



**EKONOMI
HÖGSKOLAN**
Lunds universitet

**Företagsekonomiska
Institutionen**

**Magisteruppsats
Höstterminen 2004**

**Aktiv prissäkringsstrategi i ett
råvaruintensivt företag
—
Kan det ge förbättrad lönsamhet?**

Författare:
Martin Olsvenne
Tobias Björklund

Handledare:
Hossein Asgharian

Sammanfattning

- Titel:** Ett aktivt val av prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – kan det ge förbättrad lönsamhet?
- Datum för seminarium:** 14 Januari 2005
- Ämne/Kurs:** FEK 591, Magisterseminarium, 10 poäng
- Författare:** Martin Olsvenne / Tobias Björklund
- Handledare:** Hossein Asgharian
- Fem Nyckelord:** Hedging, Option, Aluminium, Rexam, Tidsserieanalys.
- Syfte:** Uppsatsen undersöker om vi genom statistisk och ekonomisk analys kan förbättra det brittiska Aluminiumföretaget Rexam's inköpskostnader vid inköp av råvaran aluminium, genom användning av olika kontraktuella avtal.
- Metod:** En kvantitativ metod har tillämpats, med tanke på att stora datamängder har använts, men starka kvalitativa inslag finns med i studien då det enbart är ett företag som studerats för att nå fram till vårt resultat. Vi har jämfört de olika prissäkringsalternativen terminer, option och spotpriser för att genom statistisk analys presentera det alternativ som givit bäst resultat gällande fördelaktigast råvarupris för aluminium.
- Slutsats:** Det empiriska resultatet visar att Rexam bör lämna den ”trygga” tillvaron med terminer som enda prissäkringsalternativ. Genom vår analys kan de med användningen av flera prissäkringsalternativ köpa aluminium till lägre priser och därmed en bättre ekonomisk vinst, trots att risken stiger något. Genomförandet av förslaget innebär att Rexam anställer en ansvarig person som arbetar aktivt med inköpet av Aluminium. Vårt modellerande i denna uppsats visar att genom att se på historiken, så finns det stora möjligheter till en prisbild av aluminiuminköpen som totalt sett skulle kunna generera lägre omkostnader i nivå med ca 4,9 miljoner USD årligen. Med en strategi för att köpa till spotpris fann vi ännu större möjligheter till att sänka kostnaderna, till priset av en högre risk.

Summary

- Title:** An active choice of a price-securing strategy in a commodity intense company – can this give improved profitability?
- Seminar date:** January 14th 2005
- Course:** FEK 591, Master Thesis in Business Administration, 10 CP
- Authors:** Martin Olsvenne / Tobias Björklund
- Advisor:** Hossein Asgharian
- Five Keywords:** Hedging, Option, Aluminium, Rexam, Time Series Analysis.
- Purpose:** This thesis investigates, through statistical and economical analysis, whether the British Aluminium Company Rexam Ltd can improve their costs for purchasing the raw commodity aluminium through the usage of different contractual agreements
- Method:** A qualitative method has been used considering the choice of study of only one company, but considering the large amounts of data that has been used, a high usage of quantitative studies have also been made. We have compared the different price-securing alternatives options, futures & spotprices and presented, through statistical analysis, the alternative giving the best result regarding most advantageous aluminium price.
- Conclusion:** The empirical result shows that Rexam should leave the "safe" environment where they are using futures as the only price securing alternative. As our analysis shows Rexam can, by using other financial instruments to secure the prices, purchase aluminium at lower prices and hence make a higher profit. The risk will increase somewhat since instruments with higher risk is used, but on the overall picture there is a possibility to higher economical profit by lowering the purchase prices of aluminium. The execution of our proposal means that Rexam will hire a responsible person who actively works with the purchase of aluminium. The modelling made in this thesis shows that by looking at the history, possibilities for a price level of the aluminium purchases could be ca \$4,95 million lower by year. By using spot prices only, even greater possibilities to lower prices would be a fact, at the price of a higher risk that is.

Innehåll

1 INLEDNING	6
1.1 BAKGRUND	6
1.2 PROBLEMFÖRMULERING	7
1.3 SYFTE	8
1.4 MÅLGRUPP.....	8
1.5 AVGRÄNSNINGAR	8
2 METOD	10
2.1 KVANTITATIV RESPEKTIVE KVALITATIV METOD	10
2.2 INDUKTIV RESPEKTIVE DEDUKTIV METOD.....	10
2.3 INSAMLING OCH BESKRIVNING AV DATA.....	11
2.3.1 Primärdata och sekundärdata	11
2.3.2 Datainsamling.....	11
2.4 KÄLLGRANSKNING.....	12
2.4.1 Observation.....	12
2.4.2 Ursprung.....	12
2.4.3 Tolkning	13
2.4.4 Användbarhet.....	13
2.5 RELIABILITET.....	14
2.6 VALIDITET	15
3 REXAM: OMVÄRLD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	16
3.1 ALUMINIUM	16
3.1.1 Karakteristika	16
3.1.2 Marknaden.....	17
3.2 REXAM.....	18
3.2.1 Historik & Företagsfakta.....	18
3.2.2 Inköpsstrategi för Aluminium	19
4 TEORI.....	21
4.1 HEDGING	21
4.2 DERIVAT	22
4.2.1 Futures & Forwards	22
4.2.2 Optioner	24
4.3 RISKFAKTORN	25
4.3.1 Volatilitet.....	25
4.3.2 Svängningar i kassaflödet.....	25
5 STATISTISKA MODELLER.....	27
5.1 REGRESSIONSANALYS MED OLS-METODEN	27
5.2 REGRESSIONSANALYS MED MAXIMUM LIKELIHOOD-MODELLEN.....	27
5.3 TIDSSERIEANALYS MED ARMA-MODELLEN	28
5.3.1 AR – Den autoregressiva processen	29

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

5.3.2 MA – Moving average-processen	29
5.3.3 Autokorrelation och icke-stationäritet i tidsserier.....	30
5.3.4 Problem med Random Walk, enhetsrot och ”spurious regression”, och lösning på detta problem med differentiering	32
5.3.5 Dickey-Fuller-test för enhetsrot.....	33
5.4 PRAKTISK SPECIFICERING AV OPTIMALA ARMA	33
5.4.1 Akaike information criterion och Schwarz criterion	34
5.4.2 Likelihood Ratio-test, Naive guess och Martingale-process	34
5.5 PROGNOTICERING/FORECAST UTIFRÅN EN GIVEN ARMA-MODELL.....	35
5.6 STATISTISK SÄKERSTÄLLNING AV MEDELVÄRDEN MED T-TEST.....	36
5.7 VÄRDERING AV OPTIONER FÖR PLACERINGSVAL.....	37
6 PRAKTISKT TILLVÄGAGÅNGSSÄTT	40
6.1 SAMMANFATTNING AV ARBETSMETOD	40
6.2 PROGNOTISERING OCH STATISTISK ANALYS	40
6.3 BESLUTSPROCESS FÖR HEDGINGVAL I FIKTIV PLACERINGSSTRATEGI	41
6.4 UTVÄRDERING AV GENOMFÖRD STRATEGI.....	43
7 RESULTAT & ANALYS	45
7.1 TEST AV ENHETSROT	45
7.2 SPECIFICERING AV VALDA UTGÅNGSDATUM	45
7.3 SPECIFICERING AV ARMA-MODELLER	46
7.4 PROGNOTISERING AV VÄNTEVÄRDE OCH JÄMFÖRELSE MED FAKTISKA DATA.....	48
7.5 VALDA STRATEGIER OCH FAKTISKT UTFALL, OPTIONER.....	49
7.6 VALDA STRATEGIER OCH FAKTISKT UTFALL, SPOTKURS	51
7.7 STATISTISK SÄKERSTÄLLNING MED T-TEST	52
7.7.1 Optionsstrategin.....	52
7.7.1 Spotkursstrategin	53
8 RESULTATDISKUSSION	54
8.1 SAMMANFATTNING	54
8.2 KOMMENTAR	55
8.2.1 Tänkbara brister i modellen.....	55
8.2.2 Övriga funderingar	56
8.3 REKOMMENDATION TILL REXAM	56
8.4 FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA FORSKNING.....	58
KÄLLOR	59
APPENDIX 1.....	61
DIAGRAM 1: AVISTA- OCH 15 MÅNADERS TERMINSPRISER, USD PER TON RÅ ALUMINIUM FRÅN 1988 T.O.M. 2004	61

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Säkerhet om vad betalningen kommer att bli för en vara idag, även om den levereras i framtiden, är för många företag en nödvändighet för att kunna hantera volatila priser och därav undvika ett kraftigt svängande kassaflöde. Att redan idag veta det pris som skall betalas i framtiden för en vara är inget nytt, det har använts inom bl.a. jordbruket i många år. Att avtala ett pris idag för ett i framtiden ovisst reellt pris, även om det reella priset inte är känt på leveransdagen, (det kan både vara lägre och högre), skapar en trygghet för både köpare och säljare, även om den ena av parterna antagligen skulle kunna gjort en bättre affär om varan hade handlats till reellt marknadspris.

Olja, koppar och aluminium är exempel på råvaror där handel med framtida priser ofta är förekommande. Det finns ett antal olika tillvägagångssätt, s.k. instrument, för att idag avtala ett pris på ett framtida köp av en vara. De mest använda instrumenten (köpsätten), och tillika de som används i vårt analysarbete, är terminer och optioner. Många företag köper varor till marknadspris (avistapris/spotpris), det vill säga de betalar dagspris för en vara för omgående leverans.

Att välja något av ovanstående köpsätt är ingen självklarhet. Köpsätten, det vill säga de finansiella kontrakten, kommer i olika utföranden och med olika karakteristika, de påverkas dock i grund och botten av en klassisk utbud/efterfråge- relation av råvaran. Att undersöka vilket instrument som passar ett företag bäst i en specifik position är en kompetens- och tidskrävande process. Det gäller att välja rätt under rådande förutsättningar för det specifika företaget när avtalet om ett framtida köp skall ingås.

Många företag ägnar inte tid och pengar till att genomföra en grundlig analys av marknaden för att avgöra om det finns bättre respektive sämre strategier för råvaruköp. Därav väljs ofta en prissäkringsstrategi baserad på relativt banala analyser, men där det framtida priset är känt för att på så sätt skapa en förutsägbarhet i inköpskostnaderna av t.ex. en råvara. Det kan även för större företag vara tryggt att ta det säkra framför det osäkra och köpa på termin.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Företaget Rexam i London ägnar sig åt behandling av råaluminium som de tillverkar olika produkter av. Företaget köper varje år in mycket stora kvantiteter av råaluminium. Aluminium utgör därmed en betydande del av Rexams kostnadsstruktur, och det är följaktligen av mycket stort intresse att hålla kostnaden för detta på en låg nivå. Trots detta har företaget en mycket passiv prissäkringsstrategi; Rexam köper i princip all sitt råaluminium på termin. Vi har valt att undersöka om det finns lönsamma alternativ till denna nuvarande strategi. Den europeiska metallmarknaden är likvid och det handlas med avista, terminer och optioner via London Metal Exchange. Kan användning av dessa köpsätt medföra att Rexam kan sänka sina kostnader?

1.2 Problemformulering

Vår problemformulering grundar sig i tron av att en aktiv prissäkringsstrategi för inköp av en specifik råvara kan vara lönsam ur ett cost/benefit-perspektiv för ett specifikt företag. Kostnaderna förenade med att exempelvis anställa en person, som aktivt sonderar och analyserar marknaden för en kostnadseffektiv prissäkringsstrategi, är lägre än de vinster som kan uppnås med att köpa varorna till rätt pris med hjälp av rätt finansiellt köpsätt. Ett bättre pris på en råvara kan möjligen identifieras om det via historiska faktorer ges möjlighet till att studera dessa faktorer relation till prissättningen av den specifika råvaran.

Applicerat på företaget Rexam leder denna problematik till frågeställningen om huruvida företagets inköpsstrategi för aluminium varit historiskt ”optimal” ur ett cost/benefit-perspektiv. Valdes de rätta finansiella köpsätten av råvaran om det görs en återblick i historiken? Vilka val bör göras i framtiden baserade på historiken, dvs. vilket köpsätt bör väljas vid ett specifikt tillfälle om en studie av de faktorer som har påverkan på råvaran genomförs?

Vi vill alltså i denna uppsats undersöka Rexams nuvarande prissäkringsstrategi och se om det finns någon idé för dem att arbeta mer aktivt med den för att på så sätt möjliggöra en sänkning av inköpspriserna av aluminium och därav en ökning av det operativa resultatet. Vi vill se om det kan finnas ett samband mellan en aktiv prissäkringsstrategi och lägre råvarukostnader. Vi vill dessutom ge förslag till företaget hur de bör arbeta med sin

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

prissäkringsstrategi i framtiden, givetvis baserat på historiken, för att kunna uppnå ökade marginaler.

1.3 Syfte

Syftet med uppsatsen är att undersöka om det brittiska Aluminiumföretaget Rexam kan förbättra sina inköpskostnader av aluminium genom att arbeta mer aktivt med sin idag sett relativt passiva prissäkringsstrategi.

1.4 Målgrupp

Uppsatsen riktar sig framförallt mot kommande, blivande och nuvarande studenter inom det ekonomiska området vid ekonomiska institutioner vid högre lärosäten i Sverige.

Uppsatsen riktar sig naturligtvis även mot det studerade företaget för att ge dem en idé om möjligheterna som finns med ett mer aktivt analysarbete av inköpsprisstrategierna. Vi har som uppgift att presentera resultatet av analysen för Rexams Hedging Committee.

1.5 Avgränsningar

Vi studerar endast en typ av råvara, aluminium, och endast Rexams nuvarande inköpsstrategi jämförs med en alternativ, mer aktiv inköpsstrategi under ett antal premisser. Ett val av finansiella instrument har gjorts med femton månaders löptid, där urvalet baseras på europeiska optioner och terminer som är tillgängliga på marknaden. Vidare görs analysen med ett begränsat antal faktorer som bas för att försöka förutspå rörelser i aluminiumpriset. Detta är självfallet ett godtyckligt element i arbetet, men inte desto mindre nödvändigt för att kunna genomföra en analys överhuvudtaget. Vi lägger därför särskild noggrannhet och vikt vid att de variabler vi väljer är relevanta för analysen.

Företaget vi har valt att avgränsa oss till, Rexam, är engelskt och en av världens största tillverkare av bland annat aluminiumburkar. De använder nästan uteslutande terminskontrakt vid köp av aluminium.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Vi har i vår teoretiska del valt att begränsa oss till definitioner av forwards, futures och köptioner. Detta medvetna val grundas i att det är prissäkringsmekanismen, och inte riskfaktorerna vid val av olika prissäkringsalternativ, som vi eftersträvar att analysera. Riskfaktorn är givetvis av betydande vikt, men för att vår studie skall bli möjlig att genomföra inom utsatta tidsramar, avgränsar vi oss till att studera prissäkringsalternativen utan hänsyn till riskfaktorn. Risken lämnar vi till Rexam själva att arbeta med efter att vår studie har presenterats för dem.

