_F)$	$1,28 \cdot 10^{-4}$
$h^*$	<b>1,7066</b>

### 14.2.4 Oppsummering VAR

Det ser ut til at alle modellene stort sett har estimert signifikante koeffisienter. I tillegg er autokorrelasjon i lags helt borte i alle modellene på 1% og 5% signifikansnivå.



### 14.3 Vector Error Correction Model (VECM)

Tester av enhetsrot i dataseriene viser at FPI og alle futureskontraktene er ikke-stasjonære på nivåer. Ved å teste avkastningstallene får vi stasjonære serier.

Variabel	ADF
<b>Nivåer</b>	
FPI	-2,118
Futures(1)	-1,830
Futures(3)	-0,845
Futures(12)	1,194
<b>Avkastning</b>	
FPI	-13,088***
Futures(1)	-14,208***
Futures(3)	-11,298***
Futures(12)	-10,674***

*Figur 23: Augmented Dickey-Fuller test*

Tabellen over viser at man kan forkaste nullhypotesen om ikke-stasjonærhet iht en Augmented Dickey-Fuller test på inntil 1% signifikansnivå for variablene på endringsform.

Jeg har derfor brukt VECM på de bivariate sammenhengene mellom FPI og futures, der alle viste til kointegrasjon av rang 1,  $I(1)$ . Modellen gir ligningene (1) og (2) fra avsnitt 8.5 for hhv. FPI og futures. Antall lags er bestemt ved hjelp av SBIC. Resultatene skal nå gjennomgås i de neste avsnittene.

### 14.3.1 Månedskontrakter

D_FPI	Koeffisient	D_Futures1	Koeffisient
$\lambda$	-0,4539*** (0,1109)	$\lambda$	0,2190*** (0,0685)
$\alpha$	0,0008 (0,0030)	$\alpha$	0,0016 (0,0019)
$\beta_{S1}$	0,1599 (0,1031)	$\beta$	0,0538 (0,0636)
$\beta_{S2}$	-0,1446* (0,0833)	$\beta$	-0,0146 (0,0514)
$\beta_{S3}$	0,0685 (0,0730)	$\beta$	0,0840* (0,0451)
$\gamma_{S1}$	0,2744** (0,1212)	$\gamma$	0,1023 (0,0748)
$\gamma_{S2}$	-0,0682 (0,1104)	$\gamma$	-0,1491** (0,0682)
$\gamma_{S3}$	0,0667 (0,0988)	$\gamma$	-0,1265** (0,0610)
$R^2$	0,1623***	$R^2$	0,1429***

I modellen for månedskontrakter får vi en negativ *speed of adjustment parameter*,  $\lambda$ . Denne er signifikant på 1% nivå og tilsier at man har en langsiktig justering mot likevekt av Futures1 mot FPI. Vi har altså det som kalles langsiktig kausalitet som går fra Futures1 til FPI. Den samme parameteren i ligningen for Futures1 er positiv og signifikant på 1% nivå som tilsier samme langsiktige kausalitet. I ligningen til FPI har vi også tegn til kortsiktig kausalitet da vi har en signifikant  $\gamma$ . En lagget verdi av FPI er signifikant på 10% nivå for ligningen til FPI, med  $\beta_{S2}$  på -0,1446. Jeg har videre testet om koeffisientene til de eksogene variablene er samlet signifikant forskjellig fra 0. Nullhypotesen kunne forkastes for begge ligninger.

Det er videre nødvendig å teste om man får fjernet autokorrelasjon i residualene og om residualene er normalfordelt for å unngå spuriøse estimater. For dette har jeg brukt en Q-test og en Jarque-Bera test.<sup>7</sup> Autokorrelasjon ser ut til å være borte, men man kan forkaste nullhypotesen om normalfordeling for begge ligningene samlet sett, selv om residualene i FPI ser ut til å ha en tilnærmet normalfordeling.

Optimal hedgerate for modellen finnes ved å dividere kovariansen til residualene på variansen i residualene til futures-ligningen:

$\sigma(\varepsilon_S \varepsilon_F)$	0,00137
$\sigma^2(\varepsilon_F)$	0,00122
<b><math>h^*</math></b>	<b>1,1220</b>

*Optimal hedgerate Futures1*

<sup>7</sup> Se vedlegg for plotter og test av autokorrelasjon

### 14.3.2 Kvartalskontrakter

D_FPI	Koeffisient	D_Futures3	Koeffisient
$\lambda$	-0,1519*** (0,0393)	$\lambda$	0,0317* (0,0164)
$\alpha$	0,0003 (0,0031)	$\alpha$	0,0015 (0,0013)
$\beta$	0,0495 (0,0574)	$\beta$	-0,0120 (0,0239)
$\beta$	-0,2043*** (0,0570)	$\beta$	0,0004 (0,0237)
$\gamma$	0,2504* (0,1367)	$\gamma$	0,3040*** (0,0569)
$\gamma$	0,0372 (0,1364)	$\gamma$	-0,0111 (0,0568)
$R^2$	0,1163***	$R^2$	0,1047***

For kvartalskontraktene ser man også at vi har en langsiktig kausalitet som går fra Futures3 til FPI. Kortsiktig kausalitet ser også ut til å være tilstede for ligningen til Futures3. Test for signifikante koeffisienter samlet tilsier at alle er forskjellig fra 0. Hypotesen om ingen autokorrelasjon kan ikke forkastes, men vi ser også her at residualene ikke er normalfordelte.

$\sigma(\varepsilon_S \varepsilon_F)$	0,00059
$\sigma^2(\varepsilon_F)$	$5,83 \cdot 10^{-4}$
$h^*$	<b>1,0106</b>

*Optimal hedgerate Futures3*

### 14.3.3 Årskontrakter

D_FPI	Koeffisient	D_Futures12	Koeffisient
$\lambda$	-0,0986*** (0,0281)	$\lambda$	0,1873***
$\alpha$	0,0000 (0,0031)	$\alpha$	0,0045 (0,0055)
$\beta$	0,00673 (0,0546)	$\beta$	-0,0153 (0,0107)
$\beta$	-0,1959*** (0,0545)	$\beta$	-0,0018 (0,0107)
$\gamma$	1,0309*** (0,2856)	$\gamma$	0,4466*** (0,0560)
$\gamma$	-0,3234 (0,2875)	$\gamma$	-0,0405 (0,0564)
$R^2$	0,1250***	$R^2$	0,1873***

For årskontraktene finner vi samme langsiktige forhold som for de kvartalskontraktene. Her er  $\lambda$  signifikant på 1% nivå for FPI og Futures. Test for signifikante koeffisienter samlet tilsier at alle er forskjellig fra 0. Tester også for autokorrelasjon og normalfordeling i residualene og finner at vi får fjernet autokorrelasjon, men residualene er ikke normalfordelte.

$\sigma(\varepsilon_S \varepsilon_F)$	0,00022
$\sigma^2(\varepsilon_F)$	$1,28 \cdot 10^{-4}$
$h^*$	<b>1,7488</b>

*Optimal hedgerate Futures12*

#### **14.3.4 Oppsummering VECM**

Informasjonskriteriet SBIC tilsier at modellene over skal alle ha 2 lags. Dette ble først testet, men alle modellen viste seg å inneha autokorrelasjon i flere lags. Dermed ble modeller testet med flere lags i henhold til Stata sine øvrige informasjonskriteria. Modellene ble derfor passet til 4, 3 og 3 lags og fikk bedre resultater i autokorrelasjonstestene. En ulempe med flere lags viser seg likevel å være at vi får flere koeffisienter – deriblant ikke signifikante. VECM er gjerne ikke optimal, så vi tester med MGARCH i neste avsnitt.

## 14.4 Multivariat GARCH

Jeg vil nå bruke en MGARCH-modell for å estimere betinget varians og kovarians og videre optimal tidsvarierende hedgerate. Tre modeller vil bli brukt; en for hver kontraktstype. En slik modell vil være passende når den vanlige lineære sammenhengen mellom FPI og futures innehar to egenskaper:

- Volatiliteten til residualene opptrer i klynger, og
- Residualene innehar ARCH-effekt

Modellene gav den lineære sammenhengen mellom FPI og futures, samt koeffisientene til ligningen for betinget varians. Videre kunne jeg estimere verdiene til betinget varians og kovarians og tidsvarierende hedgerate.

### 14.4.1 Månedskontrakter (DVECH)

Koeffisient	Verdi
$c_{S,S}$	0,0009151** (0,0003878)
$c_{S,F}$	0,0001689 (0,000541)
$c_{F,F}$	0,0014033*** (0,000541)
$\alpha_{S,S}$	0,1539636*** (0,0529956)
$\alpha_{S,F}$	0,0231641 (0,0201947)
$\alpha_{F,F}$	0,03137 (0,0267275)
$\beta_{S,S}$	0,6262358*** (0,113499)
$\beta_{S,F}$	0,8532305*** (0,1239909)
$\beta_{F,F}$	-0,0434051 (0,3766964)

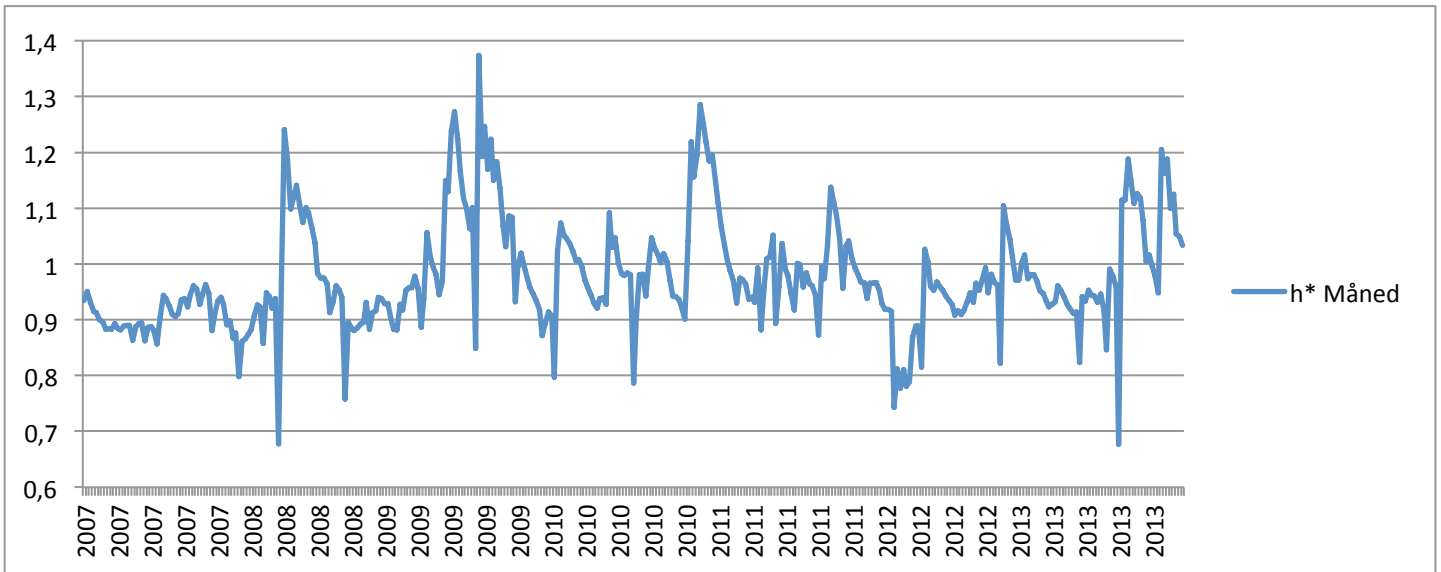
De fleste koeffisientene er signifikante på 1% nivå. Videre testes residualene for normalfordeling med en Shapiro-Wilk test (Shapiro, S. S.; Wilk, M. B., 1965).

