EKONOMI
HÖGSKOLAN
Lunds universitet

**Företagsekonomiska
Institutionen**

**Magisteruppsats
Höstterminen 2004**

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

Författare:
Martin Olsvenne
Tobias Björklund

Handledare:
Hossein Asgharian

Sammanfattning

Nyckelord:

Hedging, Option, Aluminium, Rexam, Tidsserieanalys.

Abstract:

Uppsatsen undersöker om vi genom statistisk och ekonomisk analys kan förbättra det brittiska Aluminiumföretaget Rexams prissäkringsstrategi vid inköp av råvaran aluminium, genom användning av olika kontraktuella avtal.

Rexams nuvarande strategi innebär att de ett år innan en viss period säkrar hela det nästkommande årets aluminiuminköp med hjälp av terminer. På så sätt har Rexam eliminerat en stor del av osäkerheten i företagets varuinköp. Rexam är mer intresserade av att kunna leverera ett säkrare estimat av kommande års resultat än av att göra kortsiktiga kostnadsreduktioner.

Vårt förslag innebär att Rexam lämnar 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 göra sig en bättre vinst. Riskerna stiger givetvis något i och med att ytterligare instrument med större risk används, men på det stora hela finns det möjlighet till ökad ekonomisk vinst genom lägre inköpspriser av aluminium. Genomförandet av förslaget innebär att Rexam anställer en ansvarig person som arbetar aktivt med inköpet av Aluminium. Vårt modellerande in 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 2,5-3 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.

Innehåll

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Att vara säker på vad man får betala för en vara idag, även om man får den levererad i framtiden, är för många företag en nödvändighet för att kunna hantera volatila priser och därav undvika ett kraftig 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 man inte säkert känner till det reella priset 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 man hade handlat varan till reellt marknadspris.
Olja, koppar och aluminium är exempel på råvaror där handel med framtida priser är ofta 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, och tillika de som används i vårt analysarbete, är terminer och optioner. Många företag köper även varor till marknadspris (avistapris/spotpris), det vill säga de betalar dagspris för en vara för omgående leverans. Vi kommer låta vår analys omfatta även detta riskabla alternativ.

Att välja något av ovanstående köpsätt är ingen självklarhet. Köpsätten, och då framförallt terminer och optioner, 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 mindre företag ägnar inte tid och pengar till att genomföra en grundlig analys av marknaden för att avgöra om det finns bättre och sämre tillfällen att välja strategi för råvaruköpet. Därav väljer man ofta en prissäkringsstrategi baserad på relativt banala analyser, men där det framtida priset är känt. Det kan även för större företag vara frestande att ta det säkra framför det osäkra och köpa på termin.

Företaget Rexam i London ägnar sig åt behandling av rå aluminium som de tillverkar olika produkter av. Företaget köper varje år in mycket stora kvantiteter av rå aluminium.

Aluminium utgör därmed en betydande del av Rexams kostnadsstruktur, och är det följaktligen av mycket stort intresse att hålla kostnaden för detta på en låg nivå. Trots detta har företaget en mycket passiv prissäkringsstrategi; Man köper i princip all sitt råaluminium på termin. Vi har fått i uppdrag av Rexam att undersöka om det finns lönsamma alternativ till denna strategi. Den europeiska metallmarknaden är likvid och man handlar i 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 optimal och 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 man via historiska faktorer får möjlighet till att studera dessa faktorers 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 man gör 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 prissäkringsstrategi i framtiden, givetvis baserat på historiken, för att kunna uppnå ökade marginaler.

1.3 Syfte

Syftet med uppsatsen är att undersöka om det går att utforma en modell för val av prissäkringsstrategi för aluminiumföretaget Rexam, som överträffar deras tidigare prissäkringsstrategier i kostnadseffektivitet för inköp av rå aluminium.

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 ett företags nuvarande inköpsstrategi jämförs med den ”optimala” inköpsstrategin 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 är en av världens största tillverkare av bland annat aluminiumburkar. Rexam säljer vidare sin slutprodukt till dryckestillverkare, ex. Coca Cola Company. De använder nästan uteslutande terminskontrakt vid köp av aluminium. Vi har i vår teoretiska del valt att begränsa oss till definitioner av forwards, futures och köpoptioner, då det är prissäkringsmekanismen vi eftersträvar att analysera.

2 Metod

2.1 Kvantitativ respektive kvalitativ metod

I denna uppsats har en kvalitativ metod valts, där valet ligger vid ett företags prissäkringsstrategi som jämförs med en optimal, enligt de förutsättningar som bestäms av analysen, prissäkringsstrategi av råvaruinköpen. Den kvalitativa metoden fokuserar på ett fåtal undersökta objekt, men tillika en mer djupgående analys[1]. Detta är ett medvetet val då vi arbetar med ett specifikt företag som enskilt forskningsobjekt.

Den kvantitativa metoden har inte valts. Dock finns det kvantitativa element, såsom den statistiska analysen, vilken baseras på aluminiumpriset i ett finansiellt perspektiv och tänkbara faktorer som kan påverka detta. Trots att denna analys förvisso kan vara av intresse för andra aktörer, är detta endast ett redskap för att utreda huruvida företaget har en optimal prissäkringsstrategi eller inte. Detta är något som ej nödvändigtvis går att generalisera till andra företag eller organisationer. Med andra ord går analysen på djupet, och inte på bredden dvs. analysen är kvalitativ, trots att kvantitativa arbetsmetoder används i stor utsträckning.

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 teori[2].
Den deduktiva metoden avser att först studeras en teori varefter observationerna kan ta vid[3]. Man brukar säga att undersökningar där man använder sig av hypoteser har ett deduktivt drag, eftersom man med hjälp av teorin och den applicerbara empirin vill visa hur de faktiska förhållandena ser ut[4].

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

[1] Halvorsen, Samhällsvetenskaplig metod, Studentlitteratur 1992, sid. 82
[2] ibid sid 15
[3] ibid
[4] ibid sid 45

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. andrahandskällor[5].
I vår undersökning använder vi oss inte av några nya *kvantitativ* 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 förstahandskälla av *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 tidsserie-analysen.
Nödvändig datainformation kunde hittas med hjälp av London Metal Exchange, Amerikanska Federal Reserve, en välkänd investmentbank (som föredrar att inte nämnas här av konfidentialitetsskäl) för implicita volatiliteter, samt hos inköpsavdelningen på Rexam.

2.4 Källgranskning

När man granskar källor skall datan granskas med följande aspekter på kvaliteten: Ursprung, Observation, Användbarhet och Tolkning[6].

[5] Holme Solvang, Forskningsmetodik, Studentlitteratur 1997, sid 132.
[6] Holme, Solvang, Forskningsmetodik, Studentlitteratur 1997, sid 130

2.4.1 Observation

Att observera innebär at 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 man säga 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 välkänd 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.
Självklart har 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. 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 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 offentliga presentationer kan utläsa dess riktighet, den är så att säga tillgänglig för alla.

