



**SCHOOL OF ECONOMICS
AND MANAGEMENT**
Lund University

Företagsekonomiska institutionen

Magisteruppsats
Juni 2007

RATIONELLA PREDIKTIONER PÅ OPTIONSMARKNADEN

Handledare
Asgharian, Hossein

Författare
Guillermo, Markus
Wahn, Erik

Sammanfattning

UPPSATSENS TITEL: Rationella prediktioner på optionsmarknaden

SEMINARIEDATUM: 2007-06-04

ÄMNE/KURS: FEK 591 Magisteruppsats i Finansiering, 10 poäng

FÖRFATTARE: Guillermo, Markus
Wahn, Erik

HANDLEDARE: Asgharian, Hossein. Associate Professor

NYCKELORD: Implicit volatilitet, Historisk volatilitet, Realiserad volatilitet, Black&Scholes, Optioner

SYFTE: Att undersöka om rationella förväntningar tillämpas på optionsmarknaden. Vi undersöker även huruvida historisk Volatilitet (HV) kan ge en prognos överlägsen estimerad av realiserad jämfört med implicit volatilitet (IV). Vidare ser vi på om detta eventuella samband skiljer sig åt mellan olika konjunkturlägen.

METOD: Metodmässigt bygger vår studie på sekundärdata som behandlas genom en statistisk analys. Fokus är på historiska slutkurser där vi studerar dagliga observationer av OMXS30-indexoptioner mellan 1993-01-01 och 2006-12-31. Från dessa beräknas IV, HV samt realiserad volatilitet (RV) och jämförs sedan för att erhålla det bättre estimerat vilket säkerställs genom regression.

TEORI: Vi utgår från tidigare studier av IV och dess prediktiva kraft gentemot HV.

EMPIRI: Studien visar att IV är ett bättre mått på framtida volatilitet än HV. Ingen skillnad kan skönjas mellan koefficienterna i uppgångs- resp. nedgångsperioder. Optionernas uppdelning ger att de optioner med kortast återstående löptid, (7-30 dagar), är de optioner som ger den minsta underskattningen av RV.

SLUTSATSER: Resultaten förkastar antagandena i Black&Scholes samt antaganden om marknadens rationalitet. IV och HV synes innehålla oberoende information. IV är ett bättre mått på framtida volatilitet jämfört med HV, men då de innehåller oberoende information bör de båda användas vid en eventuell prognostisering av framtida volatilitet. Studien stöds av tidigare forskning gjord inom området.

Abstract

- TITLE:** Rational Predictions on the Stock Option Market
- SEMINAR DATE:** 2007-06-04
- COURSE:** Master thesis in business administration, 10 Swedish credits (15 ECTS), Finance
- AUTHORS:** Guillermo, Markus
Wahn, Erik
- ADVISOR:** Asgharian, Hossein. Associate Professor
- KEY WORDS:** Implied volatility, Historical volatility, Realized volatility, Black&Scholes, Options
- PURPOSE:** To examine whether rational expectations are applied on the option market. We also examine whether historical volatility (HV) can give an estimate superior to the estimate of the realized volatility compared to implied volatility (IV). Further we examine if this possible connection separates between different states of the market.
- METHODOLOGY:** Our paper is based on secondary data, which are handled through a statistic analysis. Focus is on historical closing prices where we study daily observations of OMXS30-index options between 1993-01-01 and 2006-12-31. From these are IV, HV and realized volatility (RV) calculated and compared to receive the better estimate which is secured through regression.
- THEORY:** We start out from earlier studies about the IV and its predictive power towards the HV.
- EMPIRICAL FOUNDATION:** The results imply that IV is a better measure of the future volatility than HV. No disparity between different states of the market can be made. However the options distribution gives that the short lived options, (7-30 days), are the options which underestimate the realized volatility the least.
- CONCLUSIONS:** Our results reject the assumptions in Black&Scholes and the assumption about the markets rationality. IV and HV seems to contain independent information. IV is a better estimate of the future volatility compared to HV, but both should be used in a possible forecast of the future volatility, due to the fact that that they contain independent information. The research is supported by earlier studies in the field.

Förord

Vi vill i detta förord först och främst rikta ett stort TACK till vår handledare Hossein Asgharian för att han har delat med sig av sina kunskaper, tagit sig tid med oss och våra räkneproblem samt trott på vår förmåga att ro den här uppsatsen i land.