2 Metod

2.1 Kvantitativ respektive kvalitativ metod¹

Då vi har valt att studera en stor mängd data för att genomföra den statistiska analysen, har en kvantitativ metod valts. Eftersom aluminiumprisets olika priser utifrån de finansiella kontrakt som valts att studeras är av sådan mängd och, eftersom den studie som genomförs inte enbart är intressant för Rexam, anser vi att vår studie är kvantitativ.

Det finns i uppsatsen starka inslag av en kvalitativ studie, eftersom vi enbart använt och studerat ett specifikt företags prissäkringsstrategi av råvaruinköpen. Analysen kan även sägas vara djupgående, vilket talar för en kvalitativ studie, då endast ett företag valts. Vi anser dock inte att det faktum att det är ett företag som valts, uppväger den starkare kvantitativa aspekten av vår studie.

Vår analys kan härav definieras som kvantitativ, med tanke på datamängden, men med starka kvalitativa inslag, med tanke på valet av ett företag.

2.2 Induktiv respektive deduktiv metod

Den vetenskapliga teorin kan beskrivas utifrån två huvudspår:

Den induktiva metoden tar sin utgång i forskningsobjektet varav man efter studier av detta objekt kan bilda en teori².

Den deduktiva metoden avser att först studeras en teori varefter observationerna kan ta vid³. Det brukar sägas att undersökningar där det används sig av hypoteser har ett deduktivt drag, eftersom man med hjälp av teorin och den applicerbara empirin vill visa hur de faktiska förhållandena ser ut⁴.

¹ Halvarson, Samhällsvetenskaplig metod, Studentlitteratur 1992, sid. 82

² ibid sid 15

³ ibid

⁴ ibid sid 45

Då detta är en uppsats som bygger vidare på, till viss del, teoretiskt grund, och vill testa dess riktighet, är det mest lämpligt att använda sig av den deduktiva ansatsen.

2.3 Insamling och beskrivning av data

2.3.1 Primärdata och sekundärdata

Skillnaden mellan primärdata och sekundärdata ligger i definitionen av var/när/hur analyserad data har tillkommit. Primärdatan kan beskrivas som en förstahandskälla, insamlad direkt för en specifik analys, medan sekundärdatan beskrivs som källmaterial i form av böcker eller databaser, s.k. andrahandskällor⁵.

I vår undersökning använder vi oss inte av några nya *kvantitativa* data, den data vi analyserar finns redan idag tillgänglig och dokumenterad. Det rör sig framförallt om variabla faktorer som har en direkt påverkan på priset av aluminium, hämtad från London Metal Exchange (LME), samt historiska beslut vidrörande ett företags råvaruinköp. Vi har dock genom vår intervju med Alex Jennings en primärkälla till *kvalitativ* data.

2.3.2 Datainsamling

Vi var tämligen säkra på vilken typ av data vi skulle behöva, för att möjliggöra de analyser som krävs av historiska data och för att på så sätt fastställa optimala prissäkringsstrategier. För att kunna jämföra datan över en tidsperiod, sorteras materialet i datumordning – det är datum som är den gemensamma nämnaren i tidsserieanalysen.

Nödvändig datainformation kunde hittas med hjälp av London Metal Exchange (LME), Amerikanska Federal Reserve, en erkänd investmentbank (som föredrar att inte nämnas här av konfidentialitetsskäl) för implicita volatiliteter, samt hos inköpsavdelningen på Rexam. Den datainformation som har insamlats är således av både kvantitativ och kvalitativ karaktär.

⁵ Holme Solvang, Forskningsmetodik, Studentlitteratur 1997, sid 132.

2.4 Källgranskning

När källor granskas skall datan granskas med följande aspekter på kvaliteten:

Ursprung, Observation, Användbarhet och Tolkning⁶.

2.4.1 Observation

Att observera innebär att granska en mängd data. Vid granskningsprocessen kan det hända att fel har uppstått, att data har förbisetts och relevansen av en specifik typ av data inte kan karaktäriseras. Då de data som används i detta arbete till stor del är tagna från LME:s databaser vilket är en erkänd källa till historisk information måste det sägas att datan är tillförlitlig, och identifierbar inte enbart hos LME, men även hos t.ex. Bloomberg, som också hanterar global finansiell information. Rexams egna information är väl dokumenterad vad gäller köp av råvaran aluminium.

Ur ett observationsperspektiv är datan tillförlitlig och pålitlig, dock förmedlad i intervjuform med Rexams inköpschef. De data vi erhållit från en erkänd investment bank (kan ej nämna den som en följd av konfidentialitet) får även den sägas vara tillförlitlig då informationen används av investment banken själv och de är lagrade och levererade i Excel-format.

2.4.2 Ursprung

En analys av datas ursprung genomförs för att få svar på varför datan har samlats in på det sätt som den har och hur det i sin tur har skapat trovärdighet och pålitlighet för datans kvalitet.

LME:s ett strukturerat tillvägagångssätt för att sammanställa stora mängder data – vilket innebär en säker hantering för att säkra datas ursprung. Den data vi har använt oss av i denna uppsats är inte i riskzonen för att vara av dålig kvalitet eller partiskt insamlad då källorna är erkända och finns på vitt skilda håll. LME lever på att förmedla affärer i metall, och har således förstahandskällor för dessa transaktioner. Därmed kan LME:s uppgifter förväntas vara tillförlitliga. LME:s säkra hantering av data vad gäller ursprung, gäller även för den

⁶ Holme Solvang, Forskningsmetodik, Studentlitteratur 1997, sid 130

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

investment bank som levererat information om de volatiliteter vi använder oss av i analysarbetet.

Rexams information, å andra sidan, om hur de hanterar sina inköp är relaterad till ansvarig för inköp. Ursprunget för dessa data behöver inte ifrågasättas då man genom viss tolkning av publika årsredovisningar kan utläsa dess riktighet, den är så att säga tillgänglig för alla och lagstadgade krav innebär riktighet i datan.

2.4.3 Tolkning

Den data som tolkas i källorna till uppsatsen skall tolkas under de omständigheter som gjorde sig gällande vid datans uppkomst och insamling.

De data som använts i denna uppsats ligger inte i farozonen för att tolkas på ett mer eller mindre felaktigt sätt ur ett tolkningsperspektiv från datainsamlare av författarnas karaktär

För Rexams del vad gäller tolkningen av datan kan det givetvis förekomma en del felaktigheter beroende på vad som anses som en Purchase Managers kontroll över ett företags faktiska strategier. Vi får utgå från att vår tolkning av hans information är rätt.

2.4.4 Användbarhet

Lagring av information i databaser, där en mänsklig faktor har ett finger med i spelet, kan innebära felaktigheter. Det finns dock ett förtroende till de källor som använts och den information de erbjuder i sina databaser bl.a. baserat på deras långa historik inom området. Finns det t.ex. outliers i datamaterialet kan det vara aktuellt att undersöka och validera dessa, vilket också gjorts. Vi utgår ifrån att datan är tillförlitlig som en följd av den kvalitativa bild som källorna i sig själva representerar.

2.5 Reliabilitet

Genomförandet av en studie och genomförandets tillförlitlighet/påtaglighet, kan även definieras som reliabilitet. Kvaliteten på noggrannheten i analysen och bearbetningen av data är viktiga för reliabiliteten i studien.

Noggrannhet och att vara uppmärksam på möjliga fel i analysarbetet är viktigt för den vetenskapliga processen och därav uppnå en hög reliabilitet. Flera oberoende metoder för mätning, flera källor till information, är sätt att minska risken för att göra fel. Reliabiliteten kan då beskrivas som högre i den genomförda studien⁷.

I denna uppsats använder vi oss av regressionsanalys som är ett erkänt sätt att bland annat jämföra datas tidsserier och studera hur variabler korrelerar. Olika tidsperioder, löptider, används också för att ytterligare höja reliabiliteten på studien. Kan det uppnås en hög reliabilitet i analysarbetet, får slutsatserna som kan dras av analysen ökad kvalitet och pålitlighet.

Testmetoderna anses fullgoda ur ett reliabilitetsperspektiv, testvariablerna är de faktorer som kan ifrågasättas om något.

Det är även viktigt med konsekvens med andra test som genomförs. Inga slutsatser skall dras om de är inkonsekventa med andra test.

Metodfel skall undvikas genom noggrannhet och på så sätt stärka reliabiliteten.

Statistiska analyser kräver stora mängder behandlade urval av data, för att få fram mer eller mindre riktiga observationer. Den statistiska analys vi genomför i denna uppsats uppfyller kraven för att uppnå hög reliabilitet.

Vi har i analysen använt oss *estimeringar* av optionspriser, som vi beräknat utifrån historiska uppgifter om implicita volatiliteter. Detta innebär att reliabiliteten i våra beräkningar sjunker något, och som läsare bör detta ha i åtanke. Vi menar dock att denna lägre reliabilitet inte är av sådan magnitud att den stör de generella slutsatser vi drar kring nyttan av att använda en

⁷ Halvarson, Samhällsvetenskaplig metod, 1992, sid. 41-42

specifik strategi, och är därmed acceptabel. Totalbilden vad gäller reliabiliteten i vår uppsats är att den är hög.

2.6 Validitet

Ett möjligt problem i en undersökning kan vara att den undersökande personen befinner sig på två olika plan vad gäller teori och empiri. Validitetsproblematiken kan då uppstå. Det skall finnas relevans mellan de två planen, en s.k. definitionsmässig validitet, – dvs. data skall insamlas som är relevant för problemställningen och inget annat. Validiteten kan förklaras som hur väl det som skall mätas egentligen mäts. Detta är viktiga begrepp vad gäller validiteten av undersökningen⁸.

Vi redogör i vår uppsats, under teoriavsnittet, för teorier som kan relateras till värdering av finansiella instrument. Problematiken för vår del i den studie vi genomför ligger inte till så stor del i den teoretiska delen, utan framför allt den empiriska. Vi använder oss av de mest troliga variablerna för att stärka teoriernas kvalitet. På så sätt kan vi uppnå en ökad validitet i resultatet av vår studie. Vi har genom en rigorös empirisk studie uppnått en hög validitet i vår uppsats.

⁸ Halvarson, Samhällsvetenskaplig metod, 1992, sid. 41-42

3 Rexam: Omvärld och förutsättningar

3.1 Aluminium⁹

3.1.1 Karakteristika

Aluminium har ett antal kännetecken som gör det unikt. Det är lätt ($2,7\text{g/cm}^3$, 3 gånger lättare än stål), tåligt, återvinningsbart, korrosionsmotståndigt, uthålligt, mjukt och formbart. Tack vare sina många fördelar kan aluminiumet användas inom många tillämpningsområden. Det är tack vare aluminiumet vi kan flyga med flygplan, åka med höghastighetståg eller korsa ett sund med en snabbfärja. Vi använder också aluminiumet till att förvara mat och medicin och vi använder det till elektroniska komponenter till datorer. I dagens moderna samhälle hade vi helt enkelt inte klarat oss utan aluminiumet.

Aluminium är liksom stål, koppar och zink en metall. Den kan smältas och formas precis som de andra metallerna och ofta är det samma typ av produktionsmetoder som används för t.ex. stål.

Då vi lever i en värld där vi konsumerar stora mängder energi är aluminiumet ett ämne som ofta är intressant att använda. Bland annat aluminiumets viktfordelar ger vid transporter självklart stora ekonomiska och miljömässiga fördelar, men man skall inte glömma att det är en mycket energikrävande process att tillverka aluminiumet. Vad som då skall begrundas är aluminiumets återanvändbarhet. Energimässigt, att förvandla återvunnet aluminium till ”nytt” aluminium, åtgår det ca 5 % jämfört med att tillverka helt nytt aluminium.

Det är endast 160 år sedan aluminiumet upptäcktes och endast 100 år sedan en fungerande produktionsprocess var etablerad. Aluminiumet kommer på tredje plats vad gäller tillgången i jordskorpan. Ca 8 % av jordskorpan består av aluminium. Med detta i åtanke kan frågan ställas varför denna metall som finns i så stor rikedom inte upptäcktes tidigare än för 160 år sedan. Anledningen är att aluminium inte framträder naturligt i metallisk form. Metallen ”gömmar” sig i bergrunden där den finns kombinerad med syre och andra grundämnen.

⁹ www.eaa.com

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Aluminiumets storhet och värdefulla betydelse som råvara innebar en gång i tiden att förmögna människor hellre tillverkade bestick och tallrikar av aluminium istället för guld. Idag har effektivisering av utvinning och produktion av aluminium möjliggjort ett större utbredning än någon annan ”non-ferrous” metall.

3.1.2 Marknaden

Globala industriländer (I-länderna) använder strax över 20 miljoner ton aluminium om året. Västeuropa står för ca 1/3 av den primära aluminiumanvändningen.

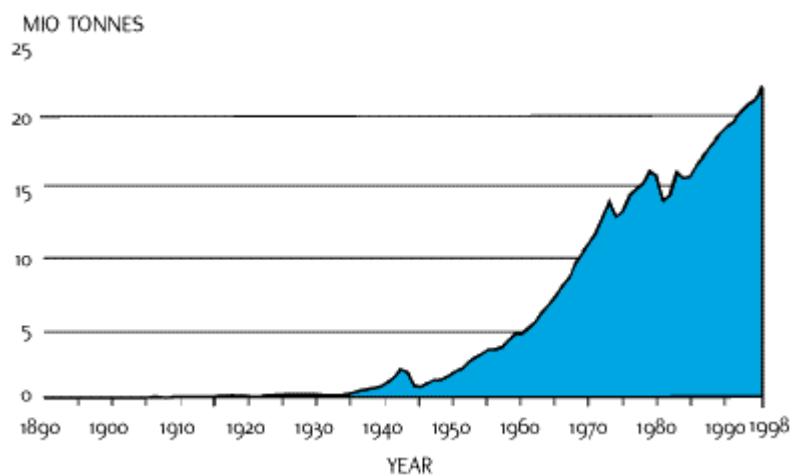


Diagram 1.6 Årlig produktion av Aluminium och dess utveckling

Tillverkande industrier, som t.ex. Rexam, använder totalt i Europa ca 3.4 miljoner ton rullad aluminium (en tunnare typ av aluminium lämplig för tillverkning av t.ex. läskburkar). De 3.4 miljoner tonnen används för att bl.a. tillverka en del av de 210 miljarder läskburkar som tillverkas om året.

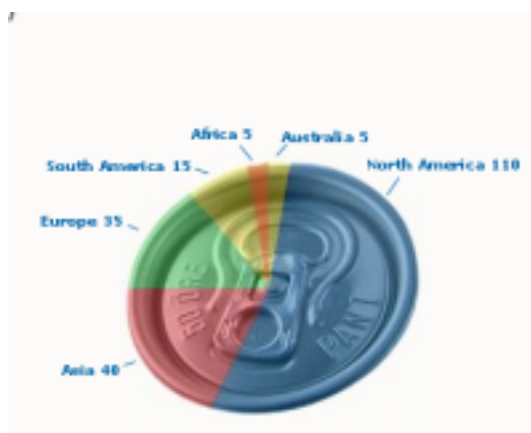


Diagram 1.2 Global konsumtion av Dryckesburkar – totalt 210 miljarder.

