



Universitetet
i Stavanger

**DET SAMFUNNSVITENSKAPELIGE FAKULTET,
HANDELSHØGSKOLEN VED UIS
MASTEROPPGAVE**

STUDIEPROGRAM:

Master i Økonomi og Administrasjon

OPPGAVEN ER SKREVET INNEN FØLGENDE
SPESIALISERINGSRETNING:

Anvendt finans

ER OPPGAVEN KONFIDENSIELL? Nei
(NB! Bruk rødt skjema ved konfidensiell oppgave)

TITTEL: Finansiell risikostyring i aluminiumsindustrien

ENGELSK TITTEL: Financial risk management in the aluminium industry

FORFATTER(E)

Studentnummer:

217185
.....
.....

Navn:

Tore Sæbø Tjentland
.....
.....

VEILEDER:

Bård Misund

OPPGAVEN ER MOTTATT I TO – 2 – INNBUNDNE EKSEMPLARER

Stavanger,/..... 2014

Underskrift administrasjon:.....

Sammendrag

Oppgaven tar for seg to problemstillinger. Først studeres effekten for produsenter ved å sikre seg med futureskontrakter på primæraluminium, på London Metal Exchange (LME).

Sikringsstrategiene som analyseres er den naive og minste varians metode.

Datasettet som brukes er ukentlige observasjoner av 3-måneders futureskontrakter på primæraluminium mellom 1994-2014 på LME. Det konkluderes med at en produsent med risikoaversjon vil være tilnærmet indifferent ved å velge mellom den naive og minste varians sikringsstrategi, men den naive strategien vil være enklere å implementere.

I tillegg er det foretatt analyser av sammenhengen mellom futures- og spotpris for å teste om futuresprisen kan brukes til å prognostisere fremtidig spotpris, og spesielt om det finnes en risikopremie i futuresprisen som kan ha konsekvenser for valg mellom å sikre seg eller ikke.

Det brukes tre modeller til å analysere prognoseegenskaper og risikopremie og en fjerde modell som utelukkende ser på risikopremie. Modellen som viser høyest korrelasjon mellom futures- og spotpris har for mange statistiske svakheter til at vi kan trekke noen fornuftige konklusjoner på prognoseegenskapene. De øvrige to prismodellene har så ubetydelig forklaringskraft at de heller ikke er noen brukbare prognosemodeller på aluminiumspriser. Modellene viser indikasjoner på at det finnes risikopremie i futuresprisen.

Forord

Denne masteroppgaven har blitt skrevet i tilknytning til masterprogrammet i Økonomi og Administrasjon ved Universitetet i Stavanger (UiS). Oppgaven er innen studieretningen anvendt finans og omhandler finansiell risikostyring i aluminiumsindustrien.

I løpet av studietiden har jeg fått en økende interesse for risikostyring, da det i samtlige fag innen anvendt finans fokuseres på viktigheten av dette fagfeltet. Masteroppgaven har gitt meg en god mulighet til å kunne utforske dette fagfeltet ytterligere gjennom en spennende industri som aluminiumsindustrien.

Masteroppgaven har vært en krevende prosess som har bydd på utfordringer til tider, men samtidig vært lærerik og interessant. Jeg vil benytte anledningen til å takke min veileder Bård Misund for nyttige innspill underveis i prosessen.

Innholdsfortegnelse

1. Introduksjon	6
2. Aluminiumsindustrien, finansiell risikostyring og pristeori	7
2.1 Norsk aluminiumsindustri	7
2.1.1 Verdikjeden	7
2.1.2 Forskningsintensiv industri.....	8
2.2 Behov for finansiell risikostyring	8
2.2.1 Prisisiko i aluminiumindustrien	8
2.2.2 Valutarisiko i den norske aluminiumsindustrien	9
2.2.3 Risiko knyttet til elektrisitet	10
2.3 Etterspørsel etter aluminium.....	10
2.4 Tilbud og levering av aluminium	12
2.5 Innføring i futureskontrakter	12
2.5.1 Futureskontrakter.....	13
2.5.2 «Closing out position».....	13
2.5.3 Profitt ved futureskontrakter.....	13
2.5.4 Oppgjørssentralen.....	14
2.5.5 «Marking-to-market» og marginkonto	14
3. Pris- og sikringsteori	15
3.1 Markedseffisiens-hypotesen (EHM).....	15
3.2 Lagringskostnader og forventninger til spotpris « Theory of Storage».....	16
3.2. Konvergens mot fremtidig spotpris.	17
3.2.1 Forventningshypotesen.	17
3.2.2 «Normal Backwardation»	18
3.2.3 «Normal Contango».....	18
3.4 Arbitrasjemuligheter ved konvergens.....	19
3.6 Sikringsteori	20
3.2.1 Formålet med futureskontrakter som prissikring.....	20
3.2.2 Sikring ved bruk av futureskontrakter i praksis.....	21
3.2.3 Basisrisiko ved futureskontrakter	21
3.3 Sikringsteori og metallbørsen i London (LME).....	22
3.3.1 Tilgang til LME.....	22

3.3.2 Aluminiumsprodusenters bruk av LME	22
4. Metode.....	23
4.2 Sikringsstrategier.....	24
4.2.1 Det naive sikringsforholdet	24
4.2.2 Minste varians metode.....	24
4.3 Generelt om regresjonsanalyse og forutsetninger	26
4.3.1 Minste kvadraters metode.....	26
4.3.2 Hypotesetesting	27
4.4 Måling av sikringseffekten ved bruk av forklaringskraften	28
4.5 Statistiske antakelser om den lineære regresjonsmodellen.	29
4.6 Futurespriser som prognose på fremtidig spotpris	32
5. Data og beskrivende statistikk.....	35
6. Analyse.....	37
6.1. Sikringsstrategier	37
6.2 Testing av Gauss Markov forutsetningene til minste kvadraters metode (MKM)	40
6.3 Svakheter og begrensninger ved MKM- metode.....	43
6.4 Sammendrag sikringsstrategier.....	44
6.5 Prognosetesting.....	44
6.5.1 Prognoseresultater	44
6.6 Oppsummering av prognosetesting	47
7. Diskusjon.....	47
8. Konklusjon	48
9. Kilder.....	49

1. Introduksjon

Jeg har valgt å skrive om finansiell risikostyring innen aluminiumsindustrien fordi den er en av Norges viktigste eksportindustrier. Den norske aluminiumsindustrien er Vest-Europas største med en produksjonskapasitet på ca. 1,4 millioner tonn per år. Aluminiumsprisen vil derfor ha stor betydning for den norske aluminiumsindustrien. Det vil derfor være et fokus rettet mot tilbudssiden i denne oppgaven.

Oppgaven avgrenses til å analysere prisrisikoen på aluminiumsprisen ved London Metal Exchange (LME), da det vil være for omfattende å ta for seg hele risikobildet til en aluminiumsprodusent. Jeg ble inspirert av en artikkel på (www.nordnetbloggen.no), hvor det skrives at kursen på Hydro-aksjen er sterkt korrelert med aluminiumsprisen på LME, hvilket indikerer en sterk sammenheng mellom pris og fortjeneste. Korrelasjonen er høyere enn Statoil og oljeprisen. Det samme gjelder for Hydros hovedkonkurrent Alcoa, hvor man også finner en sterk korrelasjon, Korrelasjonskoeffisienten mellom aluminiumsprisen på Hydro og Alcoa- aksjen er på 92 % og 93.6 %.

Historisk viser også aluminiumsprisene store svingninger og forhold knyttet til prissikring er derfor spesielt aktuelt å analysere.

I oppgaven fokuseres det videre på om futuresprisen er en god prognose på fremtidig spotpris, og spesielt om det finnes en risikopremie i futuresprisen. Hvis ikke futuresprisen er en forventningsrett predikator på fremtidig spotpris, kan det tyde på at det finnes en risikopremie i futuresprisen som den som sikrer seg må ta hensyn til.

Oppgaven består av to problemstillinger:

- 1) Hvilken sikringsstrategi egner seg best for en aluminiumsprodusent som ønsker å redusere risiko ved bruk av futureskontrakter?
- 2) Er futuresprisen en god prognose på etterfølgende spotpris, og er det noen risikopremie i futuresprisen som sikrere må ta hensyn til?

I kapittel 2 beskrives en oversikt over aluminiumsindustrien, finansiell risikostyring og innføring i futureskontrakter. I kapittel 3 blir det en innføring i pristeori og sikringsteori ved futureskontrakter. Deretter presenteres bruk av metode i kapittel 4 og data og deskriptiv statistikk i kapittel 5. Kapittel 6 inneholder analyse og resultater, og til slutt diskusjon og konklusjon i kapittel 7 og 8.

2. Aluminiumsindustrien, finansiell risikostyring og pristeori

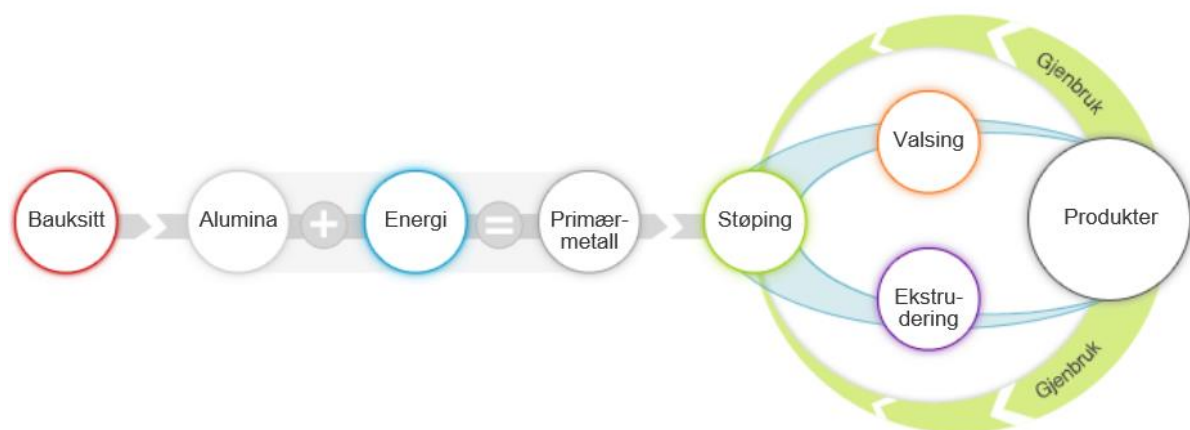
2.1 Norsk aluminiumsindustri

Aluminiumproduksjonen i Norge utgjør den største delen av den norske metallindustrien. Primæraluminium produseres ved syv verk i Norge, med Norsk Hydro som den største produsenten. Norge er den største produsenten av primæraluminium i Vest- Europa, og 80-90 prosent av produksjonen eksporteres. Aluminiumen som eksporteres benyttes som innsatsfaktorer i bilproduksjon, bygnings- og emballasjeindustri og produksjon av kabler for el- forsyning (www.regjeringen.no).

Norsk Hydro eier fire av de syv aluminiumsverkene (Årdal, Sunndal, Karmøy og Høyanger), og et deleid sammen med Rio Tinto Alcan (Sør-Norge Aluminium), hvor Norsk Hydro eier 49.9 prosent. Den amerikanske produsenten Alcoa eier to aluminiumsverk (Mosjøen og Lista).

2.1.1 Verdikjeden

Figur 2.1. Verdikjeden til Norsk Hydro



Kilde: www.NorskHydro.no

For å kunne forstå aluminiumsindustrien og hvilke finansielle risikofaktorer den eksponeres for vil det være viktig å forstå verdikjeden i industrien. Prosessen med å framstille aluminium starter med å utvinne bauksitt. Deretter vil råmaterialet som kreves for å produsere

primæraluminium være alumina. Det er et hvitt pulver som framstilles ved raffinering av bauksitt. Neste trinn er en elektrolyseprosess som bruker elektrisk kraft til å framstille primæraluminium. Det brukes ca. 13 kWh per kilo aluminium produsert i moderne produksjonslinjer. Energi utgjør en tredjedel av kostnadene ved å produsere. Langsiktig tilgang til rimelig kraft er derfor en viktig faktor. Flytende aluminiummetall støpes til barrer, stykker eller pressbolter. Til slutt vil primæraluminium brukes til vinduer, bildeler, dørkarmer og drikkebokser. Bare fantasien setter grenser for hva aluminiumet kan brukes til. Dersom man studerer komponentene i verdikjeden ser man at det er risiko knyttet til både oppstrøms- og nedstrøms aktiviteter i industrien (www.norskhydro.no).

2.1.2 Forskningsintensiv industri

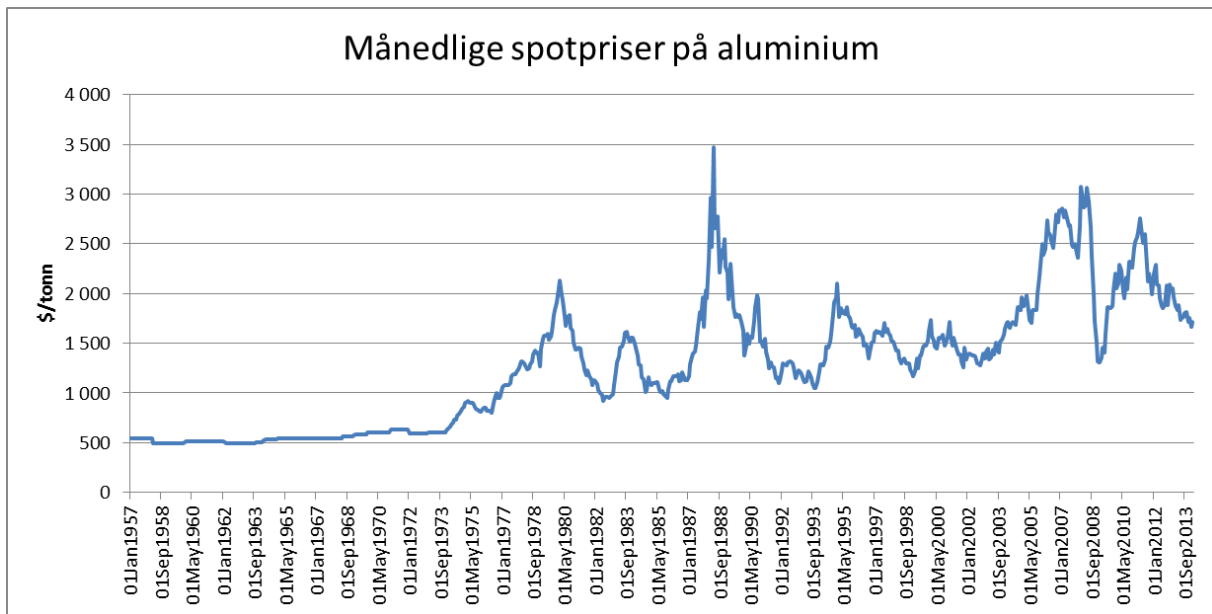
Den norske aluminiumsindustrien er en forskningsintensiv industri. Forskningsarbeidet foregår ved fabrikkene, egne forsyningsanlegg og ved NTNU. Produsentene er basert på svært høy kompetanse og har årlig behov for nye toppkvalifiserte fagarbeidere, ingeniører og sivilingeniører. Primæraluminiumsverkene i Norge sysselsetter om lag 3000 personer (www.norskindustri.no).