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Residualer	363	0.99545	1.150	0.330	0.37053

Testobservatoren tilsier at nullhypotesen om normalfordeling ikke kan forkastes.





Figur 24: Tidsvarierende hedgerate månedskontrakter

Tabellen over viser den tidsvarierende hedgeraten gjennom tidsserien. Den ser ut til å være noenlunde stabil med en variasjon på 10-20% i noen perioder. Dette gjelder eksempelvis 2007 til og med starten av 2008. Gjennomsnittlig optimal rate gjennom hele serien er  $h^* = 97,57\%$ .

### 14.4.2 Kvartalskontrakter (DCC)

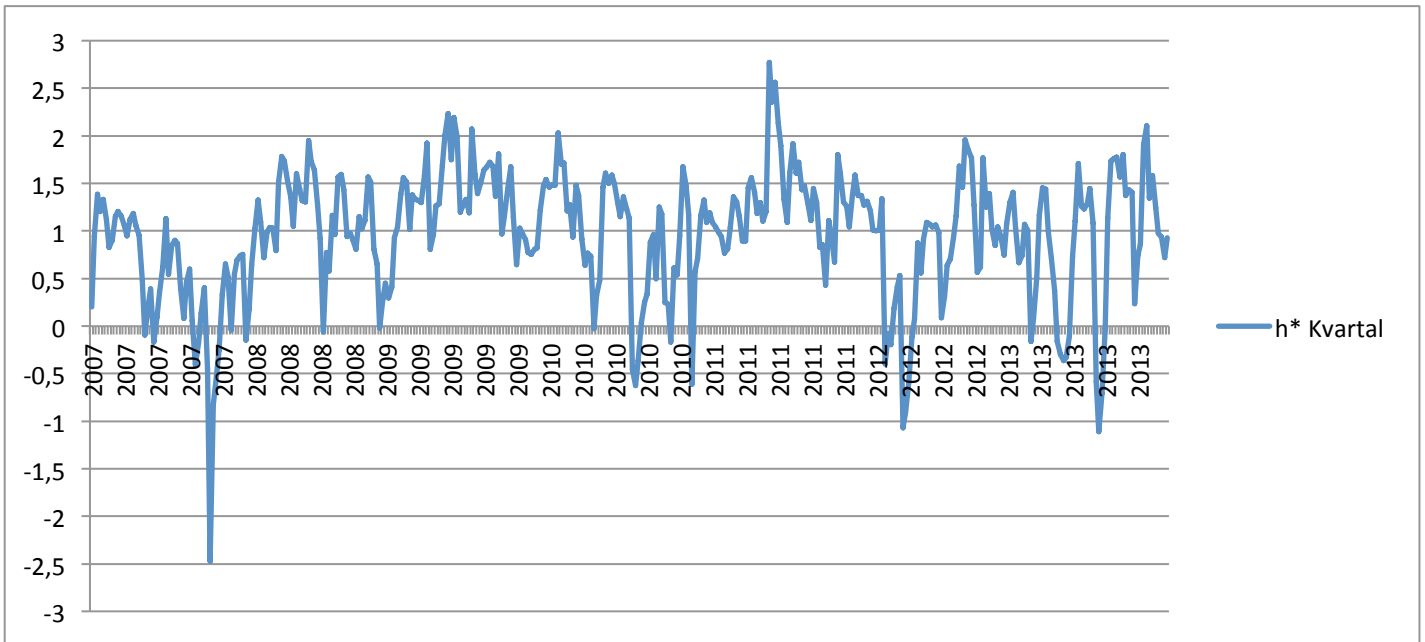
Koeffisient	Verdi
$c_S$	0,0010 (0,0007)
$\alpha_S$	0,1106* (0,0575)
$\beta_S$	0,6367*** (0,2067)
$c_F$	0,0005*** (0,0000)
$\alpha_F$	0,2634** (0,1043)
$\beta_F$	-0,0549 (0,0285)
$\rho$	0,2338** (0,0911)

ARCH- og GARCH-ledd er begge signifikante for FPI sin betingede varians og korrelasjon på 10% og 1% nivå. I ligningen for futures ser vi at koeffisienten til feilleddenes kvadrat er signifikant mens lagget verdi av betinget varians ikke er det. Videre testes normalfordeling i residualene:

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Residualer	363	0.99545	1.150	0.330	0.37053

Det ser ut til at vi kan ha tilnærmet normalfordelte residualer i denne modellen.



Figur 25: Tidsvarierende hedgerate kvartalskontrakter

Den tidsvarierende hedgeraten ligger for det meste mellom 0 og 2 gjennom serien, men har noen mer ekstreme avvik på -2,47 og 2,77.

### 14.4.3 Årskontrakter (DCC)

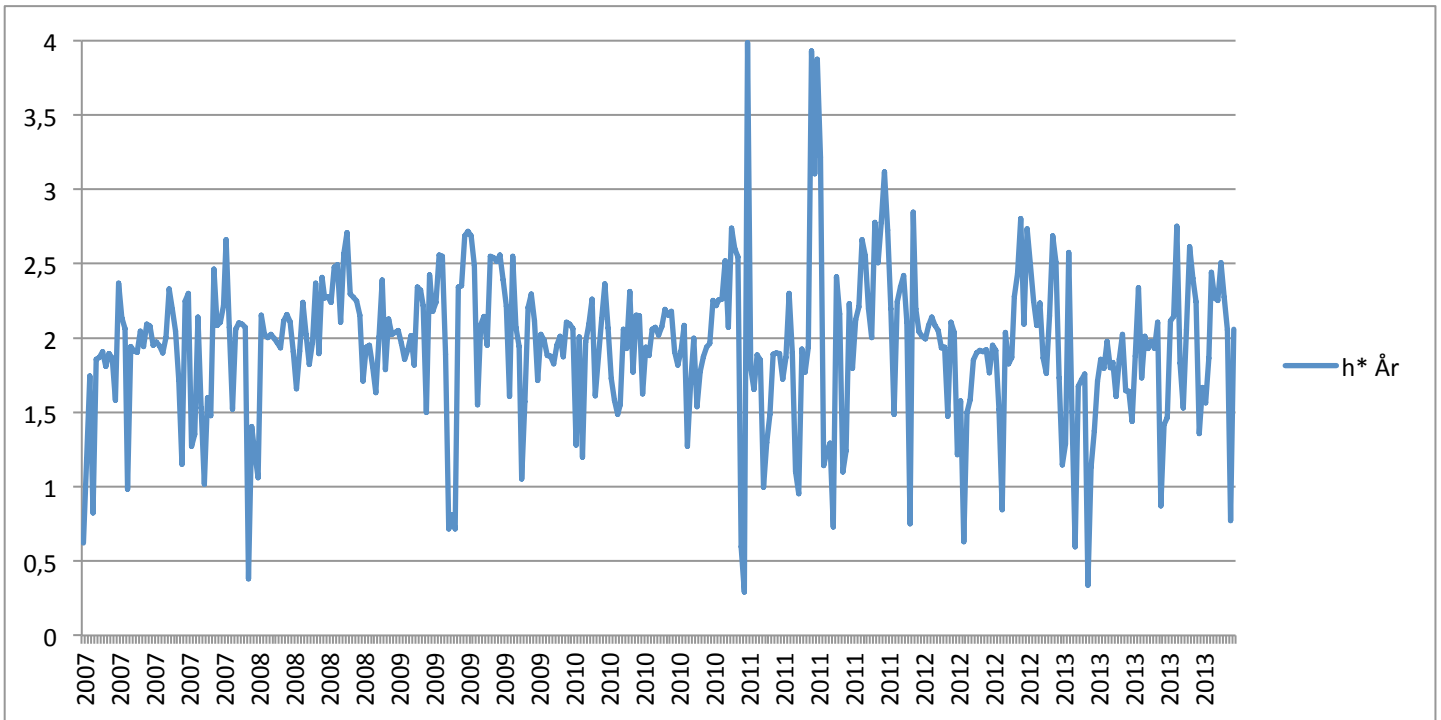
Koeffisient	Verdi
$c_S$	0,0007 (0,0005)
$\alpha_S$	0,0890* (0,0459)
$\beta_S$	0,7379*** (0,1386)
$c_F$	0,0001*** (0,0000)
$\alpha_F$	0,4551*** (0,1101)
$\beta_F$	-0,0327*** (0,01134)
$\rho$	0,3775*** (0,0533)

Sammenhengen mellom FPI og årlige futures med en DCC modell gir koeffisienter som nesten alle er signifikante på 1% nivå. En normalfordelingstest gir:

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Residualer	363	0.99545	1.150	0.330	0.37053

Shapiro-Wilk W test for normalfordeling i residualene gir at nullhypotesen om normalfordeling ikke kan forkastes.