Vidare önskar vi tacka Eric Grudin samt Lars Hansson på OMX-group som tillhandhöll oss alla de data som vår undersökning grundar sig på. Utan data; ingen uppsats, vilket gjorde oss lite oroliga till en början innan vi hade den i vår hand. Vissa stunder svor vi dock på den gigantiska mängd data som var tvungen att gås igenom och sorteras. Inledningsvis var ingen av oss någon höjdare på Excel, vilket var programmet som vi gjorde större delen av bearbetningen i. Under en dag när inget tycktes gå vår väg lyckades vi smita in på Företagsekonomiska institutionen och få tag på doktoranden Jonas Fjertorp som tog flera timmar av sin tid för att hjälpa oss på vår väg i Excels vida och stundtals omöjliga värld. Han gav oss den berömda knuffen som ofta behövs för att komma igång. Nu tio veckor senare är vi i och för sig inga Excelproffs men vi vill lova att vi nu är bra mycket bättre än när vi stapplade igång det hela.

Ett stort tack går också till Jonas Tendal som har varit till mycket stor hjälp för oss vid flera tillfällen, bland annat med programmering av moduler i VBA och andra tekniska problem. Sist, men inte minst, önskar vi tacka varandra för ett mycket gott samarbete under tio intensiva veckor i Optionssystemet.

Guillermo, Markus

Wahn, Erik

Helsingborg den 4 juni 2007

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	2
ABSTRACT	3
FÖRORD	4
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	5
1 INLEDNING	7
1.1 BAKGRUND	7
1.2 PROBLEMDISKUSSION	10
1.3 SYFTE	12
1.4 AVGRÄNSNINGAR	12
1.5 MÅLGRUPP	12
1.6 DISPOSITION	13
2 TEORI	15
2.1 OPTIONENS GRUNDER	15
2.1.1 OMX Stockholm 30 (OMXS30)	17
2.2 VOLATILITET	17
2.3 MODELLER FÖR MÄTNING AV VOLATILITET	17
2.3.1 Historisk Volatilitet	18
2.3.2 Implicit Volatilitet	19
2.4 BLACK & SCHOLES - OPTIONSPRISÄTTNINGSMODELL	19
3 TEORETISK REFERENSRAM	22
3.1 LATANÉ OCH RENDLEMAN (1976)	22
3.2 CANINA OCH FIGLEWSKI (1993)	23
3.3 AMIN OCH NG (1997)	25
4 HYPOTES	27
4.1 IMPLICIT VOLATILITET SOM MARKNADENS RATIONELLA PREDIKTION AV FRAMTIDA VOLATILITET	27
4.1.1 Test I	28
4.1.2 Test II	29
5 METOD	31
5.1 ANGREPPSSÄTT	31
5.2 URVALSMETOD	32
5.2.1 Tidshorison	33
5.2.2 Slutkurs	33
5.2.3 Köpoption	34
5.2.4 At-The-Money	34
5.2.5 Gruppering	35
5.2.6 Bortfall	36
5.2.7 Utdelning	37
5.2.8 Riskfri ränta	37

5.2.9	<i>Implicit volatilitet</i>	38
5.2.10	<i>Realiserad volatilitet</i>	38
5.2.11	<i>Historisk volatilitet</i>	40
5.3	DATA/DATAINSAMLING.....	40
5.4	STATISTISK METOD.....	41
5.4.1	<i>Regressionsmodellen</i>	41
5.4.2	<i>Hypotestest</i>	42
5.5	METODKRITIK.....	43
5.5.1	<i>Validitet</i>	43
5.5.2	<i>Reliabilitet</i>	43
5.6	FELKÄLLOR.....	44
5.6.1	<i>Täcknings- och urvalsfel</i>	44
5.6.2	<i>Residualer</i>	44
5.6.3	<i>Källkritik</i>	45
6	RESULTAT OCH ANALYS	46
6.1	IMPLICIT VOLATILITET SOM MARKNADENS FÖRVÄNTNING PÅ FRAMTIDA VOLATILITET.....	46
7	SLUTSATS	52
7.1	REFLEKTIONER.....	52
7.2	FÖRSLAG TILL VIDARE FORSKNING.....	54
8	REFERENSER	55
8.1	ARTIKLAR OCH BÖCKER.....	55
8.2	INTERNETKÄLLOR.....	57