2.4.3 Tolkning

Den data som tolkas i källorna till uppsatsen är område för att tolkas under de omständigheter som gjorde sig gällande vid datans uppkomst och insamling.
Den data som använts i denna uppsats ligger inte i farozonen för att tolkas på ett mer eller mindre felaktigt sätt ur ett tolkningsperspektiv från en datainsamlare.
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 innehålla felaktigheter. Det finns dock ett förtroende till LME och den information de erbjuder i sina databaser bl.a. baserat på deras långa historik inom området. Den mänskliga faktorn finns givetvis med här också, men vi måste hålla oss tillförlitliga till rådande information. Finns det t.ex. outliers i datamaterialet kan det vara aktuellt att undersöka och validera dessa. Vi utgår ifrån att datan är tillförlitlig. Givetvis gäller ovan nämnda möjlighet till felaktigheter även för den investmentbank där vi erhållit information angående volatiliteter. Vi tror dock att även den information vi erhållit härifrån är användbar och tillförlitlig.

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 studien[7].

[7] Halvarson, sid. 41-42

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 man uppnå 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 man bör som läsare ha detta 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 specifik strategi, och är därmed acceptabel.

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 man vill mäta egentligen mäts. Vad är relevansen med den den undersökta datan och har den någon betydelse för studien? Detta är viktiga begrepp vad gäller validiteten av undersökningen[8].

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 i så stor del den teoretiska delen, utan framför allt den empiriska. Vi använder oss av de mest troliga

[8] Halvarson, sid. 41-42

variablerna för att stärka det teoretiska resultatets kvalitet. På så sätt kan vi uppnå en ökad validitet i resultatet av vår studie.

3 Rexam: Omvärld och förutsättningar

3.1 Aluminium[9]

3.1.1 Karakteristika

Aluminium har ett antal kännetecken som gör det unikt. Det är lätt (2,7g/cm3, 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 viktfördelar 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 återanvändningsbarhet. 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. Man kan då fråga sig 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 ”gömmer” sig i bergrunden där den finns kombinerad med syre och andra grundämnen.
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.

[9] www.eaa.com

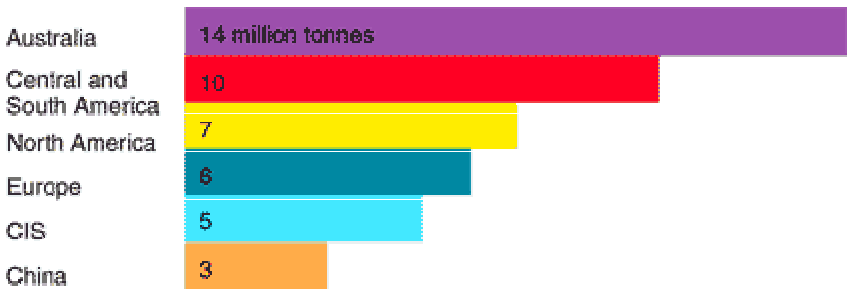
Idag har effektivisering av utvinning och produktion av aluminiumet möjliggjort ett större utbredning än någon annan ”non-ferrous” metall.

3.1.2 Produktionsprocessen

Aluminium kan produceras på två olika sätt, antingen genom primär aluminium produktion från järn, eller genom återvinning av återvunnet aluminium. Processen för framställning av primärt aluminium beskrivs, mycket kortfattat, som:

1) Bauxit-brytning i Gruva
2) Alumina Produktion (aluminium oxid)
3) Elektrolys (tillverkningen av aluminiumet som slutprodukt)

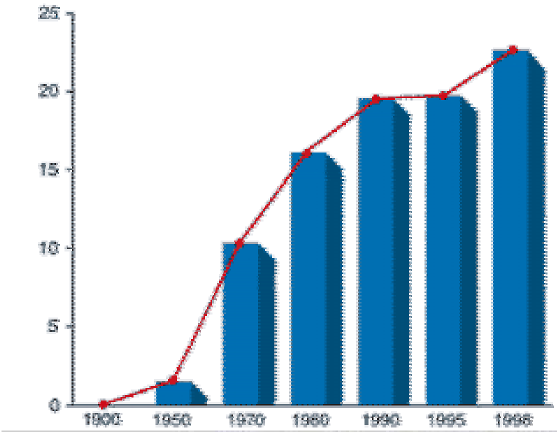
Fyra ton bauxit är nödvändigt för att framställa två ton alumina (aluminium oxid) som blir till ett ton rent aluminium. 1998 tillverkades 45 miljoner ton alumina globalt sett. De största produktionsländerna är:



1.1 Diagram över största produktionsländerna av alumina (aluminiumoxid)

Aluminaraffinanderier ligger oftast nära gruvbrytningen av bauxit av logistiska skäl. Härav kan man ur ovanstående utläsa vilka länder som även är störst inom gruvbrytning av bauxit.

Den globala trenden vad gäller produktionen av aluminium visas i nedanstående graf. Produktionen av aluminium har ökat med en faktor 13 sedan 1950 och är nu den mest använda ”non-ferrous” metallen på ett globalt plan. 1998 tillverkades 22.7 miljoner ton aluminium utav en total kapacitet på 24,8 miljoner ton.



	2000	2001	2002F	2003F
Production	24,421	24,492	25,899	27,040
Consumption	24,754	23,875	24,918	26,382
Balance/surplus	-333	617	981	658

1.5 Global tillverkad volym i miljoner ton av Aluminium (1900-1998) & i tusen ton 2000-2003 forecast

De största tillverkningsländerna är Nordamerika (6 miljoner ton), Europa (3.6 miljoner ton) och därefter Afrika, Australien, CIS, Central/Syd –Amerika och Mellanöstern. I Europa är de största tillverkningsländerna Frankrike, Tyskland och Norge. Global produktion är ofta placerad där tillräcklig elektrisk energi finns tillgänglig p.g.a. aluminiumets mycket energikrävande produktionsprocess (elektrolys).

3.1.3 Marknaden

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

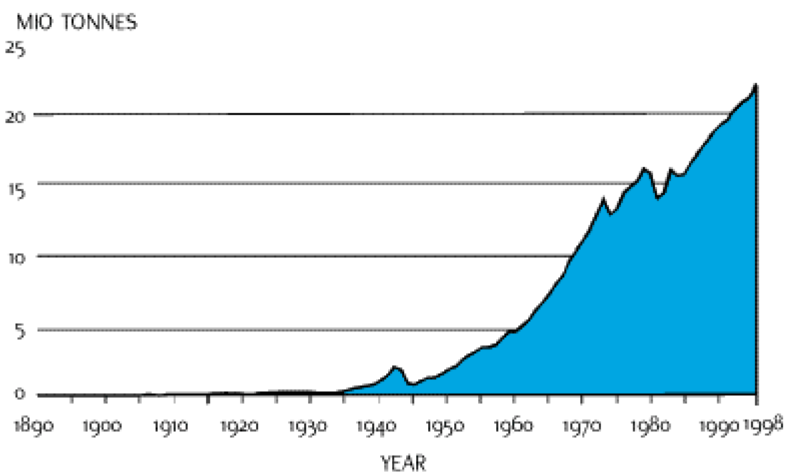


Diagram 1.6 Årlig produktion av Aluminium och dess utveckling

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 Rexam[10]

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 gjorden 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

[10] www.rexam.com

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 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. Denna totala volym skulle, om så var syftet, kunna påverka det globala marknadspriset antingen upp eller ner, särskilt om man ponerar 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 reda ”köpt”, dvs. priset är avtalat genom terminskontrakt.

För att säkra de resterande 10% använder man även här terminer, samt ett fåtal optionsköp, för att säkra priserna[11].