2.2 Behov for finansiell risikostyring

I følge en årsrapport utredet av Norsk Hydro (Annual report, 2012) står selskapet overfor risiko og usikkerhetsfaktorer i det globale markedet. Selskapet eksponeres for endringer i økonomiske og markedsmessige forhold, og det er stadig usikkerhet knyttet til den økonomiske utviklingen i de land og regioner hvor selskapet operer. Selskapet eksponeres for pris, valuta og inflasjonspress, noe som svekker konkurransesituasjonen betraktelig.

2.2.1 Prisisiko i aluminiumindustrien

Figur 2.2: Historiske spotpriser på LME 1958-2014



Dersom man studerer månedlige spotpriser på London Metal Exchange (LME) i figur 2.2, ser man at produsenter og konsumenter av primæraluminium opererer i et marked med store svingninger. Prisen på kobber og aluminium har historisk svingt betydelig som følge av faktorer som etterspørsel og tilbud. Mange faktorer som uro i arbeidsmarkedet, industriregulering, politikk og værtilstander påvirker aluminiumsproduksjon og derfor prisene. Ny produksjon vil også ta årevis å få på plass som følge av at omfanget på gruvedriften er stort. Videre vil det kreve betydelige investeringer, miljøtillatelser og omfattende infrastruktur. Alle disse faktorene vil gjøre det vanskelig for markedene å balansere tilbud og etterspørsel. Disse prissvingningene vil generere prisrisiko for bedrifter som bruker aluminium kontinuerlig som deres innsatsfaktorer i deres produksjonsprosess. Svingningene vil også skape volatilitet i kontantstrømmene til produsenter av aluminium. For å beskytte seg mot disse svingningene, har produsenter og konsumenter muligheten til å sikre seg ved inngåelse av futureskontrakter(Lien m.fl.2008).

2.2.2 Valutarisiko i den norske aluminiumsindustrien

I følge Ødegaard og Børsum (2005) vil et selskap være utsatt for valutarisiko dersom dets verdi påvirkes av svingninger i en eller flere valutaer. Ved å selge primæraluminium gjennom

LME, vil man som produsent være direkte eksponert mot valutarisiko, da primæraluminium prises i amerikanske dollar per tonn på LME. Som norsk eksportør av primæraluminium vil man merke fall i norske inntekter når dollarkursen faller.

2.2.3 Risiko knyttet til elektrisitet

Som nevnt tidligere i verdikjeden er aluminiumsindustrien avhengig av elektrisitetskraft for å kunne produsere. Energiforbruket vil variere fra verk til verk, men det er først og fremst knyttet risiko til varierende energipris. I følge Hydro sine hjemmesider står 27 % av de totale produksjonskostnadene til et aluminiumsverk av energi, og lavere energiforbruk er noe industrien etterstreber. Det reduserer kostnader og er samtidig gunstig for miljøet (www.norskhydro.no).

Ved kraftbørsen Nord Pool som ble opprettet i 1996 eksisterer det et fysisk marked og et finansielt marked for elektrisitet. Det finansielle markedet består hovedsakelig av «Eltermin» og «Elopsjon», og gir aluminiumsprodusenter og andre aktører mulighet til prissikring og risikostyring.

2.3 Etterspørsel etter aluminium

I dag står Kina får 40 % av det globale aluminiumsforbruket. Av andre store konsumenter kan det nevnes Japan, Europa og USA. Som følge av økt etterspørsel i Kina, samtidig som økt gjenvinning i USA, Europa og Japan, har det globale konsumet av aluminium økt med 6 % og nådde 47.7 millioner tonn i 2012.

Den globale etterspørselen etter aluminium forventes en stor vekst, understøttet av en stor vekst i verdensbefolkningen sammen med rask utvikling, urbanisering og utvikling i utviklingslandene. Det globale forbruket av aluminium er forventet å stige med 6.5 % per år fra 2011, og vil nå ca. 58 millioner tonn i 2015.

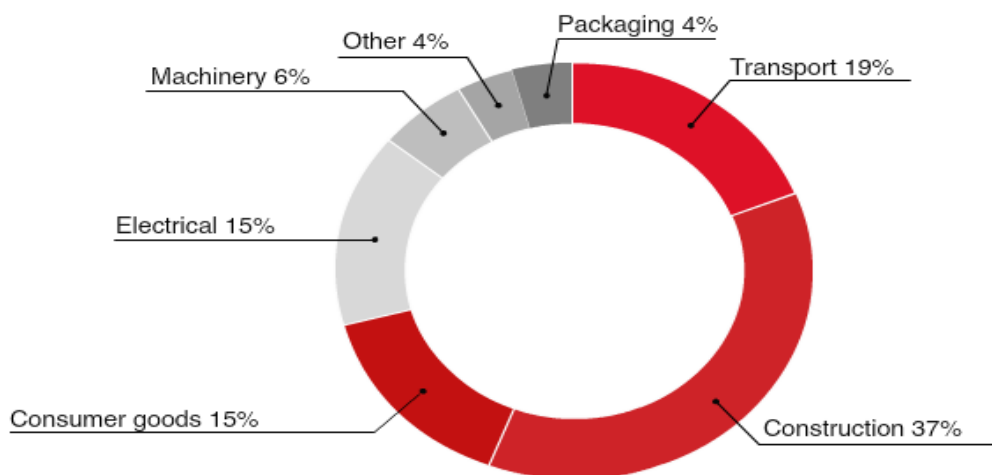
Figur 2.3. oversikt over konsum av aluminium fordelt på verdensbasis i % i 2012:



Kilde: <http://www.rusal.ru/en/>

I de fleste industriland er etterspørselen etter aluminium størst innen transportbransjen, som følge av et raskt voksende bilmarked. Mange av disse landene utvider også infrastrukturen, for å kunne tilfredsstille en økende befolkningssmengde i de store byene. I denne sammenheng representerer bygningsbransjen den største konsumenten av aluminium på tvers av utviklede økonomier.

Figur 2.4: Fordeling av konsum av primæraluminium i ulike bransjer:



Kilde: <http://www.rusal.ru/en/>

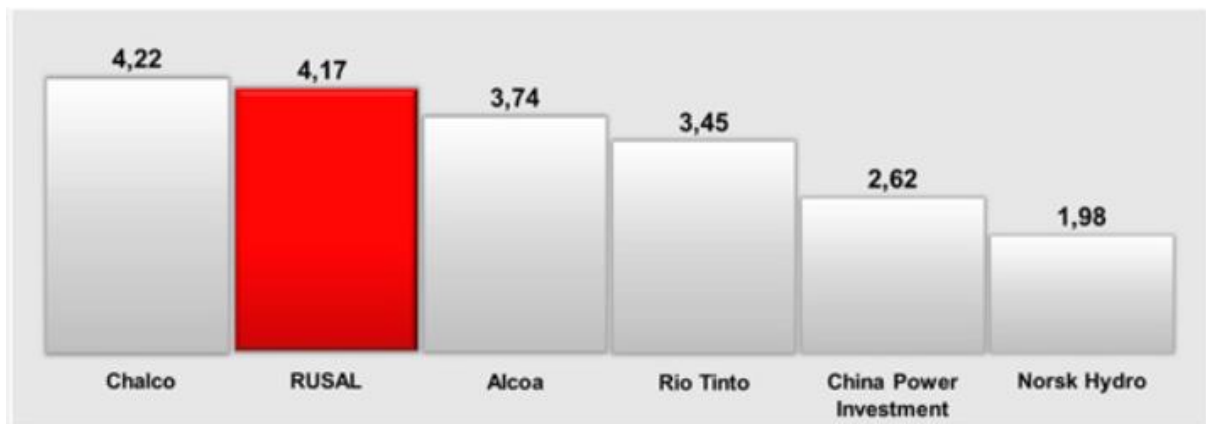
2.4 Tilbud og levering av aluminium

Aluminiumsindustrien domineres av noen få selskaper, som operer på alle kontinenter. Det antas at de 6 største selskapene står for ca. 40 % av verdensproduksjonen. Av de største produsentene finner vi Alcoa, Chalco, UC Rusal, China Power Investment og Rio Tinto Alcan. Et lite stykke bak disse finner vi Norske Hydro, BHP Billiton og Alba.

Aluminiumsindustrien kjennetegnes som en konkurransedyktig og konsolidert sektor der seks av de største produsentene står for over 40 % av aluminiumsproduksjonen. Dette kan forklares med de høye etableringskostnadene knyttet til produksjonen.

Finanskrisen i 2008 utløste et midlertidig kraftig fall i etterspørselen etter aluminium fra de store aktørene i markedet, særlig fra transport- og bygningsindustrien. Selv om kutt i produksjonen forekom, ble ikke tilgangen kuttet i samme grad. Som et resultat i løpet av denne tiden, ble overflødig aluminium akkumulert og mye er fortsatt lagret i lagerbygninger for å holde oppe nivået på den internasjonale aluminiumsprisen.

Figur2.5: produksjon i mill. tonn.



Kilde: <http://www.rusal.ru/en/>

2.5 Innføring i futureskontrakter

For å se nærmere på hvordan aluminiumsprodusenter kan sikre seg mot prisrisiko i spotmarkedet, vil det være relevant å se nærmere på hvordan futureskontrakter og markedet for disse kontraktene fungerer.

2.5.1 Futureskontrakter

En futureskontrakt er en avtale mellom to parter om å kjøpe og selge en underliggende eiendel i framtiden til en gitt pris. Parten som kjøper sies å ha tatt en lang future posisjon i kontrakten, mens den selgende part vil ha en kort future posisjon i kontrakten (Hull, 2006). Kontraktene omsettes på organiserte børser og er vil være standardiserte med hensyn på beløp, leveringstidspunkt og prisnotering.

Den største børsen hvor futureskontrakter omsettes er Chicago Board of Trade (CBOT) og Chicago Mercantile Exchange (CME). På disse børsene sammen med mange andre børser rundt i verden, omsettes det kontrakter innen et vidt spenn av råvarer og finansielle verdipapirer. Av råvarene omsettes det kontrakter på sukker, gull, olje, aluminium og kobber (Hull, 2006).

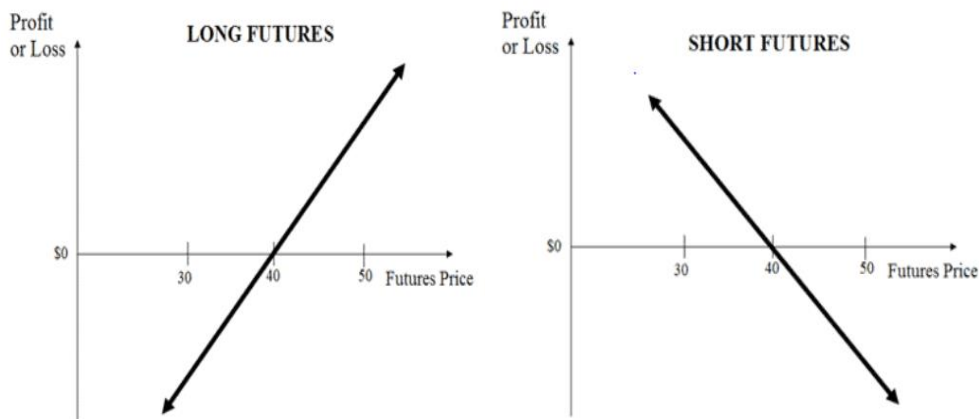
2.5.2 «Closing out position»

De fleste futureskontrakter som handles på organiserte børser vil ikke ende i en fysisk leveranse. Bakgrunnen er at mange investorer velger å ta ut deres posisjon før den spesifiserte leveringsperioden i kontrakten. Å ta ut sin posisjon gjøres ved å gå inn i en motsatt posisjon ut fra den opprinnelige posisjonen (Hull, 2006). For eksempel, en norsk aluminiumsprodusent som har solgt en juli-kontrakt i mars på LME kan ta ut sin posisjon ved å kjøpe en juli-kontrakt den 20. April. Ved handel av futureskontrakter vil det være uvanlig at fysisk levering forekommer. Skulle en levering forekomme er det den parten med en kort posisjon som vil bestemme hvordan levering skal skje.

2.5.3 Profitt ved futureskontrakter

Ved inngåelse av en futureskontrakt vil parten med en lang posisjon, parten som har kjøpt en vare, profitere på en økning i prisen. For parten med en kort posisjon, parten som har solgt en vare, profitere på en nedgang i prisen. Oppsummert, den ene partens profitt vil være den andre partens tap. Dette kan også vises grafisk:

Figur 2.6: Profitt ved futureskontrakter



Kilde: (Bodie m.fl.2008)

2.5.4 Oppgjørssentralen

Oppgjørssentralen fungerer som en motpart for selgere og kjøpere av futureskontrakter på organiserte børser. Hovedoppgaven er å holde kontroll på alle transaksjoner i løpet av en dag, og kalkulere medlemmers tap og gevinst på deres posisjoner fra dag til dag. I et slikt tilfelle vil partene som handler futureskontrakter på børs, ikke ha direkte kontakt med hverandre. Ved bruk av oppgjøringsentralen vil investorene ikke måtte bekymre seg for motpartens likviditet eller betalingsevne, da sentralen styrer dette. Dersom man ikke er medlem av en klareringsentral må en handle gjennom et medlem.