De största applikationsområdena för aluminium finns inom transport, byggkonstruktion och förpackningsindustrierna där effekterna av aluminiumets många egenskaper är mycket påtagliga. Den europeiska aluminiumindustrin sysselsätter för närvarande ca 240 000 personer (år 2000).

3.2 Rexam¹⁰

3.2.1 Historik & Företagsfakta

Rexams historia tar sin början år 1881 då William Vansittart Bowater grundar ett företag som arbetar som agent för papper i London. Härefter sker ett antal uppköp och avyttringar under årens lopp. 1995 – dvs. ca 100 år efter grundandet av nuvarande Rexam, bestod portföljen av ett antal företag inom många vitt skilda områden såsom förpackning, byggnadsmateriel, papperstillverkning, möbler och frakt. 1999 förvärvades det svenska PLM varpå ett tydligt fokus sattes för Rexam. Konsumentförpackningar blev kärnfokus och detta förstärktes i Juli år 2000 då ytterligare ett förvärv gjordes inom aluminiumburkstillverkningen, det amerikanska American National Can.

Rexam producerar mer än 40 miljarder burkar varje år (utav en total produktion på 210 miljarder burkar globalt, vilket tidigare nämnts) på sina 19 fabriker i Europa, 17 i USA och joint ventures med 54 andra företag i andra delar av världen. 22.000 personer arbetar på Rexam över hela världen och företaget omsätter ca 3.2 miljarder GBP (2003) inom de olika divisionerna:

- 1) Beverage Can Americas
- 2) Beverage Can Europe/Asia
- 3) Glass
- 4) Beauty & Closure
- 5) Plastic Containers

Dryckesburkar globalt (1 & 2 i ovanstående) omsatte 2.5 miljarder GBP med en Operating Profit på ca 11 %. Råvaran aluminium kostade Rexam totalt 900 miljoner GBP år 2003 för tillverkningen av aluminiumburkar. I Nordamerika var Rexam under 2003 inte påverkade av

¹⁰ www.rexam.com

några svängningar i aluminiumpriset medan den europeiska delen av råvaruinköpet är hedgad. Valutan är även den hedgad för råvaruköpet men enbart för den europeiska delen.

3.2.2 Inköpsstrategi för Aluminium

Rexam använder ca 200 000 ton aluminium per år i sin Europatillverkning av aluminiumburkar för dryckesindustrin. Rexam har även tillverkning av aluminiumburkar i USA – dock med ett förbehåll vad gäller ansvaret för prissäkringsstrategin. När Rexam tillverkar aluminiumburkar på kontrakt för t.ex. Coca Cola Company, är överenskommelsen ”full pass through” av råvarukostnaden för aluminiumet, dvs. Coca Cola Company är självt ansvarig för prissäkringen av dess behov av råvaran. 100 % av all tillverkning i USA sker på kontrakt – dvs. Rexam har full pass through av råvarukostnaden för aluminiumet. 50 % av tillverkningen i Europa utgör full pass through och de resterande 50 % (100 000 ton) är Rexam själva ytterst ansvariga för vad gäller prissäkring. Den totala volymen på 200 000 ton skulle, om så var syftet, kunna påverka det globala marknadspriset antingen upp eller ner, särskilt om det antas att köpetillfället är ett enda. Så är dock inte fallet. Rexam har inte som syfte med sin prissäkring att skapa en volatil marknad för att på så sätt kunna hitta bättre tradeoffs vad gäller aluminiumpriset. Istället är syftet att skapa en förutsägbar marknad och en stabil prisbild. Detta görs till 99 % med hjälp av terminsköp av aluminiumet. 90 % av nästkommande års aluminium är redan ”köpt”, dvs. priset är avtalat genom terminkontrakt. För att säkra de resterande 10 % av aluminiuminköpen, används det även här terminer med kortare löptid, samt ett fåtal optionsköp¹¹.

Rexams hedgingstrategi är mycket riskavert. Stor volatilitet i prisbilden påverkar marginalerna mycket kraftigt. Rexam betalar hellre ett ”överpris” än att riskera några oväntade svängningar som påverkar råvarupriserna. Ett stabilt aluminiumpris och en utjämning av prisbilden genom hedging är Rexams uttalade riskstrategi. Den viktigaste orsaken till Rexams riskaversion är den försäkring man vill göra till aktiemarknaden om en stabil tillväxt och stabila avkastningsnivåer. Aktiemarknaden efterfrågar hellre en stabilitet och långsiktighet än en kraftig svängning i resultatet. Genom att redan idag ha säkrat 90 % av nästkommande års råvarupriser ges en möjlighet att lägga en budget inför det kommande året som gör att förväntat ekonomiskt resultat lättare kan estimeras.

¹¹ Alex Jennings, Purchase Manager Rexam Ltd, Luton, GB

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

De tre viktigaste kommentarerna till Rexams prissäkringsstrategi är, enligt Alex Jennings på Rexam, att de är:

1. Riskaverta
2. Vill säkra långsiktiga avkastningskrav
3. Inte är vinstmaximerande vad gäller råvaruinköpen av aluminium

Den viktigaste enskilda faktorn som påverkar aluminiumpriset är för närvarande växelkursen Dollar/Euro. Även om aluminiumet har haft ett stigande pris har dollarns försvagning givet en motsatt effekt och jämnat ut pris volatiliteten, detta då aluminium uteslutande handlas i USD på London Metal Exchange (LME). Rexam genomför samtliga av sina köp av aluminium genom LME.

4 Teori

4.1 Hedging

Att skydda sig mot oförutsedda händelser, som till exempel kraftiga prissvängningar på grund av ett varierande utbud av en råvara, kallas för hedging. Hedging är ett internationellt begrepp där företag kan använda sig av olika finansiella instrument, s.k. derivatinstrument för att säkra ett framtida pris. De olika instrumenten kan vara t.ex. futures, swappar eller optioner som används för att minska och/eller eliminera risken med ett framtida köp av t.ex. en råvara. Derivatet är ett finansiellt instrument vilket värde direkt är beroende av den underliggande tillgångens användning och variabler¹².

Hedging kan även definieras som att en risk tas för att en annan skall undvikas. Genom derivat och försäkringar skyddas den underliggande tillgången mot oförväntade prissvängningar. För att erhålla detta skydd utgår en premie, där en motstående part erhåller premiebetalningen för att vilja erbjuda det framtida och okända priset (optioner).

De flesta företag inom tillverkade sektorer med behov av tillgång till en eller flera råvaror, hedgar inte för att göra vinster, utan istället för att minska risken. Hedging underlättar ett företags finansiella planering, som t.ex. budgetering, och minskar problemen med kraftiga svängningar i likviditeten. Istället för att en företagsledning skall oroa sig för risker utanför deras kärnkompetensområde, kan de fokusera på mer väsentliga kostnadsdrivare som inte kan säkras för framtida osäkerhet. När möjlighet ges att kunna estimeras framtida resultat med ökad säkerhet är en företagsledning ofta benägen att göra så¹³.

Det val av hedgingstrategier ett företag gör måste baseras på en övervägning om vilka risker företaget vill hantera och därav säkra. Företagets val av hedgingstrategi kommer i stor utsträckning att påverka den riskprofil som vill följas. Företagets ledning är i sitt val av riskprofil också tydlig i de förväntningar de har på den marknad företaget verkar inom och hur situationen kommer att utvecklas i framtiden. En definition av strategin bakom ett

¹² Hull, Options, Futures & Other Derivatives, 2000, sid. 1

¹³ Brealey, R. & Myers, S, *Principles of Corporate Finance*, 2000

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

hedgingalternativ kan sättas i relation till de förväntningar ett specifikt företag har på en specifik marknad¹⁴.

Det är viktigt att komma ihåg att många företag inte är ute efter att förbättra det finansiella resultatet, dvs. att köpa råvaran till lägsta möjliga pris, utan istället minska de finansiella riskerna och öka kvaliteten på förutsägelser genom att göra det önskade finansiella resultatet mera sannolikt¹⁵. För att använda hedging som en prissäkringsstrategi krävs det ett intresse för den underliggande tillgången på ”kontantmarknaden”, dvs. att varan är av fysiskt intresse för köparen/säljaren. Är så inte fallet, sker hedgingen enbart i spekulativt syfte, vilket är det mest förekommande inom dagens handel med derivat¹⁶. Endast 1 % av ingångna kontrakt leder till en faktisk leverans av den fysiska varan¹⁷.

4.2 Derivat

Att prissäkra en råvara kan göras på ett flertal sätt. De finansiella instrument som står till rådighet och som diskuteras vid aluminiumköp är terminskontrakt (forwards), futures samt köpoptioner. Futures och forwards är i sig mycket lika varandra och klumpas idag många gånger tillsammans under begreppet terminer¹⁸. Det finns dock ett antal skillnader mellan de två vilket definieras i kapitel 4.2.1.

Futures, forwards och köpoptioner är olika typer av prissäkringsmekanismer där kostnaden för säkringen kan liknas vid en försäkringspremie¹⁹.

4.2.1 Futures & Forwards

På samma sätt som en forward är en överenskommelse mellan två parter av försäljning och köp av en underliggande tillgång vid en viss tidpunkt i framtiden till ett bestämt pris, är även ett futures-kontrakt en sådan överenskommelse. Den underliggande tillgången kan t.ex. vara guld, aluminium eller socker.

¹⁴ Shapiro, A., *Multinational Financial Management*, 1996, sid. 268

¹⁵ Hull, *Options, Futures & Other Derivatives*, 2000, sid. 35

¹⁶ Hull, *Options, Futures & Other Derivatives*, 2000, sid. 50

¹⁷ www.sparbankenfinn.se

¹⁸ Goone D, *Futures versus Forwards: Implications of FAS 133*”, *Derivatives Quarterly*; Vol 6, s 1

¹⁹ www.sparbankenfinn.se

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Till skillnad från forwardkontrakterna som handlas ”over-the-counter”, mellan finansiella institutioner, företag och fondförvaltare²⁰, handlas futures vanligen på börsen. Börsen har för att underlätta handeln specificerat och standardiserat kontrakten. Då motparterna vid handeln med futures ofta inte är kända för varandra, säkerställer börsen att båda parter i det ingångna avtalet kan fullfölja avtalet, dvs. att leverans och betalning kan ske²¹.

Futures kan även karaktäriseras som att lösendatumet, dvs. den dag då handeln skall avslutas, inte är specificerad. Den börs där kontraktet handlas bestämmer under vilken tidsperiod kontraktet måste uppfyllas.

Dessutom är det enbart möjligt att ingå futurekontrakt för ett begränsat antal underliggande tillgångar, vilket betyder att futurekontrakt inte kan handlas med vilka underliggande tillgångar som helst. Därför krävs det att köparen och säljaren håller sig inom gränserna för de specifika futures som är listade på existerande börser som t.ex. London Metal Exchange²².

Med forwardkontrakt kan parterna som ingår handeln förhandla om avtalets villkor. Parterna kommer överens om vilken underliggande tillgång kontraktet avser, om vad priset på forwarden är och om tidpunkten då forwardkontrakten når maturiteten²³.

När den riskfria räntenivån är konstant och likvärdig för samtliga löptider, är också priset på forwardkontraktet med ett visst lösendatum det samma som priset för en future med det samma lösendatumet. Men när räntenivån varierar (som den gör i den verkliga världen) är priserna på forward- och futurekontrakterna i teorin inte längre de samma. Speciellt när livstiden för forwards och futures ökar, ökar också skillnaderna på priserna mellan de två kontrakten. Det skulle vara riskabelt att anta att priset på forward- och futurekontrakterna är perfekta substitut för varandra då räntan har en direkt avgörande roll från ett tidsperspektiv²⁴.

²⁰ Hull, *Options, Futures & Other Derivatives*, 2000, sid 667

²¹ Hull, *Options, Futures & Other Derivatives*, 2000, sid 5

²² Goone D, *Futures versus Forwards: Implications of FAS 133*”, *Derivatives Quarterly*; Vol 6, s 1

²³ *ibid*

²⁴ Hull, *Options, Futures & Other Derivatives*, 2000, sid 61

4.2.2 Optioner

Köparen av en option äger rättigheten att köpa eller sälja den underliggande varan till ett fast pris under en fastställd period. Det finns en skillnad på periodbegreppet då en amerikansk option kan utnyttjas när som helst fram till slutdatum för kontraktet medan en europeisk option endast kan utnyttjas på det slutdatum som avtalats i kontraktet²⁵. En köpoption ger köparen fördelen att köpa en underliggande vara till ett förutbestämt pris, lösenpriset, och säljaren skyldigheten att sälja samma vara till ett i kontraktet avtalat pris om köparen väljer att lösa in sin option. För att köparen skall få möjlighet att få köpa till ett i förväg avtalat pris i framtiden betalar denne en premie, optionspriset, vilket kan liknas vid en försäkringsavgift. Uttryck i formler kan det beskrivas som

För att köparen skall utnyttja sin köpoption är det ett krav att:

$$\text{Lösenpriset är lägre än Marknadspriset, } X < S_{t+1}.$$

För att optionens fulla kostnad skall täckas krävs det att²⁶

$$\text{Lösenpriset är lägre än (Marknadspriset + optionspris), } X < S_{t+1} + c.$$

Är optionspriset lägre än marknadspriset men inte lägre än marknadspriset + premiebetalning, används optionen där den då täcker en del av premiebetalningen. Är optionpriset högre än marknadspriset förkastas optionen, dvs. den utnyttjas inte då det är billigare att köpa den underliggande varan till marknadspriset²⁷.

Det är viktigt att betona skillnaden av en köpoption jämfört med forwards respektive futures. I köpoptionstillfället behöver inte köparen utnyttja sin rätt till att få köpa den underliggande tillgången. För forwards och futures kontrakt är parterna skyldiga att respektive köpa och sälja den underliggande tillgången. Optionsköparen betalar som tidigare nämnt en premie för att få möjligheten, men har inte skyldigheten, att köpa den underliggande tillgången²⁸.

²⁵ Hull, Options, Futures & Other Derivatives, 2000, sid 6

²⁶ Vi bortser från diskontering till future value av pedagogiska skäl

²⁷ Hull, Options, Futures & Other Derivatives, 2000, sid. 7-8

²⁸ Hull, Options, Futures & Other Derivatives, 2000, sid. 6

4.3 Riskfaktorn

4.3.1 Volatilitet

Volatiliteten är ett mått på hur mycket en underliggande tillgångs pris varierar under en viss tidsperiod. Mer akademiskt kan sägas att termen volatilitet åskådliggör hur stor tillgångens prisspridning är, givet en viss tidsperiod. Volatiliteten ingår i Black & Scholes formel och påverkar optionspriset positivt, det vill säga att när volatiliteten ökar gör optionspriset också det. En högre volatilitet i den underliggande tillgången innebär att möjligheterna för optionen att bli in-the-money ökar, vilket motiverar ett högre optionspris.²⁹

För att beräkna volatiliteten kan olika mått användas, dock används oftast standardavvikelsen. Standardavvikelsen har sitt ursprung i statistiken och beräknas enligt följande:

$$S^2 = \sum \frac{(P_i - P)^2}{n - 1}$$

$v = \sigma / P$

P_i = genomsnittligt pris för alla P_i
 P = dags-pris
 n = antal observationer
 v = volatilitet

Volatiliteten används i värderingar om osäkerheten i det realiserade värdet i t.ex. en köpoption³⁰. Osäkerhet är i sig självt den ”risk” en riskavert köpare av terminskontrakt eller optioner vill eliminera till så stor del som möjligt.