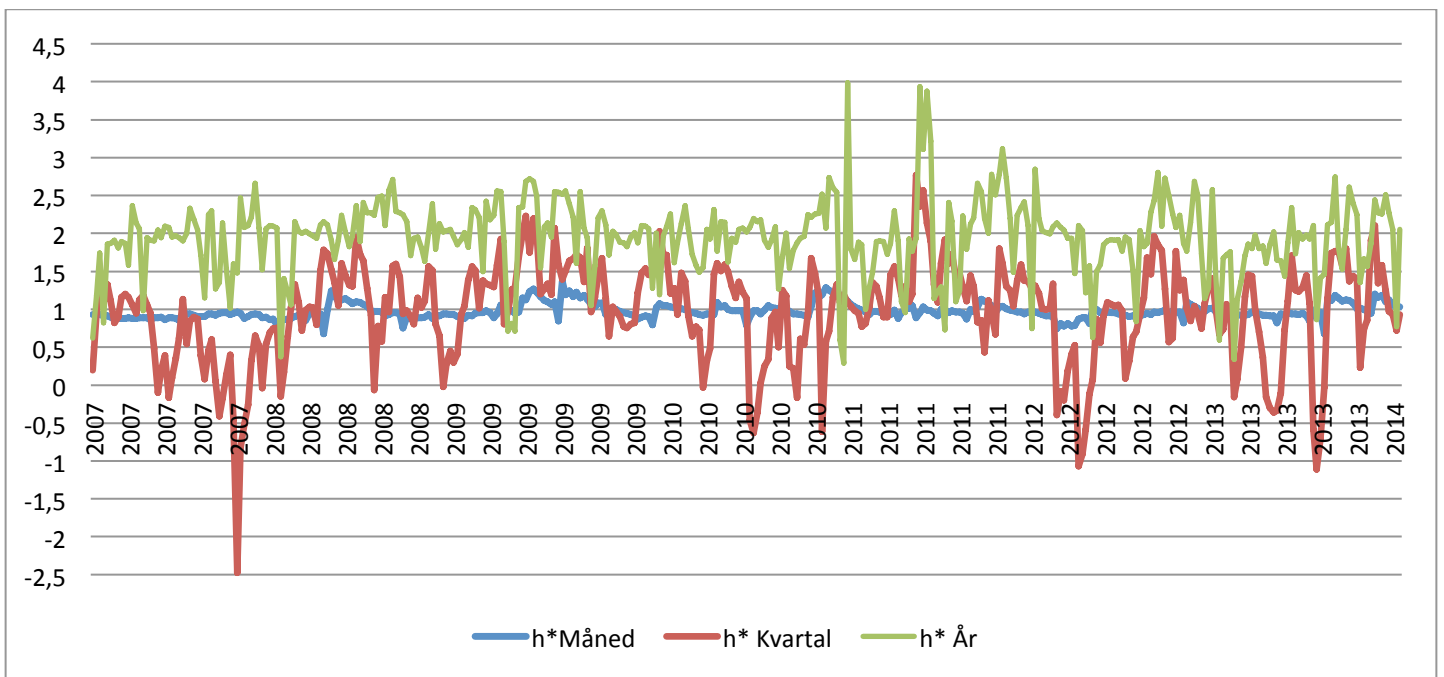


*Figur 26: Tidsvarierende hedgerate årskontrakter*

Vi får en varierende hedgerate med relativt store endringer uke til uke. Den er helt nede i 0,29 i starten av 2011 og oppe i 3,9 flere ganger. Raten holder seg noenlunde stabil i noen ganske korte perioder, men er aldri innenfor en +/- 1,0 i endring i løpet av et års periode.

#### 14.4.4 Oppsummering MGARCH

Alle de tre modellene kan vise til tilfredsstillende sett med koeffisienter. Residualene ser også ut til å være normalfordelte. Problemet med skjøteledd i tidsseriene ser man mer tydelig i disse modellene. Vi får flere ganger store endringer i optimal hedgerate mellom ukene som skiller to kontrakter. Det å følge en varierende hedge uke for uke kan være svært kostbart med tanke på utvikling av strategi, analyser og transaksjonsgebyr. Da kan det være bedre å redusere antall rebalanseringer av porteføljen og man kan heller holde en konstant rate over et sett av flere uker om gangen. Å estimere optimale hedgerater og optimalt antall rebalanseringer i løpet av gitte perioder med hensyn på alle mulige kostnader og alternativkostnader vil falle utenfor denne oppgaven.



Figur 27: Optimale tidsvarierende hedgerater for alle kontraktslengdene

Grafen over viser alle hedgeratene sammen. Her ser man de tydelige forskjellene det er i ukentlige endringer av raten.

## 15. Sammenligning av resultater

Jeg har gjennom oppgaven brukt fem forskjellige modeller som med hver sine forutsetninger og betingelser forsøker å beskrive forholdet mellom spot og futures best mulig. Ettersom det vil være svært vanskelig å implementere alle faktorer som bestemmer relasjonene mellom prisene vil alle modellene ha styrker og svakheter. Noen modeller er enklere enn andre og noen modeller kan være ganske kompliserte. Denne sammenhengen går ofte hånd i hånd med antall elementer som tas hensyn til i modelleringen. Likevel er det ikke nødvendigvis slik at en komplisert modell med mange forklaringsvariabler og -koeffisienter er best.

I dette kapittelet sammenligner jeg resultatene fra alle modellene. Estimatene for optimal hedgerate blir testet på hele datasettet som er grunnlaget for modellene, samt tre like lange underperioder. Underperiodene er i kronologisk rekkefølge slik at periode 1 angir første tredjedel av datasettet og periode 3 angir siste tredjedel. Det blir viktig å sammenligne flere perioder for å se om modellene er konsistente og representative estimatorer for datasettene.

Det er ønskelig for en hedger å oppnå størst mulig reduksjon i prisrisiko. Dette kriteriet sammenlignes på tvers av modellene som hedgingeffektivitet (HE), som beskrevet i kapittel 12.  $R^2$  skal være lik HE i regresjonsanalysene. Enhver hedger bør også være oppmerksom på gjennomsnittsavkastning for strategien som velges. Selv om en strategi gir høy risikoreduksjon kan det hende at det går på bekostning av avkastningen til porteføljen. Derfor vil både HE og gjennomsnittlig avkastning betraktes når modellene sammenlignes.

Kontrakt	$h^*$				
	Naïv	OLS	VAR	VECM	MGARCH
Måned	1	0,9150	1,0645	1,1220	Variierende
Kvartal	1	0,9156	0,9508	1,0106	Variierende
År	1	1,7197	1,7066	1,7488	Variierende

Figur 28: Modellenes optimale hedgerater

Figur 22 viser optimale hedgerater som har blitt utledet. For både måneds- og kvartalskontrakter ser det ut til at  $h^*$  er nær 1, som i en naïv hedge. Ratene tilsier altså at

størrelsen på futuresposisjonen bør være nokså lik størrelsen på spotposisjonen. Kontraktene med lengde på 12 måneder får derimot estimerte hedgerater rundt 1,7. Det vil si at porteføljen bør vektes markant mot futures.

Kontrakt	HE				
	Naïv	OLS	VAR	VECM	MGARCH
<b>Måned</b>					
<b>Hele perioden</b>	<b>30,44%</b>	<b>30,71%</b>	<b>29,89%</b>	<b>29,14%</b>	<b>32,31%</b>
1. Periode	26,27%	26,65%	25,65%	24,87%	5,19%
2. Periode	38,40%	38,15%	38,22%	37,78%	13,08%
3. Periode	25,95%	26,64%	25,07%	24,02%	14,01%
<b>Kvartal</b>					
<b>Hele perioden</b>	<b>13,98%</b>	<b>14,10%</b>	<b>14,08%</b>	<b>13,95%</b>	<b>3,89%</b>
1. Periode	5,70%	6,43%	6,16%	5,60%	-2,79%
2. Periode	30,45%	29,19%	29,74%	30,59%	2,64%
3. Periode	5,73%	6,63%	6,28%	5,60%	3,89%
<b>År</b>					
<b>Hele perioden</b>	<b>9,82%</b>	<b>11,91%</b>	<b>11,91%</b>	<b>11,91%</b>	<b>14,34%</b>
1. Periode	10,60%	13,99%	13,96%	14,05%	3,97%
2. Periode	9,40%	9,76%	9,80%	9,67%	5,47%
3. Periode	9,00%	12,00%	11,97%	12,06%	4,91%

Figur 29: Modellenes hedgingeffektivitet

Høyest HE fremkommer oftest av OLS og VECM. OLS viser til mest konsistens på tvers av periodene. Forskjellene er likevel små blant de statiske modellene. Den som skiller seg mest ut er MGARCH som presterer dårligst i 10 av 12 perioder. I ett tilfelle har vi en negativ risikoreduksjon – altså at en hedge vil gi økt risiko. Det er gjerne ikke så overraskende at MGARCH ikke gir gode estimater for kvartalskontraktene. Modellen ble gjort for å sammenligne med resten av kontraktene, selv om det ikke var gode tegn til ARCH-effekt. De multivariate GARCH-modellene scorer bra på hele datasettet til måneds- og årskontraktene. Her har estimatene for betinget varians og kovarians gitt hedgerater som tilpasser seg bra uke til uke. Estimaten fungerer likevel ikke bra i de kortere underperiodene.



Selv om noen modeller er bedre enn andre har vi at alle gir reduksjon av risiko. Månedskontraktene ser ut til å gi mest risikoreduksjon og er oppe i 20-31% HE for de statistiske hedgeratene.

Kontrakt	Gj.sn. avk.				
	Naïv	OLS	VAR	VECM	MGARCH
<b>Måned</b>					
<b>Hele perioden</b>	-0,0223%	-0,0095%	-0,0321%	-0,0408%	-0,0197%
1. Periode	-0,0247%	-0,0043%	-0,0402%	-0,0539%	-0,0382%
2. Periode	-0,0002%	-0,0298%	0,0222%	0,0423%	0,0338%
3. Periode	0,0231%	0,0756%	-0,0167%	-0,0522%	0,0010%
<b>Kvartal</b>					
<b>Hele perioden</b>	-0,0631%	-0,0469%	-0,0536%	-0,0651%	-0,0423%
1. Periode	-0,0877%	-0,0621%	-0,0728%	-0,0909%	-0,1835%
2. Periode	-0,0852%	-0,1074%	-0,0982%	-0,0824%	0,0309%
3. Periode	0,0961%	0,1421%	0,1229%	0,0904%	0,1019%
<b>År</b>					
<b>Hele perioden</b>	-0,0274%	-0,1399%	-0,1378%	-0,1444%	-0,1740%
1. Periode	0,0964%	0,0110%	0,0126%	0,0076%	0,0602%
2. Periode	-0,1787%	-0,0565%	-0,0587%	-0,0515%	-0,1625%
3. Periode	0,1204%	-0,2539%	-0,2471%	-0,2690%	-0,3126%

Figur 30: Modellenes gjennomsnittlige logaritmiske avkastning

Regresjonsanalysene (OLS) gir høyest gjennomsnittlig avkastning i de fleste periodene. VECM viser seg noe svakere her. De største utslagene i form av negativ avkastning for porteføljene kommer av alle modellene utenom VAR. VAR er aldri den som gir verken minst eller størst avkastning.

