




Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Industriell Økonomi <i>Investering og finans</i>	Vårsemesteret, 2018 Åpen
Forfattere: Sindre Aaserød og Fredrik Skaiå	 (signatur forfattere)
Fagansvarlig: Atle Øglend Veileder: Atle Øglend	
Tittel på masteroppgaven: Skiferrevolusjonens innvirkning på en risikominimerende sikringsstrategi ved bruk av WTI futureskontrakter	
Engelsk tittel: The impact of the shale oil revolution on a risk-minimizing hedging strategy using WTI futures contracts	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Sikring, Futures, Skiferrevolusjonen, Olje	Sidetall: 58 + vedlegg/annet: 0 Stavanger, 15. juni 2018

(Denne siden er hensiktsmessig blank)

SAMMENDRAG

I denne avhandlingen blir det undersøkt i hvilken grad skiferrevolusjonen har påvirket en risikominimerende sikringsstrategi ved bruk av futureskontrakter. I tillegg studeres det hvordan risiko og avkastning har endret seg for en usikret- og sikret posisjon, og om det har vært noen endringer i futureskontraktenes sikringseffektivitet. Ved bruk av daglige observasjoner over en tidsperiode fra 2005-2016 analyseres futureskontrakter med kontraktslengder på 1 til 12 måneder. Den totale perioden er delt inn i to deler for å kunne sammenligne resultatene fra før og etter skiferrevolusjonen.

Resultatene viser at for sikringshorisonter på 1 til 6 måneder har det vært optimalt å sikre en mindre andel av en oljebeholdning ved kontraktsinngåelse etter skiferrevolusjonens inntreff. For lengre kontraktslengder har sikringsforholdet vært høyere i delperioden etter skiferrevolusjonen. I begge perioder har sikring medført en betydelig risikoreduksjon, og det viser seg å være futureskontrakten med kortest tid til leveranse som kommer best ut i analysen. Ved å sammenligne periodene tyder resultatene på at det har vært en lavere avkastning, og en høyere risiko knyttet til både en usikret- og sikret posisjon etter skiferrevolusjonen. Til tross for dette var futureskontraktenes evne til å redusere prisrisiko størst i denne perioden.

FORORD

Denne avhandlingen markerer avslutningen på vår mastergrad i Industriell Økonomi ved Universitetet i Stavanger (UiS). Avhandlingen utgjør 30 studiepoeng og omhandler et tema som vi begge har fått stor interesse for gjennom fag ved UiS; finansiell risikostyring.

Arbeidet med avhandlingen har vært utfordrende, men samtidig svært lærerikt. Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder, professor Atle Øglend, for gode innspill og tilbakemeldinger underveis. Vi har satt stor pris Atles tilgjengelighet gjennom mail og sin «open door policy». Dette har bidratt til at vi har fått den veiledningen vi har hatt behov for ved utføring av avhandlingen.

Stavanger, juni 2018

Sindre Aaserød og Fredrik Skaiå

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	i
Forord.....	ii
Figurliste	v
Tabelloversikt.....	vii
1. Introduksjon.....	1
1.1. Bakgrunn.....	1
1.2. Problemstilling og formål.....	2
1.3. Avhandlingens oppbygging	3
1.4. Avgrensninger.....	3
2. Sikringsteori	4
2.1. Formål med sikring.....	4
2.2. Derivater	5
2.2.1. Forwards.....	5
2.2.2. Futures.....	6
2.2.3. Opsjoner	7
2.2.4. Swaps	7
2.2.5. Markedsaktører	8
2.3. Innføring i futureskontrakter	9
2.3.1. Futureskontrakter.....	9
2.3.2. Organisering av futureshandel.....	9
2.3.3. Marking to market.....	10
2.3.4. Oppgjørssentralen.....	10
2.4. Risikominimerende sikringsstrategi.....	10
2.4.1. Prissikring med futureskontrakter	10
2.4.2. Basisrisiko og risikopremie.....	11
2.4.3. Optimalt sikringsforhold	12
2.4.4. Sikringseffektivitet.....	14
3. Pristeori.....	15
3.1. Markedseffisienshypotesen.....	15
3.2. Forventningshypotesen.....	16
3.3. Teorien om lager	16
3.4. Terminstruktur	17
3.5. Teorien om normal backwardation.....	18
3.6. Teorien om normal contango	18
3.7. Arbitrasjemuligheter ved konvergens.....	19

4.	Metode og data	20
4.1.	Forskningsdesign.....	20
4.2.	Informasjonsinnsamling.....	21
4.3.	Fremgangsmåte og estimeringsteknikker	21
4.4.	Dataens reliabilitet	23
4.5.	Beskrivelse av data.....	23
4.6.	Beskrivende statistikk.....	25
5.	Analyse.....	29
5.1.	Periode 1	29
5.1.1.	Korrelasjon.....	29
5.1.2.	Optimalt sikringsforhold.....	32
5.1.3.	Avkastning.....	33
5.1.4.	Risiko	34
5.1.5.	Sikringseffektivitet.....	35
5.2.	Periode 2	36
5.2.1.	Korrelasjon.....	36
5.2.2.	Optimalt sikringsforhold.....	38
5.2.3.	Avkastning.....	38
5.2.4.	Risiko	39
5.2.5.	Sikringseffektivitet.....	40
6.	Diskusjon.....	41
6.1.	Korrelasjon.....	41
6.2.	Optimalt sikringsforhold.....	42
6.3.	Risiko og avkastning.....	43
6.4.	Sikringseffektivitet	45
7.	Oppsummering og konklusjon.....	46
8.	Kilder.....	47

FIGURLISTE

Figur 1: Månedlig prisutvikling for WTI spot i USD per fat. Kilde: U.S. Energy Information Administration.....	1
Figur 2: Avkastning fra forwardkontrakter for en long (a) og short (b) posisjon (Hull, 2012, s. 6).....	6
Figur 3: Varians som funksjon av sikringsforhold (Hull, 2012, s. 58).....	14
Figur 4: Konvergens mellom spot- og futurespris mot forfallsdato (Hull, 2012, s. 27).....	19
Figur 5: Skiferoljeproduksjon i millioner fat per dag for utvalgte felt i USA. Kilde: U.S. Energy Information Administration.	24
Figur 6: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 1	30
Figur 7: Prisutvikling for WTI spot og F1 i USD per fat i periode 1.	31
Figur 8: Prisutvikling for WTI spot og F6 i USD per fat i periode 1.	31
Figur 9: Prisutvikling for WTI spot og F12 i USD per fat i periode 1.	31
Figur 10: Årlig ekvivalent avkastning i periode 1. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til avkastningen for en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold. .	33
Figur 11: Årlig ekvivalent standardavvik for avkastningen i periode 1. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.	34
Figur 12: Sikringseffektivitet for F1-F12 i periode 1.	35
Figur 13: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 2.	36
Figur 14: Prisutvikling for WTI spot og F1 i USD per fat i periode 2.	37
Figur 15: Prisutvikling for WTI spot og F6 i USD per fat i periode 2.	37
Figur 16: Prisutvikling for WTI spot og F12 i USD per fat i periode 2.	37
Figur 17: Årlig ekvivalent avkastning i periode 2. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til avkastningen for en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold. .	38
Figur 18: Årlig ekvivalent standardavvik for avkastningen i periode 2. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.	39
Figur 19: Sikringseffektivitet for F1-F12 i periode 2.	40

Figur 20: Årlig ekvivalent avkastning for periode 1 og periode 2. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til avkastningen for en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.....	43
Figur 21: Variasjonskoeffisienter for periode 1 og periode 2. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.	44
Figur 22: Sikringseffektivitet for F1-F12 i periode 1 og periode 2.	45

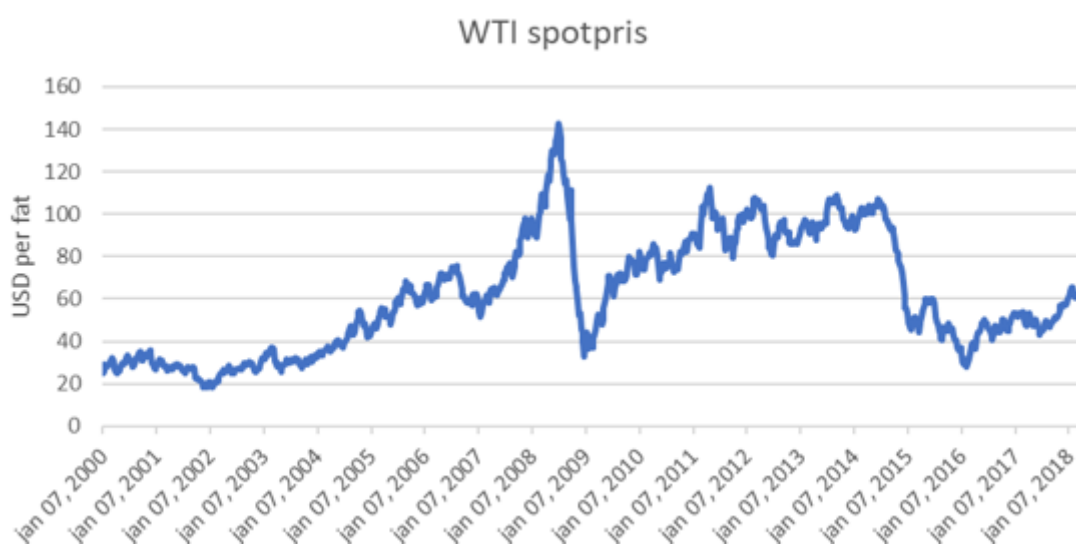
TABELLOVERSIKT

Tabell 1: Beskrivende statistikk for spot- og futurespriser i USD per fat for periode 1.....	25
Tabell 2: Beskrivende statistikk for spot- og futurespriser i USD per fat for periode 2.....	25
Tabell 3: Beskrivende statistikk for daglige logaritmiske prisendringer i periode 1.....	27
Tabell 4: Beskrivende statistikk for daglige logaritmiske prisendringer i periode 2.....	27
Tabell 5: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 1.....	29
Tabell 6: Optimalt sikringsforhold for kontraktene i periode 1.....	32
Tabell 7: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 2.....	36
Tabell 8: Optimalt sikringsforhold for kontraktene i periode 2.....	38
Tabell 9: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 1 og 2.....	41
Tabell 10: Optimalt sikringsforhold for periode 1 og periode 2.....	42

1. INTRODUKSJON

1.1. BAKGRUNN

Oljeprisen har i de siste årene beveget seg som en berg- og dalbane. De store prissvingningene har hatt betydelige virkninger for lønnsomhet og aktivitetsnivå til selskaper som produserer olje og oljerelaterte produkter. Etter prisnedgangen som følge av den amerikanske skiferrevolusjonen har flere globale oljeprodusenter blitt nødt til å foreta betydelige kostnadsutt, blant annet i form av oppsigelser av ansatte, og som følge av dette har også investeringer i nye prosjekter blitt lagt på is (Hovland, 2016).



Figur 1: Månedlig prisutvikling for WTI spot i USD per fat. Kilde: U.S. Energy Information Administration

Figur 1 viser hvordan prisen for den amerikanske referanseoljen West Texas Intermediate (WTI) har svingt de siste 18 årene. Etter priskrakket som følge av finanskrisen i 2008 fulgte flere år med stigende oljepriser, samtidig som man så en drastisk transformasjon av oljeproduksjonen i USA. Teknologiske fremskritt som horisontalboring og hydraulisk frakturering (fracking), kombinert med stigende oljepriser, bidro til at det ble mulig å utforske- og utvinne store mengder olje fra tette skiferformasjoner (Mănescu & Nuño, 2015, s. 855). Den økte produksjonen av skiferolje bidro til at oljeprisen gikk fra å holde seg på et komfortabelt nivå på rundt \$80-100 per fat fra 2011 til midten av 2014, til å stupe mot sitt foreløpige bunnpunkt siden finanskrisen på \$26 per fat i februar 2016 (U.S. Energy Information Administration, 2018). Ved å betrakte de siste årenes volatile oljepris kommer viktigheten av en klar strategi for håndtering av prisrisiko tydelig frem. Det finnes flere måter å håndtere slik risiko. En utbredt metode innebærer bruk av derivater for å sikre mot

prisendringer i ugunstig retning. I denne avhandlingen blir det sett på hvilken betydning skiferrevolusjonen har hatt for sikringsstrategien en eventuell oljeprodusent kan bruke for å sikre seg mot prisrisiko.

1.2. PROBLEMSTILLING OG FORMÅL

Formålet med avhandlingen er å avdekke hvilken betydning skiferrevolusjonen har hatt for sikring ved bruk av futureskontrakter fra en oljeprodusents perspektiv. Hovedproblemstillingen er formulert som følger:

«I hvilken grad har skiferrevolusjonen påvirket en risikominimerende sikringsstrategi ved bruk av futureskontrakter?»

For å besvare en slik problemstilling vil det bli foretatt analyser av historiske spot- og futurespriser for WTI råolje, hvor blant annet korrelasjon og spredning i prisene vil bli vurdert. Hensikten er å belyse i hvilken grad skiferrevolusjonen har påvirket andelen av egen beholdning som bør sikres for å minimere prisrisiko.

For å undersøke om skiferrevolusjonen har hatt andre konsekvenser for sikring vil også følgende underspørsmål bli studert:

- *«Hvordan har risiko og avkastning endret seg for en henholdsvis usikret- og sikret posisjon?»*

Med ønske om å se hva som har gitt størst gjennomsnittlig avkastning av en usikret- og sikret posisjon, før og etter skiferrevolusjonen, vil det bli konstruert en portefølje bestående av WTI spot og futureskontrakter med forskjellige kontraktslengder.

- *«Har det vært en endring i sikringseffektivitet etter skiferrevolusjonen?»*

Det er også interessant å se på hvor stor andel av risikoen som kan elimineres ved bruk av sikring med ulike kontraktslengder, og om skiferrevolusjonen har hatt noe å si for futureskontraktenes evne til å redusere prisrisiko. Dette er med på å belyse om det har vært hensiktsmessig å sikre i perioden som studeres.

1.3. AVHANDLINGENS OPPBYGGING

Avhandlingen er strukturert på følgende måte; kapittel to tar for seg sikringsteori og en innføring i hvordan futureskontrakter organiseres. Dette legger det teoretiske grunnlaget for videre analyse. Kapittel tre belyser noen viktige punkter knyttet til pristeori, som blant annet markedseffisiens og teorien om lager. Kapittel fire legger til grunn metode for utførelse av avhandlingen, samt en beskrivelse av datamateriale som blir brukt i analysen. Kapittel fem er avhandlingens analysedel. Denne består av analyser knyttet til korrelasjon, optimalt sikringsforhold, risiko, avkastning, og sikringseffektivitet. Kapittel seks er dedikert til diskusjon av resultater fra analysen. Til slutt presenteres avhandlingens konklusjon i kapittel syv.

1.4. AVGRENSNINGER

For avhandlingens utforming er det foretatt noen avgrensninger. Futureskontraktene som benyttes i analysedelen er begrenset til kontraktslengder på 1-12 måneder. Videre vil perioden som blir analysert bestå av datamateriale fra år 2005-2016, hvor datasettet blir delt i to delperioder for å kunne studere før- og ettervirkninger av skiferrevolusjonen.