4.3.2 Svängningar i kassaflödet

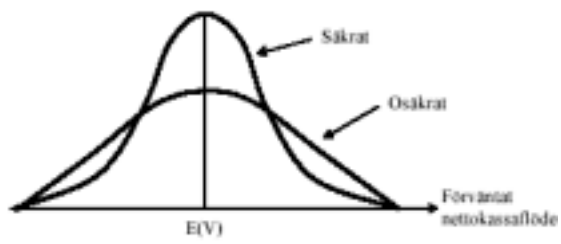
I grafen nedan visas fördelningen av ett nettokassaflöde runt ett förväntat framtida värde $E(V)$ på kassaflödet. Det riskaverta företaget kan med hjälp av finansiella instrument (säkringar), minska riskerna till avvikelser från $E(V)$. Svängningar i råvaru-inköpspriserna (och härav risk för svängningar i kassaflödet) är mindre hos det prissäkrade företaget och sannolikheten att stora förluster uppstår är mer begränsade, samtidigt som möjlighet till stora vinster också begränsas vid ett säkrat råvarupris.³¹

²⁹ Hull, Options, Futures & Other Derivatives, 2000, sid 169

³⁰ Hull, Options, Futures & Other Derivatives, 2000, sid 671

³¹ Eiteman D.K, Stonehill A I, Moffet M H, Multinational Business Finance, 1998, sid 189

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?



*Säkringens effekt på förväntat kassaflöde*³²

³² Eiteman D.K, Stonehill I, Moffet M H, Multinational Business Finance, 1998, sid 189

5 Statistiska modeller

5.1 Regressionsanalys med OLS-metoden

Regressionsanalys är den vanligaste metoden för att testa samband mellan variabler, och den vanligaste modellen för regressionsanalys är OLS-modellen, Ordinary Least Squares. Den utgår ifrån ett linjärt samband mellan variabler som sedan undersöks. Det är dock viktigt att vara klar över att modellen inte kan säga något om kausalitet, utan snarare kan den bara säga något om *statistiskt* samband. Det är därför egentligen bara lämpligt att använda modellen för att styrka eller motbevisa en hypotes som i förväg formulerats utifrån teoretiska resonemang. Det är också det vi använder modellen till i denna studie. Matematiskt kan modellens beskrivning specificeras som följer³³:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\theta}_0 + \boldsymbol{\varepsilon}(\boldsymbol{\theta}_0)$$

där \mathbf{y} är en $(T \times 1)$ -vektor med T antal observationer av y , \mathbf{X} är en $(T \times N_x)$ -matris med T observationer av N_x oberoende variabler, $\boldsymbol{\theta}_0$ är en $(N_x \times 1)$ -vektor av parametrar för \mathbf{X} (vanligtvis kallade β -värdena)³⁴, och $\boldsymbol{\varepsilon}(\boldsymbol{\theta}_0)$ är en $(T \times 1)$ -vektor med T observationer av feltermen ε , här skriven som en funktion av parametrarna $\boldsymbol{\theta}_0$. Detta är intuitivt, då värdena på \mathbf{y} och \mathbf{X} är givna.

5.2 Regressionsanalys med Maximum Likelihood-modellen

En annan metod för att estimerar linjära samband är Maximum Likelihood-modellen, eller ML som den vanligtvis kallas. Den är ett slags komplement till OLS, och kan användas då man inte på förhand känner till hela matrisen \mathbf{X} , de oberoende variablerna. Ett exempel på när detta kan vara fallet är när det försöks estimerar en ARMA(1,1)-modell³⁵:

$$y_t = \phi y_{t-1} + \theta \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

³³ Campbell, et al, sid. 527.

³⁴ För att infoga ett intercept i ekvationen, sätts alla värden i en rad i matrisen \mathbf{X} (förslagsvis den första) till 1.

³⁵ Hamilton.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Här har vi problemet att vi inte känner residualerna ε_{t-1} och ε_t innan estimering, och kan följaktligen inte skapa X . Detta kan även definieras som³⁶.

$$y_t = \phi y_{t-1} + \theta(y_{t-1} - \phi y_{t-2} - \theta \varepsilon_{t-2}) + \varepsilon_t$$

Med ML-metoden är tillvägagångssättet som följer: Först väljs två ”startvärden” på θ och ϕ , utifrån vilka det kan beräknas residualer och varians. Därefter upprepas det att ta fram nya värden på θ och ϕ tills variansen anses minimerad enligt någon form av konvergenzkriterium. Rent praktiskt så räknar ML-metoden ut sannolikheten för att värden från den fördelning vi ”hittat på” skall återfinnas bland värdena i den verkliga fördelningen, som vi inte känner till. Detta kan skrivas

$$I_1 = \frac{A \cap B}{A \cup B}$$

där A är den empiriska datan, och B är vår gissning. Vi vill nu maximera $A \cap B$.³⁷

Nackdelen jämfört med OLS är att den kräver mer beräkningar, och har sämre egenskaper vid små urval. Fördelen är bland annat att det kan estimeras många icke-linjära modeller.

5.3 Tidsserieanalys med ARMA-modellen

ARMA-modellen försöker fånga återkommande mönster bland rörelserna i tidsseriedata. Det är den modell som allmänt associeras med estimering och prognostisering i tidsserieanalys. Den består egentligen av två modeller: Den autoregressiva processen, eller AR, och MA-processen, som står för Moving Average.

³⁶ Hamilton

³⁷ Ibid.

5.3.1 AR – Den autoregressiva processen

Många tänker sig att värdet på många tidsserier, inte minst finansiella sådana, vanligen följer ett tidsmönster som innebär att värdet på en tidsserievariabel y vid tidpunkten t har ett regressivt samband med värdet på y vid tidpunkten $t - k$, där k är ett heltal > 1 . Variabeln k kallas för ”lag”. Enkelt uttryckt så är värdet beroende i viss utsträckning av tidigare värden. Vi tänker oss exempelvis inte att priset på aluminium helt plötsligt skulle tredubblas, för att dagen efter sjunka till nästan noll, och så vidare. De flesta serier är betydligt jämnare, och därför kan det utredas om denna typ av samband föreligger. Matematiskt kan en AR-process med en periods lag, eller AR(1), beskrivas som

$$^{38} y_t = \phi y_{t-1} + \varepsilon_t$$

där ϕ är en koefficient, vanligtvis $0 < \phi < 1$. ε_t är en felterm. Givetvis kan detta utföras för fler laggar, en så kallad AR(p), som kan generaliseras³⁹

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

5.3.2 MA – Moving average-processen

Moving average säger att det föreligger ett samband mellan residualer, dvs. att förra periodens avvikelse från medelvärdet (eller motsvarande) delvis ligger kvar, eller åtminstone påverkar värdet idag. Detta är också vanligt i finansiella tidsserier. Man kan skriva en första ordningens Moving Average-process, MA(1), matematiskt som⁴⁰

$$\begin{aligned} y_t &= \varepsilon_t + \theta \varepsilon_{t-1} \\ &= \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} \end{aligned}$$

³⁸ Campbell, et al

³⁹ Ibid.

⁴⁰ Ibid

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Det går även att uttrycka en AR(1)-process som en MA(∞)-process genom⁴¹

$$\begin{aligned}y_t &= \phi y_{t-1} + \varepsilon_t \\ &= \phi(\phi y_{t-2} + \varepsilon_{t-1}) + \varepsilon_t \\ &= \sum_{j=0}^{\infty} \phi^j \varepsilon_{t-j}\end{aligned}$$

Där vi för enkelhets skull antar att $y_0 = 0$. Vidare kan AR- och MA-processer dessutom kombineras för att få fram en så kallad ARMA(p,q)-process, som har utseendet⁴²

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Dessutom kan de kombineras med konstant och sedvanlig regressionsanalys med andra sorters (tidsserie-)variabler för att få fram bästa möjliga regression, dvs. prognosmodell.

5.3.3 Autokorrelation och icke-stationäritet i tidsserier

En viktig komponent bland stegen i denna analys är att räkna ut autokorrelationen mellan observerade variabler. ARMA-modellen är speciell, såtillvida att den har egenskapen att den lämplighet med vilken en ARMA-process beskriver en tidsserie, kan kännetecknas av särskilda egenskaper i denna empiriska data. Bättre uttryckt så uttrycker sig dessa egenskaper i så kallad autokorrelation. Autokorrelation är analog med vanlig korrelation, men kovarianstermen avser kovarians mellan värden på *en* serie, fast över olika tidsintervall (laggar). Matematiskt kan detta uttryckas⁴³

$$\rho_k = \frac{\text{Cov}[y_t, y_{t-k}]}{\sqrt{\text{Var}[y_t] \text{Var}[y_{t-k}]}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

⁴¹ Campbell, et al

⁴² Ibid

⁴³ Franses, sid 42-43

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

där $\gamma_1 = E[(y_t - \mu)(y_{t-1} - \mu)] = E[\phi_1(y_{t-1} - \mu)(y_{t-1} - \mu)] + E[\varepsilon_t(y_{t-1} - \mu)] = \phi_1\gamma_0$, vilket innebär att för en AR(1)-process har vi⁴⁴ $\rho_k = \frac{\phi_1\gamma_0}{\gamma_0} = \phi_1$.

Stark autokorrelation bland residualer kan få allvarliga konsekvenser för en ARMA-modells implementering och prognostisering. Vi har dessutom tidigare visat att AR(p)-process ofta kan uttryckas som en MA(p)-process. Varför detta kan vara ett problem diskuteras i avsnitt 5.3.4.

Vid regressionsanalys vilar mycket på antagandet att de serier som används är *stationära*. Detta innebär att seriens medelvärde och varians är konstanta över tiden, samt att autokovariansen mellan två värden endast beror på avståndet i tid mellan dem, inte på tidpunkten. Detta kan matematiskt skrivas⁴⁵

$$\begin{aligned} E(y_t) &= \mu \\ \text{var}(y_t) &= \sigma^2 \\ \text{cov}(y_t, y_{t+s}) &= \text{cov}(y_t, y_{t-s}) = \gamma_s \end{aligned}$$

där det sista uttrycket implicerar att kovariansen beror på s , men inte på t . Dessa krav kan dock sällan uppfyllas i finansiella tidsserier, vilket tydligt framgår av exempelvis vår egen tidsserie för spotpriset på aluminium, som presenteras i bilaga 1. Den visar inga tecken på konstant medelvärde. Konstant medelvärde innebär att serien skall vara ”mean-reverting”, dvs. serien kretsar kring medelvärdet. Det kan också uttryckas som att $\phi < 1$ i MA(1)-processen⁴⁶

$$y_t = \alpha + \phi\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

Om $\phi = 1$, innebär detta att vi har en s.k. random walk. Om $\phi > 1$ har vi en explosiv utveckling på serien, men detta är mycket sällsynt och förekommer i praktiken inte.

⁴⁴ Franses, sid 43.

⁴⁵ Hill, et al sid 336.

⁴⁶ Hill, et al sid 338.

5.3.4 Problem med Random Walk, enhetsrot och ”spurious regression”, och lösning på detta problem med differentiering

Ibland när det utförs en estimering av en ARMA-modell, kan man få väldigt hög förklaringsgrad, vilket i andra sammanhang brukar vara positivt, ett tecken att rätt spår är valt och att en bra modell är specificerad. Inom tidsserieanalys är det dock ett varningstecken att få ovanligt hög R2 (faktum är att en enkel ARMA-process oftast bara har R2 runt några procent). Det är nämligen ett tecken på att serien har enhetsrot, vilket betyder att den följer en s.k. ”Random walk”-process. Det är lättast att beskriva en sådan process matematiskt. Det finns några olika versioner. Random Walk 1 kan skrivas⁴⁷

$$P_t = \mu + P_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{där} \quad \varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$$

Där IID betyder ”independently and identically distributed”, dvs. identiskt och oberoende fördelade. Så kallad ”spurious regression” uppstår eftersom två långsamt ”skiftande” serier relateras till varandra⁴⁸. Det innebär att en prognostisering utifrån dessa data troligtvis inte skulle stämma särskilt väl med verkligheten - trots den höga signifikansen för regressionen - och följaktligen vara oanvändbar. Detta är mycket vanligt inom finansiella tidsserier. Det finns dock sätt att lösa detta problem.

Om en tidsserievariabel y , som har enhetsrot, skall användas som beroende variabel med en annan variabel x , som också har enhetsrot, är det troligt att spurious regression kommer uppstå. Men om man differentierar de båda serierna genom att definiera⁴⁹

$$z_t = y_t - y_{t-1}$$

kommer detta i de flesta fall innebära att enhetsroten försvinner (annars kan man differentiera en gång till). Nu kan man utföra regressionsanalysen på z_t -serierna i stället, därför att den MA-process man kan passa till respektive serie har $\theta < 1$. Sedan använder man dessa data för att göra en prognos på z_t -serien, och ”differentierar tillbaka” för att få en prognos för

⁴⁷ Campbell, et al.

⁴⁸ Hill, sid. 340

⁴⁹ Franses, sid. 45

originalserien y_t . I vissa fall måste man differentiera en gång till för att bli av med enhetsroten. Detta kan gälla vissa typer av tidsserier, exempelvis är det inte ovanligt för inflation.

5.3.5 Dickey-Fuller-test för enhetsrot

Vi behöver alltså veta om en tidsserie har enhetsrot eller inte. Vi vill veta om $\phi = 1$ i regressionen $Y_t = \delta + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$. Man skulle kunna tänka sig att det räcker med ett vanligt t -test eller liknande, dvs. att utgå från medelvärde och standardavvikelse, för att testa detta. Men som Dickey och Fuller (1979) visade, följer regressionen ovan inte en t -fördelning om nollhypotesen är sann, inte ens asymptotiskt (dvs. när antalet observationer blir mycket stort). Detta är för att icke-stationäriteten stör inferensen i regressionen. Det hela löses hur som helst med att vi justerar t -värdena (vilket ger testet sämre styrka), och beräknar testvärdet som

$$DF = \frac{\hat{\phi} - 1}{se(\hat{\phi})}$$

Detta testvärde jämförs sedan med lämpligt DF-testvärde. Exempelvis är det kritiska värdet för förkastande av H_0 lika med -2.86 för ett stort antal observationer, att jämföra med -1.65 för normalfördelningen⁵⁰. Om man har få observationer blir det förstås ännu svårare att förkasta nollhypotesen.

DF-testet kan även genomföras då den regression man utgår ifrån har extra laggar, konstant eller trendvariabel.