2.5.5 «Marking-to-market» og marginkonto

Ved inngåelse av futureskontrakter vil man daglig oppleve svingninger i futuresprisen. I et slikt tilfelle vil partene bli notert med gevinst og tap daglig etter hvordan futuresprisen beveger seg i forhold til kontraktens betingelser. Denne prosessen kalles for «marking-to-market». Da det opereres med daglig notering av gevinster og tap, vil partene bli påkrevd å opprette en marginkonto. Marginkontoen vil fungere som en sikkerhet for at partene overholder sine forpliktelser ved eventuelle tap. Dersom marginkontoen skulle falle under et kritisk nivå, vil det oppstå krav om en vedlikeholdsmargin. Parten som da har nådd det kritiske nivået, vil få beskjed fra oppgjøringsentralen om å sette inn et nytt beløp.

3. Pris- og sikringsteori

Først vil det bli en gjennomgang av hypotesen om markedseffisiens og hvilken sammenheng det er mellom denne hypotesen og futurespriser.

Deretter gjennomgås ulike pristeorier og sammenhengen mellom futurespris og spot. Dette er også relevant i forhold til oppgavens problemstillinger knyttet til sikringsstrategier og eventuelle risikopremier ved prissikring.

3.1 Markedseffisiens-hypotesen (EHM)

Eugene Fama (1970) var en av grunnleggerne bak markedseffisiens-hypotesen, og studerte hvor vidt priser på aksjer reflekterer all tilgjengelig informasjon i markedet. I følge hypotesen skal det ikke være noen arbitrasjemuligheter.

Bodie m.fl.(2008) skiller mellom tre ulike former for effisiens; svak form, middels og sterk.

Svak form for effisiens: I denne formen vil prisene i markedet reflektere all informasjon som kan bli innhentet gjennom tilgjengelig markedsdata som historiske priser, kortsiktige renter og handelsvolum. Signalene vil miste sin verdi om fremtiden, på grunn av at alle aktørene har allerede tilgang på informasjonen. Det vil derfor være umulig for investorer å gjøre analyser om aksjer er under- eller overpriset basert på historiske data. Prisene sies å følge en «random walk», hvor prisen ikke følger noe bestemt mønster.

Middels sterk form for effisiens: I denne formen vil all historisk informasjon være tilgjengelig, i tillegg, vil også all offentlig informasjon være tilgjengelig. Med offentlig informasjon vil aktørene vite alt om selskapers produktlinje, kvalitet på ledelse og fremtidige inntjening. Som i en svak form for effisiens vil det også i denne formen kunne innhentes samme informasjon for aktørene, og informasjonen vil være reflektert i aksjeprisen.

Sterk form for effisiens: Den siste formen for effisiens vil inkludere all historisk informasjon, offentlig informasjon og i tillegg vil innsideinformasjon være tilgjengelig. En slik markedstilstand omtales som svært sjelden. Det vil være umulig for aktørene å tjene på innsideinformasjon.

I sin enkleste form er EHM en hypotese som tilsier at aktørene i markedet har rasjonelle forventninger og er risikonøytrale, slik at futuresprisen er en forventningsrett estimator for fremtidig spotpris (Taylor, 1995).

3.2 Lagringskostnader og forventninger til spotpris « Theory of Storage »

For å kunne utlede hva som driver fremtidige priser på aluminium, må man se dette i lys av lagringskostnader ved å lagre aluminium. Vi kan tenke oss at en investor ønsker å låne penger ved tidspunkt t for å kjøpe Q tonn av aluminium til spotpris S_t . Videre kan anta vi at investoren har muligheten til å lagre hvert tonn med aluminium til en lagringskostnad gitt ved U_t . Investoren må da få finansiert totalt $(S_t + U_t)Q$, og må betale beløpet tilbake med renter gitt ved $(1 + r_t)(S_t + U_t)Q$, hvor r_t er renten på lånet. Ved tidspunkt $t+1$ kan nå investoren selge hvert tonn til en pris gitt ved S_{t+1} . Investoren vil da kunne ta ut en profitt forutsatt:

$$S_{t+1} > (1 + r_t)(S_t + U_t)Q \quad (3.1)$$

Spotprisen ved tidspunkt $t+1$ er altså ukjent, men investoren har en forventning gitt ved $E_t(S_{t+1})$ ved tidspunkt t om fremtidig spotpris i markedet. Investoren vil da kjøpe aluminium i dag, og lagre den så lenge

$$E_t(S_{t+1}) > (1 + r_t)(S_t + U_t)Q \quad (3.2)$$

Gitt forventningene ovenfor til fremtidig aluminiumspris, vil enhver investor kjøpe aluminium i dag og lagre den fordi dette gir profitt i fremtiden. Derom alle investorene i markedet har samme forventning til aluminiumsprisen, vil alle kjøpe fysisk aluminium i dag, og etterspørselen etter aluminium vil øke, slik at prisen ved tidspunkt t vil øke, $\Delta S_t > 0$. Ved tidspunkt $t+1$ vil da tilbudet av aluminium øke betraktelig, og investorene forventer da en lavere spotpris på aluminium ved $t+1$, slik at vi har $\Delta E_t(S_{t+1}) < 0$. Dette vil fortsette til vi når en likevekt gitt ved $E_t(S_{t+1}) = (1 + r_t)(S_t + U_t)$.

Dersom fremtidige forventninger til spotprisen på aluminium er $E_t(S_{t+1}) < (1 + r_t)(S_t + U_t)$ vil kostnaden med å sitte på aluminium være høyere enn forventet spotpris, og investorene i markedet vil tape penger ved å lagre aluminium. I følge (Hull, 2006) vil noen investorer i tillegg til kostnaden ved lagerkostnader finne fordeler ved å ha aluminium fysisk tilgjengelig i stedet for å sitte på en futureskontrakt. Denne fordelene kalles for «convenience

yield» og ble først innført av Kaldor (1939). Kaldor mente at for potensielle lagertilbydere så medfører et varelager en viss eierfordel som muligens utligner et tap fra selve lagring.

Brennan (1958) utvider selve eierfordelen ved å se på fordelene med å ha råvarer tilgjengelig med tanke på prisøkninger på kortsikt. Fordelen vil altså være en premie man er villig til å betale for å dra fordel av å ha varen på hånd og ikke bare en futureskontrakt på varen. Den negative kostnaden må trekkes i fra kostnaden ved å sitte på aluminium, $U_0 = r_t S_t + (1+r_t)U_t$. Netto kostnad ved å sitte på aluminium er da gitt ved $U_t = r_t S_t + (1 + r_t)U_t - y_t$, hvor y_t vil være eierfordelen ved å holde aluminium fysisk.

I likevekt ved å holde en enhet av aluminium i en periode, skulle følgende likning gjelde:

$$E_t(S_{t+1}) = S_t(1 + r_t) + (1 + r_t)U_t - y_t \quad (3.3)$$

3.2. Konvergens mot fremtidig spotpris

Det vil nå fokuseres på hvordan futuresprisen konvergerer mot fremtidig forventet spotpris. I de fleste tilfeller vil prisen på dagens underliggende aktivum ikke være lik futuresprisen. Denne differansen vil avta frem mot forfall på kontrakten. Dette vil være logisk av den grunn at en futureskontrakt med forfall i dag vil ha samme verdi som en spotkontrakt som handles i dag. I følge Bodie m.fl. (2008) eksisterer det tre teorier på hvordan futuresprisen konvergerer mot fremtidig spotpris: forventningshypotesen, «Normal Backwardation» og «Normal Contango».

3.2.1 Forventningshypotesen

Forventningshypotesen omtales ofte som den enkleste teorien basert på futuresprising. Teorien anslår at futuresprisen i dag vil være lik fremtidig forventet spotpris i markedet: $F_0 = E(S_t)$ hvor F_0 er dagens futurespris og $E(S_t)$ fremtidig spotpris. I en slik situasjon vil profitten i begge posisjoner i en futureskontrakt være null: Parten med lang posisjon forventer profitt lik $E(S_t) - F_0$, og parten med kort posisjon har profitt gitt ved $F_0 - E(S_t)$. Hypotesen avhenger av en risikonøytral verden. I en slik verden vil alle deltakerne i markedet godta en futurespris som gir forventet profitt på null.

Forventningshypotesen forutsetter et marked i likevekt i verden uten risiko. Teorien sier at dersom prisen på alle fremtidige goder er kjent i dag, vil futuresprisen være lik fremtidig spotpris, uansett tidspunkt i fremtiden. Hypotesen ignorerer risikopremien som tas med i futurespriser når fremtidig spotpris er ukjent.

3.2.2 «Normal Backwardation»

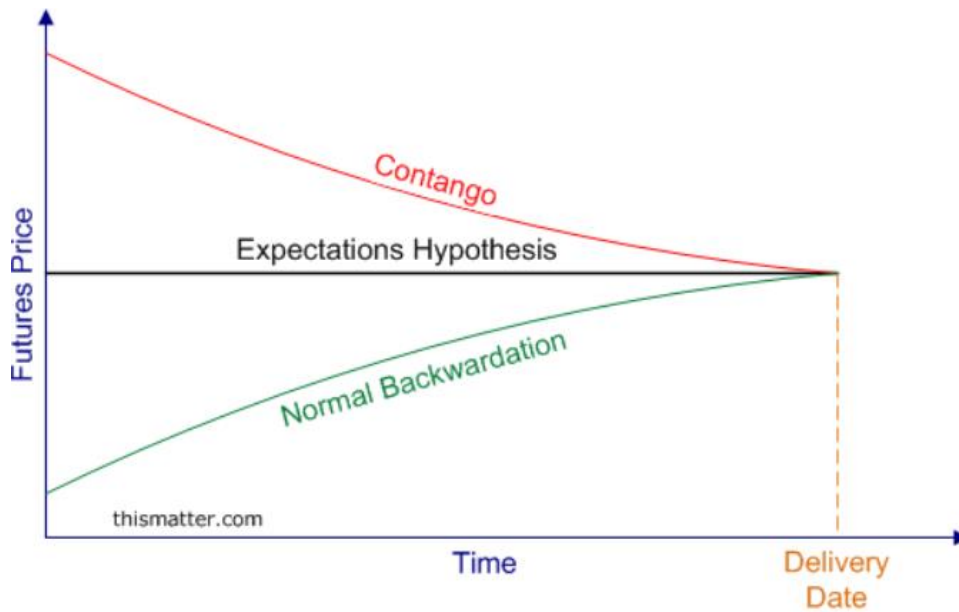
Denne teorien har sitt opphav fra de to britiske økonomene Keynes (1930) og Hicks (1939). De argumenterte for at de fleste aktørene i råvareindustrien vil prissikre for å redusere risiko. Aktørene vil ta en kort posisjon i en futureskontrakt til en gitt pris. Dersom aktørene skal lokke til seg spekulanter til å ta en lang posisjon i en futureskontrakt, må råvareaktørene gi forventninger om en potensiell profitt. Spekulantene vil da ta en lang posisjon i kontrakten dersom futuresprisen er under forventet spotpris, slik at profitten er gitt ved $E(S_t) - F_0$. Teorien foreslår at futuresprisen vil bli presset under forventet fremtidig spotpris, og vil øke utover levetiden til futureskontrakter helt til forfall, gitt ved $F_T = S_T$. Dette innebærer at det er en risikopremie i futuresprisen og at sikrere er villige til å betale denne premien. Spekulantene er de som tjener på denne premien.

Andre årsaker til at fremtidig futurespris er lavere i dag enn spotprisen, kan skyldes at leveranse i dag er av større behov enn fremtidig leveranse. Dette kan være på grunn av sesongvariasjoner og knapphet på råvaren.

3.2.3 «Normal Contango»

Ved «Normal Contango» ligger futuresprisen over fremtidig spotpris. Denne teorien bygger på konsumgoder som ofte har en kostnad forbundet med å holde lager. Ved å lagre en slik vare vil man altså tape penger.

Figur 3.1: De tre markedstilstandene kan oppsummeres grafisk:



Kilde: Bodie m.fl (2008)

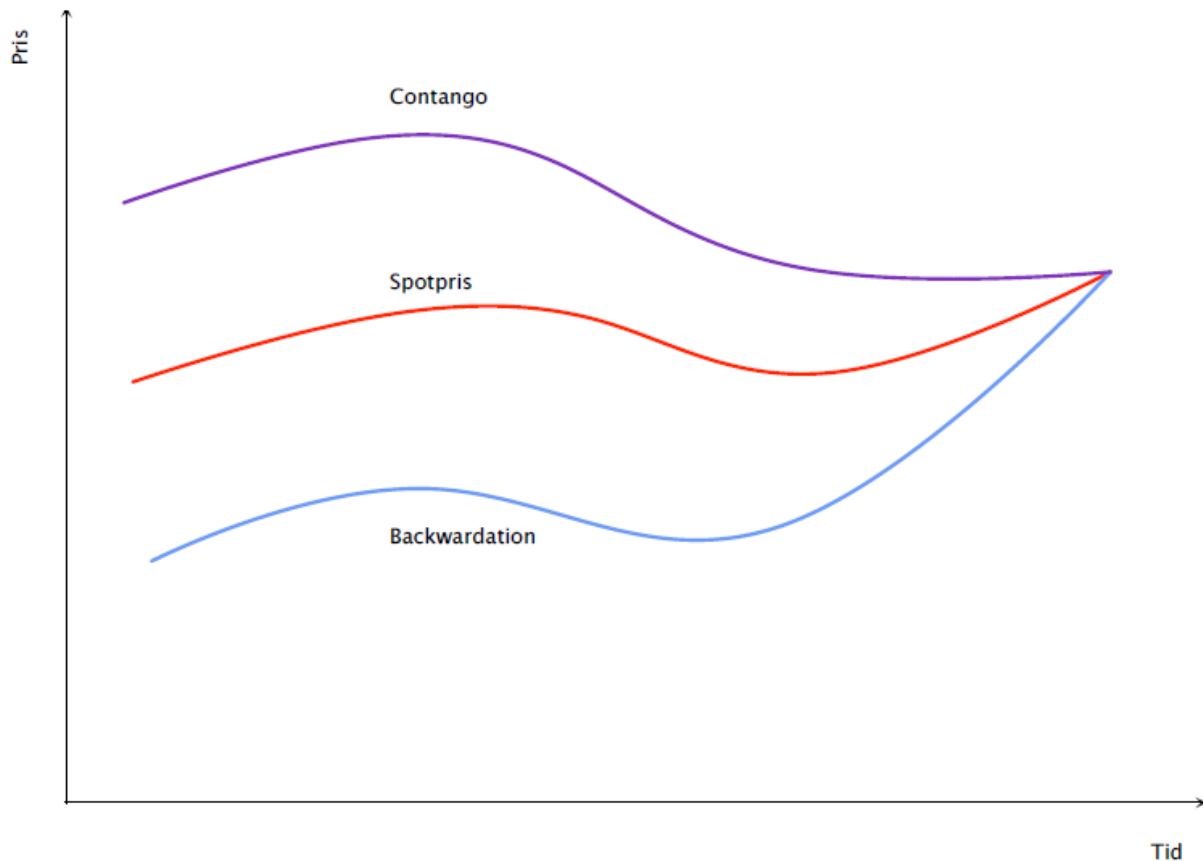
3.4 Arbitrasjemuligheter ved konvergens

Futuresprisen konvergens mot fremtidig spotpris i det fysiske markedet kan forklares av arbitrasje i lys av etterspørsel og tilbud.