Analysene tar utgangspunkt i en aktør som ønsker å sikre fremtidig salgspris for olje ved å ta en short posisjon i futureskontrakter. Avhandlingen vil ta for seg analyser av daglige prisendringer og effektivitet. Eventuelle kostnader knyttet til prissikring vil ikke bli diskutert.

Ettersom at forskjellige aktører kan ha ulike preferanser når det kommer til risiko, og hvordan prisrisiko skal håndteres, vil avhandlingen bli gjort med følgende antagelse: Ved valg av sikringsstrategi blir det tatt utgangspunkt i at aktører som ønsker å sikre seg er risikoaverse, og at de ønsker å redusere prisrisiko i størst mulig grad. Dermed vil en optimal sikringsstrategi innebære å bruke et variansminimerende sikringsforhold.

2. SIKRINGSTEORI

I dette kapittelet blir det først sett på formålet med å sikre seg mot fremtidige prisendringer i ugunstig retning. Det vil bli gitt en grunnleggende presentasjon av de mest brukte formene for derivater, hvor det vil bli sett på forwards, futures, opsjoner og swaps. Ettersom at avhandlingen hovedsakelig ser på bruk av futureskontrakter, vil det også bli gitt en grundig innføring i futureskontrakter, og hvordan disse organiseres. Videre vil teori om en risikominimerende sikringsstrategi bli presentert, hvor blant annet begreper som basisrisiko og risikopremie vil bli nevnt. Avslutningsvis vil teori om et optimalt sikringsforhold og sikringseffektivitet bli presentert, og hvordan disse blir beregnet.

2.1. FORMÅL MED SIKRING

Sikring (hedging på engelsk) kan ifølge Store norske leksikon defineres som «*et tiltak gjort av kjøper eller selger for å sikre seg mot fremtidige prisfluktasjoner*» (Store norske leksikon, 2018). For en oljeprodusent vil formålet med sikring mot prisrisiko være å beskytte seg mot et fremtidig prisfall for det oljeproduktet som skal selges. Hvor stor del av en beholdning som bør sikres avhenger av aktørens preferanser for risiko. En aktør som er risikoavers vil være villig til å redusere forventet profitt med ønske om en lavere risiko (Øglend, 2017).

En grundig gjennomført sikringsstrategi kan gi flere viktige fordeler for en oljeprodusent. Den viktigste fordelen er at produsenten kan sikre seg mot uforutsette prisfall (Lotay, Nossa & Vrana, 2015, s. 1). Ved å sikre seg kan altså en produsent oppnå en mindre volatil inntekt, som igjen vil gi en større grad av finansiell sikkerhet. I enkelte tilfeller kan også investorer stille krav til produsenten om å sikre en viss andel. Dette blir gjort for å forsikre investorer om at produsenten vil ha en solid kontantstrøm, som vil føre til en større sannsynlighet for god avkastning på deres investering (Lotay, Nossa & Vrana, 2015, s. 2).

Det finnes flere ulike måter å sikre på. Et eksempel kan være å ta en posisjon i et derivat hvor verdien beveger seg i motsatt retning i forhold til underliggende aktivum. På denne måten overføres risikoen fra en part til en annen, og tapet som følge av en uønsket prisendring for aktivumet vil kompenseres av inntjeningen på derivatet (Hull, 2012, s. 1).

2.2. DERIVATER

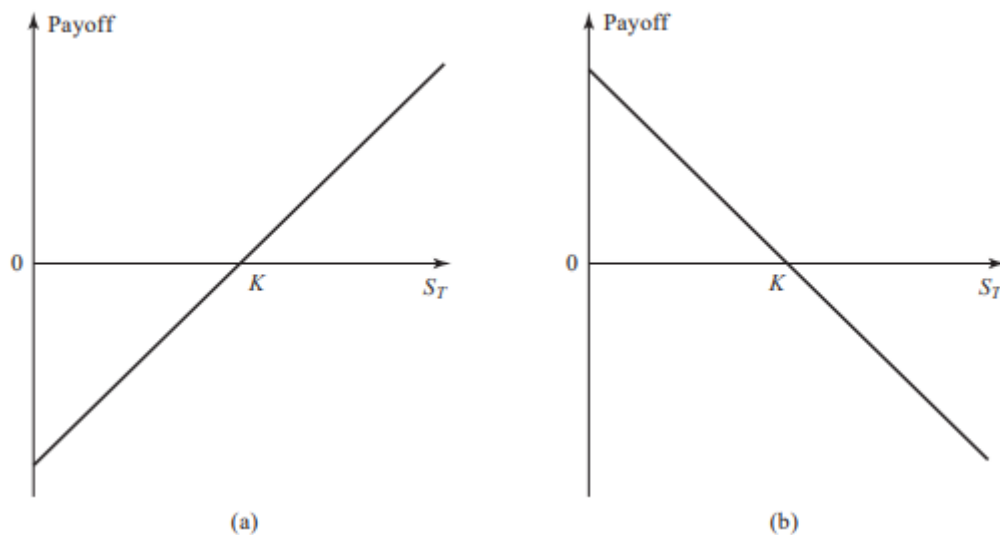
Derivater er kontrakter på verdipapirer hvor verdi og gevinst avhenger av verdipapirets underliggende aktivum (Hull, 2012, s. 1). Verdien på derivatet endres da i takt med det underliggende aktivumet. Et derivat kan avhenge av nesten hvilken som helst variabel, vanligvis verdien på et produkt. Derivater benyttes i tradisjonelle finansmarkeder på samme måte som aksjer og valuta, men benyttes også i råvare- og kraftmarkedet (Hull, 2012, s. 1).

I motsetning til aksjer så fører ikke handel av derivater til endringer i eierskap av underliggende aktivum på kjøpsdato. Det vil si at når man kjøper et derivat så eier man i utgangspunktet ingenting, man har da bare satset på en bestemt utvikling i markedet (Heckinger & Mengle, 2013). Noen av de mest kjente formene for derivater er forwards, futures, opsjoner og swaps (Øglend, 2017). Fellesnevneren for disse derivatene er at de kan brukes av aktører til å redusere risiko gjennom et underliggende verdipapir (Finans Norge, u.å).

2.2.1. Forwards

En forwardkontrakt er en enkel form for et derivat. En slik kontrakt inneholder spesifikasjoner knyttet til kjøp og salg av et underliggende aktivum, til en bestemt pris og til et avtalt tidspunkt for levering. Handel av forwardkontrakter foregår i «over-the-counter-markeder», oftest mellom to finansielle institusjoner, eller mellom finansielle institusjoner og en av deres klienter. Det vil si at kontraktene er en privat avtale mellom to aktører, hvor kontraktens innhold kan skreddersys til partenes behov, uten at det er behov for en organisert børs som et mellomledd. Det at handel av forwardkontrakter foregår i over-the-counter-markeder, i stedet for på organiserte børser, gjør at det er en viss risiko for at en kontraktspart kan ha insentiver for å ikke overholde sin del av avtalen (Hull, 2012, s. 5).

I en forwardkontrakt tar den ene parten en «long» posisjon og forplikter da å kjøpe derivatets underliggende aktivum til en bestemt pris, på et bestemt tidspunkt i fremtiden. Den andre parten tar en «short» posisjon, og forplikter å selge den underliggende varen til avtalt tid og pris. På denne måten er begge parter sikret mot prisendringer i kontraktens levetid. Prisen som partene blir enige om blir kalt leveringsprisen, og er lik forwardprisen på tidspunktet for kontraktsinngåelse. Ved handel av forwardkontrakter blir ingen transaksjoner gjort før avtalt leveringstidspunkt. Ved kontraktens forfall vil oppgjøret finne sted, og forskjellen mellom forwardprisen og det underliggende aktivumets spotpris vil avgjøre risikopremien, som kan enten være tap eller gevinst for kjøper eller selger (Hull, 2012, s. 5).



Figur 2: Avkastning fra forwardkontrakter for en long (a) og short (b) posisjon (Hull, 2012, s. 6).

Avkastning for henholdsvis en long- og short posisjon er illustrert i figur 2. K representerer leveringsprisen, mens S_T representerer spotpris på kontraktens underliggende aktivum ved forfall. Ved kontraktsinngåelse er verdien av kontrakten lik null for begge parter. Verdien av kontrakten vil avhenge av prisutviklingen til kontraktens underliggende aktivum. For en aktør som er i en long posisjon, vil avkastningen for en enhet av en vare være $S_T - K$, mens den for aktøren som er short vil være $K - S_T$. Som illustrert i figur 2 vil da en aktør i en long posisjon være tjent med at spotpris på underliggende vare stiger, mens motparten, som tar short posisjonen, vil være tjent med at spotprisen faller (Hull, 2012, s. 6).

2.2.2. Futures

Futureskontrakter er en annen form for et derivat som har mye til felles med forwardkontrakter. I likhet med forwardkontrakter, inneholder futureskontrakter spesifikasjoner for kjøp og salg av en råvare til en bestemt fremtidig dato, til en bestemt pris. Det som derimot skiller futureskontrakter fra forwardkontrakter er at handelen foregår på organiserte børsler, slik at det ikke trengs noen kontakt mellom kjøper og selger. I tillegg blir futureskontrakter gjort opp fra dag til dag ved bruk av en marginkonto, mens med forwardkontrakter skjer det ingen transaksjoner før kontraktens forfall. Ettersom at handelen foregår gjennom organiserte børsler, ligger det ikke noen risiko for kontraktspartene om at en eventuell motpart i en kontrakt ikke vil innfri kontraktens betingelser (Hull, 2012, s. 7). En videre innføring i futureskontrakter vil bli gitt i kapittel 2.3.

2.2.3. Opsjoner

Opsjoner blir handlet på både organiserte børser og i over-the-counter-markeder. Det er hovedsakelig to forskjellige typer opsjoner; «call» opsjoner og «put» opsjoner. En call opsjon gir en aktør retten til å kjøpe kontraktens underliggende aktivum på et bestemt tidspunkt, til en bestemt pris, kalt «strike price». En put opsjon på den andre siden gir en aktør retten til å selge kontraktens underliggende aktivum på et bestemt tidspunkt, til strike price (Hull, 2012, s. 7).

En opsjon gir altså en rett til å foreta et valg. Aktøren som har en opsjon kan da velge å ikke benytte seg av retten til å enten kjøpe eller selge for strike price. Det at man ikke er forpliktet til kjøp eller salg av kontraktens underliggende aktivum, skiller opsjoner fra forward- og futureskontrakter (Hull, 2012, s. 8). På grunn av opsjonseiers rettighet til bruk av kontrakten har opsjonskontrakter en kostnad for kjøper. Dette skiller seg også fra forward- og futureskontrakter som er balanserte kontrakter om fremtidig leveranse.

Hvilket tidspunkt en opsjon kan benyttes avhenger av type opsjon. For en amerikansk opsjon kan retten til kjøp eller salg for strike price benyttes når som helst i løpet av kontraktperioden, mens ved en europeisk opsjon må retten til kjøp eller salg benyttes ved utløpsdato av kontrakten (Hull, 2012, s. 7).

Hvis prisen for en put opsjon er M_t , og K representerer strike price, vil aktøren som kjøper denne opsjonen etablere en minste salgsspris på $K - M_t$. Hvis denne opsjonen er for en futureskontrakt med pris på F_T ved utløp, vil aktøren benytte seg av opsjonen hvis $K > F_T$, og oppnå en profitt på $K - M_t$. Hvis $F_T > K$ derimot vil det være økonomisk mest fordelaktig å ikke benytte seg av opsjonen, og heller selge for F_T , og oppnå en profitt på $F_T - M_t$ (Øglend, 2017).

2.2.4. Swaps

Swaps er kontrakter hvor to parter avtaler å utveksle kontantstrømmer i fremtiden. Denne formen for derivater ble forhandlet for første gang på tidlig 80-tallet og har bidratt til markedsvekst siden (Hull, 2012, s. 148). Swaps er fordelaktig ved at det ikke kreves noen kostnader ved kontraktsinngåelse, og at det er et stort marked hvor det er enkelt å finne en kontraktsmotpart. I likhet med forwardkontrakter, så handles swaps i over-the-counter-markeder. I kontraktene blir det spesifisert tidspunkt for utveksling av kontantstrøm, og hvordan kontantstrømmen skal beregnes (Lotay et al., 2015, s. 3).

Et eksempel på en swap kan være en oljeprodusent som avtaler å motta en fast oljepris i bytte mot å tilbakebetale en fluktuerende pris til motparten. Kontantstrømmen som oljeprodusenten får ved å selge olje i spotmarkedet kan da brukes direkte til å tilbakebetale motparten på avtalt tidspunkt, slik at effektiv mottatt oljepris blir den faste prisen fra swapen (Øglend, 2017).

En forwardkontrakt kan bli sett på som en forenklet versjon av en swap. Hvis for eksempel en markedsaktør tar en long posisjon i en forwardkontrakt for 100 gram gull med levering om ett år, til 215 kr per gram, så kan aktøren da selge dette gullet ved mottakelse etter ett år. Denne forwardkontrakten kan sees på som en swap ved at aktøren inngår en avtale om å betale sin motpart kr 21 500 om et år og mottar kr $100 * S_T$ fra salg igjen av gullet, hvor S_T representerer markedspris for 1 gram gull på salgstidspunktet, T . Denne forwardkontrakten førte til én kontantutveksling på et spesifikt tidspunkt, mens swaps typisk fører til kontantutveksling ved flere tidspunkter i faste intervaller (Hull, 2012, s. 170).

2.2.5. Markedsaktører

Derivatmarkedet har blitt en populær arena for ulike aktører. Hovedårsaken er at markedet benyttes av et stort antall aktører med forskjellige mål og risikopreferanser, og at produktene som handles er likvide. Når en aktør ønsker å kjøpe derivater, så er det vanligvis enkelt å finne en som vil ta motsatt side av handelen (Hull, 2012, s. 9).

Markedsaktørene kan deles inn i tre kategorier; «hedgere» «spekulanter» og «arbitrasjører». Hedgere er aktører som handler derivater med hensikt til å redusere risiko knyttet til fremtidige prisendringer for eksempelvis en råvare. Spekulanter derimot, tar gjerne motsatt posisjon av hedgere med ønske om å oppnå profitt ved fremtidig prissvingninger. Arbitrasjører forsøker å lukke inn en risikofri profitt ved å ta motsatte posisjoner i to eller flere markeder (Hull, 2012, s. 10).

2.3. INNFØRING I FUTURES KONTRAKTER

I det følgende vil det bli sett på bruk av futureskontrakter som sikringsmetode. I den forbindelse vil det bli gitt en grunnleggende innføring i futureskontrakter for å belyse hvordan de kan brukes til å sikre mot en svingende råvarepris. Det vil bli presentert hvordan organisering av futureskontrakter foregår, videre vil begreper som «marking-to-market» og oppgjørssentralen bli nevnt.