5.4 Praktisk specificering av optimala ARMA

Det är förstås svårt att avgöra vilka ARMA-modeller som skall användas för den/de tidsserier man arbetar med. Vid regressionsanalys av tvärsnittsdata brukar man ofta se på förklaringsgraden, R^2 , och i stort finns det ett flertal sätt att bedöma en regressions kvalitet. Men denna är, som nämnts tidigare, inte helt pålitlig i alla sammanhang, speciellt när man

⁵⁰ Verbeek, sid 269.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

sysslar med tidsserieanalys. Även om man undanröjt enhetsrotsproblemet, så finns det andra regressionsvariabler som är bättre att titta på än förklaringsgraden. De vanligaste är Akaike information criterion och Schwarz criterion.

5.4.1 Akaike information criterion och Schwartz criterion

Vid valet mellan olika modeller brukar man räkna ut Akaike information criterion (AIC), och Schwarz criterion (SIC) för respektive regression. Båda måtten ställer hur väl en modell passar datan mot antalet parametrar den använder, men på lite olika sätt.

Då k är antalet ARMA-parametrar (inklusive konstant) som skall räknas ut, kan AIC räknas ut genom⁵¹

$$AIC(k) = n \log \sigma_{ML}^2 + 2k$$

där $\sigma_{ML}^2 = \text{RSS}/n$ och RSS är ”residual sum of squares” från den aktuella regressionen. Enligt samma princip räknas SIC ut som⁵²

$$SIC(k) = n \log \sigma_{ML}^2 + k \log n$$

Det värde på k som minimerar AIC och SIC väljs⁵³. Dock kan självfallet problemet uppstå att två olika modeller ger lägsta värde på endera AIC respektive SIC. Detta händer ofta, och då krävs andra metoder för att avgöra vilken modell som bäst beskriver den aktuella tidsserien. Den vanligaste metoden då är Likelihood Ratio-testet.

5.4.2 Likelihood Ratio-test, Naive guess och Martingale-process

Principen inom tidsserieanalys är att, om två modeller kan förklara en series rörelser lika bra, så föredras en enkel modell framför en komplicerad. En mer komplicerad modell har kravet på sig att bidra ”ordentligt mycket” till förklaringen, annars används den inte. Den allra

⁵¹ Franses sid 59

⁵² Ibid

⁵³ Ibid

enklaste modellen inom tidsserieanalys är den så kallade Martingale-processen, som kan uttryckas⁵⁴

$$E_t[P_{t+1}] = P_t$$

eller som en regression med endast en konstant som oberoende variabel. Detta kallas också för den ”naiva gissningen”, dvs. den säger att den bästa prognosen på priset imorgon, är priset *idag*. Helst vill vi ju förstås kunna förutse framtida pris bättre än så. Om tveksamhet råder efter att man använt AIC och SIC, kan man testa vilken modell som är bäst med det s.k. Likelihood Ratio-testet. Detta test sker antingen mellan två ARMA-modeller, eller mellan en ARMA-modell och den naiva gissningen. Den modell som innehåller flest parametrar (”beta-värden”) kallas ”unrestricted”, och den som innehåller minst antal kallas ”restricted”. Nollhypotesen är att ”restricted”-modellen förklarar rörelserna lika bra som ”unrestricted”-modellen. Testvärdet fås genom formeln⁵⁵

$$\theta_2 = -2(\ln L^* - \ln L)$$

där $\ln L$ och $\ln L^*$ är log likelihood-värdena från restricted- respektive unrestricted-modellen, och θ_2 är χ^2 -fördelat med lika många frihetsgrader som skillnaden i antal parametrar mellan de två modellerna. Om χ^2 -värdet är högre än den signifikansnivå man valt (vanligtvis 5%), förkastas H_0 , dvs. man väljer att använda ”unrestricted”-modellen⁵⁶.

5.5 Prognostisering/forecast utifrån en given ARMA-modell

Efter att ha bestämt vilken ARMA-modell som är bäst att använda, kommer vi försöka prognostisera nivå och betingad varians för aluminiumpriset. Vi vill prognostisera spotpriset på aluminium om femton månader, eftersom detta är den placeringshorisont som Rexam i allmänhet använder. Den ARMA-modell vi väljer kompletteras alltså med en parameter för terminspriset för den dag vi vill prognostisera, och även historiska dagsdata på dito. Terminspriset är en approximativ gissning av det verkliga framtida priset, och är således en

⁵⁴ Campbell, et al.

⁵⁵ Campbell, et al, sid 193.

⁵⁶ Ibid.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

bra ledtråd, för att inte säga den bästa vi har vid estimeringstidpunkten. ARMA-processens uppgift i denna regression är att fånga mönster bland avvikelser från denna approximation över tiden, och således forma en bättre prognos än vad terminspriset ensamt kan göra.

När modellen väl har specificerats, kan man generera prognoser h steg framåt, här definierade som \hat{y}_{n+h} , där $h = 1, 2, \dots, m$. Som en illustration av tekniken för prognostisering använder vi en ARMA(1,1)-modell som ett enkelt exempel. För $h = 1$ får vi då⁵⁷:

$$\hat{y}_{n+1} = \phi_1 y_n + \theta_1 \varepsilon_n$$

och för $h = 2$:

$$\begin{aligned}\hat{y}_{n+2} &= \phi_1 \hat{y}_{n+1} \\ &= \phi_1 (\phi_1 y_n + \theta_1 \varepsilon_n)\end{aligned}$$

eftersom $E[\varepsilon_n] = 0$. Alltså har prognoserna inget ”minne” av ε_n efter $h = q$ för en MA(q)-process. Fördelen med att ha med terminsvariabeln är att den sträcker sig fram i tiden bortom estimeringstillfället, så att vi får kontinuerliga observationer av ε , vilket betyder att våra MA-termer får mer betydelse. Som beroende variabel i vår analys används s_t , spotpriset på aluminium, och oberoende variabler är terminspriset för femton månader, samt en ARMA-process.

5.6 Statistisk säkerställning av medelvärdet med t -test

För att fastställa vilken strategimodell som faktiskt är bäst, kan man använda sig av olika metoder. Vi kommer att använda oss av det enkla och väletablerade t -testet. Den så kallade t -fördelningen är asymptotiskt identisk med normalfördelningen, men vid färre observationer blir den bredare och lägre, vilket resulterar i mer osäkra testvärden. Vi kommer att genomföra ett ensidigt t -test för medelvärde. Testvariabeln för detta test är⁵⁸

$$t = \frac{\hat{x}_1 - x}{s\sqrt{n}}$$

⁵⁷ Franses sid 63

⁵⁸ Lee, et al. Sid 457-8

där $H_0: \mu_1 \leq x$ och $H_1: \mu_1 > x$, beroende på vad man vill testa. Testvärdet jämförs med ett kritiskt värde beroende av signifikansnivån α . Exempelvis är det enkelsidiga kritiska värdet för 5% signifikans 1.645⁵⁹, så om $t > 1.645$, förkastas H_0 .

5.7 Värdering av optioner för placeringsval

För värdering av optioner utifrån våra prognoser om framtida priser, kan vi inte använda oss av Black & Scholesmodellen, eftersom den har antagandet att aluminiumpriset följer en Wiener-process. Det betyder bland annat att medelvärdet på förändringen för serien är 0⁶⁰, dvs. en slags ”naive guess”. Vårt antagande om att framtida aluminiumpris är skilt från dagens aluminiumpris strider helt uppenbart mot detta antagande, och därför kan vi inte använda Black & Scholesmodellen.

Binominalmodellen, å andra sidan, gör inte detta antagande, men det är ändå inte praktiskt att använda en binominalmodell i sin originalform, eftersom denna använder sannolikhet för upp- och nedgång för priset med vissa värden. Detta ansåg vi vara opraktiskt, men vår slutgiltiga modell för optionsvärdering kan ändå sägas vara analog med binominalmodellen för en europeisk option. En binominalträd för europeiska optioner visar sannolikheter för olika värden på optionen för lösentidpunkten, och värderar optionen utifrån dessa sannolikheter.

Genom vår ARMA-modell (se avsnitt 6.2) får vi en beräkning av förväntat framtida värde och varians. Om vi gör antagandet att aluminiumpriset följer en normalfördelning kring detta förväntade framtida priset enligt

$$S_t \sim N(E[S_t], \hat{\sigma})^{61}$$

kan vi göra en approximation av binominalfördelningens värdering, eftersom binominalfördelningen asymptotiskt kan approximeras med normalfördelningen⁶². Med andra ord kan en binominalprocess som utförs i många led sägas vara approximativt identisk med en normalfördelning. Alltså kan vi, eftersom vi bara värderar *europeiska* optioner

⁵⁹ Lee, et al.

⁶⁰ Hull, sid 220.

⁶¹ där S_t är aluminiumpris, $\hat{\sigma}$ är skattad varians och $E[S_t]$ är förväntat framtida aluminiumpris

⁶² Lee, et al. sid 265

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

utforma en värderingsmodell utifrån de sannolikheter vi får av att prognostisera framtida pris, beräkna varians och göra antagandet om normalfördelning. Denna värderingsmodell ser ut som följer:

Om vi definierar $t1$ som dagens datum och $t2$ som lösendatumet, kan värdet V på en option för ett givet aluminiumpris skrivas

$$V_{t2} = \max(S_{i,t2} - X_j; 0)^{63}$$

om vi tänker oss att det finns en uppsättning $S_{i,t}$ (där $i = 1 \dots n$) antal tänkbara värden för S_t . Om vi kan beräkna den förväntade sannolikheten för ett visst värde, kan vi beräkna optionens förväntade värde vid lösendagen som

$$V_{t2} = \sum_{i=1}^n P[S_t = S_{i,t2}] \cdot \max(S_{i,t2} - X_j; 0)^{64}$$

Genom att notera att dessa sannolikheter vid tidpunkten $t1$ är *förväntade* sannolikheter, och att vi behöver diskontera med den riskfria räntan r_t , får vi att förväntat värde kan skrivas

$$E_{t1}[V_{t2}] = \sum_{i=1}^n P[S_t = S_{i,t2}] \cdot \frac{\max(S_{i,t2} - X_j; 0)}{(1 + r_t)^T}$$

Vi kan alltså värdera en option med hjälp av den riskfria räntan, lösenpris samt sannolikheter för olika värden på S_{t2} . De första två variablerna kan observeras, men den sista måste skattas. Detta väljer vi att göra genom att dela upp normalfördelningskurvan i ett antal delar sannolikhetsmassa. Vi har valt att dela upp normalfördelningskurvens mittersta 95 % i segment om 5 % sannolikhetsmassa, vilket lämnar segment om 2,5 % sannolikhetsmassa på de yttersta ”svansarna”. Det rör sig alltså om 21 segment i normalfördelningskurvan. I mitten av varje segment får vi alltså värden som har samma sannolikhet, förutom värdena i mitten av de yttersta segmenten som har hälften så stor sannolikhet. Med ”i mitten” avses att det värde som avses har lika stor sannolikhetsmassa på båda sidor i det aktuella segmentet. Det kan visas att dessa värden motsvaras av de två gränsvärdena för 95 %, 90 %, 80 % ... 10 %

⁶³ där $S_{i,t2}$ är aluminiumpris i vid lösendatumet, och X_j är lösenpris för option j

⁶⁴ där $P[S_{t2} = S_{i,t2}]$ är sannolikheten att aluminiumpriset antar ett visst värde

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

konfidensintervall, eftersom dessa värden ”automatiskt” hamnar i mitten av sannolikhetsmassorna. I tabell 5.1 beskrivs dessa värden, samt hur sannolikhetsfördelning och värde för aluminiumpriset.

Tabell 5.1

Segment	Antal standardavvikelser från förväntat värde	Sannolikhet	Värde
21	1,96	2,5%	$E[S_i] + 1,96 \cdot \sigma$
20	1,64	5,0%	$E[S_i] + 1,64 \cdot \sigma$
19	1,28	5,0%	$E[S_i] + 1,28 \cdot \sigma$
18	1,04	5,0%	$E[S_i] + 1,04 \cdot \sigma$
17	0,84	5,0%	$E[S_i] + 0,84 \cdot \sigma$
16	0,67	5,0%	$E[S_i] + 0,67 \cdot \sigma$
15	0,52	5,0%	$E[S_i] + 0,52 \cdot \sigma$
14	0,39	5,0%	$E[S_i] + 0,39 \cdot \sigma$
13	0,25	5,0%	$E[S_i] + 0,25 \cdot \sigma$
12	0,13	5,0%	$E[S_i] + 0,13 \cdot \sigma$
11	0,00	5,0%	$E[S_i]$
10	-0,13	5,0%	$E[S_i] - 0,13 \cdot \sigma$
9	-0,25	5,0%	$E[S_i] - 0,25 \cdot \sigma$
8	-0,39	5,0%	$E[S_i] - 0,39 \cdot \sigma$
7	-0,52	5,0%	$E[S_i] - 0,52 \cdot \sigma$
6	-0,67	5,0%	$E[S_i] - 0,67 \cdot \sigma$
5	-0,84	5,0%	$E[S_i] - 0,84 \cdot \sigma$
4	-1,04	5,0%	$E[S_i] - 1,04 \cdot \sigma$
3	-1,28	5,0%	$E[S_i] - 1,28 \cdot \sigma$
2	-1,64	5,0%	$E[S_i] - 1,64 \cdot \sigma$
1	-1,96	2,5%	$E[S_i] - 1,96 \cdot \sigma$

Exempelvis är alltså

$$S_1 = E[S] - 1,96 \cdot \hat{\sigma}$$

$$S_2 = E[S] - 1,64 \cdot \hat{\sigma}$$

och så vidare. Uppdelningen av sannolikhetsmassan hade kunnat göras på många andra sätt därför att uppdelningen är godtycklig. Viktigt är dock att det rör sig om en approximation, och vid alltför stora sannolikhetssegment riskerar värderingen att bli dålig och oexakt. Vi anser att vår uppdelning är tillräckligt exakt. Anledningen till att vi valde att dela upp i 21 segment med två små ”svansar” snarare än 20 ”jämna” segment om 5 %, var att vi ville ha med det oförvanskade förväntade framtida aluminiumpriset i värderingen. Alternativet hade varit två värden på 2,5 % (eller 0,063 standardavvikelsers) avstånd från väntevärdet på båda sidor. Det hade dock sannolikt inte haft någon nämnvärd betydelse för värderingen.

6 Praktiskt tillvägagångssätt

6.1 Sammanfattning av arbetsmetod

Vår databehandling och empiriska undersökning kan enklast sammanfattas i stegvis form. Här följer därför en konkret beskrivning av arbetsmetoden. Därefter behandlas varje punkt mer ingående i de avsnitt som följer. Vi delar in arbetsproceduren i tre huvuddelar:

1. Prognostisering och statistisk analys
2. Beslutsprocess för hedgingval i fiktiv placeringsstrategi
3. Utvärdering av genomförd strategi

6.2 Prognostisering och statistisk analys

Denna del av arbetsprocessen syftar till att på bästa sätt utforma en ekonometrisk modell för att kunna prognostisera framtida spotpris för aluminium. Vi vill kunna göra en gissning om framtida spotpris som är så bra som möjligt.

Denna sektion av arbetet utgörs av tre delar: Förberedelse, prognostiseringsmodell för aluminiumpriset och prognostisering av framtida pris och varians.