Rexams hedgingstrategi är mycket riskavert. Stor volatilitet i prisbilden påverkar marginalerna mycket kraftigt. Rexam betalar hellre ett ”överpris” än att riskerna 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 aktiemarkanden 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 året som gör att planering och förväntad avkastning lättare kan estimeras.

De tre viktigaste kommentarerna till Rexams prissäkringsstrategi är:

1. Extremt riskaverta
2. Säkra långsiktiga avkastningskrav
3. Inte 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.

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

4 Teori

4.1 Hedging

4.1.1 Vad innebär hedging och varför använder man det?

Att skydda sig mot oförutsedda händelser, som till exempel kraftiga prissvängningar pga. utbudet av en råvara, kallas för hedging. Hedging är ett internationellt begrepp där man som 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 vilkets värde direkt är beroende av den underliggande tillgångens användning och variabler[12].
Hedging kan även definieras som att en risk tas för att en annan skall undvikas. Genom derivat och försäkringar skyddar man 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 estimera framtida resultat med något ökad säkerhet är en företagsledning ofta benägen att göra så[13].

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 man vill följa. 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 hedging alternativ kan sättas i relation till den realism och de förväntningar ett specifikt företag har på marknaden[14].

---

[12] Hull, sid. 1
[13] Brealey, R. & Myers, S.
[14] Shapiro, A., Multinational Financial Management. Prentice-Hall International, 1996, New Jersey, sid. 268

Det är viktigt att komma ihåg att många företag inte är ute efter att förbättra det finansiella resultatet, i.e. 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 sannolikt[15]. 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 derivat[16]. Endast 1 % av ingångna kontrakt leder till en faktisk leverans av den fysiska varan[17].

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 terminer[18]. Det finns dock ett antal skillnader mellan de två vilket definieras nedan.

Futures, forwards och köpoptioner är samtliga prissäkringsmekanismer där kostnaden för säkringen kan liknas vid en försäkringspremie[19].

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.

Till skillnad från forwardkontrakterna som handlas ”over-the-counter”, mellan finansiella institutioner, företag och fondförvaltare[20], så handlas futures vanligen på börsen. Börsen har för att underlätta handeln specificerat och standardiserat kontrakten. Då motparterna

---

[15] Hull, 2000 s. 35
[16] Hull sid. 50
[17] www.sparbankenfinn.se
[18] Forwards, Dag Michelsen
[19] www.sparbankenfinn.se
[20] Hull, sid 667

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 ske[21].

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 Exchange[22].
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 maturiteten[23].
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 prisen på forward- och futurekontrakterna i teorin inte längre de samma. Speciellt när livstiden för forwards och futures ökar, ökar också skillnaderna på prisen 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 tidsperspektiv[24].

4.2.2 Optioner

En option används också som ett finansiellt instrument. Köparen av optionen 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

---

[21] Hull, sid 5
[22] Goone, 2000, s. 1
[23] Goone, 2000, s.1
[24] Hull, 2000, s.61

slutdatum som avtalats i kontraktet[25]. 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:

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

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

För att optionens fulla kostnad skall täckas krävs det att

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 marknadspriset[26].

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 även om de inte har betalat något för rätten att få göra så. Optionsköparen betalar som tidigare nämnt en premie för att få möjligheten att köpa tillgången[27].

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 prissspridning 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

[25] Hull, sid 6
[26] Hull, sid. 7-8
[27] Hull, sid. 6

det. En högre volatilitet i den underliggande tillgången innebär att möjligheterna för optionen att bli in-the-money ökar, vilket motiverar ett högre optionspris.[28]

För att beräkna volatiliteten kan olika mått användas, dock används oftast standard-avvikelsen. 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

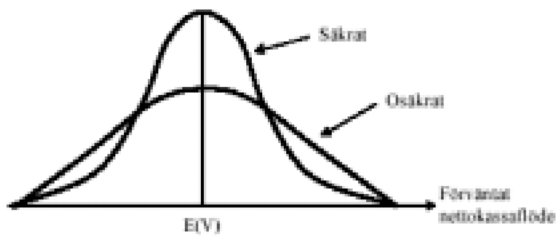
n = antal observationer

v = volatilitet

Volatiliteten används i värderingar om osäkerheten i det realiserade värdet i t.ex. en köpoption[29]. 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 Säkring av kassaflödet

I grafen nedan visas fördelningen av ett nettokassaflöde runt ett förväntat framtida värde E(V) på kassaflödet. Det riskaverta företaget med hjälp av finansiella instrument (säkringar), minska riskerna till avvikelser från E(V). Spridningen är mindre hos det säkrade företaget och sannolikheten att stora förluster uppstår är begränsade, samtidigt som möjlighet till stora vinster också begränsas.[30]



Säkringens effekt på förväntat kassaflöde[31]

[28] Hull, Options, Futures & Other Derivatives, 2000 ,sid 169
[29] Hull, Options, Futures & Other Derivatives, 2000 ,sid 671
[30] Eiteman D.K, StonehillA I, Moffet M H, Multinational Business Finance, 1998, sid 189
[31] Eiteman,et al., sid 189.

4.4 Risk Management

Risk Management är ett systematisk sätt att identifiera och till en rimlig kostnad hantera ett företags risker. Det är även ett verktyg att i förväg planera en fortlevnad under och efter svåra störningar. Detta gör att det inte finns någon klar och entydig definition för Risk Management, ofta har olika länder olika definitioner. Risk Management bör ta hänsyn till den totala risksituationen och har en funktion före, under och efter det att en skada eventuellt inträffat[32].

Målet med Risk Management är att skydda liv och egendom och företagets fortbestånd samt att hålla företagets kostnader för skador och skydd på en rimlig nivå. Inom Risk Management utgör följande sex punkter en lämplig arbetsmodell[33]:

- Identifiering av risker
- Värdering av risker
- Riskbehandling
- Genomföra besluten
- Följa upp och kontrollera
- Kontinuitetsplanering

4.5 Riskanalys

Riskanalysen skall identifiera allt som kan utveckla sig negativt i ett företags verksamhet, hur stor sannolikheten är att det inträffar, vilka konsekvenser och om möjligt en kostnadskalkyl. För att genomföra en riskanalys krävs att kärnverksamheten har identifierats. I kärnverksamheten ingår resurser som personal, utrustningar och maskiner, program, service och underhåll, externa beroenden som leverantörer, råvaror, tjänster och transporter. Varje del i kärnverksamheten måste identifieras och därefter analyseras ur risksynpunkt.

Riskanalys köp om att definiera de hot som en verksamhet möter. Eftersom hoten inte själva kan påverka verksamheten behövs ”hål” i verksamheten, dessa ”hål” kallas sårbarhet. Det är först när en kombination av hot och sårbarhet som man erhåller en större eller mindre påverkan på de tillgångar som man försöker skydda. En risk existerar om ingen lyckats identifiera den. Det är bara de åtgärder som vidtagits för att komma till rätta med risken,

[32] Sandin, Alf.
[33] Ibid.

förebyggande eller skadereducerande, som motverkar att den blir ett problem. Oavsett hur risken bedömts kan den ändra sin betydelse allt eftersom tiden går. Detta medför också att riskanalysen som inte är en engångsföreteelse utan en cyklisk process som helst bör återkomma minst en gång per år eller när förändringar sker i processer eller på andra sätt. Åtgärderna reducerar riskerna och motverkar hoten. En mycket viktig del inom riskanalysområdet är att balansera kostnaden för åtgärderna mot de risker som finns. Ett skydd eller en åtgärd mot en speciell risk skall alltså inte vara starkare än nödvändigt, men inte heller kosta för mycket i förhållande till vad skadan hade kostat om den faktiskt inträffat[34].