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1: OMXS30-index slutkurser mellan 1993-01-01 och 2007-01-01.....	33
Figur 2: Tabell över gruppindelning.....	36
Tabell 2: Regression av realiserad volatilitet på implicit volatilitet: $\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta\sigma_n^{IV} + \varepsilon_n$	47
Tabell 3: Regression av realiserad volatilitet på historisk volatilitet: $\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta\sigma_n^{HV} + \varepsilon_n$	49
Tabell 4: Regression av realiserad volatilitet på historisk- samt implicit volatilitet: $\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta\sigma_n^{IV} + \beta\sigma_n^{HV} + \varepsilon_n$	50
Figur b1: Macro skapad för att estimera den implicita volatiliteten.....	63

1 Inledning

I denna studie ämnar vi undersöka om rationella¹ förväntningar är det som tillämpas på optionsmarknaden. Detta undersöker vi genom att se skillnaden mellan realiserad och implicit volatilitet som irrationaliteter på marknaden. Vi ämnar även undersöka huruvida historisk volatilitet kan ge en prognos överlägsen estimerad av realiserad jämfört med implicit volatilitet. Vidare önskar vi se om detta eventuella samband skiljer sig åt mellan olika konjunkturlägen, högkonjunktur (1993-2000 och 2003-2007) respektive lågkonjunktur (2000-2003). Dagens teori beträffande huruvida implicit eller historisk volatilitet skall användas som estimat, är tvetydig² samt att det inte finns någon generell uttalande sanning, vilket gör att forskningsområdet känns spännande och aktuellt.

Detta, det första kapitlet, inleds med en bakgrund bestående av grundläggande historia samt summering av tidigare studier för att ge en djupare förståelse av ämnet. Detta följs av en problemdiskussion med huvudfrågorna. Därefter beskrivs syftet samt att målgruppen definieras för denna uppsats. I den avslutande dispositionen får läsaren en överblick över vad som väntar vid fortsatt läsning.

1.1 Bakgrund

Förmågan att förutse vad som skall komma att hända på den finansiella marknaden är en av de mest värdefulla tillgångar en person som jobbar inom finansmarknaden kan besitta. Det är genom denna förmåga, att göra överlägsna framtidsprognoser, som möjligheten att tjäna stora pengar på marknaden uppstår. Under de senaste 50 åren har det spenderats enorma summor pengar på forskning för att få fram en modell som kan användas vid dessa framtidsprognoser. Fundamentala eller mer tekniska analyser

¹ www.ne.se, Rationalitet är per definition det som bygger på en människas förnuft. Att en handling eller tanke är rationell betyder ett medvetet och metodiskt val av de bästa medel för att här genom uppnå sitt mål. Irrationalitet å andra sidan avser ett handlande som missgynnar den handlandes långsiktiga intresse.

² Exempelvis ger både Latané och Rendleman (1976) samt Amin och Ng (1997) att investerare var borta på att förutse volatiliteten hos den underliggande tillgången medan detta motsägs av Canina och Figlewski (1993) som kom fram till slutsatsen att den IV i praktiken inte har mycket korrelation med den framtida volatiliteten.

används för att prognostisera marknaden. Den förra tror att historisk information redan är prissatt på marknaden, vilket betyder att marknaden är svagt effektiv. Utifrån detta lägger en fundamental analytiker inte någon tid och energi på att analysera historisk information utan fokuserar på det mer väsentliga och försöker finna marknader som utifrån den egna tron om framtiden är underprissatta. Den senare, den tekniska analysen, utgår från att marknaden ej är svagt effektiv. Utifrån denna inställning gentemot marknaden finner en analytiker det värt att lägga ner tid på att studera och granska historisk information för att genom dessa finna marknader som kan prestera bättre än den genomsnittliga marknaden. Långsiktiga trender, volymbeteenden eller andra indikationer på att vissa mönster kan komma att upprepa sig i framtiden är några olika exempel på vad en mer teknisk analytiker kan komma att titta på.

Den mer tekniska analysmetoden finner många privata investerare mer tilltalande då den information som behövs för att utföra dessa analyser finns tillgänglig och är relativt enkla att erhålla. Detta ställs mot den fundamentala analysmetoden och det faktum att den privata investeraren har mycket svårare att få tag på fundamental information om företag samt det faktum att det är ännu svårare att använda den eventuellt erhållna fundamentala informationen för att göra tillförlitliga prognoser.