For eksempel kan vi tenke oss at futuresprisen på aluminium er høyere enn spotprisen når det nærmer seg leveringstidspunkt. I en slik situasjon vil det oppstå en arbitrasjemulighet for tradere av aluminium ved å selge futureskontrakter i markedet. En som handler kan da kjøpe aluminium i spotmarkedet og levere i henhold til kontrakten. I denne situasjonen, vil vedkommende sikre en profitt fordi beløpet brukt på salget av futureskontrakten allerede overstiger beløpet brukt på å kjøpe aluminium spot til å dekke posisjonen.

Ved å se på dette eksempelet i lys av tilbud og etterspørsel, vil effekten av arbitrasjemuligheter skape en økning i tilbudet av kontrakter, slik at futuresprisen vil falle. I tillegg vil etterspørselen etter aluminium i spotmarkedet øke, slik at spotprisen øker. Som følge av at arbitrasjemuligheter fortsetter, vil futuresprisen og spotprisen konvergere mot hverandre til forfall av kontrakten.

Figur 3.2: Konvergens mellom spot og futurespris ved kontraktens forfall



3.6 Sikringsteori

En analyse gjort av Modigliani og Miller (1958) på bedrifters kapitalstruktur, hevder de at det ikke er nødvendig for bedrifter å drive med sikring, da bedriftenes aksjonærer selv har den rette informasjonen om bedriftens usystematiske risiko og vet selv hvordan de skal oppnå ønskede risikoprofiler. De hevdet at sikring er lite verdiskapende for en bedrift, og dersom sikring er kostbar for bedriften bør det overlates til aksjonærene. I følge Brealey og Myers (2002) forutsetter denne hypotesen et perfekt marked uten skatt og transaksjonskostnader og ikke asymmetrisk informasjon. Et perfekt marked vil i praksis sjelden forekomme og bedrifter bør sikre seg dersom gevinsten er større enn kostnaden for eierne og billigere for bedriften enn eierne. Ved London Metal Exchange (LME) vil det være faste avgifter og informasjonskostnader knyttet til deltakelse og det vil normalt være billigere for bedrifter å sikre seg.

3.2.1 Formålet med futureskontrakter som prissikring

I de fleste futuresmarkedene er majoriteten av deltakerne aktører som ønsker å sikre seg mot prissvingninger i spotmarkedet. Hensikten med bruk av futuresmarkedet er å redusere risikoen de eksponeres for. En perfekt sikringsstrategi er en som eliminerer all risiko. Perfekte sikringsstrategier er vanskelige å oppnå. Ved bruk av futureskontrakter er formålet å konstruere en så nær som mulig perfekt sikringsstrategi for deltakerne i markedet (Hull, 2006).

3.2.2 Sikring ved bruk av futureskontrakter i praksis

I et futuresmarked vil aktører kjøpe eller selge kontrakter. En posisjon i markedet hvor en har solgt en futureskontrakt omtales som «short hedge», mens det for kjøperen av en futureskontrakt kalles «long hedge». For eksempel, en «short hedge» kan bli brukt dersom en bedrift eier en vare og ønsker å selge denne varen i fremtiden. «Short hedge» er ofte brukt av risikonøytrale bedrifter som ønsker å sikre fremtidig inntekt. «Long hedge» er brukt av deltakere i markedet som ønsker å kjøpe en vare til fremtidig forbruk. Dette kan være en viktig innsatsfaktor i produksjonen, etc. Hovedargumentet for å prissikre seg gjennom futureskontrakter er å lukke inn prisen. Dette vil fjerne noe av usikkerheten partene eksponeres for i deres respektive markeder (Hull, 2006).

3.2.3 Basisrisiko ved futureskontrakter

Ved inngåelse av futureskontrakter vil det oppstå basisrisiko som er knyttet til forskjeller mellom dagens spotpris S_0 og dagens futurespris F_0 . Basisrisiko i en sikringssituasjon kan uttrykkes ved:

Basis= Spotpris på aktivum som blir sikret- Futurespris på kontrakten som blir brukt

(Hull, 2006)

I en sikringssituasjon vil det oppstå basisrisiko når spotpris og futurespris ikke endres med samme verdi over tid. Vi har da risiko knyttet til at $S_0 - F_0 \neq S_t - F_t$, hvor 0 vil være tidspunkt i dag, og t vil være et tidspunkt etter 0. En slik situasjon vil kunne oppstå dersom prisen på den underliggende varen som ønskes sikret, ikke korrelerer med futuresprisen. I følge Korsvold og Høidal (2012) vil spotpris og futurespris være identisk dersom:

1. Futureskontraktene spesifiserer eksakt samme vare som den en ønsker å sikre seg mot ved prissvingninger i markedet

2. Futureskontrakten spesifiserer levering på eksakt samme dag som varen skal leveres.
3. Futureskontrakten spesifiserer levering på eksakt samme sted som varen skal leveres.

Dersom disse kriteriene ikke oppfylles vil det altså være usikkerhet med hensyn til fremtidig basisrisiko. Det vil være spesielt knyttet risiko til leveringssted og kvalitet på varen ved salg og kjøp av futureskontrakter. Selv om futureskontrakten og underliggende aktivum spesifiserer samme vare, så vil det kunne oppstå basisrisiko til leveringssted. Prisen på aluminium i USA kan være forskjellig fra prisen i Norge, for eksempel. De som sikrer seg ved futureskontrakter ønsker derfor en høy korrelasjon mellom spotpris og futuresprisen. Jo sterkere korrelasjon, desto mindre risiko er det knyttet til basisen. I tilfeller hvor korrelasjonen er 1, vil man ikke ha noe risiko ved basisen, og vi oppnår en tilnærmet perfekt sikringsstrategi.

3.3 Sikringsteori og metallbørsen i London (LME)

Metallbørsen i London- London Metal Exchange(LME) ble etablert i 1877. Børsen er hovedmarkedet for handel av metaller. Det tilbys forward, futures, swaps og opsjonskontrakter på metaller som blant annet aluminium, kobber, sink, nikkel, bly og tinn. Priser oppdateres gjennom tre ulike handelsplattformer.

www.lme.com

3.3.1 Tilgang til LME

De som har tilgang til å handle kontrakter på LME er selskaper som er medlem av børsen. Uansett, man trenger ikke å være medlem for å handle på LME. Andre kunder kan også åpne kontoer på LME via LME- medlemmer, for å få tilgang til markedet. Potensielle brukere av børsen kan til en hver tid være trygge på at de handler med profesjonelle, anerkjente og erfarne selskaper som er fullt regulert. Regulering av selve markedet er utført av LME, mens finansmyndighetene er ansvarlig for regulering av selskapene gjennom LME- medlemmene.

3.3.2 Aluminiumsprodusenters bruk av LME

Aktører som sikrer seg på LME går gjennom 3 ulike nivåer.

1. Fysisk transaksjon

I det første stadiet vil produsent og konsument bli enig om å kjøpe og selge et spesifisert kvantum til en avtalt leveringsdato i fremtiden. Dersom en sikringsstrategi skal kunne gjennomføres, må kontrakten ha avtalt LME sin offisielle spotpris på leveringsdato. Både produsent og konsument vil være eksponert for prissvingninger ved den fysiske kontrakten på grunn av at levering finner sted i fremtiden. Hver part har nå muligheten til å sikre seg gjennom LME, som leder til det andre nivået.

2. Finansiell transaksjons

Når den fysiske kontrakten på LME er avtalt, vil den som sikrer seg ta kontakt med sin megler om å åpne en futureskontrakt. Megleren vil ordne en kontrakt som består av en lik og motsatt posisjon for samme leveringsdato som deres fysiske kontrakt. Partene kan nå låse inn en fremtidig futurespris og leveringspunkt som matcher kriteriene til den fysiske kontrakten.

Når en kontrakt, eller handel, har blitt inngått og kontrollert av megleren, starter en prosess som kalles for «novation». Dette er når oppgjørssentralen, «LCH clearnet» blir motparten til begge parter i kontrakten. Partene i kontrakten er ikke lenger utsatt for kredittverdigheten til hverandre og den finansielle risikoen er nå hos oppgjørssentralen.

3. Oppgjøret

To dager før leveringsdato, vil megler kontakte partene om oppgjør av deres posisjoner ved å selge eller kjøpe deres opprinnelige futureskontrakt tilbake til den gjeldende innløsningskurs på LME-børsen.

Parallelt med den finansielle transaksjonen, gjennomfører produsenten det fysiske salget ved levering av varen til konsument som avtalt i utgangspunktet. Forutsatt at begge har avtalt dagens LME offisielle innløsningskurs, vil risikoen til den fysiske varen være eliminert som følge av en transaksjon oppveier tapet for den andre, og vice versa.

Kilde www.lme.com

4. Metode

I dette kapitlet gjennomgås de forskjellige metodene for å analysere problemstillingene knyttet til sikringsstrategier, prognoseegenskapene til futuresprisen og eventuelle risikopremier.

4.2 Sikringsstrategier

I følge Hull (2006) vil sikringsforholdet være størrelsen av posisjonen i futureskontrakter i forhold til eksponering i spotmarkedet. Videre argumenteres det for at jo nærmere dette tallet er 1, desto mer får man ut av det finansielle instrumentet man bruker. Det vil nå bli en gjennomgang av de to vanligste sikringsstrategiene som brukes.

4.2.1 Det naive sikringsforholdet

Dersom man benytter det naive sikringsforholdet, tar man en like stor posisjon i futureskontrakter som den fysiske eksponeringen vi har i spotmarkedet. Ved en slik sikringsstrategi vil vi oppnå et sikringsforhold på 1.. Dette kan uttrykkes som:

$$h = \frac{q_F}{q_S} = 1 \rightarrow q_F = q_S \quad (4.1)$$

Her angir q_F antallet futureskontrakter som er handlet i futuresmarkedet, mens q_S er eksponeringen i spotmarkedet. Sikringsforholdet er gitt ved h . Den naive sikringsstrategien er en enkelt sikringsstrategi og lett å implementere. Dersom spot og futurespris beveger seg i samme retning, vil porteføljeværdien vår holde seg uforandret og vi oppnår en perfekt sikring. Ulempen med denne strategien er at spot og futurespriser ikke alltid er synkroniserte og resultatet ikke blir optimalt. I følge Lien m.fl.(2008) hadde den naive sikringsstrategien den verste prestasjonen da kinesiske futures/forward kontrakter på kobber og aluminium på Shanghai futures Exchanges ble analysert.

4.2.2 Minste varians metode

Erkjennelsen av at spot og futurespriser ikke alltid går i samme retning, utviklet Johnson (1960) og Stein (1961) en porteføljetilnærming for å finne den optimale sikringsstrategien ved hjelp av en forventet nyttemaksimering. En forenkling av deres arbeid leder til en minimum varians sikringsstrategi, som ble utledet av Ederington (1979). Ederington fokuserer på å minimere variansen til porteføljen, der porteføljevariansen består av variansen til spot og futuresprisen.

Dersom vi utleder Ederington sitt arbeid, har vi spotprisen gitt ved S_0 og futuresprisen er F_0 som vil være kjent for den som sikrer seg i dag. Videre vil ikke S_T og F_T være kjent ved

forfall av kontrakten som er gitt ved tidspunkt T . Den som sikrer seg selger h futureskontrakter, vil ved forfall få en gevinst eller tap uttrykt ved:

$$(S_T - S_0) - h(F_T - F_0) = \Delta S - h\Delta F \quad (4.2)$$

Vi får da at variansen til vår portefølje er gitt ved:

$$var[(S_T - S_0) - h(F_T - F_0)] = var(\Delta S) + h^2 var(\Delta F) - 2h covh(\Delta S, \Delta F) \quad (4.3)$$

Her er var variansen til spot og futuresprisen, men cov er kovariansen mellom spot og futures. Dette kan videre uttrykkes som:

$$= var(\Delta S) + h^2 var(\Delta F) - 2h\sigma(\Delta S)\sigma(\Delta F)corr(\Delta S, F) \quad (4.4)$$

Tegnet σ representerer her standardavviket til spot og futuresprisen, og $corr$ er her korrelasjon mellom spot og futures. Korrelasjonen mellom spotpris og futurespris i porteføljen vil da være følgende:

$$corr(\Delta S, \Delta F) = \frac{cov(\Delta F, \Delta S)}{\sigma(\Delta S)\sigma(\Delta F)} \quad (4.5)$$

For å finne den posisjonen i vår portefølje som minimerer variansen, må vi derivere med hensyn på h og sette dette lik 0. Dette gir oss:

$$\frac{dvar}{dh} = 2h\sigma^2 - 2\rho\sigma_{\Delta S}\sigma_{\Delta F} = 0 \quad (4.6)$$

Ved å ta den første deriverte med hensyn på h vil man få det optimale sikringsforholdet gitt ved:

$$h^* = \rho \frac{\sigma_{\Delta S}}{\sigma_{\Delta F}} \quad (4.7)$$

Dersom man ved hjelp av historiske data kjører regresjonen:

$$\Delta S = \alpha + \beta_1 \Delta F + \varepsilon \quad (4.8)$$

hvor endringen i spotprisen er den avhengige variabelen og endringen i futuresprisen vil være den uavhengige variabelen og β_1 uttrykker stigningsforholdet og α er en konstant. Ved å se videre på resultatet til Ederington kan vi nå uttrykke h som:

$$\beta_1 = \frac{cov(\Delta S, \Delta F)}{var(\Delta F)} = h \quad (4.9)$$

Stigningskoeffisienten gitt ved β_1 uttrykker nå det optimale sikringsforholdet. Tolkningen av koeffisienten forteller oss hvor mange futureskontrakter vi må kjøpe (selge) i forhold til vår spotposisjon for å minimere variansen eller risikoen vi står ovenfor. Stigningskoeffisienten kan nå tolkes som

$$\beta_1 = \frac{\text{endring i spotpris}}{\text{endring i futurespris}} \quad (4.10)$$

4.3 Generelt om regresjonsanalyse og forutsetninger

Oppsummert vil man ved bruk av regresjonsanalyse finne det optimale sikringsforholdet der variansen mellom spotpris og futuresprisen er minimert. Man prøver å forklare endringene i den avhengige variabelen ved hjelp av endringene i en eller flere uavhengige variabler, ofte kalt forklaringsvariabler. Ved å ta i bruk regresjonsanalyse i optimale sikringsstrategier vil spotprisen være den avhengige variabelen, mens futuresprisen representerer den uavhengige.