Når man sammenligner både HE og avkastning kommer OLS samlet godt ut for 1. og 3. Periode med månedskontrakter samt 1. og 3. Periode for kvartalskontrakter. Dette er kun basert på om modellen rangeres høyest av alle modellene. Siden forskjellene mellom best og nest best ofte er marginale er det lite klare skiller i rangering av de statistiske modellene. Selv om en naïv hedge kommer bra ut i noen perioder kan det være veldig usikkert å følge en slik strategi over lengre perioder uten å ta hensyn til forskjellene i dataseriene.

## 16. Konklusjon

Avhandlingen har hatt som hovedfokus å studere hvorvidt Fish Pool sine futures er effektive risikostyringsverktøy. For å undersøke dette har jeg benyttet flere modeller for å finne optimale tilnærminger til effektiv bruk av kontraktene til å sikre spotutsatte volumer av laks. Jeg finner at modellene kan vise til risikoreduksjon på opptil 34,40%, avhengig av perioden. Den relativt enkle OLS regresjons-metoden gir stort sett høyest og mest konsistente effektivitetsmål. MGARCH estimerte en tidsvariende hedgerate, men denne modellen så ikke ut til å passe like bra til datasettet under de forutsetningene som er tatt.

Etter forespørsel fra Fish Pool har det videre blitt undersøkt om det går igjen en tilsynelatende tydelig trend i akkurat *når* det er billigst eller dyrest å kjøpe en futureskontrakt. Bør man kjøpe en månedskontrakt for januar 2015 nå, eller bør man vente? Skal man kjøpe en sikring med en kvartalskontrakt for Q4 2015 i nå, eller bør man vente til man er i 2015? Disse spørsmålene ble forsøkt belyst i kapittel 11.2, men det var vanskelig å finne noen umiddelbar tydelig trend.

Forskjellen mellom spot og futures på oppgjørstidspunkt har historisk og samlet sett vært positiv. Det vil si at en kjøper av futures har kommet ut på topp totalt sett. Selv om summen i NOK er positiv, er antall tilfeller av positivt eller negativt oppgjør for kjøper eller selger ikke blitt fokusert videre på i denne oppgaven.

## 17. Forslag til videre arbeid

I kapittel 8 ble det gjennomgått noen begrensninger og forutsetninger for masterutredningen. Disse vil det være fullt mulig å endre på for å tilegne analysene, i noen tilfeller, mer konkrete svar for enkeltaktører. En kan studere studere forholdet mellom det som kan kalles *egen* spotpris mot FPI og futures hos Fish Pool. Egen spotpris kan eksempelvis utledes ved å gi nye tilpassede vektorer til Fish Pool Index sine prisreferanser som gir en mer korrekt gjenspeiling. Videre bør den enkelte kjøper og selger finne ut hvor mye spotutsatt volum av laks de forventer å ha, slik at hedgeratene kan konverteres til volumer. Sammenhengen mellom *egen* spotpris og spotutsatt volum kan da implementeres i modellene.

Ettersom laks er et gode som har både sesongvarierende tilbud og etterspørsel kunne det vært interessant å forsøke å identifisere en klar trend i prisene og å danne en hedgingstrategi som utnytter denne informasjonen. Videre kan det være en idé å analysere forskjellen mellom månedskontrakter som har 4 og 5 uker som underliggende beregningsgrunnlag for oppgjørpris. Hver månedskontrakt kan handles en uke inn i den påfølgende måneden. Altså kan en januarkontrakt for 2014 handles til og med første uke i februar. Når en månedskontrakt har et beregningsgrunnlag basert på uke 1-4, 2014, vil man da i uke 5 inneha all informasjon om hva som blir gjennomsnittet av FPI for denne kontrakten og dermed vite om futures er priset over eller under dette gjennomsnittet.



Figuren over gir en illustrasjon på eksempelet. I praksis er det likevel sjelden at en månedskontrakt handles så nære oppgjørstidspunktet. Alle aktørene har tilgang til den

samme informasjonen og det skal derfor ikke være enkelt å utnytte denne informasjonen i eget favør. Hvorvidt det likevel er muligheter for å utnytte denne informasjonen i et relativt ungt marked kunne vært spennende.

Mitt forsøk på å finne ut om det svarer seg å kjøpe eller selge en futures i dag eller senere i kapittel 11.2 gav ingen veldig klare trender. Dersom dette kan undersøkes nærmere og det viser seg at det er tegn til trender ville det vært interessant å se om man kan formulere en strategi som implementerer strategiske valg av tidspunkt for handler. Slik kan en aktør kjøpe eller selge når det er billigst eller dyrest så lenge informasjonen ikke er blitt hensyntatt av alle aktører.

---

## 18. Litteraturliste

Bollerslev, T., R. F. Engle, og J. M. Wooldridge (1988). A capital asset pricing model with time-varying covariances. *Journal of Political Economy* 96: 116–131.

Brooks, C (2008). "Introductory econometrics for finance." Cambridge University Press.

D'Agostino, R. B., A. J. Belanger og D'Agostino Jr. (1990). "A Suggestion for Using Powerful and Informative Tests of Normality".

Ederington, Louis H (1979). "The Hedging Performance of the New Futures Markets." *The Journal of Finance*: 157-170.

Engle, Robert Fry (1982). "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation." *Econometrica*: 987–1007.

Engle, R. F. (2002). "Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models." *Journal of Business & Economic Statistics* 20: 339–350.

Granger, C. W. J. og Newbold, P. (1974). "Spurious regressions in econometrics". *Journal of Econometrics* 2 (2): 111–120.

Hull, John C (2008). "Options, Futures and other Derivatives." New Jersey: Pearson Prentice Hall.

J. Aldrich (1998). "Doing Least Squares: Perspectives from Gauss and Yule". *International Statistical Review* 66 (1): 61–81.

Johansen, Søren (1988). "Statistical analysis of cointegration vectors." *Journal of Economic Dynamics and Control*: 231-254.

Martínez-Garmendia J. og L. Anderson, J. (2001). "Premiums/Discounts and Predictive Ability of the Shrimp Futures Market".

Newey, Whitney K. og Kenneth D West (1987). " A Simple, Positive Semi-definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matri." *Econometrica*: 703–708.

Schwarz, Gideon E. (1978). "Estimating the dimension of a model". *Annals of Statistics* 6 (2): 461-464.

Shapiro, S. S. og Wilk, M. B. (1965). "An analysis of variance test for normality (complete samples)". *Biometrika* **52** (3–4): 591–611.

Studenmund, A.H. (2006). "Using Econometrics" Sixth Edition.

## Nettsider

Fish Pool ASA

<http://fishpool.eu/>

Magma, "Laksederivat som verktøy for risikostyring"

<http://www.magma.no/laksederivat-som-verktoey-for-risikostyring>

Seafood, nøkkeltall

<http://www.seafood.no/Nyheter-og-media/N%C3%B8kkeltall>

Bergens Tidende

[http://www.bt.no/nyheter/okonomi/Oslo-Bors-kjoper-Fish-Pool-2806746.html#.Uzlb161\\_vzZ](http://www.bt.no/nyheter/okonomi/Oslo-Bors-kjoper-Fish-Pool-2806746.html#.Uzlb161_vzZ)

Marine Harvest, Industry Handbook 2013

<http://www.marineharvest.com/globalassets/investors/handbook/2013-salmon-handbook-27-04-13.pdf>

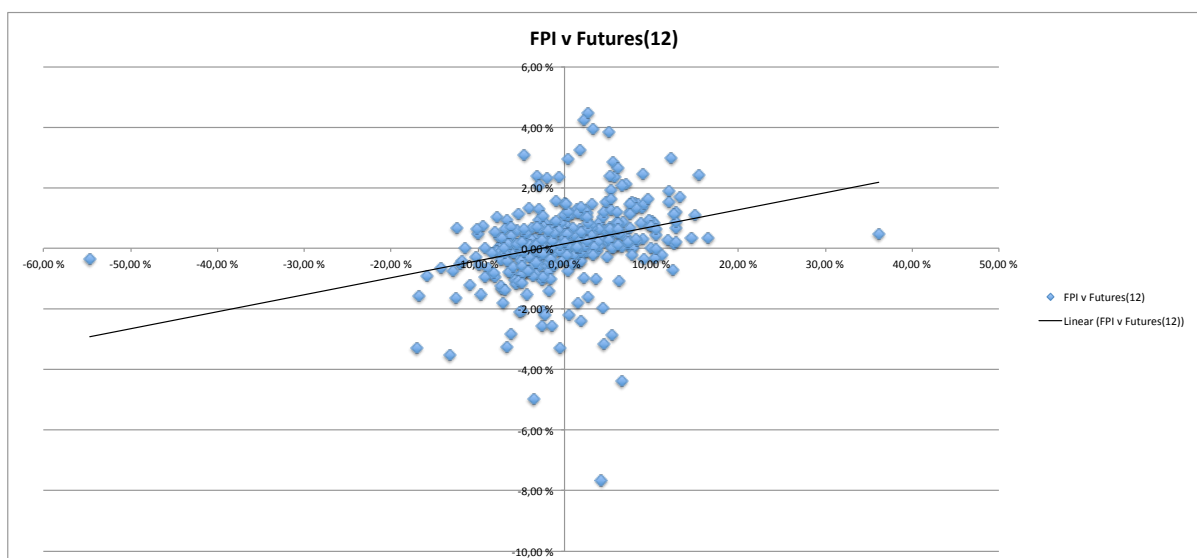
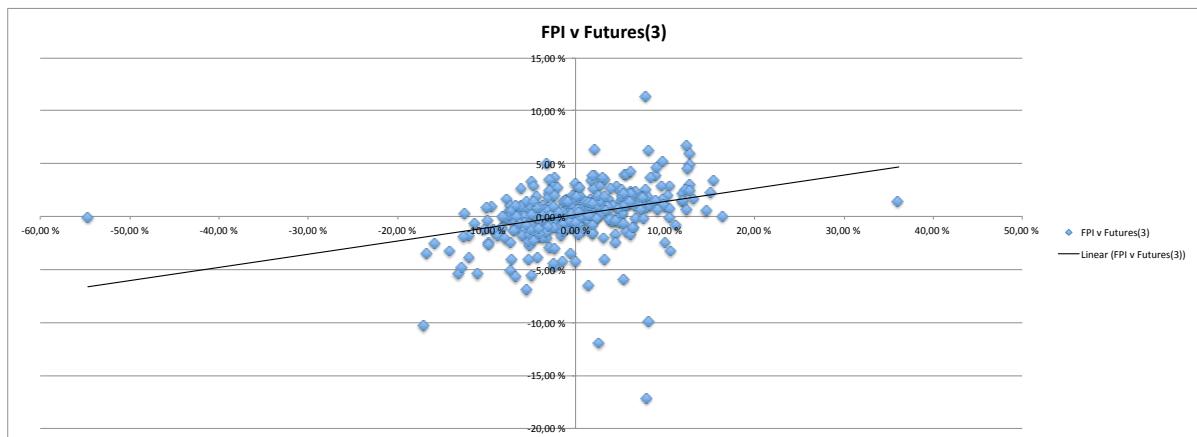
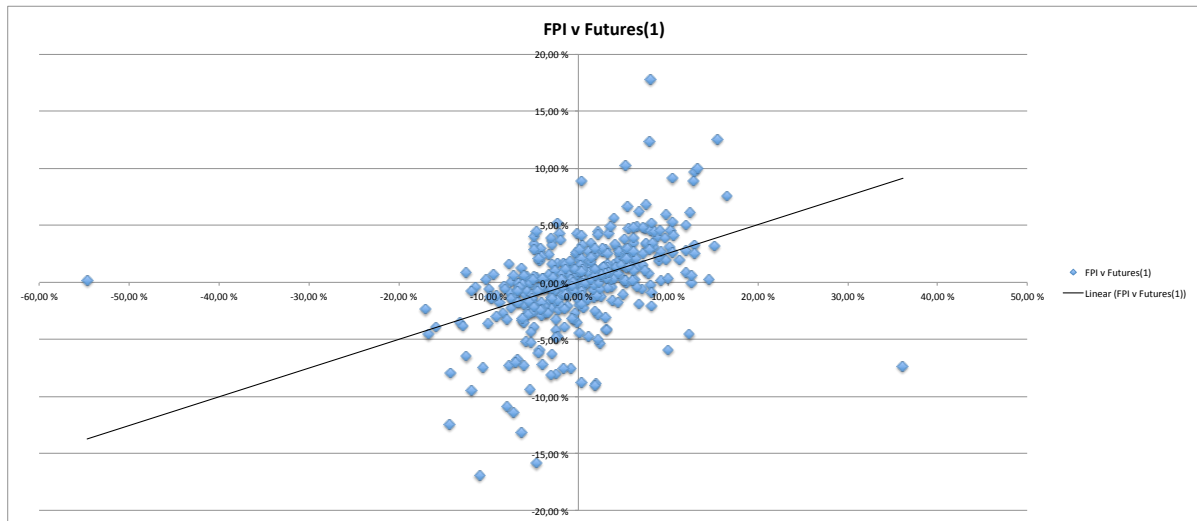
Brønnøysundregisteret