En annan källa av information som kan användas för att prognostisera framtida rörelser finns att få från derivat. De mest vanliga derivat som handlas med på marknaden är optioner, olika terminskontrakt (futures och forward contracts) samt swaps. Priset på ett terminskontrakt som löper ut någon gång i framtiden bör vara lika med det gällande observerbara priset på den underliggande tillgången plus tidsvärdet för pengar. Att denna relation inte håller är dock mycket vanligt. Avvikelser från denna relation är beroende på att marknads förväntningar på det framtida priset på tillgången skiljer sig från priset idag. Ur detta resonemang följer att priset på terminskontrakt förmedlar information om framtida rörelser hos den underliggande tillgången. Följande resonemang kan även tillämpas på optioner.

Användandet av derivat för olika syften har under de två senaste decennierna ökat markant runt om i världen. Det är framförallt inom växelkursmarknaden som olika derivat blivit mer vanliga, t.ex. har omsättningen av currency forwards och futures contracts ökat mer än tiofalt under 1990-talet.³ Aktieoptioner följer ett liknande mönster idag och handlas med i mångfald. Lika stor är mångfalden vad gäller olika förfalldatum och lösenpriser samt utgivare. För en väl fungerande och effektiv sekundärmarknad är dessa karaktäristika som krävs.⁴ Sett till Sverige har antalet handlade aktieoptionskontrakt mer än fyrdubblats sedan 1995.⁵ En förklaring till detta kan vara att allt fler aktörer har kommit underfund med och lärt sig vilka fördelar optioner kan generera. En vanlig uppfattning bland investerare och aktörer är att optioner är ett svårt och riskfyllt instrument medan vi skulle vilja säga att detta är helt upp till den individuella investerarens bedömning. Optioner kan användas på så sätt att risken både ökar och minskar. Instrumenten karaktäriseras av flexibilitet och kan anpassas till den enskilda investerarens preferenser. För att erhålla önskade egenskaper kan en investerare skraddarsy sin placering genom att kombinera olika optioner samt aktier.

För Sveriges del slog Olof Stenhammar upp dörrarna för optionshandel 1985 då han startade Optionsmäklarna (OM).⁶ Efter ett samgående med Helsinki Exchange (HEX) 2003 bytte företaget namn och heter idag OMX.⁷ I USA dök optioner upp i slutet av 1930-talet då aktörerna på den amerikanska börsen ansåg det viktigt att försöka försäkra sina innehav då de ansåg att börsen var högt värderad. Dock dröjde det ända till 1973 då den första organiserade börsen för optioner såg dagsljus och Chicago Board of Option Exchange (CBOE) öppnades. Den stora skillnaden jämfört med tidigare handel var att CBOE införde standardiserade optioner med kontinuerliga marknadspriser,⁸ (en mer utförlig beskrivning av optioner kommer att ges under kapitel 2). Ekonomerna Myron Scholes och Fischer Black publicerade under samma år en formel som i folkmun kom att kallas Black-Scholes-formel (BS). Denna formel

³ David K. Eiteman, Arthur I. Stonehill, Michael H. Moffett (2004), sid. 78.

⁴ Lars Oxelheim (1996), sid. 7

⁵ www.omxgroup.se

⁶ Tjeder (2000), sid. 18

⁷ www.omxgroup.se

⁸ Tjeder (2000), sid. 18

är en av de mest använda modeller för prissättning av optioner och utifrån den är det relativt enkelt att räkna ut en options teoretiska pris. Av dessa båda anledningar kom optionsmarknaden i USA att utvecklas snabbt därefter. Formeln justerades senare lite av Robert Merton och de tre kom sedermera att 1997 tilldelas Nobelpriset i ekonomi.⁹

För 20 år sedan var derivatmarknaden ineffektiv och dåligt fungerande. Idag fungerar den på ett mycket bättre, smidigare och mer effektivt sätt vilket gör den mer attraktiv för investerare och härav reflekterar den synen av många fler investerare än för 20 år sedan. Detta gör derivat, i vårt fall optioner, mycket mer intressanta att använda som inputs i en prognos.