4.6 Payoff

”Payoff” eller utfall definieras i denna analys som den fördel den finns med att använda option eller spot mot att hedga med termin. Anledningen att vi jämför med termin är att detta är Rexams typiska prissäkringsstrategiska instrument. Vi definierar alltså Payoff som:

- Option: $F - \min(S_t; K) - c$,där F är terminspris, S_t är marknadspris vid tidpunkten *t*, *c* är priset på köpoptionen och K är lösenpris.
- Avista: $F - S_t$, där F är terminspris, S_t är marknadspris vid tidpunkten *t*.

4.7 Sharpekvoten som instrument för utvärdering av placeringsalternativ

Den så kallade Sharpe-kvoten är ett vanligt redskap för att utvärdera och välja mellan olika finansiella placeringsalternativ. Principen är enkel och utgår från portföljvalsteorin. Kort sagt mäter indexet kvoten mellan en placerings förväntade eller historiska överavkastning (jämfört med den riskfria räntan) och dess risk, mätt i standardavvikelse. Detta kan skrivas uttryckas genom ekvationen[35]

$$S_i = \frac{E(r_i) - r_f}{\sigma_{r_i}}$$

[34] http://www.sis.se/projekt/lis/pdf-filer/riskanalys.pdf
[35] Haugen, sid 280

där r_f är den riskfria räntan, $E(r_i)$ är förväntad avkastning på en placering, och σ_{ri} är standardavvikelse för placeringens avkastning. Man kan säga att detta mått säger hur effektiv en placering är i avseendet förväntad avkastning kontra risk. Detta mått har nått stor spridning och är ett väletablerat sätt att jämföra placeringsalternativ med olika förväntad avkastning och risk. En jämförelse med det placeringsproblem vi har i vår analys ligger nära till hands. Analogin här är att optionen är en riskabel tillgång, medan terminen är en riskfri tillgång. Den riskabla tillgång, option, som är mest effektiv i hänseendet kan med fördel kombineras med den riskfria tillgången, terminen. Se avsnitt

5 Empiriska metoder

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, och detta undersöks sedan. 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 man beskriva modellens specificering som följer[36]:

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

där **y** är en (Tx1)-vektor med T antal observationer av yt, X är en (TxN_x)-matris med T observationer av N_x oberoende variabler, $\boldsymbol{\theta}_0$ är en (N_xx1)-vektor av parametrar för X (vanligtvis kallade β-värdena)[37], och $\boldsymbol{\varepsilon}(\boldsymbol{\theta}_0)$ är en (Tx1)-vektor med T observationer av feltermen $\boldsymbol{\varepsilon}$, här skriven som en funktion av parametrarna $\boldsymbol{\theta}_0$. Detta är intuitivt, då värdena på **y** och **X** är givna.

5.2 Regressionsanalys med Maximum Likelihood-modellen

En annan metod för att estimera linjära samband är Maximum Likelihood-modellen, eller ML som den vanligtvis kallas. Den är ett slags komplement till OLS, och används då man inte på förhand känner till hela matrisen X, de oberoende variablerna. Ett exempel på när detta kan vara fallet är när man försöker estimera en ARMA(1,1)-modell[38]:

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

[36] Campbell, et al, sid. 527.
[37] För att infoga ett intercept i ekvationen, sätts alla värden i en rad i matrisen **X** (förslagsvis den första) till 1.
[38] Hamilton.

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 som[39].

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

Med ML-metoden går man då tillväga på följande sätt: Först väljs två ”startvärden” på θ och ϕ, utifrån vilka man kan beräkna residualer och varians. Därefter upprepar man att ta fram nya värden på θ och ϕ tills variansen anses minimerad enligt någon form av konvergenskriterium. 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 ∩ B.[40] Nackdelen jämfört med OLS är att den kräver mer beräkningar, och har sämre egenskaper vid små urval. Fördelen är bland annat att man kan estimera många icke-linjära modeller. I de flesta fall, inklusive vår studie, används ML för att estimera bästa ARCH/GARCH-modell.

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.

[39] Hamilton
[40] Ibid.

5.3.1 AR – Den autoregressiva processen

Man 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 man utreda om denna typ av samband föreligger. Matematiskt kan man beskriva en AR-process med en periods lag, eller AR(1), som

[41] $$y_t = \phi y_{t-1} + \varepsilon_t$$

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 generaliseras[42]

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

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 som[43]

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

Det går även att uttrycka en AR(1)-process som en MA(∞)-process genom[44]

[41] Campbell, et al
[42] Ibid.
[43] Ibid
[44] Campbell, et al

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

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 utseendet[45]

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

Dessutom kan de kombineras med konstant och sedvanlig regressionsanalys med andra sorters (tidsserie-)variabler för att få fram bästa möjliga regression, dvs. prognosmodell. I vår studie kommer vi ta fram lämplig ARMA-modell med hjälp av OLS-modellen.

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 utryckt 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 uttryckas[46]

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

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 vi[47] $\rho_k = \dfrac{\phi_1\gamma_0}{\gamma_0} = \phi_1$.

[45] Ibid
[46] Franses, sid 42-43
[47] Franses, sid 43.

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 man använder 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 skrivas[48]

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

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)-processen[49]

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

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.

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

Ibland när man utför en estimering av en ARMA-modell, kan man få väldigt hög förklaringsgrad, vilket i andra sammanhang brukar vara positivt, ett tecken att man är på rätt

48 Hill, et al sid 336.
49 Hill, et al sid 338.

spår och har specificerat en bra modell. 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 skrivas[50]

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

Där IID betyder ”independently and identically distributed”, dvs. identiskt och oberoende fördelade. Så kallad ”spurious regression” uppstår eftersom två långsamt ”skiftande” serier relateras till varandra[51]. 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 definiera[52]

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

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 delta y-serien, och ”differentierar tillbaka” för att få en prognos för originalserien. 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.

[50] Campbell, et al.
[51] Hill, sid. 340
[52] Franses, sid. 45

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. 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 H0 lika med -2.86 för ett stort antal observationer, att jämföra med -1,65 för normalfördelningen[53]. 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 ARCH/GARCH-modellerna och betingad varians i tidsserier

Heteroskedasticitet är ett märkligt ord, men också ett vanligt förekommande problem bland finansiella tidsserier. Det definieras som att volatiliteten inte är konstant över tiden, utan varierar eller klustras inom en tidsserie. De residualer man får från en regression kan användas för att prognostisera den framtida variansen. Detta kallas för ARCH-metoden, vilket står för Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. Vi vill med andra ord hitta ett uttryck för den betingade variansen. Detta sker genom en metod som kan sägas vara analog med ARMA-metoden, nämligen ARCH/GARCH-metoden.

[53] Verbeek, sid 269.