<http://w2.brreg.no/enhet/sok/detalj.jsp?orgnr=982985110>

Oslo Børs, "Oslo Børs inngår avtale om å kjøpe Fish Pool"

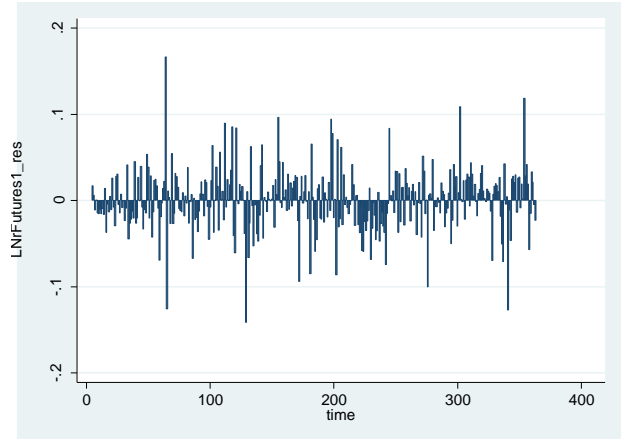
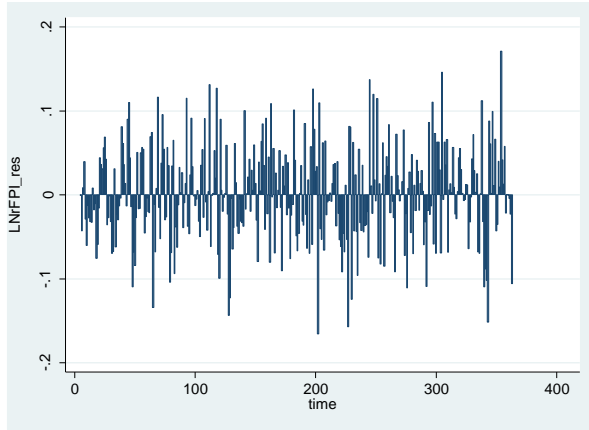
<http://www.oslobors.no/Oslo-Boers/Om-oss/Presserom/Nyheter-fra-Oslo-Boers/Oslo-Boers-inngaar-avtale-om-aa-kjoepe-Fish-Pool>

## 19. Vedlegg: Regresjoner



## 20. Vedlegg: VAR

### Månedskontrakter, Futures(1)



Figur 31: VAR-residualer til D\_FPI    Figur 32: VAR-residualer til D\_Futures1

. corrgram LNRFFPI\_res

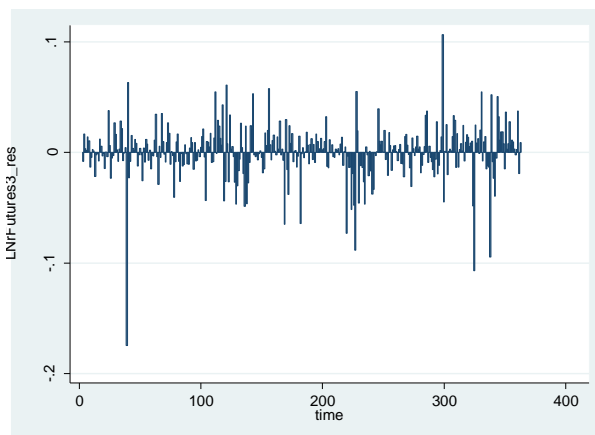
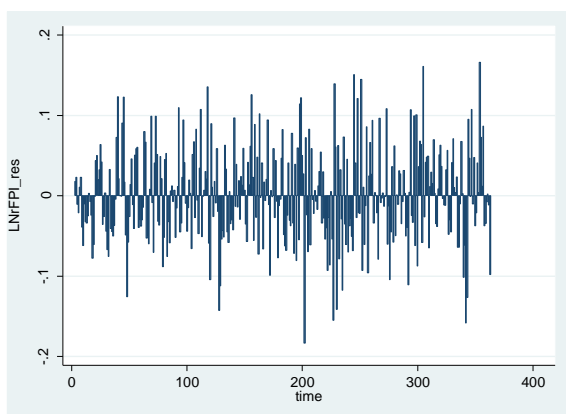
LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]			[Partial Autocor]		
1	0.0017	0.0018	.00109	0.9737						
2	-0.0152	-0.0154	.08524	0.9583						
3	0.0009	0.0009	.08551	0.9935						
4	-0.0393	-0.0399	.64983	0.9574						
5	0.0219	0.0223	.82563	0.9754						
6	-0.0339	-0.0356	1.2485	0.9744						
7	-0.0523	-0.0524	2.2552	0.9444						
8	0.0409	0.0391	2.874	0.9420						
9	-0.0529	-0.0541	3.9084	0.9173						
10	0.0218	0.0207	4.0854	0.9434						
11	-0.1056	-0.1151	8.2349	0.6921						
12	0.0397	0.0477	8.8243	0.7179						
13	-0.0806	-0.1012	11.257	0.5893						
14	-0.0177	-0.0120	11.375	0.6564						
15	0.0237	0.0111	11.587	0.7100						
16	0.0191	0.0203	11.725	0.7627						
17	0.0738	0.0719	13.791	0.6818						
18	0.0180	0.0063	13.914	0.7347						
19	0.0161	0.0377	14.012	0.7830						
20	0.0300	0.0065	14.356	0.8120						
21	-0.0970	-0.0868	17.963	0.6513						
22	-0.0216	-0.0451	18.142	0.6975						
23	-0.0189	-0.0131	18.281	0.7421						
24	0.0128	-0.0009	18.345	0.7860						
25	0.0199	0.0238	18.498	0.8205						
26	-0.1161	-0.1194	23.745	0.5905						
27	-0.0810	-0.1019	26.308	0.5016						
28	-0.0380	-0.0566	26.873	0.5252						
29	-0.0310	-0.0477	27.25	0.5582						
30	0.0517	0.0564	28.304	0.5543						
31	-0.0900	-0.1067	31.504	0.4410						
32	-0.0348	-0.0706	31.983	0.4676						
33	0.0877	0.0789	35.044	0.3713						
34	-0.0431	-0.0817	35.784	0.3847						
35	0.0389	0.0230	36.391	0.4038						
36	0.0009	-0.0024	36.391	0.4505						
37	0.0109	0.0040	36.439	0.4952						
38	-0.0199	-0.0325	36.599	0.5342						
39	-0.0585	-0.0729	37.985	0.5160						
40	0.0038	-0.0085	37.991	0.5610						

. corrgram LNRFutures1\_res

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]			[Partial Autocor]		
1	-0.0092	-0.0092	.03044	0.8615						
2	-0.0070	-0.0071	.04826	0.9762						
3	0.0160	0.0159	.14164	0.9864						
4	-0.0343	-0.0342	.57051	0.9663						
5	0.1287	0.1292	6.6344	0.2493						
6	0.0711	0.0748	8.4895	0.2044						
7	0.0347	0.0399	8.9325	0.2575						
8	0.0461	0.0437	9.7164	0.2855						
9	0.0992	0.1127	13.363	0.1468						
10	0.0280	0.0238	13.654	0.1894						
11	-0.0562	-0.0744	14.831	0.1904						
12	0.0406	0.0278	15.447	0.2179						
13	-0.0757	-0.0949	17.594	0.1735						
14	0.0448	0.0096	18.349	0.1913						
15	0.0034	-0.0327	18.353	0.2445						
16	-0.0218	-0.0162	18.532	0.2937						
17	-0.0875	-0.1216	21.435	0.2074						
18	-0.0565	-0.0618	22.649	0.2044						
19	0.0032	-0.0017	22.653	0.2530						
20	-0.0188	-0.0107	22.788	0.2993						
21	-0.0009	-0.0011	22.788	0.3554						
22	-0.0580	-0.0289	24.081	0.3430						
23	-0.0452	-0.0166	24.869	0.3571						
24	-0.0004	0.0035	24.869	0.4129						
25	-0.0168	0.0214	24.979	0.4635						
26	-0.2207	-0.2372	43.943	0.0153						
27	-0.1044	-0.1118	48.201	0.0073						
28	-0.0263	-0.0529	48.472	0.0095						
29	0.0108	0.0218	48.518	0.0130						
30	0.0139	-0.0033	48.594	0.0173						
31	-0.0948	-0.0495	52.147	0.0101						
32	-0.0260	0.0432	52.415	0.0129						
33	0.0477	0.0995	53.321	0.0140						
34	-0.0478	-0.0054	54.232	0.0152						
35	-0.0573	-0.0240	55.543	0.0150						
36	0.0202	0.0940	55.706	0.0191						
37	-0.0012	0.0153	55.707	0.0248						
38	0.0125	0.0142	55.77	0.0314						
39	-0.0218	-0.0768	55.963	0.0384						
40	0.0524	0.0969	57.079	0.0390						