1.2 Problemdiskussion

Black-Scholes består totalt av sex stycken olika parametrar: optionspriset, löptiden, lösenpris, den underliggande tillgångens pris, den riskfria räntan samt volatiliteten hos den underliggande tillgången. Samtliga ovan nämnda parametrar förutom volatiliteten är lätta att observera på marknaden. Allmänt sett finns det tre metoder för att estimeras volatiliteten: Historisk volatilitet (HV), vilken är mest använd, ARCH/GARCH-metoden samt Implicit volatilitet (IV). Volatiliteten hos den underliggande tillgången måste förutsägas och då volatiliteten ändras över tiden blir den svår att estimeras. Då denna faktor är en avgörande parameter för vilket pris optionen har och vilka förväntningar som finns har det åsamkat många investerare stora bekymmer. Det är av allmän uppfattning att den implicita volatiliteten i BS, som räknas fram genom marknadspriset på optionen, är marknads bästa estimat för framtida volatilitet för den underliggande tillgången. Om detta inte vore fallet skulle det innebära att man skulle kunna konstruera en handelsstrategi som skulle kunna generera vinster genom att identifiera felprissatta optioner.¹⁰ Detta sammanstrålar väl med det som Canina och Figlewski skrev i sin artikel 1993: "It has become almost an article of faith in the academic finance profession that the implied volatility is the "market's" volatility forecast, and that it is a better estimate than historical volatility".¹¹

⁹ www.ne.se

¹⁰ Jorion (1995)

¹¹ Canina and Figlewski (1993) sid. 660

På en marknad som antas vara effektiv samtidigt som det inte råder någon informationsasymmetri antas det att en investerare har rationella förväntningar, och att den information som finns tillgänglig för gemene man, inte kan användas för att förbättra förutsägelsen av den estimerade framtida volatiliteten. Av denna anledning har många forskare ett gemensamt intresse av den kraft som finns vid en förutsägelse av IV. Forskare använder sig ofta av IV även i andra modeller, då som en ex ante parameter för den erhållna prisrisken. Underlaget är väl diskuterat och har forskats om av: Latané & Rendleman (1976), Chiras & Manaster (1978), Beckers (1981), Lamoureux & Lastrapes (1993), Canina & Figlewski (1993), Jorion (1995) samt Amin & Ng (1997), för att nämna några studier. Sett till studier genomförda av svenska forskare på den svenska marknaden har vi tyvärr inte funnit några.

Som nämnts ovan är IV den volatilitet som marknaden tror att aktien kommer att ha under den resterande löptiden. Denna kan sägas vara en uppskattning av den osäkerhet som marknaden förknippar med den underliggande tillgången. Detta leder oss fram till frågan om det verkligen ligger till på det sättet att IV är marknadens förväntan på den framtida volatiliteten samt om detta i så fall skulle kunna testas genom uppsättning av en hypotes? Vidare kan man fråga sig om IV har en överlägsen förklaringsfaktor gentemot HV? Detta skulle kunna lösas genom att lösa BS utifrån den volatilitet som ger att modellen och marknadens optionspris blir det samma. Utifrån ett estimat för IV bör det kunna göras tre separata regressioner med IV respektive HV som förklarande variabel, oberoende samt gemensamt vad beträffar den faktiska volatiliteten. Genom detta bör det ges möjlighet att särskilja vilken av IV- och HV-estimatet som är det starkare av de båda.

Det skulle vara intressant att se om det kan göras en undersökning om informationsinnehållet vad gäller IV som är baserad på arbete utfört av Linda Canina från Brown University och Stephen Figlewski från New York University och deras rapport "The Information Content of Implied Volatility" som publicerades 1993. Istället för att lösa frågan utifrån S&P100-index undrar vi om den går att lösa utifrån den information som ges av Stockholmsbörsens OMX-index och dess handlade

optioner? Utifrån ovan ställda frågor kan det även vara intressant att se om de utfall dessa frågor skulle kunna ge skiljer sig åt mellan en högkonjunktur respektive lågkonjunktur. Rent intuitivt kan det tänkas vara så att volatiliteten överskattas i en högkonjunktur respektive underskattas i en lågkonjunktur. Undersöker man optionsdata från 1993 fram till och med 2006, vilket är en period som innehåller två stycken kraftiga uppgångsperioder och en kraftig nedgångsperiod, kanske svar kan ges på detta?

1.3 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka om rationella förväntningar tillämpas på optionsmarknaden. Vidare undersöker vi även huruvida historisk volatilitet kan ge en prognos överlägsen estimatet av realiserad jämfört med implicit volatilitet. Slutligen tittar vi på om detta eventuella samband skiljer sig åt mellan olika konjunkturlägen, uppgångsperiod (1993-2000 och 2003-2007) respektive nedgångsperiod (2000-2003).