Stora störningar, exempelvis, i finansiella tidsserier brukar följas av fler stora störningar. Alltså förekommer seriekorrelation. Engle (1982) var den första som lyckades fånga denna seriekorrelation, genom ARCH-modellen, som säger att[54]

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \eta_{t-1}^2 + \alpha_2 \eta_{t-2}^2 + ... + \alpha_2 \eta_{t-q}^q$$

vilket är generaliseringen av en ARCH(q)-modell. Bollerslev (1986) föreslog senare Generalized ARCH-modellen (eller GARCH) som ett sätt att beskriva ihållande rörelser i volatilitet utan att inkludera väldigt många laggar. Relationen för den betingade variansen för en GARCH(p,q)-process kan skrivas[55]

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \eta_{t-1}^2 + \alpha_2 \eta_{t-2}^2 + ... + \alpha_2 \eta_{t-p}^p + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \beta_2 \sigma_{t-2}^2 + \beta_q \sigma_{t-q}^2$$

Ofta räcker en GARCH(1,1)-process för att beskriva rörelserna i volatilitet. Vi kommer dock välja parametrar enligt mer sofistikerade kriterier.

5.5 Praktisk specificering av optimala ARMA och ARCH/GARCH

Det är förstås svårt att avgöra vilka ARMA- och GARCH-modeller som skall användas för den/de tidsserier man arbetar med. Vid regressionsanalys av tvärsnittsdata brukar man ofta se på förklaringsgraden, R2, 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 när man 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.

[54] Campbell, et al sid. 483
[55] Ibid.

5.5.1 Akaike information criterion och Scwartz 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- respektive GARCH-parametrar (inklusive konstant) som skall räknas ut, kan AIC räknas ut genom[56]

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

där σ^2_{ML} = RSS/n och RSS är ”residual sum of squares” från den aktuella regressionen. Enligt samma princip räknas SIC ut som[57]

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

Det värde på *k* som minimerar AIC och SIC väljs[58]. 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.

5.5.2 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 enklaste modellen inom tidsserieanalys är den så kallade Martingale-processen, som kan uttryckas[59]

---

[56] Franses sid 59
[57] Ibid
[58] Ibid
[59] Campbell, et al.

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

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 formeln[60]

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

där ln L och ln L* är log likelihood-värdena från restricted- respektive unrestricted-modellen, och θ_2 är $\chi 2$-fördelat med lika många frihetsgrader som skillnaden i antal parametrar mellan de två modellerna. Om $\chi 2$-värdet är högre än den signifikansnivå man valt (vanligtvis 5%), förkastas H0, dvs. man väljer att använda ”unrestricted”-modellen[61]. På samma sätt kan Likelihood Ratio-testet användas för att estimera bästa GARCH-modell[62].

5.6 Whites test för heteroskedasticitet

Vi tar som beslutsregel att enbart använda oss av GARCH-modeller om det kan motiveras av att vi upptäcker heteroskedasticitet i residualerna. Detta kan göras på olika sätt, men en vanlig metod för att göra detta är Whites test. Om vi exempelvis har regressionen

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \beta_3 z_t + \varepsilon_t$$

så kan vi även ställa upp följande regression

$$\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 x_t + \alpha_2 z_t + \alpha_3 x_t^2 + \alpha_4 z_t^2 + \alpha_5 x_t z_t + v_t$$

H0 blir $\alpha_1 = ... = \alpha_5 = 0$, dvs. ingen heteroskedasticitet – variansen är konstant och oberoende av de förklarande variablerna. Alternativhypotesen är förstås att

60 Campbell, et al, sid 193.
61 Ibid.
62 Franses, sid. 167

heteroskedasticitet föreligger. Detta testas simultant med ett *F*-test[63]. Jämförelsevis kan man använda Whites testvärde som är R^2 i regressionen av ε_t^2 gånger antalet observationer. Detta testvärde är χ^2-fördelat med lika många frihetsgrader som antalet lutningskoefficienter i denna regression (i vårt fall fem).

5.7 Prognosticering/forecast utifrån en given ARMA-modell

Efter att ha bestämt vilken ARMA/GARCH-modell som är bäst att använda, kommer vi försöka prognosticera 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. Vi kommer estimera en ARMA/GARCH-modell från hela datan, men ettårsprognoserna kommer ske mot bakgrund av tre års historiska data (approximerat till 750 handelsdagar = 3 år gånger 50 veckor gånger 5 vardagar). Den ARMA/GARCH-modell vi bestämmer oss för kommer att användas konsekvent för alla prognoser. Vi kommer inkludera i regressionen alla historiska data för terminspriset på aluminium ett år framåt, dvs. för kontrakt som ingås ett år innan betalningsdag. 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 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 $h = 1,2,...,m$. Som en illustration av tekniken för prognostisering använder vi en ARMA(1,1)-modell som ett enkelt exempel. För $h = 1$ får vi då[64]:

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

och för $h = 2$:

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

[63] Eviews user's guide
[64] Franses sid 63

eftersom $E[\varepsilon_n] = 0$. Alltså har prognoserna inget ”minne” av ε_n efter $h = q$ för en MA(q)-process. Som beroende variabel i vår analys används s_t, spotpriset på aluminium, och oberoende variabler är terminspriset för femton månader, samt en ARMA-process.

5.8 Modell för beräkning av förväntad kostnad vid hedging med optioner

Priset på europeiska köpoptioner bestäms av den välkända Black-Scholes-modellen[65]. De variabler som bestämmer värdet – och priset – på köpoptionen är lösenpris, som är givet, och förväntad varians och pris på den underliggande tillgången, som båda måste estimeras. Optionspriset är baserat på marknadens förväntningar på varians och pris, medan vi har våra egna ”kvalificerade gissningar” från vår ARMA/GARCH-modell, med vilka vi beräknar förväntat framtida värde av respektive option.

5.9 Implikationer av prognoser på val av hedgingsstrategi – Återkoppling till teori

Volatiliteten för en option uttrycks i delta, som är den relativa förändringen i optionsvärdet mot en förändring i den underliggande tillgången. Alltså har vi att

$$\sigma_{\text{option}} = \Delta^* \, \sigma_{\text{underliggande}}$$

Vidare kan vi beräkna förväntad avkastning på en optionsplacering som:

$$E[r_{ct}] = \frac{c_{teoretiskt}}{c}$$

Där $c_{teoretiskt}$ är vår egen skattning av rimligt optionspris. Genom detta kan vi räkna ut Sharpekvoten för en optionsplacering, och på så sätt räkna ut vilken option som är effektivast i avseendet avkastning/risk. Sharpekvoten blir då

$$S_c = \frac{E(r_{ct}) - r_f}{\Delta_i \sigma} = \frac{E(r_{ct}) - r_f}{N(d_1)\sigma}$$

Där σ är standardavvikelsen för den underliggande tillgången. Placering med högst Sharpe-kvot är den effektivaste placeringen, förutsatt att våra estimat är riktiga, och bör således

[65] Hull, et al.

väljas. Risken kan senare justeras genom att välja en lämplig andel terminer i hedgeportföljen.

5.10 Statistisk säkerställning av medelvärden med t-test

För att fastställa vilken strategimodell som faktiskt är bäst, kan man använda sig av olika metoder. Vi kommer 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 genomföra ett ensidigt t-test för medelvärde. Testvariabeln för detta test är[66]

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

där H0: $\mu_1 \leq x$ och H1: $\mu_1 > x$, 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 1.645[67], så om $t > 1.645$, förkastas H0.