### Kvartalskontrakter, Futures(3)



Figur 33: VAR-residualer til D\_FPI    Figur 34: VAR-residualer til D\_Futures3

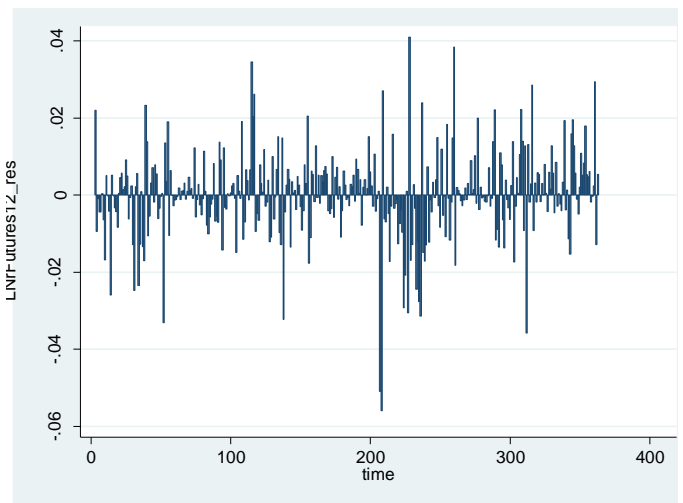
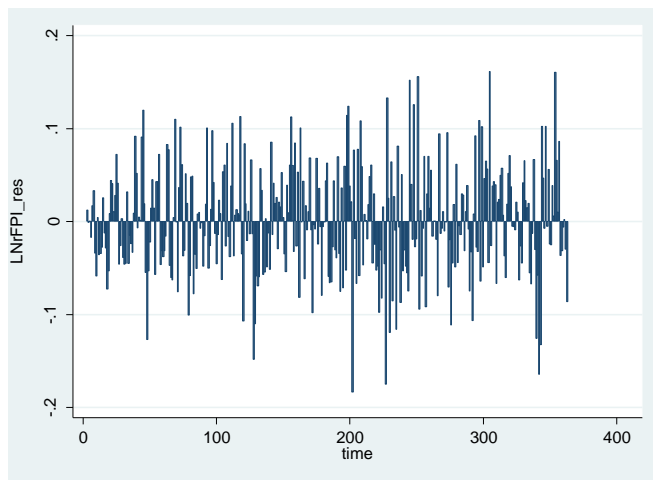
. corrgram LNFFPI\_res

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1 [Autocorrelation]	0 [Partial Autocor]	1
1	-0.0004	-0.0004	6.9e-05	0.9934			
2	-0.0447	-0.0450	.72921	0.6945			
3	0.0167	0.0168	.83177	0.8419			
4	-0.1077	-0.1108	5.0884	0.2783			
5	0.0748	0.0783	7.1487	0.2098			
6	0.0226	0.0116	7.3378	0.2907			
7	-0.0597	-0.0510	8.6566	0.2783			
8	0.0641	0.0540	10.184	0.2523			
9	-0.0785	-0.0724	12.477	0.1877			
10	0.0206	0.0299	12.636	0.2447			
11	-0.0674	-0.0978	14.338	0.2148			
12	0.0228	0.0532	14.533	0.2679			
13	-0.0256	-0.0619	14.78	0.3213			
14	-0.0368	-0.0221	15.292	0.3585			
15	-0.0065	-0.0229	15.309	0.4294			
16	-0.0129	-0.0112	15.371	0.4976			
17	0.0726	0.0828	17.377	0.4291			
18	0.0026	-0.0248	17.38	0.4972			
19	0.0180	0.0581	17.504	0.5558			
20	0.0467	0.0227	18.34	0.5650			
21	-0.1180	-0.0993	23.709	0.3073			
22	0.0055	-0.0139	23.721	0.3620			
23	-0.0230	-0.0387	23.927	0.4079			
24	-0.0152	-0.0087	24.016	0.4607			
25	0.0486	0.0051	24.937	0.4659			
26	-0.1475	-0.1382	33.444	0.1496			
27	-0.0897	-0.1074	36.598	0.1028			
28	-0.0200	-0.0505	36.754	0.1244			
29	-0.0223	-0.0196	36.95	0.1475			
30	0.0726	0.0378	39.035	0.1250			
31	-0.1050	-0.1201	43.414	0.0685			
32	-0.0355	-0.0403	43.915	0.0781			
33	0.0442	0.0352	44.694	0.0841			
34	-0.0430	-0.0460	45.436	0.0909			
35	0.0436	0.0122	46.2	0.0976			
36	0.0130	0.0076	46.269	0.1174			
37	-0.0252	-0.0301	46.526	0.1355			
38	-0.0033	-0.0224	46.531	0.1614			
39	-0.0636	-0.0685	48.177	0.1488			
40	0.0209	0.0138	48.355	0.1712			

. corrgram LNFFutures3\_res

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1 [Autocorrelation]	0 [Partial Autocor]	1
1	-0.0019	-0.0019	.00127	0.9716			
2	-0.0323	-0.0324	.38305	0.8257			
3	0.1173	0.1185	5.423	0.1433			
4	-0.0368	-0.0393	5.9201	0.2052			
5	-0.0118	-0.0037	5.9717	0.3090			
6	0.0027	-0.0139	5.9743	0.4261			
7	0.0083	0.0175	5.9999	0.5398			
8	-0.0136	-0.0143	6.069	0.6395			
9	-0.0026	-0.0007	6.0715	0.7327			
10	0.1038	0.1032	10.093	0.4324			
11	-0.0010	0.0013	10.093	0.5220			
12	0.0070	0.0142	10.112	0.6062			
13	0.1305	0.1126	16.525	0.2219			
14	-0.0491	-0.0456	17.437	0.2336			
15	-0.0164	-0.0073	17.539	0.2877			
16	-0.0081	-0.0376	17.564	0.3500			
17	-0.0210	-0.0019	17.732	0.4059			
18	-0.0142	-0.0137	17.809	0.4683			
19	-0.0309	-0.0267	18.176	0.5107			
20	-0.0107	-0.0198	18.22	0.5729			
21	-0.0274	-0.0289	18.509	0.6166			
22	0.0098	0.0119	18.546	0.6732			
23	-0.0305	-0.0599	18.905	0.7067			
24	-0.0929	-0.0913	22.261	0.5637			
25	0.0279	0.0259	22.566	0.6029			
26	-0.0966	-0.1309	26.214	0.4514			
27	-0.0998	-0.0764	30.12	0.3088			
28	-0.0050	-0.0334	30.13	0.3570			
29	-0.0539	-0.0379	31.275	0.3526			
30	0.0171	0.0388	31.392	0.3963			
31	-0.0070	-0.0177	31.411	0.4456			
32	0.0439	0.0681	32.177	0.4580			
33	0.0280	0.0395	32.49	0.4924			
34	-0.0311	0.0019	32.876	0.5226			
35	-0.0031	-0.0174	32.88	0.5708			
36	-0.0749	-0.0614	35.142	0.5092			
37	-0.0184	0.0424	35.279	0.5499			
38	0.0732	0.0752	37.455	0.4945			
39	-0.0535	-0.0270	38.619	0.4871			
40	0.0585	0.0815	40.015	0.4696			

## Årskontrakter, Futures(12)



Figur 35: VAR-residualer til D\_FPI    Figur 36: VAR-residualer til D\_Futures12

. corrgram LNRFPI\_res

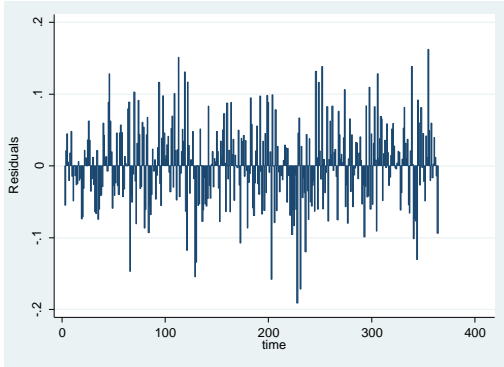
LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]	[Partial Autocor]				
1	0.0080	0.0080	.02328	0.8787						
2	-0.0337	-0.0339	.43687	0.8038						
3	0.0423	0.0431	1.0922	0.7790						
4	-0.1105	-0.1134	5.5748	0.2332						
5	0.0686	0.0758	7.3092	0.1986						
6	0.0308	0.0190	7.6588	0.2642						
7	-0.0774	-0.0659	9.8755	0.1957						
8	0.0937	0.0827	13.134	0.1073						
9	-0.0725	-0.0719	15.091	0.0885						
10	0.0233	0.0424	15.295	0.1217						
11	-0.0429	-0.0813	15.983	0.1418						
12	0.0234	0.0676	16.187	0.1828						
13	-0.0398	-0.0790	16.784	0.2093						
14	-0.0340	-0.0181	17.22	0.2446						
15	-0.0423	-0.0532	17.897	0.2681						
16	-0.0294	-0.0319	18.225	0.3109						
17	0.0654	0.0778	19.856	0.2816						
18	-0.0228	-0.0572	20.054	0.3298						
19	0.0069	0.0489	20.073	0.3902						
20	0.0705	0.0351	21.982	0.3415						
21	-0.1312	-0.1066	28.614	0.1236						
22	-0.0075	-0.0303	28.636	0.1556						
23	-0.0629	-0.0839	30.17	0.1446						
24	-0.0201	0.0049	30.328	0.1741						
25	0.0550	-0.0050	31.506	0.1728						
26	-0.1393	-0.1313	39.097	0.0477						
27	-0.1044	-0.1267	43.369	0.0240						
28	-0.0461	-0.0889	44.205	0.0265						
29	-0.0726	-0.0692	46.287	0.0220						
30	0.0536	0.0005	47.423	0.0226						
31	-0.0770	-0.0932	49.776	0.0176						
32	-0.0520	-0.0733	50.853	0.0184						
33	0.0511	0.0463	51.897	0.0193						
34	-0.0172	-0.0158	52.016	0.0247						
35	0.0129	0.0052	52.083	0.0316						
36	0.0273	0.0068	52.383	0.0381						
37	-0.0190	-0.0259	52.529	0.0469						
38	-0.0053	-0.0160	52.54	0.0585						
39	-0.0424	-0.0680	53.271	0.0635						
40	0.0190	0.0237	53.419	0.0761						