Hovedmålet med regresjonsanalyse vil være å finne en lineær sammenheng mellom observasjonene, det vil si å finne en rett linje som best beskriver sammenhengen. Generelt kan en regresjonsmodell med 1 variabel uttrykkes på følgende måte:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (4.11)$$

Hvor:

Y_i : Den avhengige variabelen

X_i : Den uavhengige variabelen

$\alpha + \beta_1 X$: Er populasjonens regresjonslinje

α : Vil være regresjonslinjens skjæringspunkt

B_1 : Vil være helningen til regresjonslinjen

ε_i : Feilleddet til modellen

4.3.1 Minste kvadraters metode

I regresjonsanalyse vil parameterne α , β_1 og ε_i være ukjente parametere. I statistisk analyse vil man sjelden ha tilgang til hele populasjonen man ønsker å si noe om. Derfor vil det være umulig å beregne de virkelige verdiene til parameterne. I stedet må man bruke stikkprøver til å estimere parameterne. En av de mest anerkjente metodene kalles for minste kvadraters metode (MKM). Tanken bak MKM vil være å finne frem til estimater som minimerer summen av de kvadrerte differansene blir så liten som mulig.

4.3.2 Hypotesetesting

For å kunne sjekke hvor pålitelige våre resultater er ved bruk av MKM, må de utsettes for hypotesetesting. Ved hypotesetesting vil to hypoteser formuleres: H_0 : Nullhypotesen og H_1 : Alternativhypotesen.

Nullhypotesen H_0 vil være den hypotesen som angir det område eller de verdiene parameterne kan forventes å anta dersom teorien ikke skulle stemme. Det vil si at det er ingen sammenheng mellom variablene vi ønsker å teste. Alternativhypotesen H_1 vil angi de verdiene som sier at det er en forskjell eller sammenheng mellom variablene som man ønsker å teste (Gripsrud m.fl. 2010).

Type- 1 og type 2 feil:

Ved hypotesetesting kan det begås to feil. Ved type-1 feil forkastes en riktig nullhypotese, til fordel for en usann alternativhypotese. Når en sann nullhypotese forkastes til fordel for en usann alternativhypotese oppstår det en type- 2 feil.

Dersom det gjennomføres en hypotesetest, må man velge et signifikansnivå. Signifikantnivået er et mål på hvor sikkert det er å forkaste nullhypotesen. Innen økonomisk teori vil det i de fleste tilfeller velges et signifikansnivå på 5 %. Det betyr at vi er 95 % sikre på at nullhypotesen er feil og alternativhypotesen rett. Om p-verdiene til testen er lavere enn signifikansnivået vil det være grunnlag for å forkaste nullhypotesen.

Dersom nullhypotesen skal forkastes eller gis støtte, vil dette avhenge av størrelsen på testobservatoren, dens sannsynlighetsfordeling og det valgte signifikansnivået (α -nivå), mot kritisk verdi, t_α . Ved store verdier på testobservatoren vil nullhypotesen bli forkastet, og man påstår at alternativhypotesen er riktig (Gripsrud m.fl. 2010).

4.4 Måling av sikringseffekten ved bruk av forklaringskraften

Dersom aluminiumsprodusenter ønsker å prissikre seg ved bruk av futureskontrakter på LME, er man spesielt opptatt av å se på effekten av å sikre den fysiske leveringene i spotmarkedet. Sikringseffekten er definert som den andelen som av variansen blir eliminert ved sikring. Dette er R^2 fra regresjonsanalysen hvor vi har ΔS mot ΔF (Hull, 2006).

R^2 må ha en verdi mellom 0 og 1 og måler variasjonene i den avhengige variabelen Y_i forklart av den uavhengige variabelen X_i . Forklaringsgraden måler med andre ord hvor godt MKM beskriver dataen, og vil være et mål på redusert risiko ved bruk av futureskontrakter. Forklaringsgraden kan uttrykkes på følgende måte:

TSS: total variasjon til Y, $\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$

ESS: den forklarte delen av kvadrerte avvikene, $\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$

RSS: total sum av de kvadrerte residualer, $\sum_{i=1}^n e_i^2$

Dette kan oppsummeres som $TSS = RSS + ESS \leftrightarrow 1 = \frac{RSS}{TSS} + \frac{ESS}{TSS}$

Brøken $\frac{RSS}{TSS}$, vil kunne oppsummeres som:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (4.12)$$

Og vil være andelen av forklart variasjon. Vi kan da uttrykke forklaringskraften som,

$$R^2 = \frac{RSS}{TSS} \leftrightarrow R^2 = 1 - \frac{ESS}{TSS} \quad (4.13)$$

(Gripsrud m.fl. 2010)

Vi kan formulere følgende hypoteser:

$$H_0: R^2 = 0$$

$$H_1: R^2 > 0$$

Disse hypotesene vil bli testet for de ulike regresjonsmodellene som brukes i oppgaven ved bruk av F-tester på variansanalyse.

4.5 Statistiske antakelser om den lineære regresjonsmodellen

Dersom de estimerte parameterne i MKM skal være BLUE « Best Linear Unbiased Estimator» må forutsetningen 1-5 under Gauss Markov kravene være oppfylt. Dersom estimatene har lavest varians av alle de forventingsrette estimatene vil de være « Best», « Linear» dersom de er lineære kombinasjoner av den uavhengige variabelen, « Unbiased» dersom estimatene i gjennomsnitt er lik de virkelige parameterne. Da vil de estimerte parameterne være estimater på de virkelige parameterne i regresjonsanalysen.

1) Feilleddet har en forventning lik null.

Den første forutsetningen til feilleddet, er at fordelingen til feilleddet ε_i gitt ved X_i har et forventet gjennomsnitt på null. Denne forutsetningen baseres på at de andre faktorene som er inkludert i feilleddet er uavhengig av x-verdiene. Dette kan uttrykkes ved:

$$E(\varepsilon_i|X_i) = 0 \quad (4.14)$$

2) Fravær av økende varians til feilleddene

Den andre forutsetningen vedrørende feilleddet, er at variansen til feilleddet er konstant ved økende x-verdier. I følge Stock og Watson (2007) vil man ha konstant varians eller homoskedastisitet dersom fordelingen til feilleddet ε_i gitt økende x- verdier, er konstant over tid og ikke er avhenger av X_i . Ellers vil vi ha heteroskedastisitet, hvor vi har med økende varians til feilleddet gitt økende x-verdier. Årsaker knyttet til heteroskedastisitet i datamaterialet kan være forårsaket av uteliggere, feilledd som er påvirket av de andre forklaringsvariablene og unøyaktig måling. Konstant varians kan uttrykkes ved:

$$var(\varepsilon_i) = \sigma^2 \quad (4.15)$$

Dersom man velger å benytte seg av MKM ønsker man minst mulig varians mellom feilleddene. Ved å bruke MKM dersom feilleddene inneholder heteroskedastisitet, vil estimatene ikke lenger være «effisiente». MKM kan estimere standardfeil som er for små. Dette kan igjen føre til at verdiene fra T-testene som vi bruker til å teste regresjonskoeffisientene blir for store, og vi kan komme til feilaktig å forkaste for eksempel nullhypotesen om at $\beta_1=0$.

Om det eksisterer heteroskedastisitet i datamaterialet kan undersøkes gjennom flere metoder. Her beskrives den mest brukte testen.

Whites-test

Ved å kjøre en Whites- test basert på arbeidet til White (1980) på heteroskedastisitet, tas de kvadrerte feilleddene ut av den opprinnelige regresjonen. Deretter kjøres en hjelperegresjon med feilleddene som den avhengige variabel, og de uavhengige variablene er de opprinnelige x-verdiene. For at man skal kunne komme frem til Whites-parameteren (LM) multipliseres forklaringsgraden gitt ved R^2 fra denne regresjonen med antall observasjoner, N, hentet fra datasettet. Den estimerte parameteren vil være kji-kvadrat fordelt med antall frihetsgrader lik antall forklaringsvariabler i modellen. Man får da sette opp følgende hypotesetest

H_0 : LM < Kritisk verdi, konstant varians(Homodeskatisitet)

H_1 :LM> Kritisk verdi, økende varians (Heteroskedastisitet)

Dersom Whites-parameteren er høyere enn kritisk verdi og p-verdier lavere enn et signifikantnivå på 5 %, vil man forkaste nullhypotesen og konkluderer med heteroskedastisitet i datasettet.

Residualplott

Ved å studere et residualplott kan man undersøke om det er en tendens til heteroskedastisitet i datasettet. Hvis det er tendenser til synkende eller økende varians, kan det være spor av heteroskedastisitet. Dette gjøres ved å plote feilleddene mot X, Y eller tid.

3) Ingen korrelasjon mellom feilleddene

Ved å se på aluminiumspriser over flere perioder har vi finansielle tidsserier og i slike tidsserier kan det oppstå autokorrelasjon. Dersom vi har kovarians til feilleddene til to observasjoner har vi med autokorrelasjon å gjøre. Da vil en observasjon ved tidspunkt t inneholde informasjon om feilleddet ved tidspunkt t+1, eller motsatt der t+1 inneholder informasjon om tidspunkt t. Dette kan uttrykkes som:

$$cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) \neq 0 \quad (4.16)$$

Dersom det eksisterer autokorrelasjon i tidsserier vil β_1 være forventningsrett, men variansen til estimatene kan sies å være forventningsskjeve. Dette fører til hypotesetesting ved bruk av T- og F-testene ikke er til å stole på.

Autokorrelasjon av førsteordens AR(1).

1.ordens autorkorrelasjon AR(1) kan testes ved bruk av Durbin-Watson test (Durbin og Watson, 1950), og kan formuleres på følgende måte:

$$\varepsilon_t = p\varepsilon_{t-1} + v_t \quad (4.17)$$

Hvor ε_t er feilleddet, p vil være innbyrdes korrelasjon mellom feilleddene, v_t er feilleddet fra ny regresjonen.

Parameteren (d) fra Durbin-Watson testen kan uttrykkes på følgende måte:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^T (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2} \quad (4.18)$$

Testobservatoren er gitt ved d og feilleddet er representert ved ε_i . Feilleddet er altså $\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$, hvor Y_i og \hat{Y}_i er henholdsvis faktisk observert og predikert verdi av forklaringsvariabelen. Dersom en Durbin-Watson (DW) test har en DW-observator på under 1.6, vil det være for positiv autokorrelasjon i datasettet. $D=2$ betyr ingen autokorrelasjon og $D=4$ betyr perfekt negativ korrelasjon. Basert på DW- test kan man sette opp følgende hypotesesett:

$$H_0: P = 0$$

$$H_1: P > 0$$

Dersom DW- parameteren er mindre en kritisk verdi, forkastes H_0 , og det kan konkluderes med autokorrelasjon i datasettet.

4) Fravær av kovarians til feilleddet

Denne forutsetningen er at det ikke skal være noe korrelasjon mellom feilleddet og forklaringsvariablene i regresjonsmodellen.

5) Normalfordeling av feilleddene.

For å kunne gjennomføre tester basert på koeffisientenes signifikans i regresjonsmodeller, bruker man hypotesetester basert på normalfordeling. Brudd på normalfordeling av

feilleddene vil ikke føre til svekkelse av de forventningsrette estimatorene, men påliteligheten til hypotesetesting av estimatene.

$$\varepsilon_i \sim (0, \sigma^2) \quad (4.19)$$

Shapiro-wilk test på normalfordeling

For å teste om datasettet følger en normalfordeling, er en Shapiro-Wilk test tatt i bruk. Testen sjekker hvorvidt stikkprøven kommer fra en normalfordelt populasjon. Følgende teststatistikk kan uttrykkes ved:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})} \quad (4.20)$$

Opprinnelig ble testen utviklet for utvalg < 50 , men Royston(1992) utviklet en metode som utvider grunnlaget inntil 2000 observasjoner.

Under nullhypotesen til testen vil populasjonen være normalfordelt. Dersom p-verdiene er under valgt alfa- verdi, da forkastes nullhypotesen om at feilleddene er normalfordelte. Motsatt, dersom p-verdien er større en valgt alfa-verdi, da beholdes nullhypotesen og det kan konkluderes med at feilleddene er normalfordelte.

4.6 Futurespriser som prognose på fremtidig spotpris

For å kunne analysere hvorvidt futuresprisen er en god prognose på fremtidig spotpris, er det brukt tre ulike regresjonsmodeller. Modellene ser på sammenhengen mellom spot som avhengig variabel og futuresprisen, basis og relativ basis som uavhengige variabler. For å kunne analysere prognosen på fremtidig spotpris, vil også MKM bli benyttet til dette formålet.

Modell 1

Den første modellen baseres på arbeidet til Gjølberg og Brattestad (2011), som studerte prognoseytelsen på fire ukers og seks ukers futureskontrakter på den nordiske kraftbørsen Nord Pool, fra 1995 til 2008. Deres studier bygger på futuresprisens prognoseytelse og eventuell risikopremie, basert på spotprisen som en funksjon av futuresprisen. Følgende regresjonsmodell ble tatt i bruk:

$$S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \varepsilon_{t+i} \quad (4.21)$$

Hvor S_{t+i} er fremtidig spot og F_t^i er futuresprisen ved dagens tidspunkt.