1.4 Avgränsningar

Studien är begränsad till Stockholmsbörsens ledande aktieindex, OMX Stockholm 30 (OMXS30), och köptionerna på detta index. Studien belystes under antagandet om rationella förväntningar och kan ses som en test av Black-Scholes-modellen och den svenska optionsmarknadens effektivitet, som behandlas vidare under avsnitt 4.1.

1.5 Målgrupp

Uppsatsen riktar sig främst till investerare som har optionshandel som en del av sin profession, andra aktörer på marknaden samt även till studenter med förkunskaper inom finansiell teori. Vi ser gärna även att aktörer på optionsmarknaden som vill berika sina kunskaper om implicit volatilitet kan dra nytta av denna uppsats.

1.6 Disposition

Kapitel 2: Teori

Presentation av de teorier som har legat till grund för vår studie att ges. Detta för att ge läsaren en bättre förståelse för uppsatsen. Vi börjar med en kortare beskrivning av optioner för att sedan förklara den formel som ligger till grund för våra uträkningar samtidigt som vi kommer att diskutera några antaganden för att denna borde hålla. Vidare skildras olika former av volatilitet följt av en beskrivning av de olika optionspositioner och strategier som kan komma att innehas. Detta kapitel avslutas med en beskrivning av den effektiva marknadshypotesen.

Kapitel 3: Teoretisk referensram

Sedan Mark Rubinstein först lanserade tanken om "crashophobia" i slutet av 1980-talet har forskning runt implicit volatilitet ökat ordentligt.¹² En summering ges av slutsatser från tidigare forskning samt senare forskning gjord inom detta område. Detta för att ge läsaren en fylligare bild av uppsatsen samt dess samband.

Kapitel 4: Hypotes

Som nämnts inledningsvis har vi två huvudobjekt för denna studie. Det första behandlar hypotesen att IV är marknadens rationella förväntan på den framtida volatiliteten hos den underliggande tillgången. Det andra behandlar IV prediktiva information angående framtida volatilitet. Nedan kommer även upprättas testbara implikationer av hypotesen samt förklaras hur man kan mäta informationsinnehållet i IV.

Kapitel 5: Metod

Presentation av undersökningens angreppssätt, urvalsmetod, samt metod för datainsamling. Därefter beskrivs den statistiska metoden. Avslutningsvis ges en diskussion med metodkritik samt en redogörelse för uppsatsens reliabilitet och validitet.

¹² John C. Hull (2003), sid. 335

Kapitel 6: Resultat och analys

Under detta kapitel kommer vi att presentera resultaten från testen introducerade under de tidigare kapitlen. Resultaten ges i tabell- och textform. I samband med detta kommer även en analys av de erhållna resultaten att ges.

Kapitel 7: Slutsats

I detta, det avslutande, kapitlet presenteras slutsatser kring de resultat vi har kommit fram till tillsammans med en återkoppling till syftet. Avslutningsvis kommer vi att ge förslag till vidare forskning inom området.

2 Teori

I detta kapitel beskrivs de teorier som ligger till grund för vår studie. Detta för att ge läsaren en bättre förståelse för uppsatsen. Vi börjar med en beskrivning av optioner följt av en kortare förklaring av OMXS30-index, vilket är det derivat vi kommer att använda oss av i denna undersökning. Sedan förklarar vi den formel som ligger till grund för våra uträkningar, samt att vi skildrar olika former av volatilitet. Detta följs av en beskrivning av de olika optionspositioner och strategier som kan komma att innehas. Vi avslutar kapitlet med att beskriva den effektiva marknadshypotesen.

2.1 Optionens grunder

En option är ett finansiellt instrument som delas upp i två olika grundläggande typer; säljoptioner och köpoptioner.¹³ Säljoptioner ger innehavaren rätt att sälja den underliggande tillgången medan köpoptioner istället ger innehavaren rätt att köpa tillgången.¹⁴ Motiven för handel kan vara både spekulativa och försäkrande. Spekulative, om investeraren tror på en rörelse i den underliggande varan och köper för att ta del av hävstångseffekten. Försäkrande, om investeraren vill påverka risk eller avkastning på ett tidigare innehav. De optioner som handlas på OMX Stockholmsbörsen är standardiserade optioner. Standardiserade beträffande, identitet (vilken aktie som avses), mängd (antalet underliggande aktier en option avser), löptid (den tid som innehavaren kan utnyttja sin rätt att köpa eller sälja) samt lösenpris (priset innehavaren har rätt att köpa eller sälja till, inom löptiden).¹⁵ Man skiljer även mellan amerikanska och europeiska optioner. Amerikanska optioner kan lösas in under hela löptiden, medan den europeiska optionen enbart kan lösas in på den specifika inlösenstidpunkten.¹⁶