1. **Förberedelse.** Ett Dickey-Fuller-test för enhetsrot (enligt avsnitt 5.3.5) genomförs för tidsserierna för spot- och futurepris på aluminium. Om detta test visar att serierna följer en Random Walk, differentieras de innan en regressionsanalys kan genomföras.
2. **Prognostiseringsmodell för aluminiumpriset.** Med hjälp av tidsserieanalys formuleras en modell för att på bästa sätt förutspå det framtida aluminiumpriset. Efter att variablerna differentierats (om så påbjuds enligt punkt 1), sker modellvalet genom att AIC- och SIC-värdena för olika ARMA-modeller jämförs, samt, om nödvändigt, att ett uteslutande Likelihood Ratio-test avgör vilken modell som är bäst. Beroende variabel är aluminiumpris, medan oberoende variabel är terminspris och en ARMA-process. Denna analys utförs för varje fiktivt placeringstillfälle, dvs. för varje gång utformas en ny ARMA-modell. Varje modell är baserad på tre års historiska data (approximerat till 750 handelsdagar = 3 år gånger 50 veckor gånger 5 vardagar). Vi

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

använder oss då av historiska data tre år bakåt för terminsbetalningar och spotkurs, samt kommande terminsbetalningar fram till lösendagen. Med andra ord exakt de data som skulle vara tillgängliga för en investerare i en *verklig* situation, den dag då prognostisering skall göras och beslut skall fattas om val av prissäkringsstrategi.

3. **Prognostisering av framtida pris och varians.** Prognostisering utförs över tidsintervall som motsvarar Rexams normala tid mellan kontrakt och betalning dvs. 15 månader. Vi använder den modell som specificerats genom steg 2, och utför ett flertal prognostiseringar vid godtyckliga, lämpliga tidpunkter. Varians ges av den aktuella regressionen som utförts i punkt 2. Vi får alltså därigenom en varians och ett väntevärde för framtida aluminium.

6.3 Beslutsprocess för hedgingval i fiktiv placeringsstrategi

Vi vill kunna fatta beslut om Rexam vid ett givet placeringstillfälle skall välja att hedga eller inte. Vad tror vi ger lägst kostnader: Att köpa på termin eller option? Kan vi hitta en eller flera optioner som innebär lägre förväntad inköpskostnad för aluminium än att köpa på termin? Ett alternativ är att inte hedga överhuvudtaget, dvs. att köpa till spotpriset. Vi väljer dock att inte jämföra detta alternativ närmare med optionsstrategin, eftersom de båda alternativen har så radikalt skilda riskbilder och vi har gjort valet att inte dra några slutsatser om Rexams riskpreferenser. Vi kan alltså inte avgöra i vilken situation som Rexam skulle föredra avista framför option och vice versa, oavsett avkastning på de båda alternativen. Vi kommer därför enbart presentera möjligheter för Rexam att spara pengar på de båda alternativen separat, sen är det upp till Rexam att välja hur de vill agera.

Denna sektion av arbetet utgörs av fyra delar: Specificering av teoretiskt optionspris, härledning av faktiskt köptionspris för aluminium, avgörande av placering i option eller termin och avgörande av placering till spotkurs eller termin.

1. **Specificering av teoretiskt optionspris.** Vi använder nu de prognostiserade värden vi fått fram från föregående punkt 3 avsnitt 6.2, och den optionsvärderingsmodell som beskrivs i avsnitt 5.7. Vi använder alltså våra förutsägelser om förväntat framtida pris och varians för att beräkna det värde som köptioner har. Löptiden är hela tiden samma som prognostiseringstiden, dvs. 15 månader.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

2. **Härledning av faktiskt köptionspris för aluminium.** För att avgöra om en option är värd att köpa, måste vi först veta vad den kostar. Optionspriser för olika lösenpriser härleds från våra tillgängliga data, dvs. med hjälp av aktuella räntor, spotpris och historisk implicit volatilitet beräknas de genom Black & Scholes-modellen. Löptiden är femton månader, precis som Rexams placeringshorisont.

3. **Avgörande av placering i option eller termin.** Förväntad avkastning på en option beräknas genom att subtrahera förväntat värde (punkt 1) från faktiskt optionspris (punkt 2). Detta visar vad en köpt option väntas ge för besparing för Rexam i absoluta termer. Ett negativt värde innebär att vi anser att optionen är undervärderad, och därmed ett bra köp. Därefter skall vi avgöra om optionen är att föredra framför att köpa på termin. Det som avgör valet är vilken strategi som ger lägst förväntad kostnad. Den förväntade kostnaden, C , av en optionsstrategi kan generellt skrivas

$$C = c + \frac{\min(E[S_{i,t_2}] ; X)}{(1+r)^T}$$

för en given option. Vi har dock med våra prognoser visat att en option ger en förväntad besparing i absoluta termer som är lika med $c - E[V]$. Därmed blir förväntad kostnad summan av dessa två, dvs.

$$C = c + \frac{\min(E[S_{i,t_2}] ; X)}{(1+r)^T} - E[V] - c = 2c + \frac{\min(E[S_{i,t_2}] ; X)}{(1+r)^T} - E[V].$$

Om vi jämför denna förväntade kostnad med den kända kostnaden för att köpa på termin får vi förväntad besparing av att använda option istället för termin. Vi kallar denna besparing Π .

$$\Pi = 2c + \frac{\min(E[S_{i,t_2}] ; X)}{(1+r)^T} - E[V] - \frac{F}{(1+r)^T}$$

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Om Π är positivt betyder det att vi har en förväntad besparing i att använda option. Ju större förväntad besparing, desto lägre är Π . Därmed väljs den option som har lägst Π -värde.

4. **Avgörande av placering till spotkurs eller termin.** Beslutskriteriet för denna strategi är mycket enkel, eftersom det inte finns en uppsättning derivat att välja mellan. Valet står mellan att köpa på termin och att köpa till spotkurs. Vi vet kostnaden för att köpa på termin, och har från våra prognoser en spekulering om framtida spotkurs. Investeraren väljer den strategi som har lägst förväntad kostnad.

6.4 Utvärdering av genomförd strategi

Ovanstående steg utförs för ett antal fiktiva placeringstillfällen, dvs. en statistisk analys utförs och placeringar väljs. Vad blir utfallet av att vi väljer spotkurs, termin eller option i prissäkringen?

Denna sektion av arbetet utgörs av tre delar: Applikation och simulering, Statistiskt test, tolkning av data och slutligen applikation för företaget.

1. **Applikation och simulering.** Den fiktiva placeringsstrategin utförs. Vi jämför de fall då option valts mot det utfall som hade blivit om termin valts. Vi tittar även på de fall då spotkurs valts. Har vi i dessa fall lägre kostnader än för terminsköpen? Vi sammanställer slutligen totalt resultat av respektive strategi, alltså för samtliga tillfällen jämförs faktisk placering med placering i termin. För de fall då termin valts blir utfallet förstås 0, eftersom terminen då jämförs med sig själv. Kan vi säga att optionsstrategin eller spotkursstrategin varit lönsamma jämfört med den passiva terminsstrategin?
2. **Statistiskt test.** Vi sammanställer statistiska data kring de utfall som vi fått genom våra strategier. Medelvärde och standardavvikelse beräknas. Genom ett ensidigt t -test prövas därefter utfallen för de båda strategierna i föregående punkt statistiskt. Medelvärdena på de respektive strategiernas utfall minus med att köpa på termin testas för positiv olikhet med 0. Ger optionsstrategin eller spotstrategin högre faktisk avkastning? Eller är det kanske bättre med att placera i terminer?

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

3. **Tolkning av data.** Vad hade avkastningen blivit, och vad hade de faktiska kassaflödena blivit jämfört med den passiva prissäkringsstrategin? Vi översätter de siffror vi har enligt ovan till Rexams verkliga situation. Givet de inköp som företaget gjort historiskt, på vilken faktiskt nivå hade besparingarna varit?
4. **Applikation för företaget.** Hade företaget tjänat eller förlorat på att använda sig av en optionsstrategi eller spotkursstrategi enligt den modell som vi formulerat, istället för den terminsstrategi de i stort sett alltid använder? Om de skulle ha tjänat på en aktiv strategi, blir vår rekommendation för Rexam att anta en mer aktiv hedgingstrategi, baserad på vår statistiska metodik eller utforma en bättre. Vi formulerar generella råd för framtida prissäkring. Om vår slutsats blivit att en mer aktiv strategi inte är lönsam, blir rådet till företaget att fortsätta med sin aktuella strategi. Detsamma gäller då ingen konkret slutsats kan dras.

7 Resultat & Analys

7.1 Test av enhetsrot

För att veta om vi behöver differentiera tidsserierna genomför vi ett enkelt Dickey/Fuller-test för enhetsrot. Eftersom vi redan från början har starka misstankar om att vi kommer att behöva differentiera, nöjer vi oss med att göra testet för den fullständiga tidsserien på närmare 15 år, och låta det resultat vi får vara representativt för hela intervallet med alla dess olika simuleringar. En ytterligare anledning till detta är att DF-testet har väldigt låg styrka, vilket gör det osannolikt att vi skulle kunna förkasta enhetsrot i något av de kortare delintervallen ändå, eftersom dessa har betydligt färre frihetsgrader. Det skulle alltså troligen vara meningslöst att genomföra sådana test överhuvudtaget. Resultatet från ett DF-test med drift (konstant) visas i tabellen nedan.

Tabell 7.1

	DF-värde	Kritiska värden: 1% 5% 10%		
S	-2.407781	-3.4357	-2.8631	-2.5676
F	-2.388552	-3.4357	-2.8631	-2.5676
Förstadifferens S	-36.65546	-3.4357	-2.8631	-2.5676
Förstadifferens F	-49.26446	-3.4357	-2.8631	-2.5676

Vi ser att vi inte kan förkasta $H_0: \phi = 1$ för någon av de odifferentierade serierna, inte ens på 10 % signifikansnivå. Däremot kan vi, då serierna differentierats, med lätthet förkasta H_0 även på 1 % signifikansnivå. Följaktligen är de differentierade serierna OK att använda i våra regressionsmodeller.

7.2 Specificering av valda utgångsdatum

I analysen har vi varit tvungna att göra en avvägning av med hur täta tidsintervaller det är rimligt att göra simuleringar. För långa tidsintervaller ger oss problemet att vi får för få simuleringar, och därmed för få frihetsgrader i vår efterföljande statistiska analys. Det ger alltså ett reliabilitetsproblem. För täta observationer, däremot, gör att vi riskerar mäta samma sak flera gånger. En simulering utförd den 1:a april är sannolikt snarlik den som utförs den 5:e april, osv. Detta är alltså ett validitetsproblem. Vår avvägning blev att simuleringar

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

skulle genomföras med ca 6 månaders mellan rum, om så var möjligt. Varje simuleringsmodell baseras på ca tre års tidigare observationer. Detta gav oss följande datum för simulering, prognostisering och uppföljning:

Tabell 7.2

Simulering	Startdatum	Simuleringsdatum	Prognosdatum
1	1990-04-12	1993-01-04	1994-03-30
2	1990-08-31	1993-05-24	1994-08-17
3	1991-03-01	1993-11-19	1995-02-14
4	1991-08-16	1994-05-06	1995-08-01
5	1992-02-28	1994-11-18	1996-02-12
6	1992-09-01	1995-05-19	1996-08-13
7	1993-03-01	1995-11-17	1997-02-11
8	1993-09-01	1996-05-20	1997-08-13
9	1994-03-01	1996-11-19	1998-02-12
10	1994-09-01	1997-05-21	1998-08-14
11	1995-01-17	1997-10-06	1998-12-30
12	1995-07-17	1998-04-07	1999-07-01
13	1996-01-17	1998-10-09	2000-01-04
14	1996-07-17	1999-04-09	2000-07-04
15	1997-01-17	1999-10-12	2001-01-04
16	1997-07-17	2000-04-10	2001-07-04
17	1998-01-16	2000-10-11	2002-01-04
18	1998-07-17	2001-04-12	2002-07-08
19	1999-01-15	2001-10-12	2003-01-06
20	1999-07-16	2002-04-12	2003-07-07
21	1999-12-16	2002-09-11	2003-12-05
22	2000-05-15	2003-02-05	2004-04-30

Vi har alltså data som sträcker sig från 1993 till 2004, och 22 fiktiva placeringar mellan 1993 och 2004. Startdatumet är det datum då tidsintervallet som prognosmodellen baseras på börjar. Simuleringsdatum är det datum då en prognos görs utifrån prognosmodellen, och prognosdatumet är det datum för vilket man vill prognostisera spotkurs på aluminium.

7.3 Specificering av ARMA-modeller

I tabell 7.3 presenteras parametrarna för de respektive modellerna. Inom parantes anges standardavvikelsen för respektive parameter. "DF" avser förändring i terminskursen, dvs. den differentierade terminskursen.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Tabell 7.3