. corrgram LNRFutures12\_res

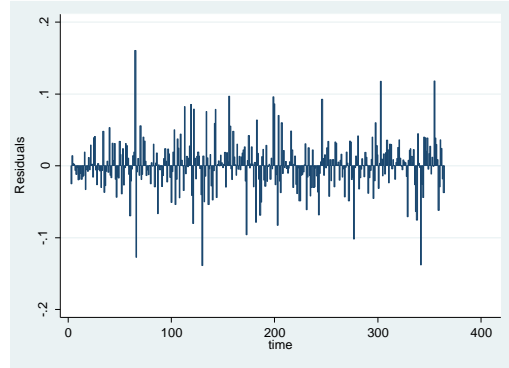
LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]	[Partial Autocor]				
1	0.0040	0.0040	.0059	0.9388						
2	-0.0333	-0.0335	.41046	0.8145						
3	0.0738	0.0764	2.403	0.4931						
4	0.0451	0.0433	3.1505	0.5330						
5	0.0054	0.0101	3.1611	0.6752						
6	0.0588	0.0579	4.438	0.6176						
7	0.1414	0.1394	11.844	0.1058						
8	-0.0283	-0.0294	12.142	0.1450						
9	0.0673	0.0741	13.827	0.1286						
10	0.0461	0.0209	14.62	0.1465						
11	-0.0036	-0.0055	14.625	0.2003						
12	0.0105	0.0021	14.666	0.2602						
13	0.0310	0.0103	15.027	0.3057						
14	0.0755	0.0610	17.18	0.2467						
15	0.0583	0.0650	18.469	0.2388						
16	0.0451	0.0281	19.24	0.2564						
17	0.0589	0.0576	20.561	0.2465						
18	0.0251	0.0173	20.802	0.2895						
19	0.0796	0.0797	23.23	0.2274						
20	-0.0313	-0.0520	23.606	0.2600						
21	-0.0318	-0.0593	23.997	0.2932						
22	0.0933	0.0690	27.359	0.1979						
23	0.0019	-0.0206	27.36	0.2410						
24	-0.0806	-0.1034	29.885	0.1886						
25	0.0654	0.0482	31.552	0.1714						
26	-0.0347	-0.0805	32.022	0.1924						
27	-0.0087	0.0218	32.052	0.2302						
28	0.1267	0.1214	38.373	0.0915						
29	0.0528	0.0339	39.472	0.0930						
30	-0.0720	-0.0518	41.526	0.0785						
31	0.0602	0.0629	42.965	0.0747						
32	0.0305	-0.0227	43.336	0.0871						
33	-0.0664	-0.0506	45.097	0.0781						
34	0.0289	0.0087	45.431	0.0910						
35	-0.0803	-0.1370	48.021	0.0702						
36	-0.0324	-0.0418	48.443	0.0805						
37	-0.0188	-0.0204	48.585	0.0963						
38	0.0747	0.0687	50.849	0.0794						
39	-0.0540	-0.0314	52.037	0.0791						
40	-0.0782	-0.0527	54.535	0.0625						

# 21. Vedlegg: VECM

## Månedskontrakter, Futures(1)



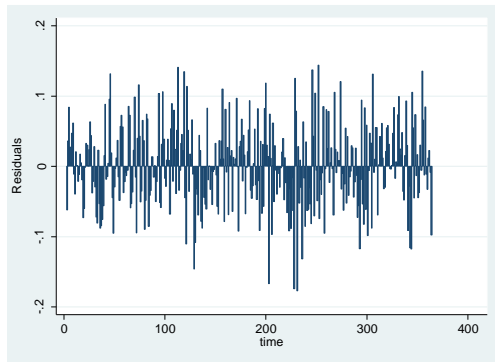
Figur 37: VECM-residualer til D\_FPI



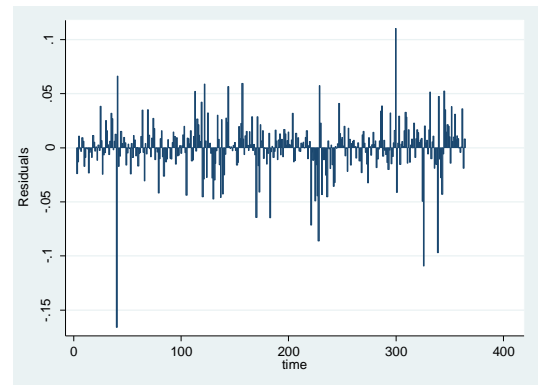
Figur 38: VECM-residualer til D\_Futures1

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1 [Autocorrelation]	0	1	-1	0	1
1	0.0027	0.0027	.00265	0.9590						
2	-0.0214	-0.0216	.16996	0.9185						
3	0.0258	0.0261	.41342	0.9375						
4	-0.0684	-0.0696	2.1269	0.7124						
5	0.1226	0.1260	7.6486	0.1767						
6	0.0548	0.0503	8.7524	0.1880						
7	-0.0086	-0.0004	8.7795	0.2689						
8	0.0722	0.0654	10.71	0.2187						
9	-0.0137	-0.0010	10.78	0.2911						
10	0.0479	0.0468	11.634	0.3103						
11	-0.0723	-0.0956	13.589	0.2566						
12	0.0477	0.0636	14.442	0.2734						
13	-0.0630	-0.0953	15.932	0.2528						
14	0.0023	0.0104	15.934	0.3174						
15	0.0398	0.0112	16.534	0.3475						
16	0.0150	0.0371	16.619	0.4106						
17	0.0725	0.0694	18.614	0.3511						
18	0.0110	0.0153	18.66	0.4130						
19	0.0115	0.0469	18.711	0.4755						
20	0.0164	-0.0042	18.813	0.5340						
21	-0.1114	-0.1062	23.581	0.3138						
22	-0.0192	-0.0603	23.723	0.3619						
23	-0.0098	-0.0237	23.761	0.4172						
24	0.0162	-0.0122	23.862	0.4695						
25	0.0274	0.0139	24.154	0.5105						
26	-0.1412	-0.1388	31.931	0.1954						
27	-0.0842	-0.0798	34.705	0.1465						
28	-0.0436	-0.0485	35.45	0.1571						
29	-0.0481	-0.0452	36.361	0.1633						
30	0.0489	0.0546	37.305	0.1684						
31	-0.1108	-0.1030	42.172	0.0870						
32	-0.0602	-0.0457	43.612	0.0827						
33	0.0693	0.0933	45.526	0.0720						
34	-0.0672	-0.0573	47.333	0.0640						
35	0.0361	0.0445	47.855	0.0724						
36	-0.0102	0.0197	47.896	0.0887						
37	-0.0089	0.0392	47.928	0.1077						
38	-0.0247	-0.0263	48.175	0.1247						
39	-0.0562	-0.0525	49.455	0.1218						
40	-0.0050	-0.0028	49.466	0.1450						
1	-0.0049	-0.0049	.00868	0.9258						
2	-0.0007	-0.0007	.00884	0.9956						
3	0.0279	0.0280	.29384	0.9612						
4	-0.0343	-0.0341	.72333	0.9484						
5	0.1014	0.1017	4.4955	0.4805						
6	0.0250	0.0256	4.7255	0.5795						
7	0.0081	0.0103	4.7498	0.6905						
8	0.0287	0.0222	5.0544	0.7517						
9	0.0786	0.0875	7.3507	0.6007						
10	0.0101	0.0035	7.3885	0.6883						
11	-0.0738	-0.0840	9.4247	0.5828						
12	0.0369	0.0326	9.9338	0.6218						
13	-0.0887	-0.0972	12.89	0.4563						
14	0.0253	0.0098	13.132	0.5162						
15	-0.0096	-0.0262	13.166	0.5894						
16	-0.0237	-0.0040	13.379	0.6449						
17	-0.0805	-0.1072	15.841	0.5351						
18	-0.0559	-0.0523	17.032	0.5209						
19	-0.0007	-0.0011	17.032	0.5877						
20	-0.0121	0.0020	17.089	0.6472						
21	0.0031	0.0027	17.092	0.7055						
22	-0.0568	-0.0393	18.337	0.6858						
23	-0.0537	-0.0426	19.45	0.6748						
24	0.0009	-0.0101	19.45	0.7276						
25	-0.0158	0.0085	19.547	0.7702						
26	-0.2108	-0.2373	36.88	0.0766						
27	-0.1030	-0.1173	41.03	0.0409						
28	-0.0294	-0.0616	41.37	0.0497						
29	0.0150	0.0242	41.459	0.0628						
30	0.0136	-0.0070	41.531	0.0784						
31	-0.0852	-0.0587	44.409	0.0562						
32	-0.0193	0.0110	44.556	0.0691						
33	0.0627	0.0836	46.121	0.0643						
34	-0.0454	-0.0311	46.946	0.0688						
35	-0.0519	-0.0373	48.026	0.0701						
36	0.0176	0.0582	48.151	0.0848						
37	0.0076	0.0061	48.174	0.1033						
38	-0.0006	-0.0112	48.174	0.1247						
39	-0.0253	-0.0830	48.433	0.1431						
40	0.0515	0.0816	49.514	0.1440						