5.11 Databehandling och empiriskt tillvägagångsmetod

5.11.1 Specifiering av optionsvärderingsmodell med Black-Scholes med antagande om icke-konstant volatilitet (heteroskedasticitet)

I sin originalform utgår Black-Scholes optionsvärderingsformel från att variansen för den underliggande tillgången är konstant. Vi använder en ARMA/GARCH-modell för att estimera och prognosticera framtida aluminiumpris. Detta betyder att variansen är betingad, dvs. *inte* konstant. För att hantera detta problem måste vi alltså använda oss av en modell som inte har detta antagande. Duan (1995) noterar förekomsten av olika implicita volatiliteter för optioner med olika lösenpris men med samma underliggande tillgång och löptid. Detta faktum säger att antagandet om konstant varians är orimligt, och därmed utgör en svaghet i Black-Scholes-modellen. Därför utarbetar han en komplimenterande variant av denna

[66] Lee, et al. Sid 457-8
[67] Lee, et al.

modell, som kan användas med GARCH-varians, och konstaterar att denna är lämplig att använda i marknadsmässig värdering. Denna formel kan beskrivas[68]

$$C_t^{BS} = X_t N(d_t) - e^{(T-t)r} KN\left(d_t - \sigma\sqrt{T-t}\right)$$

och formeln för optionens delta blir därmed $\Delta_t^{BS} = N(d_t)$. I båda fallen gäller att

$$d_t = \frac{\ln(X_t/K) + \left(r + \sigma^2/2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

och för, exempelvis, en GARCH(1,1)-modell har vi att $\sigma^2 = \alpha_0 (1 - \alpha_1 - \beta_1)^{-1}$ (kolla upp!), och analogt för andra *p* och *q*. X är priset på den underliggande tillgången, och K är lösenpris. Denna modell kan alltså sägas vara likvärdig med den klassiska Black & Scholes-modellen, förutom att den använder GARCH-volatilitet istället för vanlig, konstant volatilitet.

5.12 Praktiskt tillvägagångssätt

Vår databehandling och empiriska undersökning kan enklast sammanfattas i stegvis form. Här följer därför en konkret beskrivning av arbetsmetoden.

1. **Föreberedelse.** Ett Dickey-Fuller test för enhetsrot genomförs för tidsserierna för spot- och futurepris på aluminum. Om detta test visar att serierna följer en Random Walk, differentieras de före regressionsanalys.
2. **Prognosticeringsmodell för aluminiumpriset.** Med hjälp av tidsserieanalys formuleras en modell för att på bästa sätt förutspå det framtida aluminiumpriset. Efter differentiering av variablerna, sker modellvalet genom att olika ARMA-modeller jämförs för AIK- och SIC-värden, samt, om nödvändigt, ett uteslutande Likelihood Ratio-test.
3. **Genomför Whites test på prognosmodellerna.** Detta görs för att för respektive modell kunna avgöra om heteroskedasticitet föreligger, för att därav kunna avgöra om vi även skall skatta en GARCH-modell för den aktuella regressionen.
4. **Prognosticeringsmodell för variansen.** Med hjälp av ARCH/GARCH-modeller formuleras en modell som på bästa sätt beskriver den betingade variansen för

[68] Duan, sid 19.

aluminiumpriset, för de variabler där vi upptäckt heteroskedasticitet enligt punkt 3. Återigen används AIC, SIC, och LR-test.

5. **Prognosticering 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 3, och utför ett flertal in-sample-prognostiseringar vid godtyckliga, lämpliga tidpunkter.
6. **Specifiering av teoretiskt optionspris.** Med hjälp av de prognostiserade värden vi fått fram i steg 5, och optionsvärderingsmodellen, beräknar vi det teoretiska pris en riskneutral placerare skulle betala för köpoptioner med olika lösenpriser. Löptiden är hela tiden samma som prognostiseringstiden, dvs. 15 månader.
7. **Beräkning av faktiskt aluminiumpris.** Detta sker med hjälp av aktuella räntor, spotpris och historisk implicit volatilitet med hjälp av Black-Scholes-modellen.
8. **Modell för avgörande av bästa placering.** Först räknar vi ut vad respektive option har för kvot mellan teoretiskt och faktiskt pris. Med andra ord kvoten mellan vad optionen teoretiskt skulle vara värd enligt punkt 6, och vad den faktiskt kostar (punkt 7). En hög kvot är att föredra, men måste sättas i förhållande till sin risk. Vi räknar därför ut förväntad avkastning på varje optionsstrategi. Med hjälp av Sharpe-kvoten avgörs därefter vilken option som är den mest effektiva i förhållandet avkastning/risk. Här används optionernas delta som mått på risk. Vi väljer den option som har högst Sharpe-kvot.
9. **Applikation/simulering.** Genomför en historiskt simulerad optionsstrategi med de optioner som modellerna ovan föreslår. Hur blir utfallet? Hur blir utfallet om vi använder våra prognoser om framtida spotpris för att tjäna pengar *utan* hedging, dvs. köp till spotpris? Kan vi på någondera sätten få lägre kostnader än enbart terminsköp?
10. **Statitiskt test.** Genom ett ensidigt t-test prövas utfallen för de båda strategierna i punkt 9 statistiskt. Medelvärdena på de respektive strategiernas utfall minus jämfört med att köpa på termin testas för positiv olikhet med 0. Ger optionsstrategin eller spotstrategin högre förväntad avkastning? Eller är det kanske bättre med att placera i terminer?
11. **Applikation för företaget.** Ovanstående simulering och test upprepas för de tillfällen då företaget tagit liknande positioner i olika aluminiumkontrakt. Hade företaget tjänat eller förlorat på att använda sig av en optionsstrategi enligt den modell som vi formulerat, istället för den terminsstrategi de i stort sett alltid använder?

12. **Ingående jämförelse av strategier - uppföljning.** Vad hade kassaflödena för företaget blivit med vår modell, och vad var de i verkligheten? Om de skulle tjänat på det, specifiera, utifrån våra modeller, en metod för företagets framtida val av hedgingstrategi. Om inte, blir rådet till företaget att fortsätta med sin aktuella strategi.

6 Resultat

6.1 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 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 6.1

	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 H0: $\phi = 1$ för någon av de odifferentierade serierna, inte ens på 10 % signifikansnivå. Däremot kan vi, då serierna differentierats, med lätthet förkasta H0 även på 1 % signifikansnivå. Följaktligen är de differentierade serierna OK att använda i våra regressionsmodeller.

6.2 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. Våran avvägning blev att simuleringar 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 6.2

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 22 simuleringar mellan 1990 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.

6.3 Specificering av ARMA-modeller

I tabellen presenteras parametrarna för de respektive modellerna. Inom parantes anges standardavvikelsen för respektive parameter.