Gjøølberg og Brattestad satte opp følgende hypotesesett basert på modellen:

$$H_0: \beta = 1 \text{ og } \alpha = 0$$

$$H_1: \beta \neq 1 \text{ og } \alpha \neq 0$$

Ut fra følgende hypotesesett vil det å beholde nullhypotesen føre til at futuresprisen er en god prognose på fremtidig spotpris for aluminium, og man har et marked i likevekt.

Konstantleddet α er indikasjon på risikopremie i markedet, og dersom nullhypotesen beholdes vil det ikke eksistere noen premie.

Problemer knyttet til modellen vil være at risikopremien ikke er konstant. Den estimerte alfaverdien kan være en blanding av tidsvarierende risikopremier, noe som igjen kan påvirke den estimerte beta-verdien til modellen (Gjøølberg og Brattestad)

Modell 2

For å komme rundt disse problemene i modell 1, har flere studier estimert modeller hvor spotendringen i kroner eller prosent er beregnet som funksjon av forskjellen mellom futuresprisen og spotprisen ved tidspunkt t , som også kalles basis..

$$S_{t+1} - S_t = \alpha + \beta(F_t^T - S_t) + \varepsilon_t \quad (4.22)$$

Følgende hypoteser kan formuleres fra modellen:

$$H_0: \beta = 1 \text{ og } \alpha = 0$$

$$H_1: \beta \neq 1 \text{ og } \alpha \neq 0$$

Dersom vi beholder nullhypotesen vil basisen observert ved tidspunkt t , være en god prognose på fremtidig spotpris, og det eksisterer ingen risikopremie.

Denne modellen ble tatt i bruk av Fama og French (1987). De sa at basis kan deles opp i et prisendringsledd og et risikopremieledd. Parameteren β måler hvor mye av variasjonen i spotendring som kan forklares av variasjonen i basis. Det vil si hvor god predikasjonskraft futurespriser har med hensyn til fremtidig spot.

Modell 3

Modell 3 som estimeres er en utvidelse av modell 2, hvor man dividerer begge sider av brøken med spotprisen. Dersom man dividerer med hensyn på dagens spotpris, vil den avhengige variabelen uttrykke spotprisens endring i prosent, og den uavhengige variabelen vil være relativ basis i prosent.

$$\frac{S_{t+1}-S_t}{S_t} = \alpha + \beta \left(\frac{F_t^i - S_t}{S_t} \right) + \varepsilon \quad (4.23)$$

Følgende hypotese kan da uttrykkes som:

$$H_0: \beta = 1 \text{ og } \alpha = 0$$

$$H_1: \beta \neq 1 \text{ og } \alpha \neq 0$$

Modell 4

Fama og French estimerte også en annen modell hvor formålet var å undersøke om basis ved tidspunkt t inneholder informasjon om premien realisert ved tidspunkt T. Følgende modell ble estimert:

$$F_T - S_T = \alpha + \beta(F_{t,T} - S_t) + \varepsilon_{(t,T)} \quad (4.24)$$

Parameteren β_2 måler hvor mye av variasjonen i risikopremien som kan forklares av variasjonen i basis. Det vil si om det finnes en risikopremie i futuresprisen. Hypotesesettet er følgende:

$$H_0: \beta = 0 \text{ og } \alpha = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0 \text{ og } \alpha \neq 0$$

T-tester

For de tre første modellene brukes følgende testobservator for å teste $H_0: \beta = 1$:

$$t = \frac{(\beta-1)}{\text{std.error } \beta} \quad (4.25)$$

med n-2 frihetsgrader. For modell 4 og øvrige regresjonsmodeller hvor nullhypotesen er at betaverdien er 0, brukes følgende testobservator

$$t = \frac{(\beta)}{\text{Std.error } \beta} \quad (4.26)$$

med n-2 frihetsgrader.

5. Data og beskrivende statistikk

I denne oppgaven blir det sett nærmere på futuresprisen som prognose på fremtidig spot og en eventuell risikopremie og forskjellige sikringsstrategier i aluminiumsindustrien, og det analyseres bruk av futureskontrakter for å oppnå et optimalt sikringsforhold og sikringseffektivitet. Tidshorizonten som analyseres er 1994-2014. Datagrunnlaget som blir brukt er ukentlig data på spot og 3-måneders futureskontrakter hentet fra databasen «Thomson Reuters Datastream» ved biblioteket til Universitet i Stavanger (UiS).

Verktøyene som er brukt i oppgaven er statistikkprogrammet fra programleverandøren SAS Institute og Excel.

Ukentlig data brukes fordi ukentlig data vil være mer stabil enn for eksempel daglige data.

Tabell 5.1: Deskriptiv statistikk spot

Spotpris (\$/tonn)									
Periode	Gj.snitt	Median	St.avik	Var.koeff.	Min.	Max.	Skjevhet	Kurtose	Ant.obs.
1994 - 2004	1 517	1 493	175	0,12	1 147	2 123	0,55	(0,03)	553
2005 - 2014	2 182	2 120	415	0,19	1 290	3 202	0,19	(0,74)	482
1994 - 2014	1 827	1 714	455	0,25	1 147	3 202	0,88	(0,13)	1 035

Basert på tabell 5.1 ovenfor ser vi at aluminiumsprisen har det høyeste gjennomsnittet (og median) i perioden 2005-2014, med en pris på 2.182 dollar per tonn og en maks verdi på 3202 dollar.

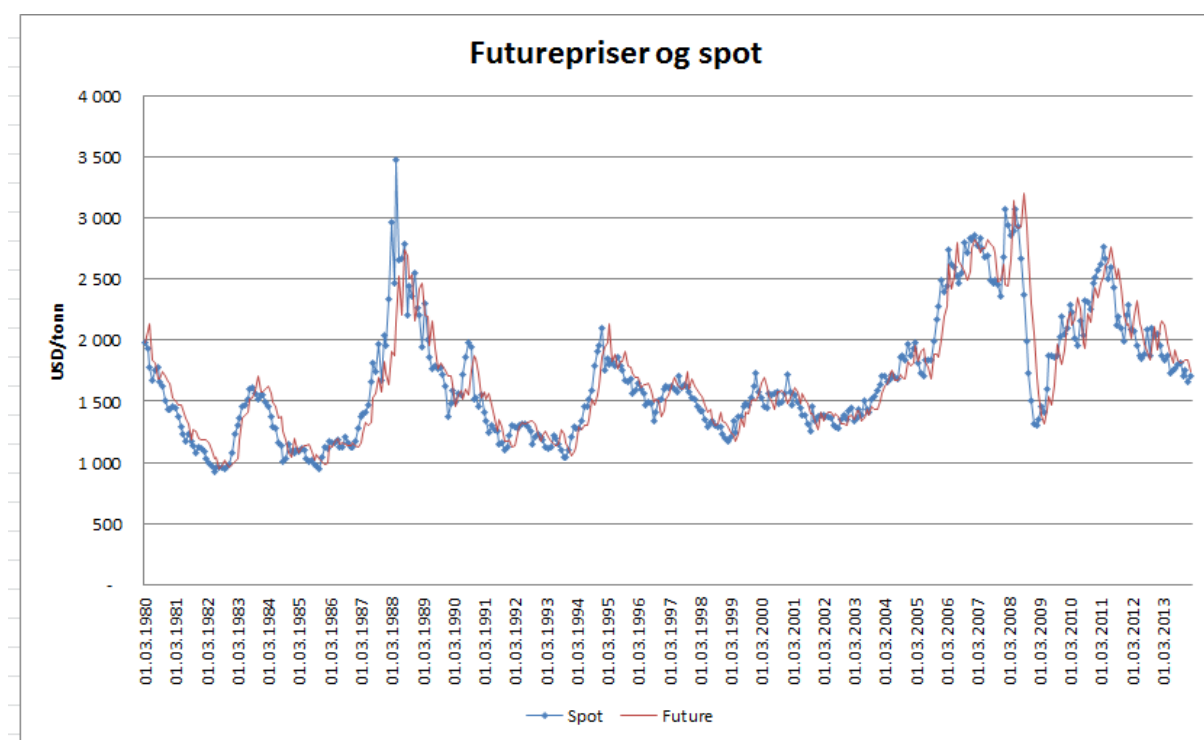
Videre fremgår det at standardavviket er høyest i denne perioden, noe som tyder på store svingninger i prisen. Variasjonskoeffisienten er også et spredningsmål og er definert som standardavviket delt på gjennomsnittet. Variasjonskoeffisienten er også høyest for samme periode. Skjevheten og kurtosen som er to mål på beskrivelse av en sannsynlighetsfordeling, er forskjellig fra 0 og indikerer avvik fra normalfordelingen.

Tabell 5.2: Deskriptiv statistikk futuresprisen

Futurespris (\$/tonn)									
Periode	Gj.snitt	Median	St.avik	Var.koeff.	Min.	Max.	Skjevhet	Kurtose	Ant.obs.
1994 - 2004	1 534	1 516	174	0,11	1 170	2 160	0,56	0,09	553
2005 - 2014	2 211	2 141	414	0,19	1 325	3 250	0,20	(0,74)	482
1994 - 2014	1 849	1 728	458	0,25	1 170	3 250	0,88	(0,15)	1 035

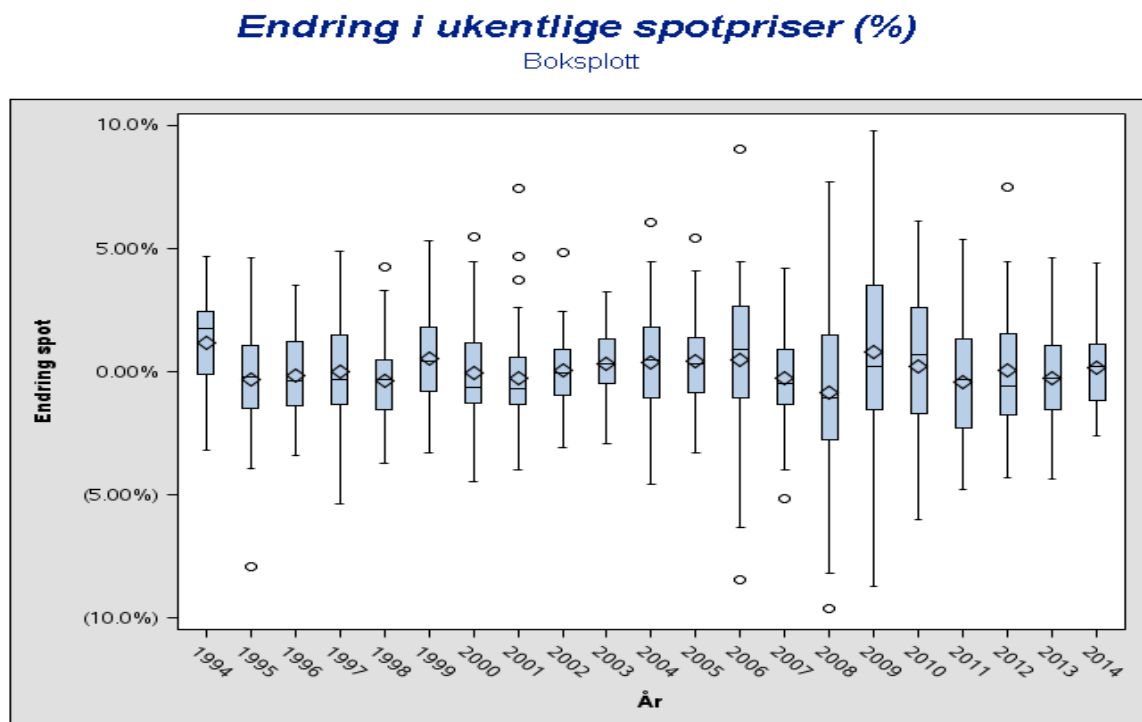
Ved å studere tabell 5.2 over futuresprisen, ser man at tallene i stor utstrekning viser samme mønster som tabellen for spotpriser.

Figur 5.1. Historisk priser på aluminium spot og futures 1994-2014.



Dersom man studerer figur 5.1 ser man at spot og futures følger noenlunde samme mønster. Dette indikerer at futuresprisen kan ha prognoseegenskaper med hensyn til spotpris.

Figur 5.2: Boksploott som viser prisendringen pr år.



Figur 5.2 er en grafisk fremstilling som markerer median, kvartiler og utliggere i et datasett. Medianen er den markerte linjen i boksen, mens nedre og øvre kvartil markeres ved grensene for «boksen». Haler trekkes fra kvartilene til fjerneste observasjon som har avstand til kvartilen, maksimum 1.5 ganger avstanden mellom kvartilene. Observasjoner utenfor dette området markerer enkeltvis som utliggere. Firkantsymbolet markerer snitt.

Av figur 5.2 ser vi at spesielt fra finanskrisen som startet i 2008 har vi stor spredning i prisendringene, med en topp i 2009 som etter hvert flater ut, og det er disse periodene som i tabellen ovenfor bidrar til at perioden 2005-2014 fremstår med størst variasjon i spotprisen, og som vi også kan lese ut av den grafiske utviklingen i spot- og futurepris.

6. Analyse

I analysedelen vil data som er beskrevet i kapittel 5 bli brukt. I første del vil sikringsstrategiene i aluminiumsindustrien bli analysert og deretter vil futuresprisen som prognose på spot og en eventuell risikopremie bli analysert.

6.1. Sikringsstrategier

I denne delen vil det bli gjort analyser på hvor godt de to sikringsstrategiene minste varians metode og den naive strategien egner seg på sikring av primæraluminium på LME. Datasettet som brukes er snitt av ukentlig spot og ukentlig 3-måneders futures. Hensikten er å undersøke hvilken metode som egner seg best for å redusere risikoen til produsenter av primæraluminium. Dette er gjort ved å kalkulere optimalt sikringsforhold og se på sikringseffekten til de to strategiene hver for seg.

Minste varians metode

For å finne frem til optimalt sikringsforhold med minste varians metode er det brukt følgende regresjonsmodell:

$$\Delta_S = \alpha + h * \Delta_F + \varepsilon_t \quad (6.1)$$

Ut fra modellen vil Δ_S være en endring i spot på ukentlig basis, mens Δ_F vil være ukentlig endring i futuresprisen multiplisert med et sikringsforhold gitt ved h . Videre har vi α og ε_t , som vil være modellens konstantledd og feilledd.