<i>DF</i>	<i>AR(1)</i>	<i>AR(2)</i>	<i>AR(3)</i>	<i>AR(4)</i>	<i>MA(1)</i>	<i>MA(2)</i>	<i>MA(3)</i>	<i>MA(4)</i>	<i>MA(5)</i>	<i>MA(6)</i>
1	1.148917 (0.040172)	-1.940460 (0.194243)	-1.467898 (0.308640)	-0.202580 (0.210844)	0.140175 (0.040642)	2.019635 (0.195620)	1.665494 (0.307077)	0.446302 (0.186871)	NA NA	NA NA
2	0.953981 (0.011987)	-1.129627 (0.241361)	-0.739775 (0.375476)	0.060197 (0.290383)	-0.104591 (0.062996)	0.974935 (0.242116)	0.425402 (0.331555)	-0.330595 (0.219003)	NA NA	NA NA
3	0.955693 (0.009360)	-1.369615 (0.004871)	-0.983317 (0.005786)	NA NA	NA NA	1.209669 (0.045099)	0.667893 (0.061657)	-0.294551 (0.064429)	-0.094689 (0.063401)	0.019420 (0.043755)
4	0.963372 (0.009113)	-0.150302 (0.042151)	-0.115591 (0.039581)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA
5	0.946091 (0.009858)	0.110903 (0.227993)	NA NA	NA NA	NA NA	-0.196899 (0.221734)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA
6	0.549585 (0.130859)	0.218307 (0.028068)	-0.107949 (0.022217)	NA NA	NA NA	0.258640 (0.060817)	0.616854 (0.058969)	NA NA	NA NA	NA NA
7	1.014173 (0.018725)	0.127350 (0.038024)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA
8	1.038866 (0.017526)	0.094893 (0.046242)	0.061289 (0.052288)	-0.830127 (0.046084)	NA NA	-0.004727 (0.056427)	-0.004541 (0.056695)	0.907772 (0.055102)	0.221443 (0.041300)	NA NA
9	1.043559 (0.020186)	0.134312 (0.038080)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA
10	1.053801 (0.020308)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	0.120868 (0.037908)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA
11	1.053801 (0.020308)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	0.120868 (0.037908)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA
12	1.074598 (0.021581)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	0.122100 (0.038004)	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA
13	1.148188 (0.025353)	0.871102 (0.156165)	0.344456 (0.255926)	-0.698315 (0.144536)	NA NA	-0.874499 (0.160881)	-0.318630 (0.260727)	0.626767 (0.164567)	0.102314 (0.057083)	0.015713 (0.046020)
14	1.185946 (0.029447)	0.999657 (0.217486)	0.044780 (0.351508)	-0.570034 (0.204731)	NA NA	-1.007936 (0.218028)	-0.009439 (0.367086)	0.461717 (0.225741)	0.121595 (0.039905)	NA NA
15	1.130699 (0.014880)	-0.320330 (0.751490)	0.039251 (0.764085)	NA NA	NA NA	0.305076 (0.747203)	-0.099934 (0.750664)	-0.042184 (0.064144)	0.041886 (0.074915)	NA NA
16	1.238449 (0.028610)	0.417830 (0.116826)	-0.534876 (0.105011)	-0.110507 (0.041609)	0.057201 (0.040438)	-0.415969 (0.115803)	0.581160 (0.102320)	NA NA	NA NA	NA NA
17	1.189884 (0.028612)	0.506531 (0.026463)	0.907975 (0.033934)	0.323247 (0.029871)	-0.831730 (0.022346)	-0.527479 (0.046381)	-0.951569 (0.030064)	-0.371563 (0.045088)	0.974391 (0.024093)	-0.044843 (0.038975)
18	1.163795 (0.022396)	-1.395552 (0.094818)	-1.411320 (0.069126)	-1.429859 (0.084987)	-0.653596 (0.076998)	1.459416 (0.083318)	1.465964 (0.070504)	1.408958 (0.080071)	0.701356 (0.064566)	NA NA
19	1.212062 (0.027380)	-1.509244 (0.078613)	-1.511364 (0.092432)	-1.414179 (0.087594)	-0.783737 (0.065466)	1.568277 (0.077958)	1.529914 (0.113527)	1.342716 (0.109337)	0.778593 (0.064703)	NA NA
20	1.221359 (0.029032)	-0.495262 (0.171120)	-0.907194 (0.023763)	-0.628814 (0.170330)	NA NA	0.531700 (0.172820)	0.851900 (0.045375)	0.594549 (0.162625)	0.036472 (0.055418)	-0.074307 (0.044388)
21	1.197504 (0.028296)	-1.415092 (0.111640)	-1.534231 (0.105403)	-1.438670 (0.098093)	-0.750679 (0.117023)	1.485683 (0.097300)	1.626594 (0.094351)	1.498615 (0.090201)	0.821617 (0.103778)	NA NA
22	1.196939 (0.027787)	-0.833815 (0.015479)	-0.835815 (0.004631)	-0.970217 (0.015792)	NA NA	0.832375 (0.017578)	0.851648 (0.004992)	0.973862 (0.020547)	NA NA	NA NA

Vi ser att i en majoritet av fallen är parametern för förändring i femton månaders forward kurs högre än ett. Detta antyder att spotkursen är mer volatil än forwardkursen, samtidigt som spotkursens rörelser följer rörelser i terminkursen. Avvikelser från detta förekommer framför allt i de tidiga simuleringarna, då båda kurserna också är mycket volatila, särskilt forwardkursen. Detta kan ses i diagram 1 i appendix 1. Intercept har också utelämnats i samtliga regressioner, då dessa ej visat sig vara signifikanta och inte bidragit till

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

regressionen. Detta är också intuitivt; Det vore orimligt att tänka sig att endera kursen hade under någon längre tidsperiod skulle uppvisa en tillväxt som var högre än den andra kursens. Vi har valt att utelämna förklaringsgrad eftersom denna generellt är ett opålitligt mått i tidsserieanalys. Vi har valt modell utifrån informationskriterierna AIC och SIC samt LR-test, inte R^2 .

7.4 Prognostisering av väntevärde och jämförelse med faktiska data

I tabellen nedan presenteras de prognostiserade värdena för framtida spotpris på aluminium. Där visas även faktiskt spotpris, och terminspris, som är en approximering av framtida spotpris. Det terminspris som anges avser ett kontrakt som ingåtts 15 månader tidigare för att köpa rå aluminium. Detta är också den tidpunkt då våra prognoser görs, så det kan vara avgörande för hedgingvalet hur prognostiserat pris förhåller sig till terminspris vid denna tidpunkt. Kolumnen ”prognos närmare?” anger huruvida vår prognos utgör en bättre approximation av framtida spotpris än vad terminspriset gör eller ej, dvs. om det är ”en bättre gissning”.

Tabell 7.4

	<i>Prognostiserat spotpris</i>	<i>Terminspris</i>	<i>Faktiskt spotpris</i>	<i>Prognos närmare?</i>
1	\$1 279,4	\$1 363,0	\$1 309,0	Ja
2	\$1 397,5	\$1 232,0	\$1 447,5	Ja
3	\$1 715,0	\$1 146,0	\$1 814,0	Ja
4	\$1 681,2	\$1 428,0	\$1 853,0	Ja
5	\$1 772,2	\$1 822,0	\$1 621,0	Ja
6	\$1 498,5	\$1 733,0	\$1 468,0	Ja
7	\$1 481,4	\$1 762,0	\$1 542,0	Ja
8	\$1 558,9	\$1 627,0	\$1 695,0	Nej
9	\$1 444,1	\$1 528,0	\$1 499,0	Nej
10	\$1 376,1	\$1 673,0	\$1 309,0	Ja
11	\$1 289,0	\$1 640,0	\$1 245,5	Ja
12	\$1 354,9	\$1 507,0	\$1 381,0	Ja
13	\$1 566,7	\$1 415,0	\$1 615,0	Ja
14	\$1 525,1	\$1 308,0	\$1 553,0	Ja
15	\$1 464,3	\$1 525,0	\$1 533,5	Nej
16	\$1 462,2	\$1 533,0	\$1 438,0	Ja
17	\$1 357,6	\$1 547,0	\$1 336,5	Ja
18	\$1 384,6	\$1 522,0	\$1 362,0	Ja
19	\$1 303,7	\$1 355,0	\$1 341,5	Nej
20	\$1 324,8	\$1 428,0	\$1 413,0	Nej
21	\$1 471,8	\$1 412,0	\$1 552,0	Ja
22	\$1 643,0	\$1 420,0	\$1 653,5	Ja

Som framgår av tabellen är prognosen en bättre approximation i en majoritet av simuleringarna. Vi har alltså i 78 % (13 av 22) av fallen en bättre approximation av framtida spotkurs än vad terminskursen ger. Att vi kan göra så bra gissningar antyder att vi skulle kunna tjäna pengar även på osäkrade inköp, det vill säga strategier där varken optioner eller terminer är aktuella, utan bara spotkursköp. Detta är förstås mycket riskabelt, men likväl en tänkbar strategi om vi tror oss kunna göra bra gissningar.

7.5 Valda strategier och faktiskt utfall, optioner

I tabellen nedan visas förväntad avkastning av den ”bästa optionen” utifrån de simuleringar vi genomfört, samt faktisk avkastning av den placering som väljs jämfört med placering i termin. Anledningen att vi redovisar våra resultat på detta sätt är att den typiska strategin för Rexam är att köpa på termin, och vi vill se om vi kan överträffa detta kostnadsmässigt.

- Kolumnen $E[r]$ avser förväntad besparing (se avsnitt 6.3) som andel av terminskostnad. Om denna variabel är positiv väljs placering i option⁶⁵. Om variabeln är negativ, uttrycker den förväntad avkastning på bästa option, som alltså inte väljs. Detta avser alltså den option som ger bäst förväntad avkastning jämfört med andra optioner, inte jämfört med terminer.
- I kolumnen ”Payoff%” visas faktisk avkastning av denna optionsstrategi uttryckt som procentuell fördel av att välja option framför termin.
- I kolumnen ”Val av hedgingstrategi” anges vilken strategi som rekommenderas enligt vårt tillvägagångssätt, och som följaktligen väljs i vår fiktiva placeringssimulering. I vissa situationer är det optimalt att helt enkelt välja att köpa på termin.
- I kolumnen ”Utfall strategi” presenteras det faktiska utfallet för den strategi som valts. Eftersom utfallet jämförs med ett terminskontrakt, blir utfallet lika med 0 för de fall då köp med termin valts. Poängen med vår modell är ju som bekant att hitta strategier som överträffar terminen, inte spotkursen. Här uttrycks utfallet i relativa termer, dvs. som en procentuell ”avkastning”.
- I kolumnen ”Absolut utfall” anges utfallet i absoluta termer, dvs. dollar per ton aluminium.

⁶⁵ Observera att vi nu uttrycker besparingen i positiva termer, inte negativa som i avsnitt 6.3

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Tabell 7.5 Förväntat och faktiskt utfall av optionsstrategi

	<i>E[r]</i>	<i>Payoff % option</i>	<i>Val av hedgingstrategi</i>	<i>Utfall strategi</i>	<i>Absolut utfall</i>
1	0,0294	0,06675	Optionskontrakt med lösenpris 1525	0,0668	\$90,9834
2	0,1235	0,08819	Optionskontrakt med lösenpris 975	0,0882	\$108,6440
3	0,3609	0,08153	Optionskontrakt med lösenpris 950	0,0815	\$93,4295
4	0,0760	0,07105	Optionskontrakt med lösenpris 1150	0,0711	\$101,4600
5	-0,3269	0,00511	Terminkontrakt med pris 1822	0	\$0,0000
6	-0,1673	0,04038	Terminkontrakt med pris 1618	0	\$0,0000
7	-0,0016	0,18198	Terminkontrakt med pris 1762	0	\$0,0000
8	-0,0242	-0,00352	Terminkontrakt med pris 1627	0	\$0,0000
9	0,0147	0,06464	Optionskontrakt med lösenpris 1875	0,0646	\$98,7716
10	-0,0167	0,18133	Terminkontrakt med pris 1673	0	\$0,0000
11	-0,0090	0,18250	Terminkontrakt med pris 1640	0	\$0,0000
12	0,0793	0,13531	Optionskontrakt med lösenpris 1875	0,1353	\$203,9127
13	0,0429	0,06455	Optionskontrakt med lösenpris 1125	0,0646	\$91,3447
14	0,0519	0,05083	Optionskontrakt med lösenpris 1075	0,0508	\$66,4867
15	0,0085	0,04543	Optionskontrakt med lösenpris 1875	0,0454	\$69,2792
16	-0,0011	0,10930	Terminkontrakt med pris 1533	0	\$0,0000
17	-0,0116	0,13587	Terminkontrakt med pris 1547	0	\$0,0000
18	-0,0058	0,10478	Terminkontrakt med pris 1522	0	\$0,0000
19	0,0323	0,03699	Optionskontrakt med lösenpris 1875	0,0370	\$50,1198
20	0,0592	0,03478	Optionskontrakt med lösenpris 1875	0,0348	\$49,6723
21	0,0073	0,04021	Optionskontrakt med lösenpris 1125	0,0402	\$56,7736
22	0,0113	-0,00997	Optionskontrakt med lösenpris 1200	-0,0100	-\$14,1520

Det framgår att i somliga fall hade en annan strategi varit att föredra. Vi missade ett flertal tillfällen att spara pengar genom optioner, och vid ett tillfälle förlorade vi på att genomföra en optionsstrategi. Vårt fel har alltså varit att antingen förvänta positivt utfall fast verkligt utfall blev negativt. Detta gäller fall 22. I simulering 5 – 7, 10, 11 samt 16 –18 valdes terminköp trots att en optionsstrategi hade varit mer lönsam. Detta antyder antingen att vårt valkriterium eller vår statistiska modell, eller båda, kan förbättras avsevärt.

Dock kvarstår faktum att för de flesta fall då option valts framför termin, har detta val lönat sig, vilket ju var poängen med vår modell från början. Så i detta hänseende måste vi vara nöjda med strategins generella utfall, särskilt eftersom vi bara vid ett enda tillfälle får en högre kostnad än terminköp. Om vi så bara vid ett enda tillfälle kan göra en placering i option istället för termin, och detta lönar sig, kan vi säga att vår optionsstrategi är lönsam. För att kunna dra någon säkrare slutsats om huruvida vår modell för strategival är lönsam att använda måste vi hursomhelst testa detta statistiskt.

7.6 Valda strategier och faktiskt utfall, spotkurs

Vi har även valt att studera vad som händer om vi väljer alternativet att helt slopa prissäkring, om vi tror att det framtida priset kommer att vara lägre än terminspriset. Kolumnerna i tabell 7.6 motsvarar analogt kolumnerna i tabell 7.5. Liksom i tabell 7.5 är det kolumnen $E[r]$ som avgör val av strategi.

Tabell 7.6

	$E[r]$	Payoff % spot	Val av strategi	Utfall strategi	Absolut utfall
1	0,0653	0,0413	Köp till spotkurs 1309	0,0413	54
2	-0,1184	-0,1489	Köp på termin 1232	0	0
3	-0,335	-0,3682	Köp på termin 1146	0	0
4	-0,1506	-0,2294	Köp på termin 1428	0	0
5	0,0664	0,124	Köp till spotkurs 1621	0,124	201
6	0,006	0,1022	Köp till spotkurs 1468	0,1022	150
7	0,1894	0,1427	Köp till spotkurs 1542	0,1427	220
8	0,0437	-0,0401	Köp till spotkurs 1695	-0,0401	-68
9	0,0581	0,0193	Köp till spotkurs 1499	0,0193	29
10	0,2158	0,2781	Köp till spotkurs 1309	0,2781	364
11	0,2601	0,3167	Köp till spotkurs 1245,5	0,3167	394,5
12	0,1123	0,0912	Köp till spotkurs 1381	0,0912	126
13	-0,0969	-0,1238	Köp på termin 1415	0	0
14	-0,1423	-0,1578	Köp på termin 1308	0	0
15	0,0414	-0,0055	Köp till spotkurs 1533,5	-0,0055	-8,5
16	0,0484	0,0661	Köp till spotkurs 1438	0,0661	95
17	0,1395	0,1575	Köp till spotkurs 1336,5	0,1575	210,5
18	0,0992	0,1175	Köp till spotkurs 1362	0,1175	160
19	0,0394	0,0101	Köp till spotkurs 1341,5	0,0101	13,5
20	0,0779	0,0106	Köp till spotkurs 1413	0,0106	15
21	-0,0406	-0,0902	Köp på termin 1412	0	0
22	-0,1358	-0,1412	Köp på termin 1420	0	0

Även här är det tydligt att vissa val inte varit optimala. Simulering 8 och 15 har exempelvis gett negativ avkastning, tvärtom våra prognoser. Dock kan vi konstatera att samtliga fall då termin prognostiserats vara mindre kostsam, har så också varit fallet. Man kan alltså lite klumpigt säga att vi ”gjort bra val” i fler fall för spotkursstrategin än för optionsstrategin. Detta ger en antydning om att felet oftare ligger i vårt optionsval snarare än i våra prognoser. Även avsnitt 7.4 stöder detta påstående, men det ligger utanför ramen för denna uppsats att djupare utreda detta. Å andra sidan bör nämnas att vi i två fall, jämfört med ett för optionsstrategin, får ett negativt utfall.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Hursomhelst ger spotkursstrategin generellt ett tillfredsställande utfall. Terminköp ratas i en majoritet av de fiktiva placeringarna. För att avgöra lönsamheten i strategin, måste vi dock utföra statistiska test.