Det var i 1600-talets Holland som den första större handeln med optioner förekom, vid denna tidpunkt var den underliggande varan tulpanlökar. Spekulationerna var

¹³ Tjeder, J (2000)

¹⁴ Brealey, R & Myers, S (1996)

¹⁵ Tjeder, J (2000)

¹⁶ Hull, J (2003), sid. 6

kraftiga och efter en viss tid sprack spekulationsbubblan.¹⁷ Det dröjde ända tills den senare hälften av 1800-talet då de amerikanska bönderna började säkra sina skördar mot prisfluktuationer som handeln tog fart igen. Denna handel skedde då med OTC¹⁸ optioner.

Aktieoptioner har, som nämnts ovan, (1.2), handlats på OM Stockholmsbörsen sedan förmiddagen den 12 juni 1985. Inledningsvis erbjöds det köpoptioner i sex olika underliggande aktier, idag är de betydligt fler till antalet.¹⁹

Vilken månad och år som en option går till lösen ges av dess beteckning. För att ta reda på det specifika datumet för lösen behöver man endast en kalender, då lösen alltid sker den tredje fredagen i varje månad för aktieoptioner²⁰ och den fjärde fredagen i slutmånaden för våra OMXS30 indexoptioner²¹. En option motsvarar 100 stycken underliggande aktier och handlas vanligtvis om poster av 10 kontrakt.²²

En options värde är tudelat och består dels av ett realvärde men även av ett tidsvärde. Realvärdet är det värde optionen är värd och tidsvärdet består av förväntningar på framtida kursutvecklingar. En köpoption vars aktiepris understiger lösenpriset har endast ett tidsvärde.²³ En option kommer att kallas olika beroende på hur den underliggande aktiens kurs förhåller sig till optionens lösenpris. Är lösenpriset lika med aktiekursen sägs både köp- och säljoptionen vara At-The-Money (ATM). När aktiekursen överstiger lösenpriset sägs köpoptionen, (säljoptionen) vara In-The-Money (ITM), (Out-of-The-Money). Sjunker aktiekursen under lösenpriset sägs köpoptionen, (säljoptionen) vara Out-of-The-Money (OTM), (In-The-Money).²⁴

¹⁷ Malkiel, G. B (1999)

¹⁸ Over The Counter (OTC), innebär att optionerna inte var standardiserade.

¹⁹ Tjeder, J (2000), sid. 27

²⁰ Tjeder, J (2000), sid. 27

²¹ www.omx.se

²² Ibid.

²³ Tjeder, J (2000), sid. 76

²⁴ Ibid. sid. 29

2.1.1 OMX Stockholm 30 (OMXS30)

OMX Stockholm 30 (OMXS30) är Stockholmsbörsens ledande aktieindex. Indexet består av de 30 mest aktivt handlade aktierna på den nordiska börsen i Stockholm. Det begränsade antalet bolag garanterar god likviditet i de underliggande aktierna, vilket ger ett index som är mycket lämpligt som grund för derivatprodukter. Dessutom används OMXS30-index också till strukturerade produkter, t.ex. warrants, indexobligationer, börshandlade fonder såsom XACT, OMX och andra icke-standardiserade derivat. Sammansättningen på OMXS30-index revideras två gånger per år. OMXS30-indexet är ett marknadsviktat prisindex. Basdatum för OMXS30-index är den 30 september 1986, med basvärdet 125.²⁵

2.2 Volatilitet

Priset på finansiella tillgångar beror på många olika faktorer, men förändringen i priset är starkt kopplat till flödet av information. Specifika händelser har stark påverkan på priset och när informationen om dessa händelser når marknaden påverkas priset mer eller mindre omedelbart. För aktier är årsrapporten ett typiskt exempel på en sådan specifik händelse. Beroende av flödet av information under en tidsperiod kan tillgångar erfara extrema förändringar. Själva handlandet av tillgångarna influerar också på priset och beroende på trosuppfattningar om investerarens avkastning kan den ändras utan ytterligare information. Huvudfrågan vid handel med finansiella tillgångar är sålunda dess avkastning. Avkastning är kopplat till risker och högre avkastning är oftast given genom större risker.²⁶