Tabell 6.3

	DF	***AR(1)***	***AR(2)***	***AR(3)***	***AR(4)***	***MA(1)***	***MA(2)***	***MA(3)***	***MA(4)***	***MA(5)***	***MA(6)***
1	1.148917	-1.940460	-1.467898	-0.202580	0.140175	2.019635	1.665494	0.446302	NA	NA	NA
	(0.040172)	(0.194243)	(0.308640)	(0.210844)	(0.040642)	(0.195620)	(0.307077)	(0.186871)	NA	NA	NA
2	0.953981	-1.129627	-0.739775	0.060197	-0.104591	0.974935	0.425402	-0.330595	NA	NA	NA
	(0.011987)	(0.241361)	(0.375476)	(0.290383)	(0.062996)	(0.242116)	(0.331555)	(0.219003)	NA	NA	NA
3	0.955693	-1.369615	-0.983317	NA	NA	1.209669	0.667893	-0.294551	-0.094689	0.019420	NA

	(0.009360)	(0.004871)	(0.005786)	NA	NA	(0.045099)	(0.061657)	(0.064429)	(0.063401)	(0.043755)	NA
4	0.963372	-0.150302	-0.115591	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	(0.009113)	(0.042151)	(0.039581)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5	0.946091	0.110903	NA	NA	NA	-0.196899	NA	NA	NA	NA	NA
	(0.009858)	(0.227993)	NA	NA	NA	(0.221734)	NA	NA	NA	NA	NA
6	0.549585	0.218307	-0.107949	NA	NA	0.258640	0.616854	NA	NA	NA	NA
	(0.130859)	(0.028068)	(0.022217)	NA	NA	(0.060817)	(0.058969)	NA	NA	NA	NA
7	1.014173	0.127350	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	(0.018725)	(0.038024)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
8	1.038866	0.094893	0.061289	-0.830127	NA	-0.004727	-0.004541	0.907772	0.221443	NA	NA
	(0.017526)	(0.046242)	(0.052288)	(0.046084)	NA	(0.056427)	(0.056695)	(0.055102)	(0.041300)	NA	NA
9	1.043559	0.134312	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	(0.020186)	(0.038080)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
10	1.053801	NA	NA	NA	NA	0.120868	NA	NA	NA	NA	NA
	(0.020308)	NA	NA	NA	NA	(0.037908)	NA	NA	NA	NA	NA
11	1.053801	NA	NA	NA	NA	0.120868	NA	NA	NA	NA	NA
	(0.020308)	NA	NA	NA	NA	(0.037908)	NA	NA	NA	NA	NA
12	1.074598	NA	NA	NA	NA	0.122100	NA	NA	NA	NA	NA
	(0.021581)	NA	NA	NA	NA	(0.038004)	NA	NA	NA	NA	NA
13	1.148188	0.871102	0.344456	-0.698315	NA	-0.874499	-0.318630	0.626767	0.102314	0.015713	NA
	(0.025353)	(0.156165)	(0.255926)	(0.144536)	NA	(0.160881)	(0.260727)	(0.164567)	(0.057083)	(0.046020)	NA
14	1.185946	0.999657	0.044780	-0.570034	NA	-1.007936	-0.009439	0.461717	0.121595	NA	NA
	(0.029447)	(0.217486)	(0.351508)	(0.204731)	NA	(0.218028)	(0.367086)	(0.225741)	(0.039905)	NA	NA
15	1.130699	-0.320330	0.039251	NA	NA	0.305076	-0.099934	-0.042184	0.041886	NA	NA
	(0.014880)	(0.751490)	(0.764085)	NA	NA	(0.747203)	(0.750664)	(0.064144)	(0.074915)	NA	NA
16	1.238449	0.417830	-0.534876	-0.110507	0.057201	-0.415969	0.581160	NA	NA	NA	NA
	(0.028610)	(0.116826)	(0.105011)	(0.041609)	(0.040438)	(0.115803)	(0.102320)	NA	NA	NA	NA
17	1.189884	0.506531	0.907975	0.323247	-0.831730	-0.527479	-0.951569	-0.371563	0.974391	-0.044843	NA
	(0.028612)	(0.026463)	(0.033934)	(0.029871)	(0.022346)	(0.046381)	(0.030064)	0.045088	0.024093	0.038975	NA
18	1.163795	-1.395552	-1.411320	-1.429859	-0.653596	1.459416	1.465964	1.408958	0.701356	NA	NA
	(0.022396)	(0.094818)	(0.069126)	(0.084987)	(0.076998)	(0.083318)	(0.070504)	(0.080071)	(0.064566)	NA	NA
19	1.212062	-1.509244	-1.511364	-1.414179	-0.783737	1.568277	1.529914	1.342716	0.778593	NA	NA
	(0.027380)	(0.078613)	(0.092432)	(0.087594)	(0.065466)	(0.077958)	(0.113527)	(0.109337)	(0.064703)	NA	NA
20	1.221359	-0.495262	-0.907194	-0.628814	NA	0.531700	0.851900	0.594549	0.036472	-0.074307	0.091320
	(0.029032)	(0.171120)	(0.023763)	(0.170330)	NA	(0.172820)	(0.045375)	(0.162625)	(0.055418)	(0.044388)	(0.044060)
21	1.197504	-1.415092	-1.534231	-1.438670	-0.750679	1.485683	1.626594	1.498615	0.821617	NA	NA
	(0.028296)	(0.111640)	(0.105403)	(0.098093)	(0.117023)	(0.097300)	(0.094351)	(0.090201)	(0.103778)	NA	NA
22	1.196939	-0.833815	-0.835815	-0.970217	NA	0.832375	0.851648	0.973862	NA	NA	NA
	(0.027787)	(0.015479)	(0.004631)	(0.015792)	NA	(0.017578)	(0.004992)	(0.020547)	NA	NA	NA

Vi kan se 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. 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 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.

6.4 Specificering av GARCH-modell

För de flesta simuleringsmodellerna var GARCH ej aktuellt, på grundval av det test för heteroskedasticitet som beskrivs i avsnitt 5.6. För följande simuleringar blir dock GARCH-regressionerna enligt följande:

Tabell 6.4

	C	ARCH(1)	ARCH(2)	ARCH(3)	ARCH(4)	GARCH(1)	GARCH(2)	GARCH(3)	GARCH(4)
3	9.528311	0.161660	-0.044218	0.167543	-0.020894	NA	NA	NA	NA
	0.685454	0.043088	0.012529	0.049960	0.023732	NA	NA	NA	NA
4	7.449002	0.110290	NA	NA	NA	-0.202193	0.877878	0.072986	-0.504369
	1.441108	0.022773	NA	NA	NA	0.084075	0.100234	0.086192	0.098602
15	1.333727	0.126618	NA	NA	NA	0.853933	NA	NA	NA
	0.310822	0.021535	NA	NA	NA	0.022635	NA	NA	NA

6.5 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 ju 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”. Som framgår av tabellen är prognosen en bättre approximation i en majoritet av simuleringarna.

Tabell 6.5

	Prognostiserat spotpris	Terminspris	Faktiskt spotpris	Prognos närmare?
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

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 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.

6.6 Valda strategier och faktiskt utfall, optioner

I tabellen nedan visas förväntad avkastning av den bästa optionen utifrån de simuleringar vi genomfört. I kolumnen ”Payoff%” visas faktisk avkastning av denna optionsstrategi uttryckt som procentuell fördel av att välja option framför termin. Men optioner väljs inte alltid som hedgingstrategi. I kolumnen ”Val av hedgingstrategi” anges vilken strategi som rekommenderas enligt vårt tillvägagångssätt. I vissa situationer är det optimalt att helt enkelt välja att köpa på termin. I kolumnen ”utfall” 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. I kolumnen ”Absolut utfall” anges utfallet i absoluta termer, dvs. dollar per ton aluminium.