2.3.1. Futureskontrakter

En futureskontrakt kan tolkes som en avtale mellom to parter om kjøp og salg av en vare til en bestemt pris i fremtiden. Den parten som kjøper en kontrakt sies å ha tatt en long futures posisjon, mens den som selger sies å ha tatt en short futures posisjon i kontrakten (Hull, 2012, s. 24). Den parten som har tatt en long futures posisjon inngår da en avtale om å ta imot en leveranse i fremtiden, mens den andre parten forplikter å levere leveransen.

2.3.2. Organisering av futureshandel

Kjøp og salg av futureskontrakter foregår på organiserte børser hvor kontraktene som handles er standardiserte med hensyn på mengde, kvalitet, tidsrom, leveringspunkt og prisnotering. Noen av de mest kjente børsene for handel av futureskontrakter er Chicago Board of Trade (CBT), Intercontinental Exchange (ICE) og Chicago Mercantile Exchange (CMT) (Øglend, 2017). På disse børsene blir det omsatt kontrakter for et bredt spekter av råvarer og finansielle verdipapirer.

En viktig karakteristikk ved futuresmarkedet er at de fleste kjøp og salg av futureskontrakter ikke fører til leveranse av et fysisk produkt, bare omtrent 2% av kontraktene fører til fysisk leveranse. Futureskontraktene blir da gjort opp før kontrakten utløper ved at en som eksempelvis er i en long posisjon, går inn i en tilsvarende kontrakt i motsatt posisjon. Når en da har en kontrakt for kjøp og en for salg av samme råvare vil disse kontraktene kanselleres ut (Øglend, 2017).

2.3.3. Marking to market

For å kunne kjøpe og selge futureskontrakter må man ha en konto på en børs, og betale inn et depositum på en marginkonto. Etterhvert som futuresprisene endres vil kjøper (long) og selger (short) enten tjene eller tape penger. Pengene vil da bli overført daglig mellom marginkontoene til hver av partene. Denne prosessen kalles for «marking-to-market». Den parten som er i en long posisjon vil tjene penger hvis futuresprisen stiger, mens den som har en short posisjon vil tape. Hvis en marginkonto faller under et spesifikt nivå, må den fylles opp igjen. Dette blir kalt for «margin call», og skal forhindre at kjøper og selger ikke innfrir det som er bestemt i kontrakten (Øglend, 2017).

2.3.4. Oppgjørssentralen

En oppgjørssentral sørger for å holde kontroll på medlemmers transaksjoner fra dag til dag, og beregner tap og gevinster på deres posisjoner. På denne måten fungerer oppgjørssentralen som et mellomledd for kjøpere og selgere av futureskontrakter. Kjøper og selger vil dermed ikke ha noen direkte kontakt med hverandre, og trenger heller ikke å bekymre seg for motpartens betalingssevne, ettersom at oppgjørssentralen tar seg av dette (Hull, 2012, s. 7).

Endelig oppgjør av en futuresposisjon gjøres vanligvis ved å utligne posisjonen før kontraktens forfall. Det faktum at de aller fleste futureskontrakter ikke fører til fysisk leveranse av et produkt tyder i stor grad på at hensikten med slike kontrakter er prissikring eller spekulasjon (Hull, 2012, s. 36).

2.4. RISIKOMINIMERENDE SIKRINGSSTRATEGI

I denne delen blir det sett på bruk av futureskontrakter som prissikring for risikoreduksjon. For å optimalisere sikringen slik at den vil redusere risiko i størst mulig grad, må det gjøres noen beregninger, blant annet av hvor stor andel av posisjonen som bør sikres. Dette omtales som optimalt sikringsforhold, og blir i tillegg til sikringseffektivitet beskrevet i kapittelet som følger.

2.4.1. Prissikring med futureskontrakter

Majoriteten av de som benytter seg av futuresmarkedet er aktører som ønsker å sikre seg mot fremtidig prisfluktasjoner i spotmarkedet (Øglend, 2017). En oljeprodusent som velger å sikre oljeprisen for fremtidig salg risikerer å miste fordelene ved en fremtidig prisstigning under futureskontraktens løpetid, men er da sikret mot en prisnedgang. En perfekt sikring

(«perfect hedge») eliminerer risiko fullstendig (Øglend, 2017). En sikring som fjerner all risiko er av sjelden karakter, derfor studeres ulike sikringsstrategier for å kunne minimere den risikoen som er håndterlig i størst mulig grad. For at en sikring skal være effektiv er det viktig å benytte futureskontrakter som er høyt korrelert med underliggende råvare. Om det ikke tilbys futureskontrakter for et spesifikt produkt er det altså mulig å sikre med futureskontrakter for andre produkter, gitt at produktet som skal sikres er høyt korrelert med futureskontrakten som benyttes. Dette kalles kryssikring (Hull, 2012, s. 56).

2.4.2. Basisrisiko og risikopremie

Basis risiko

Basis kan defineres som prisdifferansen mellom en futureskontrakt og spotprisen for den underliggende råvaren som futureskontrakten representerer, eller baserer seg på. Basisrisiko er risiko knyttet til at futuresprisen ikke vil endres i takt med spotpris på den underliggende råvaren (Hull, 2012, s. 53).

Basis risiko vil være tilstede når en bruker en futureskontrakt til sikring av en råvare som ikke er underliggende i futureskontrakten, eller hvis aktøren bærer usikkerhet i forhold til eksakt dato for kjøp og salg av råvaren. En annen årsak til basis risiko kan være at sikringsstrategien krever at futureskontrakten blir hevet før leveringsmåneden (Øglend, 2017). Basis i en sikringssituasjon er som følger:

$$\text{Basis} = \text{Spotpris på råvare som skal sikres} - \text{Futurespris på kontrakt brukt}$$

Hvis råvaren som skal sikres er den samme som den underliggende i futureskontrakten, vil basis vanligvis være lik null ved kontraktens forfall. Før utløpsdato vil basis kunne variere mellom positiv og negativ. Ettersom at spot- og futuresprisen ikke nødvendigvis endres likt over tid, vil dette resultere i at basis endres. En økning i basis sies å styrke basis, mens en nedgang i basis sies å svekke basis (Hull, 2012, s. 53). Ved bruk av futureskontrakter for prissikring er det altså ønskelig med høy korrelasjon mellom spotpris og futurespris. Desto mer korrelert futuresprisen er med spotprisen, desto mindre risiko er knyttet til basis (Hull, 2012, s. 55).

Risikopremie

For aktører som spekulerer i futuresmarkedet er det prisfluktuasjon som gir profit. Hvis det for eksempel er en overvekt av hedgere som ønsker å sikre seg mot en prisnedgang, må det også være spekulanter som ønsker å ta den andre siden av kontrakten. Spekulanter er gjerne villige til å ta den andre siden, men for at noen skal ha insentiver for å ta denne posisjonen må det være en risikopremie tilstede (Øglend, 2017). For spekulanter som tar en long posisjon vil det si at forventet fremtidig futurespris $E(F_{t+1|T})$ må være høyere enn dagens futurespris ($F_{t|T}$). Risikopremien ($r_{t|t+1}$) kan da uttrykkes slik:

$$E_t(F_{t+1|T} - F_{t|T}) = r_{t|t+1} \quad (2.1)$$

Hvor $r_{t|t+1} > 0$ er en nødvendig kompensasjon for at spekulanten skal være villig til å ta en long posisjon. I en annen situasjon der det eksempelvis er en overvekt av råvareprodusenter som ønsker å ta long posisjoner i futureskontrakter, må spekulanter være villige til å ta den motsatte posisjonen, altså en short posisjon i futureskontrakten. I dette tilfelle må risikopremien være negativ, $r_{t|t+1} < 0$. En risikopremie kan dermed sees på som en sikringskostnad (Øglend, 2017).

2.4.3. Optimalt sikringsforhold

Andelen av en råvarebeholdning som bør sikres ved bruk av futureskontrakter er gitt av sikringsforholdet. Hvor mye som er optimalt å sikre vil avhenge av aktørers preferanse for risiko i forhold til avkastning (Øglend, 2017). I dette delkapittelet presenteres en fremgangsmåte for hvordan man kan komme frem til et variansminimerende sikringsforhold. Fremgangsmåten er en noe modifisert utgave av metoden som presenteres på side 50-52 i kompendium av Øglend (2017). Ettersom at avhandlingen avgrenses til å ta for seg en risikoavers aktør, vil det variansminimerende sikringsforholdet heretter refereres til som et optimalt sikringsforhold.

Dagens spotpris P_t og dagens futurespris F_t med forfallsdato $t + j$ er kjent, mens fremtidig spot- og futurespris, henholdsvis P_{t+j} og $F_{t+j|t+j}$, er ukjent på tidspunkt t . Dersom en oljeprodusent har I_t enheter olje på lager, og shorter X_t futureskontrakter, så kan avkastningen defineres på følgende måte når en ser bort i fra lagringskostnader:

$$R_{t+j} = (P_{t+j} - P_t)I_t - (F_{t+j|t+j} - F_{t|t+j})X_t \quad (2.2)$$

Det første leddet, $(P_{t+j} - P_t)I_t$, uttrykker avkastningen knyttet til salg av den lagrede varen på tidspunkt $t + j$, mens det andre leddet, $(F_{t+j|t+j} - F_{t|t+j})X_t$, representerer avkastningen som følge av å ha inntatt en short posisjon i futureskontrakter. For å gjøre videre formuleringer enklere å lese, gjøres følgende forkortelser:

$$p = P_{t+j} - P_t \quad (2.3)$$

$$f = F_{t+j|t+j} - F_{t|t+j} \quad (2.4)$$

Risiko kan måles som avkastningens standardavvik. Dette er uttrykt som kvadratroten av variansen:

$$\sigma_{R_{t+j}} = \sqrt{\text{Var}_t(R_{t+j})} \quad (2.5)$$

Hvor

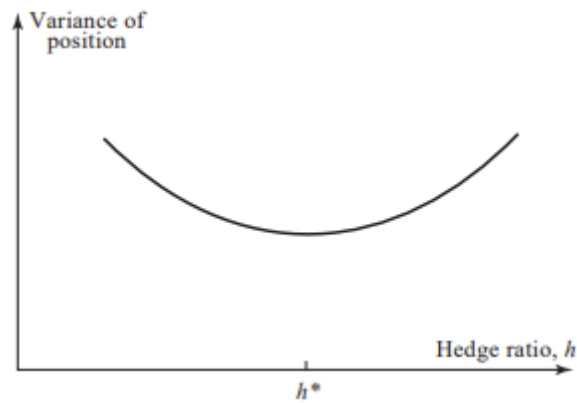
$$\text{Var}_t(R_{t+j}) = I_t^2 \text{Var}_t(p) + X_t^2 \text{Var}_t(f) - 2I_t X_t \text{Cov}_t(p, f) \quad (2.6)$$

For å komme frem til et uttrykk for optimalt sikringsforhold, deriveres variansen til avkastningen med hensyn på X_t og settes lik 0.

$$\frac{d}{dX_t} \text{Var}_t(R_{t+j}) = 2X_t \text{Var}_t(f) - 2I_t \text{Cov}_t(p, f) = 0 \quad (2.7)$$

Videre løses ligning (2.7) for sikringsforholdet (X_t/I_t):

$$h^* = \frac{X_t}{I_t} = \frac{\text{Cov}_t(p, f)}{\text{Var}_t(f)} = \frac{\sigma_p}{\sigma_f} \text{Corr}(p, f) \quad (2.8)$$



Figur 3: Varians som funksjon av sikringsforhold (Hull, 2012, s. 58).

Figur 3 illustrerer hvordan en posisjons varians endres med sikringsforholdet. Det optimale sikringsforholdet er gitt ved kurvens bunnpunkt, hvor variansen er minimert. Korrelasjonen mellom daglig endring i spot- og futurespris er gitt av:

$$\text{Corr}(p, f) = \frac{\text{Cov}_t(p, f)}{\sigma_p \sigma_f} \quad (2.9)$$

Hvor $\text{Cov}_t(p, f)$ er kovariansen mellom daglig endring i spot- og futurespris. Parametrene brukt i ligning (2.9) estimeres fra historisk data for daglige endringer i spot- og futurespriser.

2.4.4. Sikringseffektivitet

Sikringseffektivitet kan defineres som «den andelen av variansen som elimineres ved sikring» (Hull, 2012, s. 58). Med andre ord forklarer den hvor stor risikoreduksjon som har vært mulig å oppnå ved sikring med futureskontrakter. Sikringseffektiviteten kan uttrykkes som følgende (Hull, 2012, s. 58):

$$\frac{\text{Var}_t(R_{t+j, Usikret}) - \text{Var}_t(R_{t+j, Sikret})}{\text{Var}_t(R_{t+j, Usikret})} = \text{Corr}(p, f)^2 \quad (2.10)$$

3. PRISTEORI

I kapittelet som følger blir det sett på hva som gjør et marked effisient, og hvordan futureskontrakter prises. Pristeoriene som presenteres er teorien om lager, og forventningshypotesen. Videre beskrives ulike markedstilstander og til slutt hvilke arbitrasjemuligheter som kan oppstå når spot- og futuresprisen konvergerer mot hverandre.

3.1. MARKEDSEFFISIENSHYPOTEBEN

Et marked sies å være effisient dersom prisene i markedet reflekterer all tilgjengelig informasjon i størst mulig grad (Goss, 1992, s. 4). Hypotesen om markedseffisiens (EMH) ble opprinnelig utarbeidet av Eugene Fama som konkluderte med at i et effisient marked vil det være en rekke rasjonelle aktører som konkurrerer om å forutse verdipapirers fremtidige markedsverdi, basert på fritt tilgjengelig informasjon, i håp om å maksimere deres egen profitt. Konkurransen vil føre til en situasjon hvor futuresprisene reflekterer all tilgjengelig informasjon, basert på både tidligere hendelser og hendelser som forventes å inntreffe i fremtiden. Etterhvert som ny informasjon blir tilgjengelig vil prisene oppdateres innen kort tid. Dette skulle føre til at futuresprisen til enhver tid vil være et godt estimat for fremtidig pris på underliggende aktivum (Read, 2013, s. 104).

Fama definerte tre former for markedseffisiens:

1. Svak effisiens: Ved denne formen har alle tekniske analyser basert på tidligere informasjon blitt arbitrasjert inn i prisen. Futuresprisen reflekterer all kjent informasjon om markedets handelsmønstre, volum og andre egenskaper (Read, 2013, s. 105).
2. Semi-sterk effisiens: Ved denne formen reflekterer futuresprisen all offentlig tilgjengelig informasjon (Read, 2013, s. 105).
3. Sterk effisiens: Hvis dette kriteriet er oppfylt vil også privat informasjon være reflektert i futuresprisen, slik at selv ikke aktører med innsideinformasjon kan oppnå profitt basert på informasjonen deres (Read, 2013, s. 105).

For at markedseffisienshypotesen skal gjelde, kreves det at aktørene i markedet har rasjonelle forventninger, er risikonøytrale, og at det ikke er noen kostnader forbundet med

transaksjoner. Det er også blitt bevist at det er umulig for et marked å være fullstendig effisient dersom det eksisterer kostbar informasjon (Goss, 1992, s. 4).