I tabell 6.1 nedenfor er det estimert optimalt sikringsforhold og sikringseffekt for hvert år fra 1994 til 2014, og for hele perioden.

Tabell 6.1: Sikringsforhold med minste varians metode

Sikringsforhold med minste varians		
År	Sikringsforhold	Sikringseffekt (R^2)
1994-2014	1,020 *	0,982 *
1994	1,059 *	0,988 *
1995	1,024 *	0,978 *
1996	1,006 *	0,974 *
1997	1,007 *	0,880 *
1998	1,028 *	0,977 *
1999	1,022 *	0,986 *
2000	1,081 *	0,964 *
2001	1,123 *	0,871 *
2002	0,996 *	0,988 *
2003	1,113 *	0,924 *
2004	0,973 *	0,934 *
2005	1,032 *	0,971 *
2006	1,030 *	0,993 *
2007	1,040 *	0,949 *
2008	0,999 *	0,999 *
2009	1,000 *	0,999 *
2010	1,003 *	0,997 *
2011	1,014 *	0,991 *
2012	1,047 *	0,988 *
2013-2014	1,026 *	0,995 *

* Signifikant på 5 % og 1 %.

Basert på de årlige resultatene vedrørende sikringsforholdet ser vi at det svinger fra det laveste sikringsforholdet i 2004 med et forhold på 0,973 til det høyeste forholdet i 2001 med 1,123, basert på ukentlig data for spot og futurespriser. Dette indikerer at en aluminiumsprodusent på LME i 2001 bør sikre mer enn sin spotposisjon med levering om 3 måneder, og under i 2004. Sikringsforholdet for hele perioden fra 1994 til 2014 er 1.020. Det ble også testet ved bruk av T-test at sikringsforholdet var signifikant forskjellig fra det naive sikringsforholdet på 1.

Videre er sikringseffekten estimert for hvert år og hele perioden, gitt ved R^2 . Sikringseffekten vil være et mål på hvor godt futureskontraktene på LME reduserer risikoen aluminiumsprodusentene eksponeres for. Det vil si hvor stor andel av variasjon som blir eliminert gjennom sikring ved futureskontrakter, beskrevet i kapittel 4.

En perfekt sikringseffekt vil gi en R^2 lik 1. Fra tabell 6.1 ser vi at effekten av å sikre seg er lavest i 2001 med 0.871 og høyest i 2008/2009 med en forklaringskraft på 0.999. Ser man på effekten for hele perioden, oppnås det en effekt på 0,982 og et sikringsforhold på 1.020 fra 1994 til 2014. Dette indikerer at man oppnår en tilnærmet perfekt sikringsstrategi med bruk av 3-måneders futureskontrakter på primæraluminium.

Tabell 6.2: Sikringseffekten ved den naive sikringsmetoden og minste varians metode

Sikringseffektivitet		
År	HE min. var.	HE naiv
1994 - 2014	0,982 (1,02)	0,980 (1,00)

Ved å studere tabell 5.2 ser vi at sikringseffektiviteten ved minste varians metode gir en noe større sikringseffektivitet enn den naive sikringsstrategien med henholdsvis 0.982 og 0,980. En risikonøytral aluminiumsprodusent vil derfor være tilnærmet indifferent mellom å velge en naiv sikringsstrategi og strategi der variansen er minimert.

6.2 Testing av Gauss Markov forutsetningene til minste kvadraters metode (MKM)

For at MKM skal kunne gi pålitelige og gyldige resultater, er det nødvendig å undersøke om de fem forutsetningene knyttet til MKM holder. Vi vil nå undersøke om regresjonsmodellen ovenfor oppfyller de ulike forutsetningene, og eventuelt hvilke konsekvenser dette skaper dersom de ikke oppfylles.

1. Feilledet har et forventet gjennomsnitt lik null

$$E(\varepsilon_i | x_i) = 0 \quad (6.2)$$

Om vi kjører en MKM- analyse vil man automatisk få et gjennomsnitt lik null på feilleddene. I noen tilfeller vil feilledet ha en høyere verdi en predikert verdi, og andre ganger under.

Basert på dette vil fordelingen av gjennomsnittet være null. Den første forutsetningen tilknyttet feilleddene er derfor overholdt.

2. Fravær av økende varians til feilleddene

$$\text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 \quad (6.3)$$

For å undersøke om det eksisterer heteroskedastisitet i datasettet, er det valgt å benytte en White-test for heteroskedastisitet og plott av feilleddene mot y-verdiene. Fra Whites-testen beskrevet tidligere har vi følgende resultater:

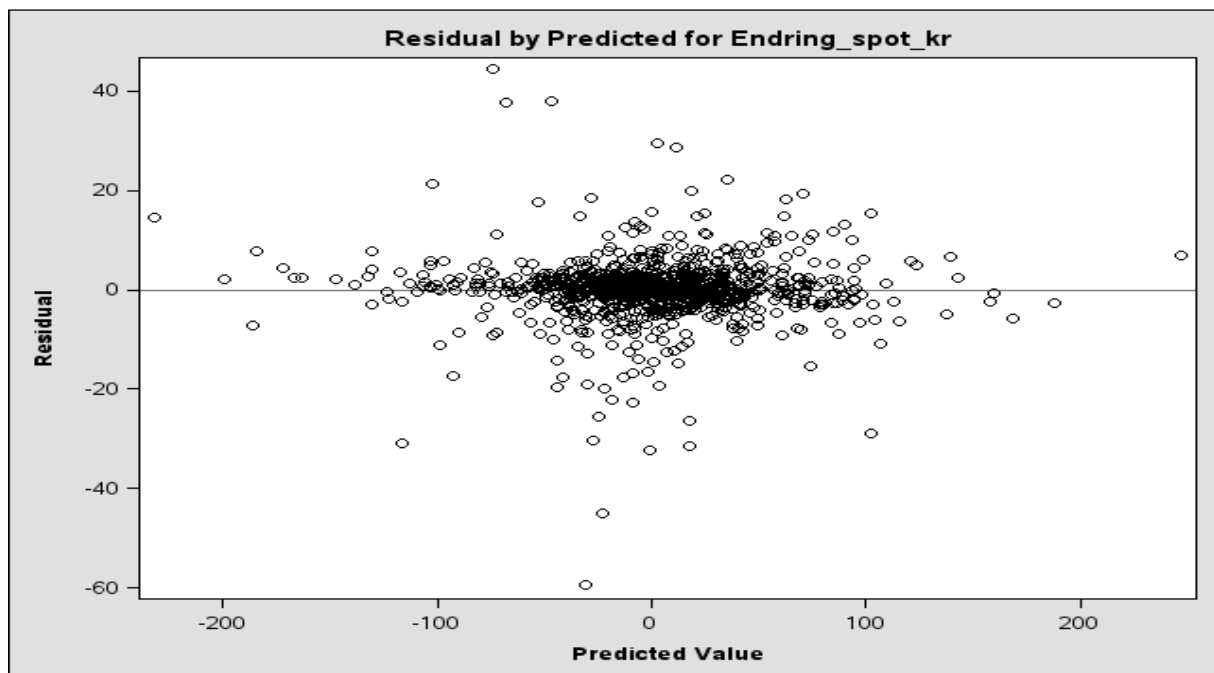
Tabell 6.3: Forutsetning 2: konstant varians (heteroskedastisitet)

Forutsetning: Konstant varians (heteroskedastisitet)				
Periode	Statistisk test	Hypottese -H0:	Statistikk	Konklusjon *
1994-2004	"White test" ,kji-kvadrat	Konstant varians	4,25	Behold H0

* Signifikansnivå: 5%

Med en p-verdi på 0.1193 og en White- parameter på 4.25 gir dette oss ikke noe grunnlag til å forkaste nullhypotesen om at datasettet inneholder heteroskedastisitet. Vi kan derfor konkludere med at estimatoren har minste varians blant alle forventingsrette estimatorer. Dette kan også ses ved å plote feilleddene mot de predikerte y-verdiene i et plott:

Figur 6.1: Plott av feilleddene mot y-verdiene



Ut fra plottet i fig. 6.1 ser vi at feilleddene er relativt jevnt spredt rundt null, uten økende residualledd med økende prognoseverdier. Figuren bekrefter derved konklusjonen fra White-testen om konstant varians..

3. Ingen korrelasjon mellom feilleddene

$$kov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad (6.4)$$

Hvorvidt det er innslag av autokorrelasjon mellom feilleddene vil bli undersøkt ved en Durbin-Watson test. Desto mindre observatoren gitt ved DW er, desto større en sannsynlighet for autokorrelasjon. DW - observator på under 1.6 indikerer positiv autokorrelasjon i datasettet.

Tabell 6.4: Forutsetning 3: Ingen autokorrelasjon.

Forutsetning: Ingen autokorrelasjon

Periode	Statistisk test	Hypottese -H0:	Statistikk	Konklusjon *
1994-2004	Durbin Watson	Ingen autokorr.	1,54	Svak positiv autokorr.

For hele perioden observeres en DW - verdi på 1,54. Området 1.6-2 vurderes som ingen autokorrelasjon mellom feilleddene. Det observeres herved en svak positiv autokorrelasjon for hele perioden.

4. Ingen kovarians mellom feilleddene og de uavhengige variablene

$$kov(x_i, \varepsilon_i) = 0 \quad (6.5)$$

Denne forutsetningen er et kausalitetsspørsmål og vil være vanskelig å besvare, dvs. om futuresprisen bestemmer endringene i spotprisen eller omvendt.

5. Normalfordeling til feilleddene

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (6.6)$$

For å teste om feilleddene er normalfordelte brukes ett kvartil-plott og en Shapiro-Wilk test.

Figur 6.2: Plott av normalfordeling til feilleddene

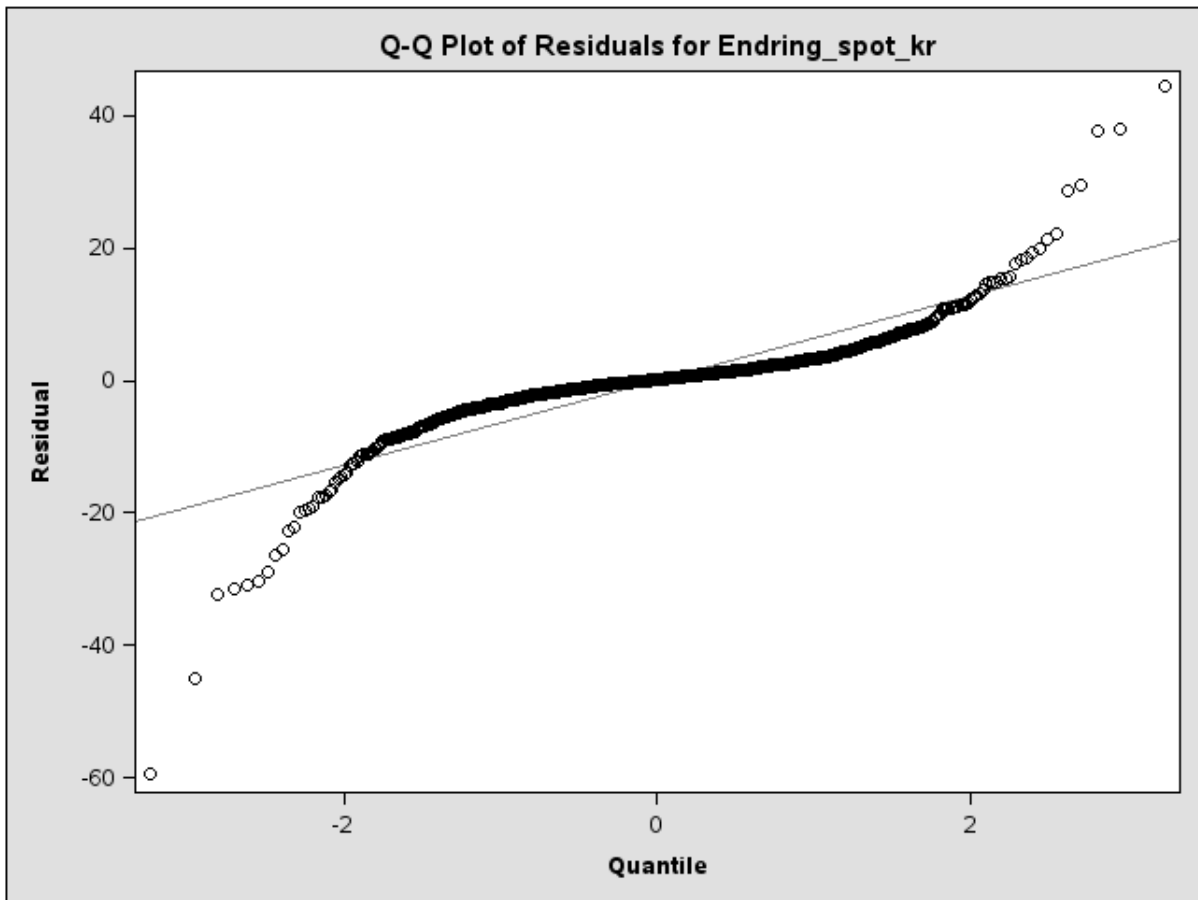


Fig. 6.2 viser at plottene til feilleddene ikke følger en rett linje, hvilke indikerer avvik på forutsetningen om normalfordeling av feilleddene. Dette bekreftes også av Shapiro-Wilk testen som forkaster nullhypotesen om at feilleddene er normalfordelte.

Tabell 6.5: Forutsetning 5: Normalfordelte residualer.

Forutsetning: Normalfordelte residualer				
Periode	Statistisk test	Hypottese -H0:	Statistikk	Konklusjon *
1994-2004	Shapiro-Wilk	Norm.residualer	0,7756	Forkast H0

* Signifikansnivå: 5%

Dette svekker påliteligheten og gyldigheten av T- og F-testene som brukes i hypotesetestingene.

6.3 Svakheter og begrensninger ved MKM- metode

Kroner og Sultan (1993) kritiserte i sitt arbeid sikringsforholdet basert på MKM, da det kan bli ugyldige resultater dersom det foreligger et kointegrert forhold mellom spot- og futurespriser. Noe enkelt forklart vil det at to (eller flere) tidsserier kointegrerer, betyr at de ikke kan drive for langt fra hverandre over tid. De foreslo en «Vector Error Correction» modell til å estimere optimal sikringsforhold. Regresjonsmodellen ved å finne minste varians metode vil være statisk og vekte alle observasjoner likt.