### Kvartalskontrakter, Futures(3)



Figur 39: VECM-residualer til D\_FPI

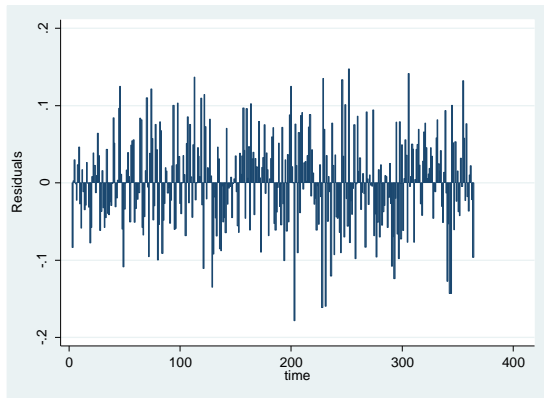


Figur 40: VECM-residualer til D\_Futures3

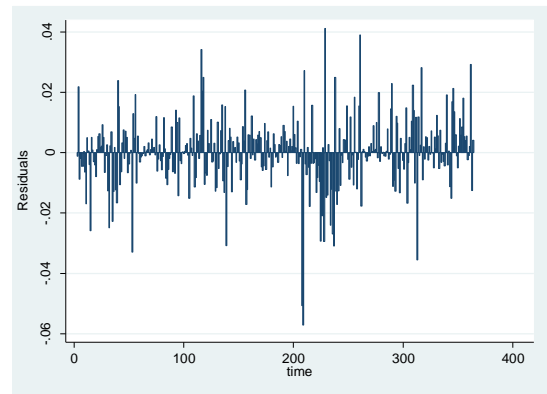
LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1
					[Autocorrelation]	[Partial Autocor]	
1	0.0127	0.0128	.05882	0.8084			
2	-0.0313	-0.0316	.41624	0.8121			
3	0.0693	0.0706	2.1716	0.5376			
4	-0.0600	-0.0636	3.4927	0.4790			
5	0.0978	0.1063	7.0151	0.2195			
6	0.0377	0.0253	7.5389	0.2739			
7	-0.0429	-0.0292	8.2214	0.3135			
8	0.0784	0.0666	10.506	0.2313			
9	-0.0564	-0.0574	11.689	0.2314			
10	0.0378	0.0477	12.223	0.2704			
11	-0.0489	-0.0820	13.117	0.2857			
12	0.0357	0.0684	13.596	0.3272			
13	-0.0089	-0.0448	13.626	0.4007			
14	-0.0252	-0.0038	13.866	0.4598			
15	0.0077	-0.0063	13.888	0.5340			
16	-0.0002	0.0056	13.888	0.6070			
17	0.0800	0.0963	16.328	0.5007			
18	0.0082	-0.0165	16.354	0.5679			
19	0.0213	0.0619	16.527	0.6219			
20	0.0511	0.0194	17.53	0.6183			
21	-0.1083	-0.0972	22.048	0.3967			
22	0.0051	-0.0192	22.058	0.4564			
23	-0.0246	-0.0471	22.292	0.5027			
24	-0.0227	-0.0102	22.493	0.5499			
25	0.0429	0.0084	23.211	0.5652			
26	-0.1467	-0.1294	31.633	0.2055			
27	-0.0904	-0.0959	34.84	0.1430			
28	-0.0241	-0.0428	35.068	0.1679			
29	-0.0281	-0.0018	35.378	0.1924			
30	0.0536	0.0483	36.516	0.1917			
31	-0.1221	-0.1126	42.439	0.0827			
32	-0.0517	-0.0354	43.504	0.0844			
33	0.0290	0.0320	43.84	0.0983			
34	-0.0578	-0.0401	45.181	0.0952			
35	0.0239	0.0167	45.41	0.1119			
36	-0.0005	0.0140	45.411	0.1352			
37	-0.0368	-0.0226	45.959	0.1483			
38	-0.0129	-0.0125	46.026	0.1741			
39	-0.0704	-0.0587	48.043	0.1519			
40	0.0122	0.0258	48.104	0.1776			

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1
					[Autocorrelation]	[Partial Autocor]	
1	-0.0005	-0.0005	8.4e-05	0.9927			
2	-0.0293	-0.0294	.31409	0.8547			
3	0.1202	0.1214	5.5993	0.1328			
4	-0.0366	-0.0393	6.0901	0.1925			
5	-0.0095	-0.0017	6.1234	0.2944			
6	0.0012	-0.0159	6.1239	0.4095			
7	0.0077	0.0174	6.1461	0.5228			
8	-0.0111	-0.0122	6.1915	0.6258			
9	-0.0002	0.0024	6.1915	0.7206			
10	0.1067	0.1065	10.446	0.4023			
11	-0.0071	-0.0057	10.465	0.4891			
12	-0.0016	0.0047	10.466	0.5752			
13	0.1184	0.0988	15.741	0.2634			
14	-0.0597	-0.0557	17.087	0.2516			
15	-0.0232	-0.0142	17.29	0.3018			
16	-0.0165	-0.0448	17.394	0.3606			
17	-0.0282	-0.0078	17.697	0.4082			
18	-0.0245	-0.0248	17.926	0.4606			
19	-0.0390	-0.0342	18.507	0.4888			
20	-0.0191	-0.0298	18.647	0.5449			
21	-0.0390	-0.0405	19.234	0.5702			
22	0.0009	0.0031	19.234	0.6308			
23	-0.0394	-0.0683	19.835	0.6519			
24	-0.1056	-0.1018	24.171	0.4519			
25	0.0189	0.0182	24.31	0.5015			
26	-0.1092	-0.1435	28.974	0.3123			
27	-0.1111	-0.0898	33.821	0.1713			
28	-0.0158	-0.0488	33.919	0.2036			
29	-0.0645	-0.0521	35.56	0.1867			
30	0.0098	0.0273	35.598	0.2215			
31	-0.0136	-0.0253	35.671	0.2580			
32	0.0445	0.0689	36.461	0.2689			
33	0.0312	0.0452	36.85	0.2953			
34	-0.0284	0.0100	37.172	0.3250			
35	0.0028	-0.0101	37.175	0.3691			
36	-0.0739	-0.0598	39.38	0.3211			
37	-0.0215	0.0379	39.566	0.3561			
38	0.0778	0.0791	42.023	0.3008			
39	-0.0521	-0.0293	43.126	0.2993			
40	0.0633	0.0831	44.761	0.2788			

### Årskontrakter, Futures(12)



Figur 41: VECM-residualer til D\_FPI



Figur 42: VECM-residualer til D\_Futures12

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]	[Partial Autocor]				
	0.0163	0.0164	.09653	0.7560						
	-0.0257	-0.0261	.33699	0.8449						
	0.0795	0.0809	2.6488	0.4490						
	-0.0744	-0.0789	4.6802	0.3217						
	0.0912	0.1008	7.7434	0.1710						
	0.0497	0.0348	8.6553	0.1939						
	-0.0596	-0.0457	9.9709	0.1902						
	0.1094	0.0975	14.417	0.0715						
	-0.0534	-0.0591	15.477	0.0786						
)	0.0359	0.0555	15.958	0.1009						
1	-0.0289	-0.0723	16.27	0.1314						
2	0.0323	0.0751	16.661	0.1628						
3	-0.0306	-0.0730	17.014	0.1987						
4	-0.0277	-0.0107	17.304	0.2403						
5	-0.0410	-0.0540	17.942	0.2658						
5	-0.0301	-0.0302	18.285	0.3075						
7	0.0603	0.0766	19.671	0.2914						
3	-0.0288	-0.0576	19.989	0.3335						
9	0.0042	0.0527	19.995	0.3949						
)	0.0646	0.0295	21.6	0.3626						
1	-0.1387	-0.1121	29.012	0.1137						
2	-0.0166	-0.0374	29.119	0.1415						
3	-0.0736	-0.0957	31.219	0.1175						
4	-0.0336	-0.0017	31.658	0.1357						
5	0.0422	-0.0089	32.354	0.1480						
5	-0.1483	-0.1269	40.958	0.0313						
7	-0.1126	-0.1214	45.929	0.0129						
3	-0.0543	-0.0844	47.089	0.0134						
9	-0.0823	-0.0559	49.765	0.0096						
)	0.0394	0.0168	50.379	0.0113						
1	-0.0888	-0.0743	53.513	0.0072						
2	-0.0635	-0.0525	55.119	0.0067						
3	0.0423	0.0660	55.833	0.0078						
4	-0.0259	0.0038	56.102	0.0099						
5	0.0013	0.0249	56.102	0.0133						
5	0.0207	0.0233	56.274	0.0169						
7	-0.0244	-0.0127	56.514	0.0209						
3	-0.0096	-0.0036	56.552	0.0268						
9	-0.0435	-0.0560	57.322	0.0294						
)	0.0151	0.0369	57.416	0.0366						

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1	0	1	-1	0	1
					[Autocorrelation]	[Partial Autocor]				
1	0.0051	0.0051	.00959	0.9220						
2	-0.0308	-0.0309	.35477	0.8375						
3	0.0735	0.0761	2.331	0.5066						
4	0.0437	0.0418	3.0322	0.5525						
5	0.0050	0.0092	3.0414	0.6936						
6	0.0585	0.0572	4.3043	0.6356						
7	0.1407	0.1385	11.629	0.1134						
8	-0.0281	-0.0297	11.923	0.1547						
9	0.0666	0.0728	13.576	0.1382						
10	0.0465	0.0217	14.383	0.1562						
11	-0.0050	-0.0070	14.392	0.2120						
12	0.0108	0.0027	14.436	0.2737						
13	0.0318	0.0114	14.817	0.3189						
14	0.0769	0.0631	17.05	0.2535						
15	0.0608	0.0677	18.448	0.2398						
16	0.0477	0.0311	19.314	0.2527						
17	0.0608	0.0595	20.72	0.2390						
18	0.0269	0.0201	20.998	0.2795						
19	0.0817	0.0820	23.558	0.2136						
20	-0.0289	-0.0491	23.88	0.2477						
21	-0.0306	-0.0583	24.24	0.2816						
22	0.0970	0.0732	27.879	0.1797						
23	0.0051	-0.0172	27.889	0.2200						
24	-0.0765	-0.0996	30.166	0.1793						
25	0.0681	0.0505	31.975	0.1587						
26	-0.0328	-0.0786	32.395	0.1804						
27	-0.0059	0.0228	32.409	0.2173						
28	0.1290	0.1227	38.962	0.0815						
29	0.0567	0.0354	40.231	0.0802						
30	-0.0677	-0.0501	42.047	0.0709						
31	0.0617	0.0614	43.561	0.0666						
32	0.0324	-0.0228	43.979	0.0772						
33	-0.0652	-0.0531	45.679	0.0700						
34	0.0299	0.0072	46.037	0.0815						
35	-0.0787	-0.1380	48.527	0.0639						
36	-0.0307	-0.0428	48.907	0.0740						
37	-0.0190	-0.0238	49.052	0.0888						
38	0.0753	0.0671	51.35	0.0727						
39	-0.0535	-0.0342	52.516	0.0727						
40	-0.0771	-0.0537	54.946	0.0580						