3.2. FORVENTNINGSHYPOTEESEN

I følge forventningshypotesen vil dagens futurespris gjenspeile markedets samlede forventninger angående fremtidig spotpris. Teorien er basert på argumentet om at større avvik mellom futurespris og forventet fremtidig spotpris vil føre til at arbitrasjører vil trå inn og utnytte prisforskjellene helt frem til prisene samsvarer med markedets forventninger (Baker, Filbeck, & Harris, 2018, s. 287). Dermed vil futuresprisen $F_{t|T}$ være lik forventet fremtidig spotpris $E(P_T)$ i likevekt:

$$F_{t|T} = E(P_T) \quad (3.1)$$

Friksjoner i markedet, som transaksjonskostnader, kan gjøre at disse to størrelsene ikke nødvendigvis er helt like (Chow, McAleer, & Sequeira, 2000, s. 232). Dersom futuresprisen var akkurat lik forventet spotpris ville begge sider av kontrakten vært nødt til å godta en forventet profitt lik null. Det ville dermed ikke vært noen risikopremie å hente for spekulanter i markedet.

3.3. TEORIEN OM LAGER

Teorien om lager, også kalt «cost-of-carry» modellen, er en anerkjent modell som forklarer forholdet mellom spot- og futurespris for lagringsdyktige råvarer. Teorien er basert på at futuresprisen må være lik varens spotpris og totale finansierings- og lagringskostnader over en gitt tidsperiode (Chow et al., 2000, s. 217). I følge Øglend (2017) kan futuresprisen fastsettes på følgende måte:

$$F_{t|T} = P_t + m_{t|T} \quad (3.2)$$

Hvor $F_{t|T}$ er futuresprisen fastsatt på tidspunkt t med forfallsdato T , og P_t er råvarens spotpris. $m_{t|T}$ betegnes ofte som cost-of-carry, og representerer de totale kostnadene som påløper ved å lagre råvaren i perioden t til T . Disse kostnadene består av en marginal lagringskostnad per enhet råvare, $m(I_t)$, samt en alternativkostnad i form av tapte renteinntekter på kapitalen som er bundet i den lagrede råvaren, $r_{t|T}(P_t + m(I_{t|T}))$. Cost-of-carry kan ifølge Øglend (2017) uttrykkes på følgende måte:

$$m_{t|T} = r_{t|T}P_t + (1 + r_{t|T})m(I_{t|T}) \quad (3.3)$$

Hvis $m(I_t)$ er negativ vil det være en marginal fordel forbundet med lagring, kjent som «convenience yield» (Øglend, 2017). Convenience yield kan tolkes som fordelene man oppnår ved å ha varen fysisk tilgjengelig på lager i stedet for å holde en futureskontrakt. For en oljeprodusent kan dette være økt fleksibilitet i produksjonen, eller muligheten til å møte en uventet økning i etterspørsel (Chow et al., 2000, s. 218). Vi ser at futuresprisen vil stige med økte lagringskostnader og økte rentesatser. Videre vil en høy convenience yield resultere i at futuresprisen synker lavere enn spotprisen. Ved å gjøre en enkel justering av ligning (3.2) ser en også at basis kan forklares ved hjelp av de totale lagringskostnadene:

$$F_{t|T} - P_t = m_{t|T} \quad (3.4)$$

Dette uttrykket kalles cost-of-carry forholdet (Øglend, 2017). Dersom det oppstår avvik mellom futuresprisen og summen av spotpris og cost-of-carry, vil det være mulig å oppnå en risikofri arbitrasjeprofit. Hvis for eksempel futuresprisen er høyere enn nåværende spotpris og cost-of-carry, vil en arbitrasjør kunne shorte futureskontrakter, for så å kjøpe varen i spotmarkedet og lagre den frem til avtalt leveringsdato. Siden slik enkel arbitrasje ikke skal være mulig i et velfungerende marked må cost-of-carry forholdet gjelde (Øglend, 2017).

3.4. TERMINSTRUKTUR

Futuresprisenes terminstruktur inneholder viktig informasjon om markedets forventninger til fremtidig prisutvikling. Terminstrukturen finnes ved å plote dagens spotpris sammen med priser for ulike futureskontrakter i rekkefølge etter stigende forfallsdato (Øglend, 2017):

$$P_t, F_{t|t+1}, F_{t|t+2}, \dots, F_{t|T}$$

Plottet kan illustreres som en kurve hvor stigningen mellom to futureskontrakter tilsvarer totale kostnader ved å holde varen over tidsperioden, gitt at cost-of-carry forholdet gjelder. En stigende kurve betegnes ofte som en «normal futures kurve» og kjennetegnes ved at futuresprisen øker i takt med kontraktslengden. Dette indikerer at fremtidig spotpris er forventet å øke sammenlignet med dagens spotpris. Hvis cost-of-carry forholdet er positivt, vil futuresprisen være høyere enn dagens spotpris. Denne tilstanden kalles «contango» (Øglend, 2017).

En avtagende, eller «invers futures kurve» representerer markedets forventninger om at fremtidige spotpriser vil synke. Dette indikerer et negativt cost-of-carry forhold, som vil si at det eksisterer en convenience yield i markedet. Hvis cost-of-carry er negativ vil futuresprisen være lavere enn dagens spotpris. Dette kalles «backwardation» (Øglend, 2017).

3.5. TEORIEN OM NORMAL BACKWARDATION

Denne teorien ble først introdusert av økonomene John Keynes og John Hicks. De mente at det i enkelte markeder vil være flest råvareprodusenter som ønsker å sikre seg mot en eventuell prisnedgang, og som dermed vil overføre denne risikoen til spekulanter ved å innta netto short posisjoner i futureskontrakter (Baker et al., 2018, s. 287). For at spekulanter skal være villige til å påta seg risiko må futuresprisen være lavere enn den forventede spotprisen som futuresprisen vil konvergere mot i fremtiden. Dette kan uttrykkes slik:

$$F_t < E(P_T)$$

Hvor F_t er futuresprisen fastsatt ved kontraktsinngåelse, og $E(P_T)$ representerer markedets forventninger om fremtidig spotpris. En markedstilstand hvor futuresprisen er lavere enn forventet fremtidig spotpris kalles «normal backwardation» (Baker et al., 2018, s. 287). Spekulanter blir dermed kompensert i form av en risikopremie lik $E(P_T) - F_t > 0$. Siden hedgere oppnår redusert risiko er de dermed villige til å inngå en kontrakt med en forventet negativ profitt. Siden $E(P_T)$ bare er et estimat for fremtidig spotpris, må det fastsettes en tilstrekkelig risikopremie som sikrer at spekulanter oppnår en profitt oftere enn de taper (Fabozzi, Füss & Kaiser, 2008, s 49).

3.6. TEORIEN OM NORMAL CONTANGO

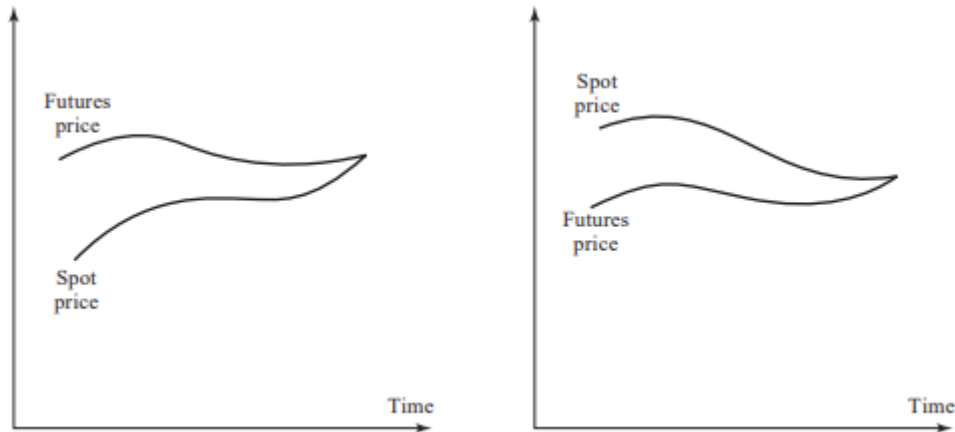
For et marked i contango er det motsatt. Her vil hedgere stort sett bestå av aktører som har et behov for å kjøpe den underliggende råvaren, for eksempel i kontrakter for drivstoff hvor kjøpere er mer ivrige etter å sikre fremtidig kjøpspris enn selgere er etter å sikre seg mot lavere fremtidig salgspris. For å sikre seg mot en potensiell prisøkning vil de derfor ta en long posisjon i futureskontrakter (Baker et al., 2018, s. 287). Dermed må futuresprisen være høyere enn fremtidig forventet spotpris for at spekulanter skal være villige til å ta motsatt side av kontrakten:

$$F_t > E(P_T)$$

Forventet profitt for spekulanter blir i dette tilfellet $F_t - E(P_T) > 0$.

3.7. ARBITRASJEMULIGHETER VED KONVERGENS

Når kontraktperioden nærmer seg forfall vil futuresprisen konvergere mot spotpris på underliggende råvare. I leveringstiden må prisene være tilnærmet helt like, ellers vil det oppstå muligheter for arbitrasje (Hull, 2012, s. 26). Figur 4 illustrerer hvordan spot- og futuresprisen konvergerer når forfallsdato nærmer seg.



Figur 4: Konvergens mellom spot- og futurespris mot forfallsdato (Hull, 2012, s. 27).

Hvis futuresprisen er høyere enn spotpris ved forfall vil tradere utnytte denne prisforskjellen ved å ta en short posisjon i en futureskontrakt, kjøpe underliggende råvare i spotmarkedet, for så å levere varen som avtalt ved kontraktsinngåelse og oppnå en enkel profitt. Futuresprisen vil da synke som følge av et økt tilbud av futureskontrakter. Hvis futuresprisen er lavere enn spotpris ved forfall, vil tradere innta long posisjoner i futureskontrakter og ta levering av varen. Den økte etterspørselen etter futureskontrakter fører da til at futuresprisen øker. Resultatet som følge av arbitrasjemulighetene blir at futuresprisen er tilnærmet lik spotpris i leveringstiden (Hull, 2012, s. 26).

4. METODE OG DATA

I dette kapittelet vil det bli sett på forskningsdesign og metode for litteratur- og datainnsamling. Videre vil det bli gitt en beskrivelse av fremgangsmåte, estimeringsteknikker og data som blir brukt for å svare på oppgavens problemstilling. Til slutt presenteres beskrivende statistikk for datamaterialet.

4.1. FORSKNINGSDESIGN

Fremgangsmåte for ulike forskningsprosjekter deles vanligvis inn i to hovedtyper; kvalitative- og kvantitative metoder, hvor forskningens problemstilling er avgjørende for valg av metode. Forskjellen på de ulike typene kan sies å være innlysende i navnene. I en kvantitativ forskningsrapport vil informasjonen som innhentes enten la seg tallfeste, eller være mulig å uttrykke med tall. Forskningsområdet kan gjerne være bredt, og det undersøkes ofte fra flere kilder, men da med et avgrenset presist forskningsspørsmål med begrensede svaralternativer. Ved bruk av kvalitativ metode derimot, er informasjonen som innsamles ikke mulig å tallfeste eller beskrive med tall (Holbergprisen, u.å).

I denne avhandlingen blir det gjennomført analyser av endringer i WTI spotpris og i pris for WTI futureskontrakter med 12 ulike kontraktslengder. Formålet med analysen er å utforske i hvilken grad skiferrevolusjonen har påvirket andelen av en oljebeholdning som bør sikres for å minimere risiko. For å svare på problemstillingen vil det da være naturlig å benytte en kvantitativ metode. En slik fremgangsmåte vil være hensiktsmessig ettersom at analysene blir foretatt av tallmateriale, og at det er ønskelig å kvantifisere og beskrive resultatene i målbare størrelser.

4.2. INFORMASJONSINNSAMLING

Ved informasjonsinnsamling for å besvare avhandlingens problemstilling er det noen vurderinger som bør gjøres. Vurderinger bør knyttes til hvor informasjonen hentes fra, ettersom at det er viktig å kunne ha tillit til informasjonen som blir presentert. Annet som bør tas i betraktning er informasjonens tilgjengelighet, da en problemstilling som krever utilgjengelig informasjon kan være problematisk å besvare. Kildens relevans for oppgaven er også viktig ved informasjonsinnsamling (Holbergprisen, u.å).

Litteratur og data som er benyttet for å besvare avhandlingens problemstilling er offentlig tilgjengelig informasjon. Informasjon om teori er å få tak i fra et bredt utvalg av kilder, som fører til at det er mulig å være mer kritisk til utvalg. For å sikre at den innsamlede informasjonen har en høy pålitelighet, har samtlige kilder blitt nøye vurdert etter kriterier som hvor de er hentet fra, utgiver, forfatter og relevans. Innsamling av litteratur for teori har foregått ved å oppsøke lærebøker og kompendier fra anerkjente forfattere innen avhandlingens forskningsområde. Videre er noe fagstoff hentet fra ulike nettsider, samt fra fagfelleverderte artikler som er funnet i universitetsbibliotekets database.

Datagrunnlaget som brukes i analysen består av historisk data over WTI spot- og futurespriser fra New York Mercantile Exchange (NYMEX). Prisene er lastet ned fra den finansielle databasen «Thomson Reuters Datastream» ved biblioteket til Universitetet i Stavanger (UiS). Det antas at prisene på NYMEX børsen er oppdaterte og korrekte, og at datamaterialet som er brukt derfor bør være pålitelig.

4.3. FREMGANGSMÅTE OG ESTIMERINGSTEKNIKKER

Datamaterialet er lastet ned som en excel fil, og består av daglige spot- og futurespriser for West Texas Intermediate (WTI) med kontraktslengder på 1 til 12 måneder. Datasettet er delt inn i to perioder, som beskrives nærmere i kapittel 4.5. Daglige logaritmiske prisendringer for WTI spot og de ulike kontraktslengdene er satt opp som en portefølje, og videre analysert ved bruk av Microsoft Excel. Dette arbeidsverktøyet ble valgt fordi det ble ansett som tilstrekkelig for oppgavens formål, i tillegg til at det er et verktøy som er blitt mye brukt i forbindelse med tilsvarende beregninger i fag ved Universitetet i Stavanger (UiS). Dersom oppgavens formål var å fremskrive fremtidige verdier ville metoder som GARCH modellering vært mer hensiktsmessig å bruke.

Det er for hver periode blitt utført analyser av korrelasjon, optimalt sikringsforhold, risiko, avkastning og sikringseffektivitet. Metoden for å estimere optimalt sikringsforhold tar utgangspunkt i å minimere variansen til porteføljens avkastning. Videre uttrykker sikringseffektiviteten den andelen av variansen som reduseres ved bruk av sikring. Varians og standardavvik er statistiske begreper som ofte brukes i litteraturen for å uttrykke risiko (Aven, 2010, s. 43). I denne avhandlingen er standardavvik blitt benyttet som et mål på risiko i analysene, slik at risiko og avkastning er uttrykt i samme måleenhet. Både standardavvikene og avkastningen til porteføljen er uttrykt i en årlig ekvivalent form, hvor det er tatt utgangspunkt i 256 handelsdager per år¹. I de tilfellene hvor risiko er blitt sammenlignet mellom de to periodene, rapporteres prisendringenes- og avkastningens variasjonskoeffisient (CV) i stedet for standardavvik. Variasjonskoeffisienten gjør at risikoen standardiseres til gjennomsnittet i avkastningen ved at standardavvikene deles på gjennomsnittet (Haight, Morrell & Ross, 2007, s. 128).