Tabell 6.6

	E[r]	*Payoff %*	*Val av hedgingstrategi*	*Utfall*	*Absolut utfall*
1	0,211	0,08884	Optionskontrakt med lösenpris 1050	0,089	$121,1
2	0,259	0,080867	Optionskontrakt med lösenpris 1025	0,081	$99,6
3	0,775	0,088088	Optionskontrakt med lösenpris 875	0,088	$100,9
4	0,328	0,075052	Optionskontrakt med lösenpris 1100	0,075	$107,2
5	-0,068	-0,014	Terminskontrakt med pris 1822	0	$0
6	-0,12	-0,08397	Terminskontrakt med pris 1733	0	$0
7	-0,15	0,03903	Terminskontrakt med pris 1762	0	$0
8	0,017	0,055373	Optionskontrakt med lösenpris 1275	0,055	$90,1
9	0,013	0,06485	Optionskontrakt med lösenpris 1175	0,065	$99,1
10	-0,07	0,196268	Terminskontrakt med pris 1673	0	$0

11	-0,04	0,246359	Terminskontrakt med pris 1640	0	$0
12	-0,03	0,113908	Terminskontrakt med pris 1507	0	$0
13	2,146	-0,02898	Optionskontrakt med lösenpris 1475	-0,029	-$41,0
14	3,502	-0,07441	Optionskontrakt med lösenpris 1450	-0,074	-$97,3
15	0,085	0,042772	Optionskontrakt med lösenpris 1225	0,043	$65,2
16	0,041	0,038135	Optionskontrakt med lösenpris 1225	0,038	$58,5
17	-0,51	0,006779	Terminskontrakt med pris 1547	0	$0
18	-0,32	0,019326	Terminskontrakt med pris 1522	0	$0
19	0,056	0,042976	Optionskontrakt med lösenpris 1050	0,043	$58,2
20	-0,12	0,040864	Terminskontrakt med pris 1428	0	$0
21	0,572	0,01941	Optionskontrakt med lösenpris 1250	0,019	$27,4
22	1,53	-0,07598	Optionskontrakt med lösenpris 1475	-0,076	-$107,9

Det framgår att i somliga fall hade en annan strategi varit att föredra. Antingen förväntades positiv utfall men det blev negativt, eller så valdes terminsköp trots att en optionsstrategi hade varit mer lönsam. 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. För att kunna dra någon säkrare slutsats om huruvida vår modell för strategival är lönsam att använda måste vi hursomhelst testa detta statistiskt.

6.7 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 vara lägre än terminspriset.

Tabell 6.7

	E[r]	***Payoff***	***Strategi***	***Utfall***	***Absolut utfall***
1	0,0653	0,0413	Köp till spotkurs	0,0413	54,0
2	-0,1184	-0,1489	Köp på termin	0	0
3	-0,3350	-0,3682	Köp på termin	0	0
4	-0,1506	-0,2294	Köp på termin	0	0
5	0,0664	0,1240	Köp till spotkurs	0,1240	201,0
6	0,0060	0,1022	Köp till spotkurs	0,1022	150,0
7	0,1894	0,1427	Köp till spotkurs	0,1427	220,0
8	0,0437	-0,0401	Köp till spotkurs	-0,0401	-68,0
9	0,0581	0,0193	Köp till spotkurs	0,0193	29,0
10	0,2158	0,2781	Köp till spotkurs	0,2781	364,0
11	0,2601	0,3167	Köp till spotkurs	0,3167	394,5
12	0,1123	0,0912	Köp till spotkurs	0,0912	126,0
13	-0,0969	-0,1238	Köp på termin	0	0
14	-0,1423	-0,1578	Köp på termin	0	0
15	0,0414	-0,0055	Köp till spotkurs	-0,0055	-8,5
16	0,0484	0,0661	Köp till spotkurs	0,0661	95,0
17	0,1395	0,1575	Köp till spotkurs	0,1575	210,5
18	0,0992	0,1175	Köp till spotkurs	0,1175	160,0

19	0,0394	0,0101	Köp till spotkurs	0,0101	13,5
20	0,0779	0,0106	Köp till spotkurs	0,0106	15,0
21	-0,0406	-0,0902	Köp på termin	0	0
22	-0,1358	-0,1412	Köp på termin	0	0

6.8 Statistisk säkerställning med t-test

För att testa om vår modell ger oss hedgingstrategier som har ett förväntat lägre kostnad än att köpa på termin, testar vi om medelvärdena av utfallen i tabell 6.6 är signifikant positivt. Vi har

$$H0: \mu \leq 0$$
$$H1: \mu > 0$$

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

Tabell 6.8

	μ	σ	n	t_{obs}	$t_{\alpha=5\%,df=21}$	p-värde
Relativt utfall	0,019	0,046	22	1,965	1,721	0,034023
Absolut utfall	26,415	63,042	22	1,924	1,721	0,031373

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 α = 5% och 21 frihetsgrader, samt p-värde är den lägsta signifikansnivå där vi kan förkasta H0.

Vi ser alltså att vi på 5 % signifikansnivå kan förkasta H0. Utfallet är därmed signifikant positivt. Detta innebär att vår strategivalsmodell för prissäkring med optioner har en förväntad positiv lönsamhet framför att bara använda terminer. Förväntad avkastning är nästan 2 % högre med vår modell jämfört med terminer. Detta motsvarar 26 USD per ton aluminium.

För spotstrategin blev utfallet som följer av tabell 6.9.

Tabell 6.9

	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 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, dubbelt så högt som för optionsstrategin.

7 Resultatdiskussion

7.1 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 strategivalsmodell för optioner ger en förväntad kostnad som är 26 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 2,6 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.

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.

7.2 Kommentar

7.2.1 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
- Energipriser (avgörande för elektrolyskostnaden för aluminium) och förväntningar därom
- Statliga subventioneringar för användning av specifikt utvalda metaller

7.2.2 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 laboratoriemiljö, 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.

Valet av Sharpekvoten som kriterium för placering hade bara en försumbar skillnad mot att helt enkelt välja det alternativ som gav högst förväntad avkastning. Detta beror på optionens tveeggade riskbild. Å ena sidan gör en stor volatilitet att chansen att optionen hamnar ”in-the-money” ökar, men samtidigt ökar risken för att optionen blir ”out-of-the-money”. Således rör sig risken i samma riktning som avkastningen, och tenderar därför att bli relativt ointressant i sammanhanget. Bara vid ett tillfälle valdes en option som inte gav högst avkastning, och det var den option som låg direkt över i lösenpris. Trots detta menar vi att detta faktum, att kriteriet faktiskt i ett fall av tretton väljer en annan option än den med högst förväntad avkastning, är tillräckligt för att motivera användandet av detta kriterium.

7.3 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
2. Rexams riskpreferenser har ingen betydelse för vår analys. Vår analys visar bara vilken option som förväntas vara mest ekonomiskt effektiv. Det är en upp till Rexam att välja hur de vill hantera den informationen. Det är självfallet en möjlighet att enbart göra en viss *andel* av sina aluminiuminköp i optioner (eller spot).

7.4 Förslag på framtida forskning

Ytterligare uppföljning av faktorer som kan påverka ett företag av Rexams karaktär ger ökad förståelse för hur en optimal prissäkring skall se ut.

Utveckling 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 och som skulle kunna vara lönsamma inom prissäkringsstrategie-alternativ.

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,* Addisson-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.

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:

Duan, Jin-Chuan, 1995, *A GARCH option pricing model*, Mathematical finance, vol 5.

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

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

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

Räntor amerikanska statsskuldväxlar:
http://www.federalreserve.gov/releases/h15/data.htm
Riskanalysbegreppet:
http://www.sis.se/projekt/lis/pdf-filer/riskanalys.pdf
Eviews help guide, Quantitative Micro Software, 2001.

Övriga källor:

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