6.4 Sammendrag sikringsstrategier

Ved å analysere aluminiumspriser på LME fra 1994 til 2014 oppnår vi en relativt lik sikringseffekt mellom den naive og minste varians sikringsstrategi. Produsenter vil derfor være tilnærmet indifferente mellom de to strategiene. Ved testing av forutsetningen til MKM, finner man svakheter knyttet til svak form for autokorrelasjon og ikke- normalfordelte feilledd, hvilket svekker noe av gyldigheten til resultatene.

6.5 Prognosetesting

6.5.1 Prognoseresultater

Tabell 6.6: Testing av modellen i perioden 1994-2014

Periode 1994-2014	Modell nr 1 $S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \varepsilon_t$	Modell nr 2 $S_{t+i} - S_t = \alpha + \beta(F_t^i - S_t) + \varepsilon_t$	Modell nr 3 $\frac{S_{t+i} - S_t}{S_t} = \alpha + \beta\left(\frac{F_t^i - S_t}{S_t}\right) + \varepsilon_t$
α	201	27	0,006
β	0,88	-1,06	0,159
R^2	0,80	0,011	0,0003
DW	0,087	0,104	0,101
Shap.Wilks	0,93	0,93	0,97
Konst. varians	69.1	31.5	34.4

Tabell 6.6 viser resultater fra de tre ulike modellene i perioden 1994 til 2014. For både modell 1 og 2 er konstantleddet α signifikant forskjellig fra null på 5 % nivået, basert på T-testen. Det indikerer at det eksisterer en risikopremie. Forklaringskraften gitt ved R^2 er signifikant forskjellig fra null for modell 1 og 2, men ikke for nr. 3. Durbin Watson testen forkaster nullhypotesen om ikke autokorrelerte feilledd for alle 3 modellene. For alle modellene ser vi av testen for autokorrelasjon at vi har en positiv autokorrelasjon, og spesielt for modell 1 ser vi at korrelasjonskoeffisienten er vesentlig høyere enn DW-verdien, hvilket i følge Granger og

Newbold (1974) er en klar indikasjon på ikke stasjonære variabler og spuriøse (ikke gyldige) regresjoner. Ytterligere brudd på forutsetningene for alle 3 modellene er ikke konstant varians og avvik fra antakelsen om normalfordelingen, basert på Shapiro-Wilk og Whites- testene.

For alle modellene forkastes nullhypotesen om at $\beta = 1$, hvilket indikerer manglende markedslikevekt.

Tabell 6.7: Resultater fra regresjonsanalysen 1994-2004

Periode 1994-2004	Modell nr 1 $S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \varepsilon_t$	Modell nr 2 $S_{t+i} - S_t = \alpha + \beta(F_t^i - S_t) + \varepsilon_t$	Modell nr 3 $\frac{S_{t+i} - S_t}{S_t} = \alpha + \beta\left(\frac{F_t^i - S_t}{S_t}\right) + \varepsilon_t$
α	270	3,78	-0,0001
β	0,82	0,41	0,84
R^2	0,61	0,003	0,014
DW	0,103	0,984	0,110
Shap.Wilk	0.97	0,117	0.98
Konst. varians	23,7	12.1	20,2

Konstantleddet α er forskjellig fra 0 for både modell 1 og 2. For alle modellene er det grunnlag for å forkaste nullhypotesen om at β er forskjellig fra 1. Det tyder på at futuresprisen ikke har vært en perfekt prognose på fremtidig spotpris. Videre er korrelasjonskoeffisienten signifikant forskjellig fra 0 i modell 1 og 3. Durbin Watson testen forkaster nullhypotesen om ikke autokorrelerte feilledd for alle 3 modellene. . For alle modellene ser vi av testen for autokorrelasjon at vi har en positiv autokorrelasjon for perioden 1994-2004. Forutsetningene om normalfordelte og konstante feilledd forkastes også på 5 % nivået, som følge av Shapiro-Wilk testen og kji-kvadrat verdiene.

Tabell 6.8: Perioden 2005-2014

Periode 2005-2014	Modell nr 1 $S_{t+i} = \alpha + \beta F_t^i + \varepsilon_t$	Modell nr 2 $S_{t+i} - S_t = \alpha + \beta(F_t^i - S_t) + \varepsilon_t$	Modell nr 3 $\frac{S_{t+i} - S_t}{S_t} = \alpha + \beta\left(\frac{F_t^i - S_t}{S_t}\right) + \varepsilon_t$
α	470	50	0.0152
β	0,77	-1,97	-0,71
R^2	0.58	0.02	0,003
DW	0,07	0,103	0,103
Shap.Wilk	0.96	0,96	0,96
Konst. varians	24,9	22,4	22,4

I perioden 2005 til 2014 forkastes nullhypotesen at β er forskjellig fra 1 for alle modellene. For modell 1 og 2 er konstantleddet α signifikant forskjellig fra 0, som indikerer at det eksisterer en risikopremie i perioden. Korrelasjonskoeffisienten er signifikant for modell 1 og

2. Videre er det brudd på forutsetningen om autokorrelasjon, konstant varians og normalfordelte feilledd, da nullhypotesen forkastes i alle testene.

Øvrige tester:

Modell 1 og 2 ble også testet på logaritmeform:

$$\ln S_{t+1} = \alpha + \beta \ln F_t^i + \varepsilon_{t+1} \quad (6.7)$$

$$\ln S_{t+i} - \ln S_t = \alpha + \beta (\ln F_t^i - \ln S_t) + \varepsilon_{t+1} \quad (6.8)$$

Ved å transformere variablene ved bruk av logaritmefunksjon ønsker man å oppnå stasjonære data og unngå de problemene som lett oppstår ved tidsseriedata som kan bryte med forutsetningene for regresjonsanalysen. Resultatet av disse modellene endret imidlertid ikke hverken bruddet på forutsetningene eller resultatene som ble funnet tidligere.

Tabell 6.9: Testing av modell 4: Risikopremie

Koeffisienter	1994-2004	2005-2014	1994-2004
β	2,06	0,59	2,97
R^2	0,04	0,007	0,05
DW	0,10	0,12	0,10
Shap.Wilk	0,93	0,98	0,96
Konst. Varians	31,5	12,0	22,4

I modell 4 forkaster T-testen i alle de 3 periodene nullhypotesen om at β er forskjellig fra 0, gitt signifikansnivå på 5 %. Korrelasjonskoeffisientene er også signifikant forskjellig fra 0 for alle periodene. Videre forkastes nullhypotesen om ikke autokorrelerte residualer for de 3 periodene.

Oppsummert viser modell 4 følgende:

β - parameteren måler hvor mye av variasjonen i risikopremien som kan forklares av variasjonen i basis. Av analysen ser vi at denne parameteren er signifikant forskjellig fra 0, hvilket indikerer at det er en risikopremie inkludert i futuresprisen, selv om basis i seg selv forklarer lite av variasjonen i risikopremien, definert ved korrelasjonskoeffisienten. Men igjen må vi ta forbehold fordi vi ser at forutsetningen for regresjonsanalysen ikke er oppfylt for bruk av hypotesetester.

6.6 Oppsummering av prognosetesting

Modellen som viser høyest korrelasjon mellom future- og spotpris har for mange statistiske svakheter til at vi kan trekke noen fornuftige konklusjoner på prognoseegenskapene. De øvrige to har så ubetydelig korrelasjon at de heller ikke er noen brukbare prognosemodeller på aluminiumspriser. Alle modellene, inkludert den spesifikke modellen for risikopremie indikerer at det er risikopremie forbundet med å prissikre seg på LME.

7. Diskusjon

I denne oppgaven er det fokusert på 3-måneders futureskontrakter som det eneste sikringsinstrumentet for å sikre aluminiumsprisen. Det vil også være andre former for sikringsinstrumenter på LME. Alternativer som forwardskontrakter, opsjoner og «swaps» tilbys også for å sikre seg mot prissvingninger. Det vil også være mulig å benytte seg av ulike tidshorisonter på futureskontrakter. På LME kan det handles kontrakter fra 1 måned til lengre kontrakthorisonter som 10 år. Dette kunne følgelig ha påvirket resultatene i oppgaven og kanskje en bedre sikringsstrategi kunne vært oppnådd med miks av forskjellige kontrakter og tidshorisonter. Dette vil selvfølgelig kreve mer tid og kostnader og er mer komplisert å implementere.

MKM som brukes til å finne optimal sikringsforhold inneholder også en del svakheter, da Gauss Markov kravene ikke er oppfylt. Som tidligere beskrevet har alle modellene innslag av positiv autokorrelasjon, og for modell 1 ser vi at korrelasjonskoeffisienten har høyere verdi enn DW-verdien, hvilket er en klar indikasjon på ikke stasjonære variabler og spuriøse regresjoner.

For å kunne behandle problemer med ikke stasjonære data vil alternative modeller som « The Error Correction Method», « The Bivariate VAR Method» og « The Multivariate GARCH Method» kunne være bedre tilnærminger.

I prognosetestingen blir det brukt 3-måneders futures til å predikere fremtidig spot. Da det finnes ulike tidshorisonter på futureskontrakter, vil det være vanskelig å trekke generelle konklusjoner på futureskontrakter med andre tidshorisonter.

8. Konklusjon

I oppgaven er det blitt analysert mulige strategier for sikring på grunnlag av data fra perioden 1994- 2014. I tillegg er det undersøkt hvorvidt futuresprisen er en god predikator på fremtidig spot og om det finnes risikopremie som en sikrer i aluminiumsindustrien må betale til potensielle spekulanter. Sikringsstrategiene som blir analysert er den naive strategien og minste varians metode.

Konklusjonen er at den naive strategien er nesten like god som minste varians metode. Den naive sikringsstrategien er lettere å implementere vil derfor anbefales..

For å oppsummere sikringsstrategien, vil en risikoavers aluminiumsprodusent være tilnærmet indifferent mellom å velge mellom de to sikringsstrategiene som presenteres.

Modellen som viser høyest korrelasjon mellom futures- og spotpris har for mange statistiske svakheter til at vi kan trekke noen fornuftige konklusjoner på prognoseegenskapene. De øvrige to prismodellene har så ubetydelig forklaringskraft at de heller ikke er noen brukbare prognosemodeller på aluminiumspriser.

Modellene indikerer at det er en risikopremie for produsentene forbundet ved å prissikre seg på LME.

9. Kilder

Bøker

Bodie, Zvi, Kane, Alex and Marcus, Alan J, (2011), “Investments and Portfolio Management”, 9 utgave. McGrawHill.

Hull, John C, (2006), “Options, Futures and other derivatives”, 6.Utgave. Pearson Prentice

Brealey, Richard A and Myers, Stewart C, (2002), “ Principles of Corporate Finance”, 7. utgave. McGraw Hill

Grisprud, Geir, Olsson, Ulf Henning og Silkoset, Ragnhild, (2010), “ Metode og dataanalyse: Med fokus på beslutninger i bedrifter», 6.opplag. Høyskoleforlaget

Keynes, John M, (1930), “Treatise on Money”, 2. Utgave. MacMillian

Stock, James H and Watson, Mark W, (2007), “Introduction to Econometrics”, 2 utgave. Pearson International Edition

Korsvold, Pål E og Høidal, Geir Bjønnes, (2012), « Finansiell Risikostyring». Cappelen Damm Akademisk

Artikler

Lien, Donald and Li Yang (2008), “Hedging with Chinese metal futures”, Global Finance Journal 19, 2008 s.123-138.

Børsum, Ø. G and Ødegaard, B.A.(2005), «Valutasikring i norske selskaper». Oslo: Norges Bank

Fama.E.F. (1970), “Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work”, Journal of Finance, Vol.25, s.383-417

Taylor, M. P, (1995), “The economics of exchange rates”. Journal of Economic Literature, 33, s.13–47.

- Kaldor, N. (1939), "Speculation and economic stability". *Review of Economic Studies* 7 (October):s.1-27
- Brennan, M.J. (1958), "The supply of storage. *American Economic Review*", 48(March):s.50-72
- Hicks, John R, (1939), "Value and Capital", Cambridge, Oxford University Press. 135-140
- Modigliani, F., Miller, M.H., (1958), "The Cost of Capital Corporation Finance and the Theory of Investment» *The American Economic Review*, Vol 48, s. 261-297
- Johnson, L (1960), "The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures", *Review of Economic Studies*, 27, s. 139-151
- Stein, J (1961), "The Simultaneous Determination of Spot and Futures Prices", *American Economic Review*, 51, s. 1013-1025.
- Ederington, Louis H. (1979), "The Hedging Performance of the New Futures Markets", *The Journal of Finance*, Vol.34, No.1, s. 157-170
- White, Halbert (1980), "A Heteroskedasticity- Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity", *Econometrica* 48 (4):s. 817-838
- Durbin, J. and Watson, G.S. (1950). "Testing for serial correlation in least squares regression. I. *Biometrika* 37, s. 409-28.
- Royston, J.P (1992), "Approximating the Shapiro- Wilk W-Test for non-normality", *Statistics and Computing*, 2, s.117-119
- Ole Gjøølberg og Trine- Lise Brattested (2011), "The biased short-term futures price at Nord Pool: can it really be a risk premium)" *The Journal of Energy Markets*. Voulme 4, Number 1.
- Eugene F. Fama and Kenneth R. French (1987), "Commodity Futures Prices: Some evidence on forecast power, premiums and the theory of storage". *The Journal of Buisness*, Vol.60, No 1, s. 55-73.
- Kroner, Kenneth F. and Jahangir Sultan (1993), "Time- Varying Distributions and Dynamic Hedging with Foreign Currency Futures", *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol.28, No. 4, s. 535-551.

C.W.J Granger and P. Newbold (1974), “ Spurious Regression in Econometrics”, Journal of Econometric, Vol, No. 2, s.111-120.

Internettsider

www.nordnetbloggen.no

www.regjeringen.no

www.norskhydro.com

www.norskindustri.com

www.rusal.ru/en/

www.lme.com

Rapporter

NorskHydro (2012),“Annual Report 2012”.

“http://www.hydro.com/upload/Annual_reporting/annual_2012/downloadcenter/Reports/01_annual_report_2012.pdf”