Det er flere faktorer som kan påvirke avhandlingens resultater, blant annet lengden på tidsperioden som studeres. Valg av lengde vil være en subjektiv vurdering, ettersom det ikke finnes noen fasit på hvor lang en slik tidsperiode skal være. I denne avhandlingen er det benyttet en tidsperiode på totalt 11 år. Perioden er videre delt inn i to ulike delperioder på ca. 5,5 år hver. Siden daglig prisdatabaser er benyttet, mener vi at periodene inneholder et tilstrekkelig antall observasjoner for å kunne utføre de aktuelle analysene for perioden før- og etter skiferreklusjonen.

Et annet forhold som vil kunne påvirke resultatene er metoden som velges for å estimere det optimale sikringsforholdet. Hvor mye som er optimalt å sikre vil blant annet være avhengig av aktørers preferanse for risiko (Øglend, 2017). Siden avhandlingen avgrenses til å ta for seg en risikoavers oljeproducent, vil den optimale sikringsstrategien som benyttes ta utgangspunkt i et risikominimerende sikringsforhold.

¹ I litteratur viser det seg at det er en vanlig antagelse å benytte 256 handelsdager per år (Levy, 2011, s. 330).

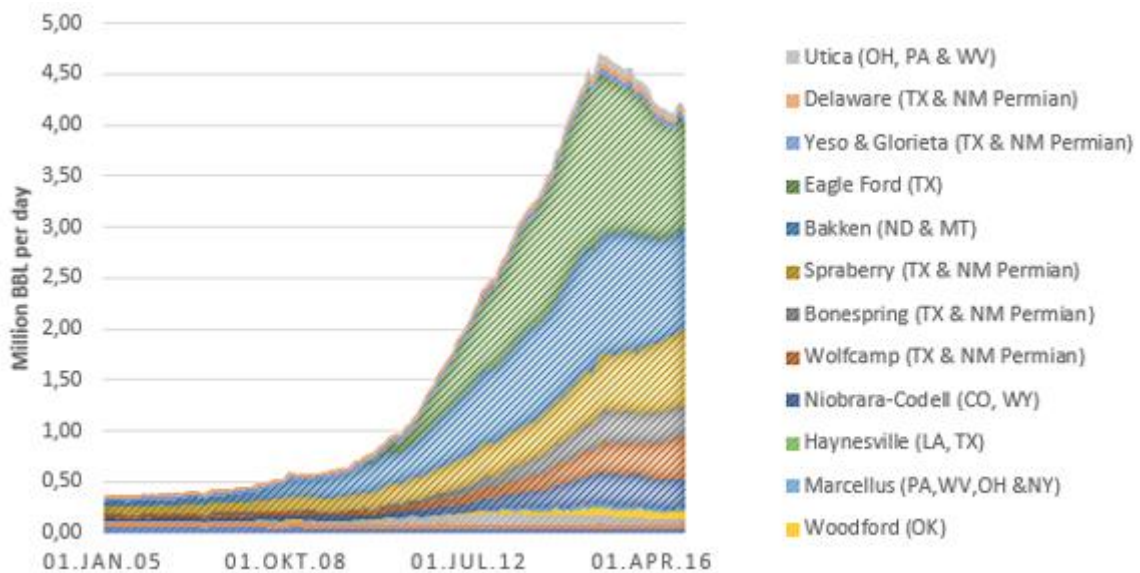
4.4. DATAENS RELIABILITET

Reliabiliteten til en studie sier noe om hvor konsistente de foretatte målingene er (Svardal, 2018). Ved innsamling- og behandling av data vil det alltid kunne oppstå uforskyldte feil underveis. For å sikre at alle beregninger er gjort korrekt har begge forfatterne av avhandlingen utført de samme analysene på hver sin pc. På denne måten har identiske analyser blitt utført to ganger for hver periode. Dette vil være med på å styrke resultatenes pålitelighet.

4.5. BESKRIVELSE AV DATA

For å besvare avhandlingens problemstilling har det vært nødvendig å fremskaffe data for to sett variabler. De to settene består av data for spot- og futurespriser, og er blitt benyttet i alle analysene som presenteres i kapittel 5. Datasettet som analyseres er basert på daglige observerte spot- og futurespriser for råoljen West Texas Intermediate (WTI) ved New York Mercantile Exchange (NYMEX). Dette er den mest likvide og aktivt handlede oljekontrakten, med omtrent 1,2 millioner omsatte kontrakter per dag (CME Group, 2017).

Den totale tidsperioden som studeres er fra 28. juli 2005 til og med 3. juni 2016. For å kunne sammenligne analyser fra før og etter skiferrevolusjonen er datasettet blitt delt inn i to perioder. Den første perioden strekker seg fra 28. juli 2005 til 31. desember 2010, og blir heretter omtalt som periode 1. Den andre perioden, heretter kalt periode 2, tar for seg tidsrommet hvor produksjonen av skiferolje i USA ble trappet opp betraktelig, som illustrert i figur 5. Denne perioden inneholder observasjoner fra 3. januar 2011 til 3. juni 2016. For å gjøre resultatene mer sammenlignbare er det benyttet et likt antall observasjoner i hver periode. Daglige observasjoner er benyttet for å få et bredt datagrunnlag for analysene.



Figur 5: Skiferoljeproduksjon i millioner fat per dag for utvalgte felt i USA. Kilde: U.S. Energy Information Administration.

Futureskontraktene som studeres har en kontraktslengde på 1 til 12 måneder. Videre i avhandlingen er disse omtalt som henholdsvis F1-F12, hvor for eksempel F3 representerer en kontrakt med forfall om 3 måneder. Hver kontrakt gjelder for 1000 fat WTI råolje med levering i Cushing, Oklahoma. Handel av futureskontraktene skal avsluttes den tredje virkedagen før den 25. kalenderdagen i måneden før leveringsmåneden. Dersom den 25. kalenderdagen havner på en dag som ikke er en virkedag, skal handel avsluttes tre virkedager før den siste virkedagen før 25. kalenderdag. Levering skal foregå i perioden fra første til siste kalenderdag i leveringsmåneden (Williams, 2018).

4.6. BESKRIVENDE STATISTIKK

I tabellene under presenteres en systematisk beskrivelse av datamaterialet for hver av de to periodene. Tabell 1 inneholder beskrivende statistikk for periode 1, mens tabell 2 viser beskrivende statistikk for periode 2, hvor ettervirkningene fra skiferrevolusjonen er reflektert i datamaterialet. Videre er beskrivende statistikk for periodenes logaritmiske prisendringer illustrert i tabell 3 og 4.

	Gj.snitt	Median	Var.koeff.	Min	Max	Skjevhet	Kurtose	Antall obs.
WTI Spot	74,88	71,61	0,27	30,81	145,66	1,09	1,54	1366
F1	75,53	72,21	0,26	35,35	145,86	1,18	1,72	1366
F2	76,22	72,94	0,25	38,23	146,13	1,26	1,92	1366
F3	76,73	73,41	0,24	40,06	146,43	1,31	2,07	1366
F4	77,14	73,82	0,24	41,50	146,68	1,35	2,19	1366
F5	77,48	74,18	0,24	42,79	146,85	1,38	2,30	1366
F6	77,76	74,46	0,23	43,97	146,93	1,40	2,39	1366
F7	77,99	74,68	0,23	45,02	146,94	1,43	2,47	1366
F8	78,20	74,87	0,23	45,97	146,86	1,45	2,54	1366
F9	78,38	75,12	0,22	46,73	146,69	1,46	2,59	1366
F10	78,54	75,25	0,22	47,43	146,50	1,48	2,63	1366
F11	78,68	75,29	0,22	48,11	146,32	1,49	2,67	1366
F12	78,79	75,40	0,22	48,77	146,14	1,50	2,69	1366

Tabell 1: Beskrivende statistikk for spot- og futurespriser i USD per fat for periode 1.

	Gj.snitt	Median	Var.koeff.	Min	Max	Skjevhet	Kurtose	Antall obs.
WTI spot	82,09	92,65	0,29	26,19	113,93	-0,87	-0,75	1366
F1	82,36	92,82	0,28	28,35	114,04	-0,87	-0,76	1366
F2	82,65	93,14	0,28	29,69	114,43	-0,88	-0,77	1366
F3	82,85	93,34	0,27	30,83	114,71	-0,88	-0,77	1366
F4	82,97	93,42	0,27	31,77	114,83	-0,88	-0,76	1366
F5	83,02	93,30	0,26	32,54	114,82	-0,88	-0,75	1366
F6	83,02	93,13	0,26	33,15	114,78	-0,88	-0,73	1366
F7	82,99	92,79	0,25	33,66	114,73	-0,88	-0,72	1366
F8	82,93	92,52	0,25	34,10	114,58	-0,88	-0,71	1366
F9	82,85	92,14	0,25	34,54	114,38	-0,88	-0,70	1366
F10	82,77	91,77	0,25	34,99	114,16	-0,87	-0,69	1366
F11	82,67	91,49	0,24	35,36	113,92	-0,87	-0,68	1366
F12	82,57	91,10	0,24	35,73	113,65	-0,87	-0,67	1366

Tabell 2: Beskrivende statistikk for spot- og futurespriser i USD per fat for periode 2.

Tabellene viser at oljeprisen har fluktuert stort i begge periodene, fra en spotpris på \$30,81/fat til \$145,66/fat i periode 1, og fra \$26,19/fat til \$113,93/fat i periode 2. Gjennomsnittlige spot- og futurespriser har vært noe høyere i periode 2 sammenlignet med periode 1. Gjennomsnittlig spotpris har for periode 1 vært \$74,88/fat, mens den for periode 2 har vært \$82,09/fat. Futuresprisene har i periode 1 steget med økt kontraktslengde fra \$75,53/fat for F1 til \$78,79/fat for F12, mens de i periode 2 har økt med økende kontraktslengde fra \$82,36/fat for F1 frem til \$83,02/fat for F6, og deretter avtatt til \$82,57/fat for F12. Periode 1 kan derfor beskrives som i snitt å være i contango, mens periode 2 har i snitt en flatere terminkurve. Periode 1 har hatt en økende median med økende kontraktslengde, mens for periode 2 kan man se at medianen har økt frem til F4 og deretter avtatt frem til F12.

Periode 1 har hatt noe lavere variasjonskoeffisienter enn periode 2, som indikerer at det totalt sett har vært en lavere prisvolatilitet i den første perioden. Variasjonskoeffisientene har avtatt med økt kontraktslengde for begge periodene, fra 0,26 for F1 til 0,22 for F12 i periode 1, og fra 0,28 for F1 til 0,24 for F12 i periode 2. Det har altså vært en høyere volatilitet for futureskontraktene som har hatt kortest tid til leveranse. Dette er kjent som «Samuelson effekten» (Schneider & Tavin, 2016, s. 1).

I begge periodene kan man se at verdiene for skjevhet og kurtose er forskjellig fra 0, som indikerer avvik fra en normalfordeling². Datasettet for periode 1 har en positiv skjevhet og kurtose som indikerer en høyreskjev fordeling som er spissere enn en normalfordeling. I periode 2 er både skjevhet og kurtose negativ, som indikerer en flat, venstreskjev fordeling. I tabell 3 og 4 vises beskrivende statistikk for daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespriser for periode 1 og 2.

² I excel er kurtose beregnet relativt til en normalfordeling. Dermed vil en kurtose på 0 indikere et normalfordelt datasett.

	Gj.snitt	Median	St.avvik	Min	Max	Skjevhet	Kurtose	Antall obs.
WTI spot	0,05 %	0,00 %	2,71 %	0,00 %	21,28 %	0,48	6,16	1300
F1	-0,02 %	0,01 %	2,39 %	0,00 %	13,34 %	-0,06	3,04	1300
F2	0,00 %	0,02 %	2,30 %	0,00 %	12,78 %	-0,05	3,03	1300
F3	0,01 %	0,05 %	2,22 %	0,00 %	12,12 %	-0,04	2,96	1300
F4	0,01 %	0,06 %	2,16 %	0,00 %	11,47 %	-0,04	2,92	1300
F5	0,01 %	0,08 %	2,11 %	0,01 %	10,90 %	-0,04	2,87	1300
F6	0,02 %	0,08 %	2,07 %	0,00 %	10,47 %	-0,04	2,83	1300
F7	0,02 %	0,08 %	2,04 %	0,00 %	10,26 %	-0,03	2,82	1300
F8	0,02 %	0,08 %	2,00 %	0,00 %	10,04 %	-0,03	2,81	1300
F9	0,02 %	0,08 %	1,97 %	0,00 %	10,03 %	-0,03	2,78	1300
F10	0,02 %	0,08 %	1,94 %	0,00 %	10,00 %	-0,03	2,75	1300
F11	0,02 %	0,09 %	1,91 %	0,00 %	9,95 %	-0,03	2,72	1300
F12	0,02 %	0,11 %	1,89 %	0,00 %	9,90 %	-0,03	2,68	1300

Tabell 3: Beskrivende statistikk for daglige logaritmiske prisendringer i periode 1.

	Gj.snitt	Median	St.avvik	Min	Max	Skjevhet	Kurtose	Antall obs.
WTI spot	-0,03 %	0,00 %	2,19 %	0,00 %	11,29 %	0,22	3,59	1300
F1	-0,06 %	-0,02 %	2,07 %	0,00 %	10,79 %	0,06	3,18	1300
F2	-0,05 %	0,00 %	2,00 %	0,00 %	10,72 %	0,04	3,26	1300
F3	-0,05 %	0,00 %	1,95 %	0,00 %	10,58 %	0,01	3,36	1300
F4	-0,04 %	0,01 %	1,89 %	0,00 %	10,34 %	0,00	3,50	1300
F5	-0,04 %	0,03 %	1,85 %	0,00 %	10,07 %	-0,01	3,65	1300
F6	-0,03 %	0,04 %	1,80 %	0,00 %	9,87 %	-0,03	3,80	1300
F7	-0,03 %	0,04 %	1,76 %	0,00 %	9,68 %	-0,05	3,94	1300
F8	-0,03 %	0,07 %	1,72 %	0,00 %	9,50 %	-0,07	4,09	1300
F9	-0,03 %	0,07 %	1,68 %	0,00 %	9,34 %	-0,09	4,23	1300
F10	-0,03 %	0,07 %	1,65 %	0,00 %	9,18 %	-0,11	4,36	1300
F11	-0,03 %	0,06 %	1,61 %	0,00 %	9,05 %	-0,13	4,49	1300
F12	-0,03 %	0,06 %	1,58 %	0,00 %	8,93 %	-0,15	4,61	1300

Tabell 4: Beskrivende statistikk for daglige logaritmiske prisendringer i periode 2.