7.7 Statistisk säkerställning med t-test

7.7.1 Optionsstrategin

För att testa om vår optionsplaceringsmodell ger oss strategier som har lägre kostnad än att köpa på termin, testar vi om medelvärdena av utfallen i tabell 7.5 är signifikant positivt. Vi har

$$H_0: \mu \leq 0$$

$$H_1: \mu > 0$$

Vår nollhypotes är alltså att medelvärdet är lägre än 0, och t-test ger

Tabell 7.7

	μ	σ	n	t_{obs}	$t_{\alpha=5\%,df=21}$	p-värde
Relativt utfall	0,03501	0,03937	22	4,171	1,721	0,000216
Absolut utfall	48,49	55,50	22	4,098	1,721	0,000257

Där μ är medelvärde, σ är standardavvikelse, n är antal observationer, t_{obs} är observerat t-värde, $t_{\alpha=5\%,df=21}$ är kritiskt värde för $\alpha = 5\%$ och 21 frihetsgrader, samt p-värde är den lägsta signifikansnivå där vi kan förkasta H_0 .

Vi ser alltså att vi på 5 % signifikansnivå kan förkasta H_0 . Utfallet är därmed signifikant positivt. Detta innebär att vår strategivalmodell för prissäkring med optioner har en förväntad positiv lönsamhet framför att bara använda terminer. Förväntad avkastning är ca 3,5 % högre med vår modell jämfört med terminer. Detta motsvarar 48,5 USD per ton aluminium. Vidare kan sägas att mätning i relativa eller absoluta tal inte verkar ha någon nämnvärd betydelse.

7.7.1 Spotkursstrategin

För spotkursstrategin blev utfallet som följer av tabell 7.8.

Tabell 7.8

	μ	σ	n	t_{obs}	$t_{\alpha=5\%,df=21}$	p -värde
Relativt utfall	0,0651	0,0941	22	3,244	1,721	0,00194
Absolut utfall	88,909	125,2	22	3,3307	1,721	0,00159

Vi ser här att vi även i detta fall kan förkasta nollhypotesen om negativt utfall. Vi har en förväntad avkastning på 6,5 %, motsvarande ca 89 USD per ton. Spotstrategin är alltså mer lönsam än optionsstrategin, men också mer riskabel med en standardavvikelse på 125, mer än dubbelt så högt som för optionsstrategin. Detta avspeglar i siffror den större risk som en investerare tar på sig genom att välja köp på avistakurs istället för option.

8 Resultatdiskussion

8.1 Sammanfattning

Vi har simulerat 22 placeringssituationer och valt att köpa med option i 13 av 22 fall. Våra prognoser var i 17 av 22 fall närmare den framtida spotkursen än vad terminskursen var.

Vår strategivaldsmodell för optioner ger en förväntad kostnad som är 48,5 USD lägre än att köpa på termin. För ett företag som årligen är exponerade för inköpet av 100 000 ton aluminium (se avsnitt 3.2.2) motsvarar detta med enkel aritmetik 4,9 miljoner dollar. Denna siffra är ett genomsnittligt värde för den period för vilken analysen genomförts. Den svarar därmed inte exakt mot tänkta framtida vinster av att använda denna strategi. Men eftersom den långsiktiga framtida utvecklingen för aluminiumpriserna är omöjliga att förutspå, fungerar den som en bästa approximation.

Spotkursstrategin, å andra sidan, har ett förväntat utfall på 89 USD per ton. Detta motsvarar nästan 9 miljoner amerikanska dollar per år. Återigen ska denna siffra ses som en bästa approximation av framtida kostnadsfördelar med denna strategi, baserad på en begränsad analysperiod. Värt att nämna är hursomhelst att spotkursstrategin är nästan dubbelt så lönsam som optionsstrategin, men *mer* än dubbelt så riskabel (mätt i standardavvikelse). I en situation då Rexam väljer att köpa in en del av på annat sätt än termin, kan det vara värt att notera de ekonomiska effektivitetsimplikationerna av detta faktum. Optionsstrategin ger alltså mer avkastning per enhet risk.

Det är självklart möjligt för Rexam att använda sig av fler inkomstalternativ, t.ex. säljoptioner i de situationer då köpoptioner inte är intressanta. Men då går man ifrån prissäkringstanken och ägnar sig snarare åt spekulation, vilket ju inte är syftet från början. Men självfallet finns dock alternativet med olika portföljer av optioner, t.ex. för att åstadkomma en önskat intervall för den totala kostnaden, eller en för att passa en viss riskprofil och så vidare. En kreativ finansekonom lär kunna se många möjligheter.

En faktor vi inte har valt att studera närmare i uppsatsen är risk. Riskbegreppet är självklart av stor betydelse när Rexam efter att ha tagit del av denna analys står inför valet att använda sig av en mer aktiv prissäkringsstrategi. Syftet med vår uppsats – att studera om Rexam

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

aktivt bör arbeta mer aktivt med en prissäkringsstrategi – besvaras med de vinster som vår studie påvisar att det finns att göra, baserat på historisk data analys. Rexams förhållning till den nya information de erhåller genom vår studie, är något vi omöjligen kan hantera i denna uppsats. Företagets ”nya” förhållning till den ökade risken kontra sänkta inköpskostnader är nästa steg i ledet till det faktiska genomförandet av en mer aktiv prissäkringsstrategi. Värt att nämna är att Rexam idag har en mycket riskavert hållning till sina prissäkringar av råvaruinköp och inte har som strategi att öka risken och härav kostnaderna för dessa inköp. Vi menar, och visar genom vår studie, att möjligheterna finns till att sätta ökad fokus på sin prissäkringsstrategi. Genom Rexams ökade medvetenhet om alternativa prissäkringsstrategier, har de en möjlighet att själva komponera en kombination av instrument som med deras eventuellt förändrade hållning till risk, kan ge ökade förtjänstmöjligheter.

8.2 Kommentarer

8.2.1 Tänkbara brister i modellen

Sammanfattningsvis har vår modell fungerat relativt bra. Men det kan inte uteslutas att en bättre modell kan utformas. I vår modell har vi enbart inkluderat terminspris samt ARMA-processer. Framför allt kan vi inte utesluta att viktiga förklarande variabler uteslutits från regressionen. Exempel på sådana variabler är fundamentala faktorer bakom prisbildningen på aluminium såsom

- Efterfrågan på aluminiumrelaterade produkter och förväntningar därom
- Världstillgång på bauxit och förväntningar därom
- Enerkipriser (avgörande för elektrolyskostnaden för aluminium) och förväntningar därom
- Statliga subventioneringar för användning av specifikt utvalda metaller
- Miljö- och lagstiftningsmässiga faktorer, med mera.

Vidare kan vi inte utesluta att en bättre modell för val givet framtidsprognoser kan formuleras. Detta följer av avsnitten 7.5 och 7.6, där vi ser att de val vi gjorde inte alltid varit optimala. Huruvida detta beror på oförutsägbara omständigheter eller inte kan vi inte veta.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag – Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Men en annat teoretiskt, eller kanske rent av statistiskt, valkriterium för optionsplacering eller spotkursplacering hade kanske dessa val kunnat förbättras, så att lägre kostnader uppnåtts. Detta kan som sagt inte uteslutas.

8.2.2 Övriga funderingar

Rexams dominans på aluminiummarknaden är stark. Företaget har som stor inköpare makt att påverka marknadspriset i viss mån genom sina inköp. Därmed kan det vara svårt att förutse de marknadsmässiga konsekvenserna av en radikalt skiftad inköpsstrategi. Det är dock viktigt att komma ihåg två saker.

För det första är vår analys inte genomförd i någon slags laboriemiljö, utan utgår från marknadsmässiga förhållanden. Vi har ingen anledning att utgå ifrån att Rexams val att handla med optioner istället för terminer skulle påverka lönsamheten negativt. Även om detta beteende trots allt skulle påverka marknaden, är optioner mer lönsamma då marknaden är volatil. Detta talar för att strategin, och därmed vår analys, är legitim att använda. För det andra är det Rexam själva som avgör i hur stor utsträckning de vill använda sig av en prissäkringsstrategi av det slag vi föreslår. Det är upp till företaget att bedöma hur olika strategier kan tänkas påverka marknaden. Utifrån denna bedömning och utifrån den riskstrategi som företaget använder, kan Rexam sen göra ett upplevt bästa val.

8.3 Rekommendation till Rexam

Vi har genom samtal med Rexam fått uppgifter om att företagets prissäkringsstrategi är nästan helt passiv. Företaget gör med andra ord i stort sett alla sina aluminiuminköp på termin, och bara i undantagsfall köper man med option eller till spotpris för den delen. Vi har visat att en mer aktiv prissäkringsstrategi, om än mer riskabel, är mer lönsam för företaget. Då Rexam är ett företag som i hög grad är beroende av kostnadsminimering för sin lönsamhet, blir vår rekommendation till företaget som följer:

1. Anställ en person som på heltid arbetar med att utarbeta bästa möjliga prissäkringsstrategi.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

2. Rexams riskpreferenser har ingen betydelse för den specifika analys vi har genomfört i denna uppsats. Analysen visar vilket prissäkringsalternativ som förväntas vara mest ekonomiskt effektivt i *absoluta termer*, inte vilket alternativ som vore bäst med hänsyn till *avkastning kontra risk*. Vi vill visa för Rexam att det finns möjligheter att sänka kostnaderna för inköp av aluminium om de hade arbetat mer aktivt med att analysera prissäkringsalternativen. Det är upp till Rexam själva att välja hur de vill hantera den informationen vi tillhandahåller dem som en följd av att deras medvetenhet ökar vid upplysningen om hur prisbilden av deras råvaruinköp skulle kunna sett ut. Det är självfallet en möjlighet för Rexam att enbart göra en viss *andel* av sina aluminiuminköp i optioner (eller spot) för att på så sätt sprida sina risker. Detta är återigen inget vi diskuterar i denna uppsats, vi vill enbart visa alternativen för en aktiv inköpsstrategi.

Man skulle kunna hävda att denna uppsats syfte har en inneboende paradox. Denna paradox är att vi undersöker möjligheter för ett extremt riskavert företag att spara pengar genom att ta på sig extra risk. Man kan fråga sig varför ett företag som gör nästan alla sina aluminiuminköp på termin skulle vara intresserade av att öka sin risk, och häri ligger paradoxen. Vår poäng är att vi anser att Rexam är överdrivet riskaverta. Vi har i denna uppsats visat att det med relativt liten risk går att spara stora pengar. Vi ser det förstås heller inte som rimligt att Rexam skulle komma att skifta hela sin hedgingstrategi till optioner eller spot, baserat på dessa resultat, eftersom detta sannolikt skulle ha stora effekter för företaget och eventuellt även marknaden.

Däremot vill vi försöka övertyga Rexam om att det vore rationellt att öka sin prisexponering en aning för att på så sätt kunna nå högre lönsamhet. I vår intervju med Alex Jennings har vi kommit underfund med att acceptansen för den här sortens idéer inom Rexam är större än man skulle kunna tro. Våra tankar och idéer togs emot med nyfikenhet. Vi tror inte att Rexam är så riskavert som företagets passiva prissäkringsstrategi ger sken av. Snarare tror vi att denna strategi är ett resultat av gamla rutiner och vanor, tröga organisatoriska förändringsprocesser samt osäkerhet på individnivå.

8.4 Förslag på framtida forskning

Det kunde vara intressant att ytterligare följa upp på de faktorer som kan påverka ett företag av Rexams karaktär och som ger ökad förståelse för hur en aktiv prissäkring skall se ut.

Som vi nämnt tidigare har vi i olika fall gjort dåliga val, även om våra val på det hela taget har varit bra. En utvidgning av den i detta arbete presenterade modellen med ytterligare mängd av data för att i ännu större grad kunna ge förslag och påvisa vilka alternativ som finns, skulle vara bra för att ytterligare påvisa eventuella fördelar med en mer aktiv prissäkrings-strategi. Speciellt metoden för val av optioner kan sannolikt förbättras. Detta är ett tänkbart ämne för framtida studier.

Utifrån de möjligheter vi har presenterat och som leder till lägre inköpskostnader av aluminium, är riskbegreppet något som är mycket intressant och ytterst viktigt att studera vidare. Att tillsammans med Rexam arbeta vidare på en modell som inbegriper risken som en faktor utifrån Rexams framtida och kanske nya kriterier, är ett uppslag till en ny uppsats av stor betydelse för inte minst Rexam.

Källor

Litteratur:

Brealey, R. & Myers, S, 2000, *Principles of Corporate Finance*, Irwin McGraw-Hill.

Campbell, John Y – Lo, Andrew W – MacKinlay, Craig A, 1997, *The econometrics of financial markets*, Princeton university press.

Eiteman D.K. – Stonehill, A.I. – Moffet, M.H. 1998, *Multinational Business Finance*, Addison-Wesley Publishing Company.

Franses, Philip Hans, 1998, *Time series models for business and economic forecasting*, Cambridge university press.

Grinblatt, Mark – Titman, Sheridan, 2002, *Financial markets and corporate strategy*, Irwin McGraw-Hill.

Haugen, Robert A, 2001, *Modern investment theory*, Prentice-Hall.

Halvarson, 1992, *Samhällsvetenskaplig metod*, Studentlitteratur

Hamilton, James D, 1994, *Time series analysis*, Princeton university press.

Hill, Carter R – Griffiths, William E – Judge, George G, 2001, *Undergraduate econometrics*, Wiley.

Holme, Solvang, 1997, *Forskningsmetodik*, Studentlitteratur

Hull, John C, 2000, *Options, futures and other derivatives*, Prentice-Hall.

Lee, Cheng F – Lee, John C – Lee, Alice C, 2000, *Statistics for business and financial economics*, World Scientific Publishing.

Aktiv prissäkringsstrategi i ett råvaruintensivt företag –
Kan det ge förbättrad lönsamhet?

Sandin, Alf, 1980, *Risk Management och Försäkring*, Liber läromedel.

Shapiro, A, 1996, *Multinational financial management*, Prentice-Hall International.

Verbeek, Marno, 2004, *A guide to modern econometrics*, andra upplagan, Wiley.

Artiklar:

Goone, D, 2000 *Futures versus Forwards: Implications of FAS 133*”, Derivatives Quarterly; Vol 6.

Elektroniska källor:

www.eaa.com

www.rexam.com

www.sparbankenfinn.se

Räntor amerikanska statsskuldväxlar:

<http://www.federalreserve.gov/releases/h15/data.htm>

Övriga källor:

Prisuppgifter aluminium: Michael Crowe, Marketing executive commodities - London metal exchange (LME), Mars 2004

Implicita volatiliteter: Investmentbankdatabas (En välkänd investmentbank – som av konfidentialitetsskäl inte önskar bli omnämnda i denna uppsats)

Risikanalysbegreppet:

<http://www.sis.se/projekt/lis/pdf-filer/risikanalys.pdf>

Intervju med Alex Jennings, Purchase Manager för Rexam Ltd, Luton, Storbritannien, Mars 2004.

Appendix 1

Diagram 1: Avista- och 15 månaders terminspriser, USD per ton rå aluminium från 1988 t.o.m. 2004