Den største daglige prisendringen har vært på 21,28% for WTI spot i periode 1, mens den for periode 2 var 11,29%. Gjennomsnittlige daglige prisendringer har stort sett vært positive i periode 1, med unntak av for F1. De største logaritmiske prisendringene i periode 1 har vært for WTI spot, som i snitt har fluktuert med 0,05% per dag. I periode 2 har daglige prisendringer i snitt vært negative for både WTI spot og for samtlige futureskontrakter. F1 har hatt de største gjennomsnittlige prisendringene, deretter har gjennomsnittet avtatt med økende kontraktslengde. Totalt sett så har periode 2 i snitt hatt større daglige prisendringer, med unntak av for WTI spot, hvor de gjennomsnittlige prisendringene har vært større i

periode 1. Medianen har for begge perioder vært på 0% for WTI spot, og vært positiv for alle futureskontraktene med unntak av F1 i periode 2.

Siden de gjennomsnittlige daglige prisendringene har vært relativt lave i begge periodene, vil det være misvisende å standardisere volatiliteten til snittnivået i prisen. Derfor rapporteres prisendringenes standardavvik i stedet for variasjonskoeffisienten. Standardavvikene har vært størst i periode 1, og har for begge perioder avtatt når kontraktslengden øker. Siden prisendringenes gjennomsnitt har vært forskjellig, kan det ikke foretas en direkte sammenligning av prosentvis volatilitet mellom periodene.

De daglige prisendringene for WTI spot har i periode 1 hatt en spiss høyreskjev fordeling, mens futureskontraktene har hatt en noe flatere fordeling som er svakt venstreskjev. I periode 2 har prisendringene for WTI spot og futureskontrakter opp til F3 hatt en spiss, svak høyreskjev fordeling, mens futureskontraktene fra F5-F12 har hatt en svak venstreskjev fordeling. F4 i periode 2 har en skjevhet på 0 og en kurtose på 3,5 som tilsier at prisendringene har hatt en spiss normalfordeling.

5. ANALYSE

I dette kapittelet presenteres resultatene fra analysene som er utført for å besvare avhandlingens problemstilling. Analysene er utført i henhold til teori og fremgangsmåte som beskrevet i henholdsvis kapittel 2.4.3 og kapittel 4.3. Den første delen av analysen tar for seg data fra periode 1, mens den andre delen tar for seg analyser av data fra periode 2. I hver periode analyseres WTI spotpris og WTI futureskontrakter med kontraktslengder på 1 til 12 måneder.

5.1. PERIODE 1

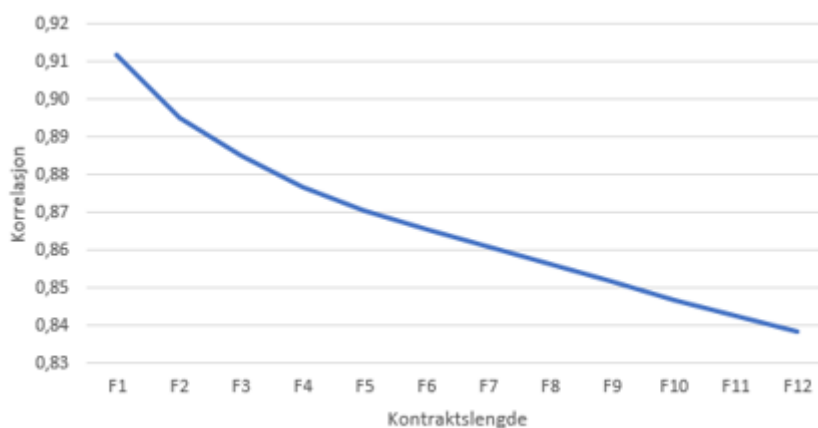
Først presenteres en korrelasjonsanalyse av daglige prisendringer for hver kontraktslengde mot daglige endringer i WTI spotpris. Deretter er optimalt sikringsforhold for hver kontraktslengde beregnet, i tillegg til risiko og gjennomsnittlig avkastning for en henholdsvis sikret- og usikret posisjon. Til slutt presenteres sikringseffektiviteten for hver kontraktslengde.

5.1.1. Korrelasjon

Resultatene fra korrelasjonsanalysen er presentert i tabell 5 og figur 6. Analysen viser at det har vært en høy positiv korrelasjon mellom daglige prisendringer for samtlige kontraktslengder og WTI spotpris i periode 1. Det viser seg å være futureskontraktene med kortest løpetid som er høyest korrelert med underliggende spotpris. Dette er rimelig ettersom de nærmere kontraktene refererer til en fremtidig pris nærmere spotpris. En lengre tidsperiode til leveranse gir markedet lengre tid på å justere tilbud og etterspørsel i respons til basis.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
WTI Spot	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84

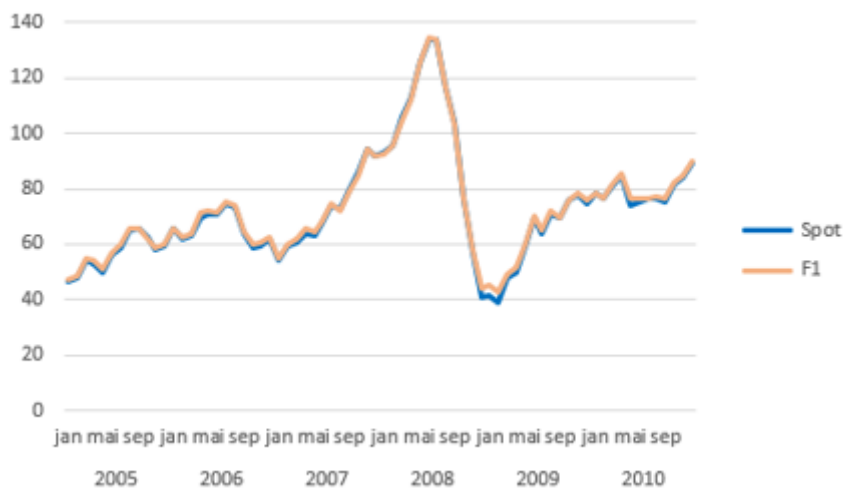
Tabell 5: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 1.



Figur 6: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 1

Resultatene viser at F1 har en korrelasjonskoeffisient lik 0,91, og at korrelasjonen avtar jevnt med økende kontraktslengde frem til 0,84 for F12. Etersom at korte kontraktslengder har en tettere samvariasjon med underliggende spotpris, vil det være disse kontraktene som kan redusere prisrisiko i størst mulig grad.

I figur 7, 8 og 9 vises prisutviklingen for WTI råolje og tre utvalgte futureskontrakter. Fra figurene kommer endringen i samvariasjon mellom WTI spot- og futurespris tydelig frem ved økende kontraktslengde. F1 følger spotprisen over store deler av periode 1, men har en avvikende utvikling i bunnpunktet etter finanskrisen i 2008. For F6 og F12 sammenlignet med spotpris fremkommer det som forventet at avvikene blir mer tydelige, og vekslingene mellom contango og backwardation kommer lettere fram.



Figur 7: Prisutvikling for WTI spot og F1 i USD per fat i periode 1.



Figur 8: Prisutvikling for WTI spot og F6 i USD per fat i periode 1.



Figur 9: Prisutvikling for WTI spot og F12 i USD per fat i periode 1.

5.1.2. Optimalt sikringsforhold

I denne avhandlingen vil et optimalt sikringsforhold referere til et variansminimerende sikringsforhold. Dette sikringsforholdet angir da hvor stor andel av en beholdning som bør sikres for å minimere avkastningens varians. Sikringsforholdet er estimert ved bruk av excel i henhold til fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.4.3. Tabellen under viser optimalt sikringsforhold for de ulike kontraktslengdene i periode 1.

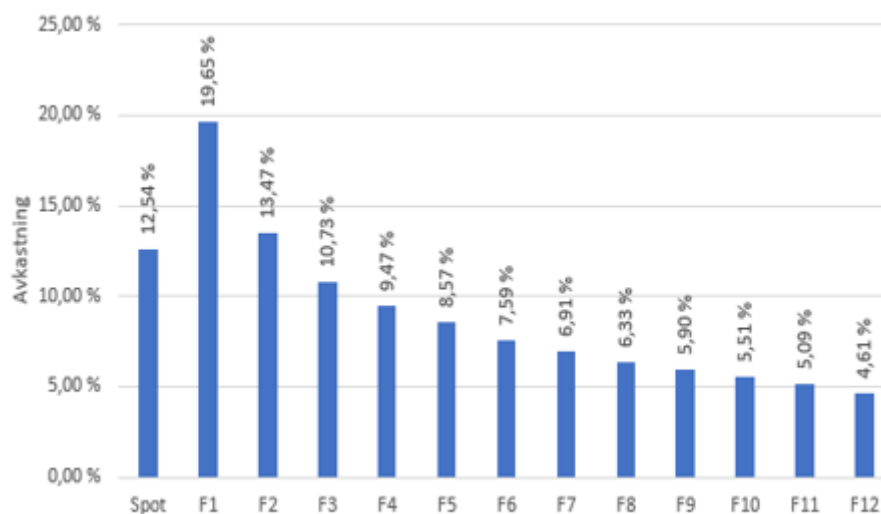
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
h*	1,032	1,056	1,079	1,099	1,117	1,133	1,147	1,159	1,171	1,183	1,193	1,202

Tabell 6: Optimalt sikringsforhold for kontraktene i periode 1.

Resultatene viser at optimalt sikringsforhold er høyere enn 1 for samtlige kontraktslengder. Dette indikerer at det har vært optimalt å sikre en større andel råolje relativt til egen beholdning. Det optimale sikringsforholdet for F1 er 1,032. Det vil si at en oljeprodusent med en lagerbeholdning på 1000 fat råolje og en sikringshorisont på 1 måned bør sikre 1032 fat ved å ta en short posisjon i futureskontrakter. Videre har sikringsforholdet steget med økende kontraktslengde. Dette tyder på at man for lengre sikringshorisonter burde sikre en større andel ved kontraktsinngåelse. Etterhvert som tiden går mot leveranse vil det optimale sikringsforholdet avta helt frem til leveransetidspunktet, som vil si at den sikrede andelen i realiteten burde korrigeres for å redusere risiko.

5.1.3. Avkastning

Figur 10 illustrerer årlig ekvivalent avkastning for en henholdsvis usikret- og sikret posisjon med ulike kontraktstlengder. Avkastningen for futureskontraktene er kalkulert basert på daglig logaritmisk avkastning under et optimalt sikringsforhold.

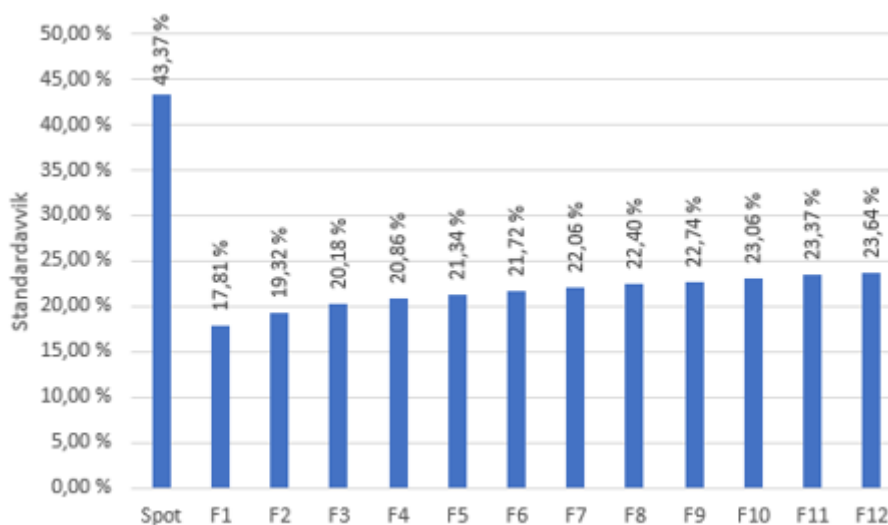


Figur 10: Årlig ekvivalent avkastning i periode 1. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til avkastningen for en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.

Analysen viser at det har vært en positiv avkastning for både en sikret- og usikret posisjon i periode 1. Sikring med F1 har gitt størst avkastning på 19,65%, deretter har avkastningen avtatt med økt kontraktstlengde frem til 4,61% for F12. Med en sikringshorisont på 3 måneder eller lengre viser det seg at en usikret posisjon har gitt en større avkastning sammenlignet med en sikret posisjon.

5.1.4. Risiko

Porteføljens risiko er uttrykt ved avkastningenes standardavvik. Figur 11 illustrerer årlig ekvivalent standardavvik i prosent for avkastningen til en henholdsvis usikret- og sikret posisjon med ulike kontraktslengder.

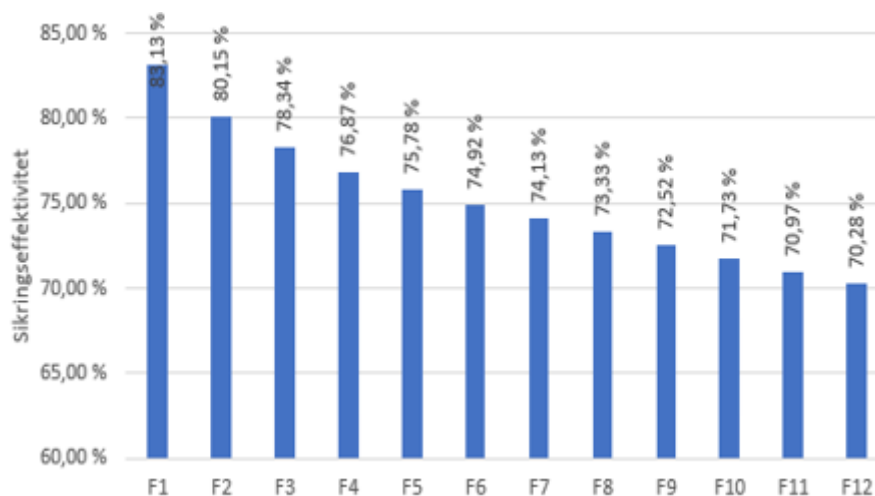


Figur 11: Årlig ekvivalent standardavvik for avkastningen i periode 1. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.

Som forventet vil det være størst risiko knyttet til en usikret posisjon. Dette er uttrykt ved det høyeste standardavviket for WTI spot på 43,37%. Ved bruk av futureskontrakter er det kontraktene med kortest tid til forfall som har hatt lavest avvik fra årlig ekvivalent avkastning. Risikoen øker ved lengre kontraktstidspersoder, fra 17,81% for F1 til 23,64% for F12.

5.1.5. Sikringseffektivitet

Sikringseffektiviteten uttrykker den andelen av variansen som elimineres ved sikring, og er beregnet basert på korrelasjon mellom daglige endringer i spot- og futurespris. Resultatene fra analysen er illustrert i figur 12.



Figur 12: Sikringseffektivitet for F1-F12 i periode 1.

Fra figuren fremkommer det at for en kontraktslengde på 1 måned elimineres 83,13% av variansen sammenlignet med en usikret posisjon. Med økende kontraktslengde har sikringseffektiviteten avtatt jevnt frem til 70,28% for F12. Det er med andre ord futureskontrakten som er nærmest leveranse som har vært mest effektiv for å sikre seg mot daglige svingninger i oljeprisen.

5.2. PERIODE 2

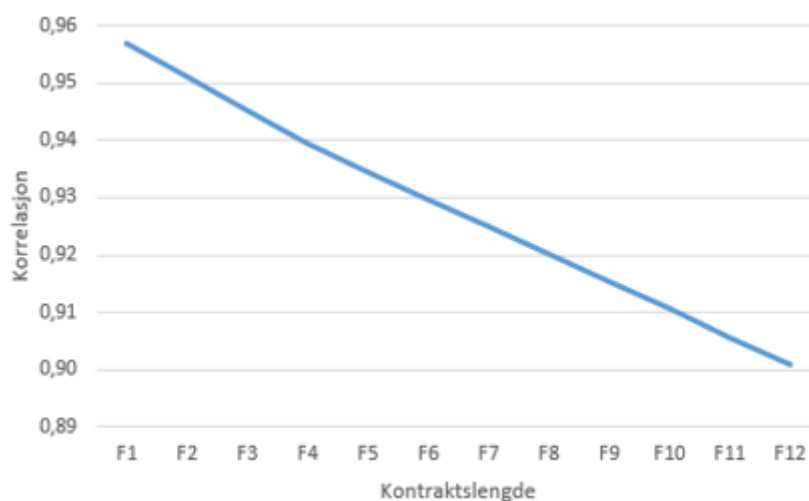
I denne delen presenteres resultatene fra analysen av datamaterialet for periode 2. For videre diskusjon er det hensiktsmessig å bruke identiske analysemetoder for hver periode. Dermed vil denne delen av analysen ha samme oppsett som for periode 1.

5.2.1. Korrelasjon

Resultatene fra korrelasjonsanalysen er presentert i tabell 7 og figur 13. Analysen viser at det har vært en svært høy korrelasjon mellom daglige endringer i spot- og futurespris for alle kontraktslengdene i periode 2.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
WTI Spot	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90

Tabell 7: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 2.



Figur 13: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 2.

Samtlige kontrakter har en korrelasjonskoeffisient på 0,90 eller høyere, hvor F1 har vært nærmest perfekt korrelert med spotprisen i perioden. Videre så avtar korrelasjonskoeffisientene med økende kontraktslengde.

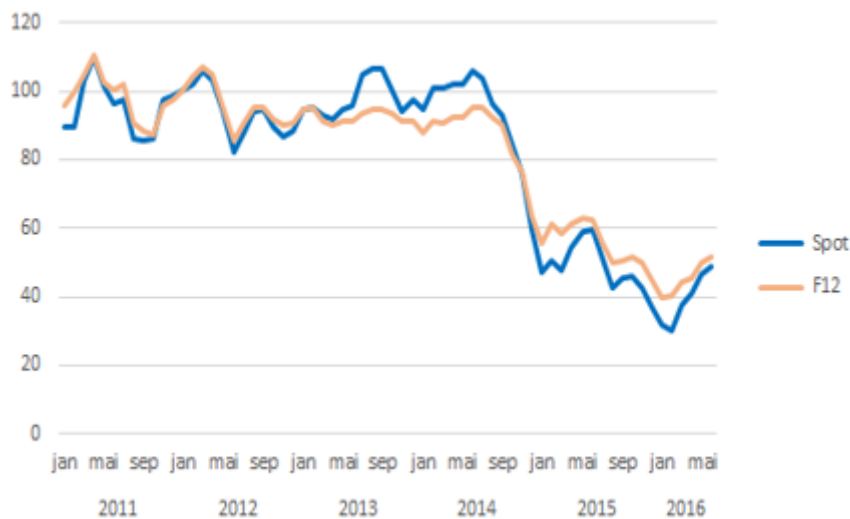
I figur 14, 15 og 16 vises prisutviklingen for WTI spot og tre utvalgte futureskontrakter. Fra figurene fremkommer det at prisene har fulgt hverandre jevnt over hele perioden, med unntak av enkelte avvik fra 2013 til 2014, og i 2015. Disse avvikene blir tydeligere med økende kontraktslengde.



Figur 14: Prisutvikling for WTI spot og F1 i USD per fat i periode 2.



Figur 15: Prisutvikling for WTI spot og F6 i USD per fat i periode 2.



Figur 16: Prisutvikling for WTI spot og F12 i USD per fat i periode 2.

5.2.2. Optimalt sikringsforhold

Tabellen under viser optimalt sikringsforhold for de ulike kontraktstlengdene i periode 2.

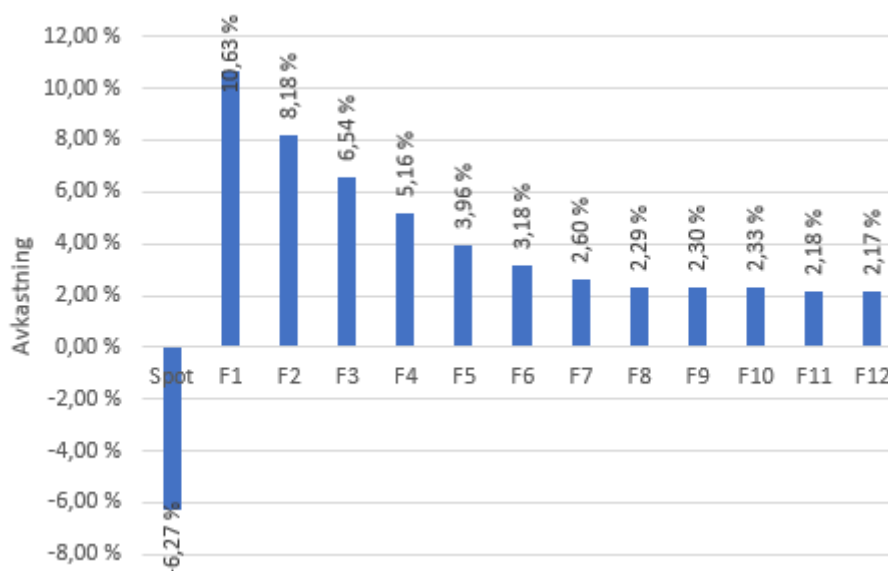
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
h*	1,013	1,040	1,064	1,086	1,108	1,129	1,151	1,172	1,192	1,211	1,229	1,247

Tabell 8: Optimalt sikringsforhold for kontraktene i periode 2.

Sikringsforholdet har vært større enn 1 for samtlige kontrakter. Det vil si at det har vært optimalt å sikre en større andel råolje ved å innta short posisjoner i futureskontrakter i forhold til totalt antall produserte oljefat. Sikringsforholdet har økt med økende kontraktstlengde, fra 1,013 for F1 til 1,247 for F12. Dette forteller at det har vært optimalt å sikre en mindre andel ved kontraktsinngåelse desto nærmere tidspunktet for leveranse er.

5.2.3. Avkastning

I figur 17 illustreres årlig ekvivalent avkastning for en henholdsvis usikret- og sikret posisjon med ulike kontraktstlengder. Futureskontraktens avkastning er kalkulert basert på daglig logaritmisk avkastning under et optimalt sikringsforhold i periode 2.

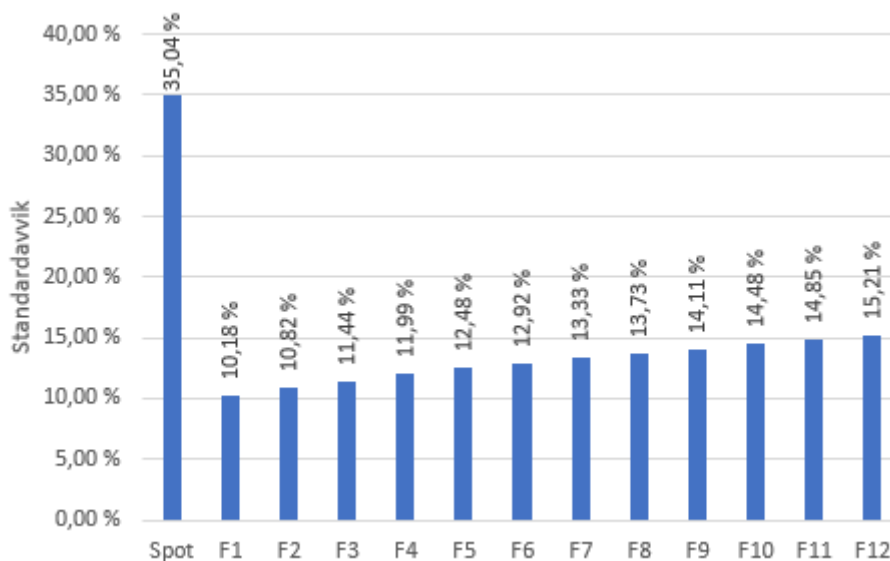


Figur 17: Årlig ekvivalent avkastning i periode 2. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til avkastningen for en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.

Det fremgår fra analysen at en usikret posisjon har gitt en negativ avkastning på 6,27%, mens sikring ved bruk av samtlige futureskontrakter har gitt en positiv avkastning. Avkastningens størrelse har avtatt når kontraktstlengden øker, fra 10,63% for F1 til 2,17% for F12.

5.2.4. Risiko

Figur 18 illustrerer årlig ekvivalent standardavvik i prosent for avkastningen til en usikret- og sikret posisjon med ulike kontraktslengder i periode 2.

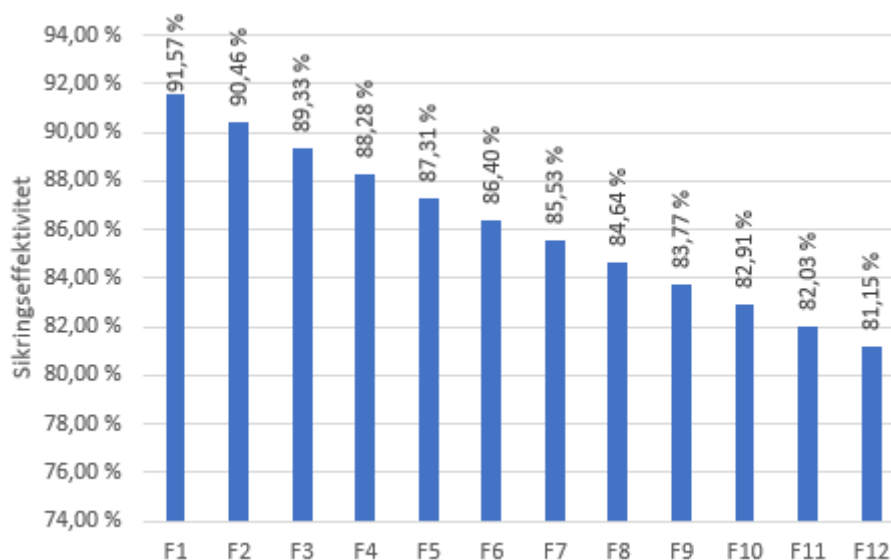


Figur 18: Årlig ekvivalent standardavvik for avkastningen i periode 2. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.

Som forventet viser analysen at det er en usikret posisjon som har innebært størst risiko. Dette er uttrykt ved det høyeste standardavviket på 35,04% for avkastningen til WTI spot. F1 har det laveste standardavviket på 10,18%, deretter øker standardavvikene med økt kontraktslengde frem til 15,21% for F12.

5.2.5. Sikringseffektivitet

Resultatene fra analysen for sikringseffektivitet er presentert i figur 19.



Figur 19: Sikringseffektivitet for F1-F12 i periode 2.

Analysen viser at F1 har bidratt til en variansreduksjon på hele 91,57% sammenlignet med en usikret posisjon i periode 2. Med økende kontraktslengde har sikringseffektiviteten avtatt frem til 81,15% for en kontraktslengde på 12 måneder. Det er altså futureskontrakten som er nærmest leveranse som har bidratt til størst reduksjon i avkastningens varians.

6. DISKUSJON

I dette kapittelet blir resultatet fra analysene for hver periode sammenlignet og vurdert. Diskusjonen vil danne et grunnlag for en konklusjon vedrørende avhandlingens problemstilling. For å gjøre sammenligningen av resultatene mest mulig oversiktlig er kapittelet delt inn etter samme oppsett som for analysene i kapittel 5.

6.1. KORRELASJON

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Periode 1	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84
Periode 2	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90

Tabell 9: Korrelasjon mellom daglige logaritmiske endringer i spot- og futurespris i periode 1 og 2.

I tabell 9 vises en sammenligning av korrelasjonskoeffisientene for periode 1 og 2. Korrelasjonsanalysen indikerer at futureskontraktene har vært godt egnet til sikring med samtlige kontraktslengder i begge periodene. Korrelasjonen blir ansett som høy for begge perioder, men daglige endringer i spot- og samtlige futurespriser har vært noe mer korrelert i periode 2 sammenlignet med periode 1. Dette gir en indikasjon på at det har vært mer effektivt å sikre ved bruk av WTI futureskontrakter i periode 2.

Korrelasjonskoeffisientene for periode 1 har gått fra 0,91 for F1 til 0,84 for F12, mens for periode 2 har de gått fra 0,96 for F1 til 0,90 for F12. Felles for begge periodene er at kontrakter med kortest tid til forfall har vært høyest korrelert med spotprisen, og at korrelasjonskoeffisienten har avtatt med økende kontraktslengde.

6.2. OPTIMALT SIKRINGSFORHOLD

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Periode 1	1,032	1,056	1,079	1,099	1,117	1,133	1,147	1,159	1,171	1,183	1,193	1,202
Periode 2	1,013	1,040	1,064	1,086	1,108	1,129	1,151	1,172	1,192	1,211	1,229	1,247

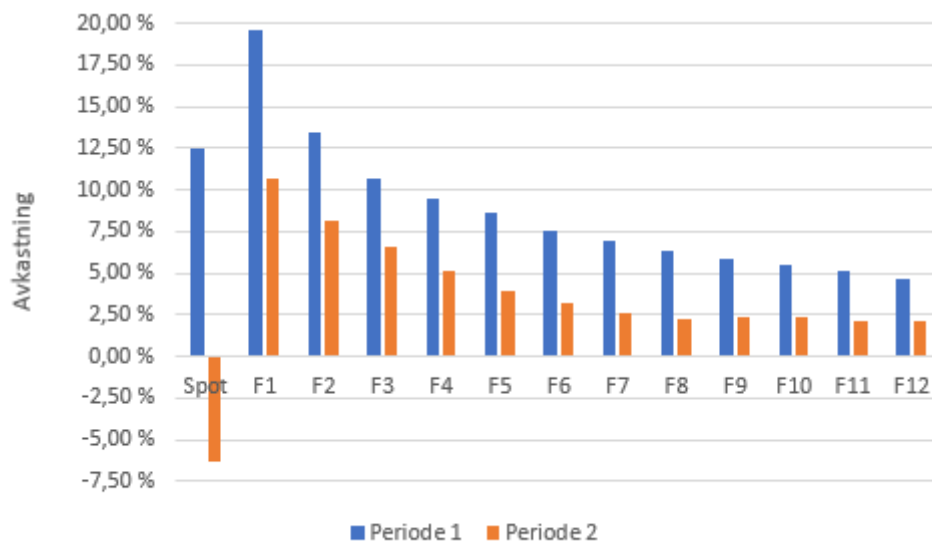
Tabell 10: Optimalt sikringsforhold for periode 1 og periode 2.

Tabell 10 viser at optimalt sikringsforhold har vært større enn 1 for samtlige kontraktslengder i begge periodene. Det vil si at det har vært gunstig å sikre en større andel råolje enn lagerbeholdningen for å minimere avkastningens risiko. Det at det optimale sikringsforholdet er forskjellig fra 1 indikerer også at det har eksistert en viss risiko knyttet til basis i både periode 1 og periode 2. Dette tilsier at verdien av futureskontraktene som sikringsverktøy har vært noe redusert da det ikke har vært mulig å sikre bort all risiko. For begge periodene har det optimale sikringsforholdet økt med økende kontraktslengde, fra 1,032 til 1,202 i periode 1, og fra 1,013 til 1,247 i periode 2. Sikringsforholdet har altså variert en del i begge periodene, men det kan se ut som om det har vært noe mer stabilt i periode 1.

Ved å sammenligne resultatene fra periodene fremkommer det at for kontraktene med kortest tid til leveranse har det optimale sikringsforholdet vært større for periode 1 enn for periode 2. For lengre kontraktslengder, fra F7 til F12, har sikringsforholdet vært høyere i periode 2. Differansen i sikringsforholdet mellom periodene er minst for F6 og F7, og størst for F12. Med en sikringshorisont på rundt et halvt år har det altså vært gunstig å sikre en omtrent like stor andel ved kontraktsinngåelse i begge periodene.

Resultatene fra analysen tar utgangspunkt i at det optimale sikringsforholdet for hver kontraktslengde holdes konstant over hele perioden. I realiteten vil andelen som bør sikres variere fra tid til annen. For fremtidige studier vil det derfor kunne være interessant å finne et tidsvarierende sikringsforhold for kontraktene.

6.3. RISIKO OG AVKASTNING

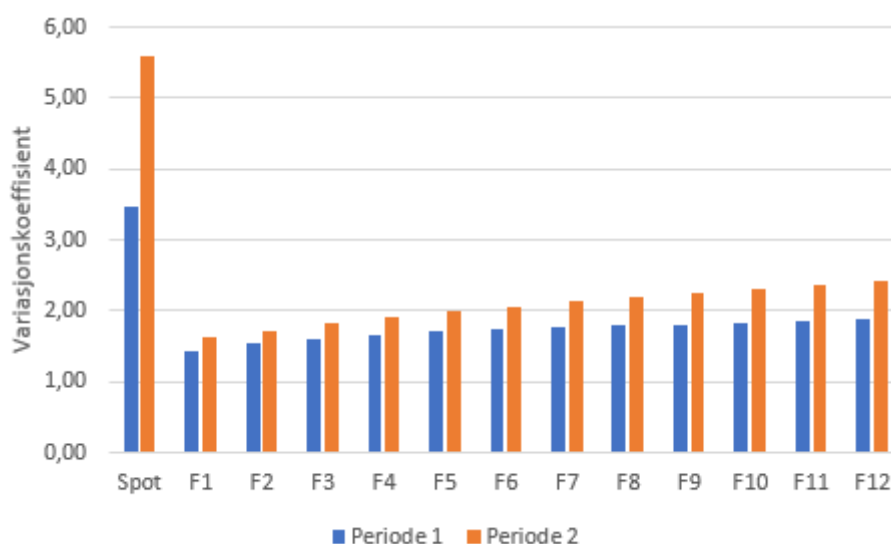


Figur 20: Årlig ekvivalent avkastning for periode 1 og periode 2. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til avkastningen for en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.

I figur 20 vises årlig ekvivalent avkastning for en usikret posisjon og for en portefølje bestående av de ulike kontraktstidene i periode 1 og periode 2. Ved å sammenligne avkastningen for begge periodene kan man se forskjeller i lønnsomhet ved investering i råvaren. For periode 1 har avkastningen knyttet til en usikret posisjon vært positiv, mens den for periode 2 derimot har vært negativ. For sikring med futureskontrakter har avkastningen vært positiv i både periode 1 og 2, men den har vært betydelig større i periode 1. Felles for begge periodene er at kontrakten med kortest tid til levering har gitt størst avkastning, og at avkastningen deretter har avtatt med økt kontraktstid.

Forskjellen i avkastning mellom hver periode har helt klart vært størst for en usikret posisjon. Videre har differansen i avkastning mellom periode 1 og 2 avtatt med økt kontraktstid. Som nevnt i kapittel 1.4 antas det short sikring for oljeprodusenter. Ettersom at begge perioder har hatt positiv avkastning kan det tyde på at det har vært en positiv risikopremie ved å gå short i futureskontrakter i begge periodene.

I figur 21 vises periodenes variasjonskoeffisient for en usikret- og sikret posisjon med ulike kontraktstidder. Variasjonskoeffisientene er rapportert i stedet for standardavvik fordi risikoen da standardiseres til gjennomsnittet i avkastningen. Dette gjør en sammenligning av periodene mer riktig.



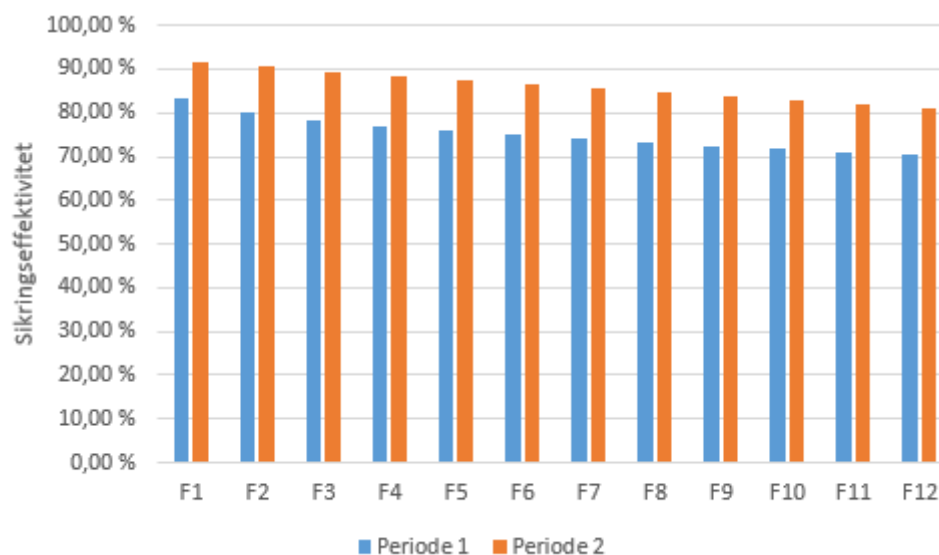
Figur 21: Variasjonskoeffisienter for periode 1 og periode 2. Spot refererer til en usikret posisjon. F1-F12 refererer til en sikret posisjon under et optimalt sikringsforhold.

Ved å sammenligne resultatene ser man at det har vært størst volatilitet i avkastningen i periode 2. Videre kommer det frem at for begge perioder har det vært størst risiko knyttet til en usikret posisjon³. For begge perioder har variasjonskoeffisienten blitt redusert betraktelig ved sikring, men i størst grad for periode 2. Av futureskontraktene er det kontrakten med kortest tid til leveranse som har hatt lavest risiko i forhold til årlig ekvivalent avkastning. Videre har risikoen økt med økende kontraktslengde for begge perioder. Forskjellen i risiko mellom periode 1 og 2 har vært minst for F1 og F2, og har videre økt med økt kontraktslengde frem til F12. Det vil si at de to futureskontraktene som er nærmest leveranse har hatt et forholdsvis likt risikonivå før og etter skiferrevolusjonen.

Periode 1 har hatt en høyere avkastning ved sikring med F1 og F2 kontra usikret, samt en redusert risiko for samtlige kontraktslengder. I periode 2 har sikring både gitt en høyere avkastning og lavere risiko for samtlige kontraktslengder. Dette tyder på at det har vært en gunstig bruk av sikring i begge perioder.

³ Avkastningen for spot var negativ i periode 2, derfor er CV estimert basert på avkastningens absoluttverdi.

6.4. SIKRINGSEFFEKTIVITET



Figur 22: Sikringseffektivitet for F1-F12 i periode 1 og periode 2.

Resultatene viser at futureskontraktene har bidratt til en betydelig risikoreduksjon i begge periodene. Fra figur 22 fremkommer det at sikringseffektiviteten totalt sett har variert mellom 70,28% og 91,57% for de ulike kontraktslengdene, men at det har vært en gjennomgående høyere risikoreduksjon for samtlige kontrakter i periode 2 sammenlignet med periode 1.

Det er kontraktene med kortest tid til forfall som har hatt høyest sikringseffektivitet i begge periodene. F1 har bidratt til en risikoreduksjon på henholdsvis 83,13% og 91,57% i periode 1 og periode 2. Sikringseffektiviteten har deretter avtatt når kontraktslengden øker. Videre kan det se ut som at differansen mellom sikringseffektiviteten for kontraktene øker frem til F5, og at den deretter er svakt avtagende. Det er verdt å merke seg at kontraktslengden med lavest sikringseffektivitet i periode 2 har gitt omtrent samme risikoreduksjon som den kontraktslengden som kom best ut i periode 1. Det er også interessant å se at med en høyere volatilitet i markedet etter skiferoljens innpass, så har sikringseffektiviteten til futureskontrakter forbedret seg.

7. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Formålet med avhandlingen var å avdekke hvilken betydning skiferrevolusjonen har hatt for sikring ved bruk av futureskontrakter fra en oljeproducents perspektiv. For å kunne utrede dette nærmere ble det utført forskjellige analyser av historiske WTI spot- og futurespriser, hvor tidsperioden ble delt inn i to perioder, henholdsvis før og etter skiferrevolusjonen. Avhandlingens problemstilling var som følger:

«I hvilken grad har skiferrevolusjonen påvirket en risikominimerende sikringsstrategi ved bruk av futureskontrakter?»

Det ble foretatt en korrelasjonsanalyse hvor det kom frem at daglige endringer i WTI spot- og futurespriser har vært høyest korrelert i periode 2. Dette tilsier en større samvariasjon etter skiferrevolusjonens inntreff. Ved økende kontraktslengde har korrelasjonen for begge periodene avtatt.

Videre ble det foretatt analyser av optimalt sikringsforhold, risiko, avkastning og sikringseffektivitet. På bakgrunn av disse analysene kan følgende konklusjoner trekkes:

Det optimale sikringsforholdet har for kontraktslengder fra 1 til 6 måneder vært størst for periode 1, mens for kontraktslengder fra 7 til 12 måneder har sikringsforholdet vært størst for periode 2. Med en sikringshorisont på 1 til 6 måneder har det altså vært optimalt å sikre en mindre andel av egen beholdning etter skiferrevolusjonens inntreff.

Når det kommer til en portefølje med WTI råolje og samtlige fututreskontrakter, viser det seg at det var størst risiko knyttet til periode 2. Ved sikring med et optimalt sikringsforhold har risikoen blitt redusert betraktelig for begge perioder, men i størst grad for periode 2. Porteføljens risiko har økt med økende kontraktslengde for begge perioder. Videre fremgår det at periode 1 hadde størst avkastning for både en usikret- og sikret posisjon med samtlige kontraktslengder. Det viser seg også at kontraktens evne til å redusere prisrisiko var størst i perioden etter skiferrevolusjonens inntreff, til tross for en høyere volatilitet i markedet.

8. KILDER

Internettkilder

Hovland, K. M. (2016, 16. november). Fersk energirapport: IEA frykter oljeskvis om få år. *E24*. Hentet fra <https://e24.no/makro-og-politikk/det-internasjonale-energiyraet/fersk-energirapport-iea-frykter-oljeskvis-om-faa-aar/23848129>

U.S. Energy Information Administration. (2018). *Petroleum & other liquids, Cushing, OK WTI Spot Price FOB*. Hentet fra <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/RWTCD.htm>

Store norske leksikon. (2018). Hedging. *I Store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/hedging>

Finans Norge. (u.å). *Derivater*. Hentet fra <https://www.finansnorge.no/tema/kapitalforvaltning/Derivater/>

Holbergprisen. (u.å). *Metode og forskningsdesign*. Hentet fra <https://www.holbergprisen.no/holbergprisen-i-skolen/metode-og-forskningsdesign.html>

Holbergprisen. (u.å). *Hvem og hvor mange*. Hentet fra <https://www.holbergprisen.no/holbergprisen-i-skolen/hvem-og-hvor-mange.html>

Svartdal, F. (2018). Reliabilitet. *I Store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/reliabilitet>

CME Group. (2017). *Welcome to NYMEX WTI Light Sweet Crude Oil Futures*. Hentet fra <http://www.cmegroup.com/trading/why-futures/welcome-to-nymex-wti-light-sweet-crude-oil-futures.html>

Williams, J. L. (2018). *Light, Sweet Crude Oil*. Hentet fra <http://www.wtrg.com/daily/crudeoilprice.html>

Artikler

Mănescu, C. B. & Nuño, G. (2015). Quantitative effects of the shale oil revolution. *Energy Policy*, 86, 855. Hentet fra https://ac.els-cdn.com/S0301421515002086/1-s2.0-S0301421515002086-main.pdf?_tid=970786f9-e645-4c4f-98c3-29bf7a05e8fc&acdnat=1527609052_049feaaa0122a3f7081e2f13efbf470d

Lotay, J. S., Nossa, D. & Vrana, P. E. (2015). Hedging Oil & Gas Production. *41st Annual Ernest E. Smith Oil, Gas and Mineral Law Institute*, 41, 1-2. Hentet fra <https://www.jw.com/wp-content/uploads/2015/05/2057.pdf>

Chow, Y., McAleer, M. & Sequeira, J. (2000). Pricing of Forward and Futures Contracts. *Journal of Economic Surveys*, 14(2), 217-232. Hentet fra <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-6419.00110>

Schneider, L. & Tavin, B. (2016). From the Samuelson volatility effect to a Samuelson correlation effect: An analysis of crude oil calendar spread options. *Journal of Banking and Finance*, 1. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378426616302424?via%3Dihub>

Kompendier og fagbøker

Øglend, A. (2017). Commodity Price Variation and Price Risk Hedging. I kompendium: *A Compendium to IND 640 - Risk, Derivatives and Markets*. Stavanger: Universitetet i Stavanger.

Heckinger, R. & Mengle, D. (2013). *Understanding Derivatives: Markets and Infrastructure*. Chicago: Federal Reserve Bank of Chicago.

Hull, J. C. (2012). *Options, Futures, and Other Derivatives*, 8. Utgave, Pearson Education Limited.

Goss, B. A. (1992). *Rational expectations and efficiency in futures markets*. London: Routledge.

Read, C. (2013). *The efficient market hypothesis*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Baker, H. K., Filbeck, G. & Harris, J. H. (2018). *Commodities: markets, performance, and strategies*. Oxford: Oxford University Press.

Fabozzi, F. J., Fuss, R. & Kaiser, D. G. (2008). *The Handbook of Commodity Investing*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Aven, T. (2010). *Misconceptions of Risk*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

Haight, G. T., Morell, S. & Ross, G. E. (2007). *How to Select Investment Managers and Evaluate Performance*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Levy, J. A. (2011). *Your Options Handbook*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.