2.3 Modeller för mätning av volatilitet

Det finns åtskilliga akademiska och empiriska studier som försöker utforma och förutse framtida volatilitet. Det finns även en mängd olika orsaker till varför denna forskning görs, av den anledningen kan det argumenteras för att volatilitet är ett av de viktigare begreppen inom finansbranschen. Volatilitet eller standardavvikelse som det även kallas är ett mått på den risk som finns hos finansiella tillgångar. De tre

²⁵ www.omxgroup.com

²⁶ Tjeder, J (2000)

vanligaste och mest använda metoderna för att mäta volatilitet är; Historisk volatilitet, Implicit volatilitet och ARCH/GARCH-modellen för volatilitet.²⁷

Studien bygger på de två förstnämnda metoderna för att mäta volatilitet, vilka kommer att presenteras mer utförligt nedan.

2.3.1 Historisk Volatilitet

Den Historiska volatilitetens (HV) modell är den enklaste av de modeller vi kommer att ta upp vad gäller mätning och estimering av volatilitet. HV är den estimerade standardavvikelsen för en historisk tidsseries avkastning.

$$std = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Ekvation 2.1

Där x_i är avkastningen under period i , \bar{x} är den genomsnittliga avkastningen under hela perioden samt där n är antalet observationer. Det vanligaste sättet att använda sig av denna metod är att använda samma periodiska längd av historisk avkastning som den framtida period som volatiliteten ska användas för. Till exempel är det vanligt att man använder sig av de gångna 30 dagarnas avkastning som input för att estimerar volatiliteten för en option som har 30 dagar till lösen. HV är det mått på volatilitet som är mest använd i optionsprissättningsmodeller trots att det under de senaste åren har kommit fram flera empiriska och akademiska forskningsrapporter som visar på att volatilitet estimerat från mer avancerade tidsseriemodeller skulle ge ett mer precist pris på optionen.²⁸

²⁷ Don M. Chance (1995)

²⁸ Pizzignacco (2001), sid. 17

2.3.2 Implicit Volatilitet

I stort sett alla modeller som prissätter finansiella optioner kräver ett estimat eller en prognos av den framtida volatiliteten, hos den underliggande tillgången, som en input-parameter. Genom att observera en option på marknaden är det möjligt att fastställa den volatilitet som prissätter den underliggande tillgången under optionens återstående löptid. I Black-Scholes optionsprissättningsmodell (BS) finns det bara en parameter som inte direkt kan observeras på marknaden, detta är den underliggande tillgångens volatilitet. Om BS används är återstående löptid, den riskfria räntan, priset hos den underliggande tillgången, lösenpriset samt optionspriset samtliga kända faktorer. Utifrån vetskapen om dessa parametrars storlek är det sedan möjligt att genom BS lösa ut aktiens volatilitet; härigenom är det möjligt att fastställa den volatilitet som är inbegripen av optionen. Den implicita volatiliteten kan ses som marknadens förväntning på volatiliteten hos den underliggande tillgången under optionens återstående löptid. IV från högt likvida optioner används ofta av derivathandlare för att räkna ut den passande volatiliteten för prissättning av andra, inte fullt så likvida, optioner.

2.4 Black & Scholes - optionsprissättningsmodell

År 1973 gjorde Fischer Black, Myron Scholes och Robert Merton ett större genombrott vad gäller prissättningen av optioner. Detta innefattande vad som senare kom att kallas Black-Scholes-formel (BS). Sedan utvecklingen av denna formel har den haft en stor påverkan på hur investerare prissätter optioner. Det huvudsakliga antagandet bakom BS är att aktiepriser följer en geometrisk Brownian-rörelse.²⁹ Gränslinjen för en köpoption är:³⁰

$$c = \max[S_0 - e^{-r\tau} K, 0] \quad \text{Ekvation 2.3}$$

BS för en Europeisk köpoption är följande:

²⁹ För att se härledningen av BS-formel, se bilaga A.

³⁰ Black, Scholes (1973), sid. 640

$$c = SN(d_1) - K\epsilon^{-rT} N(d_2) \quad \text{Ekvation 2.4}$$

där

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{Ekvation 2.5}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad \text{Ekvation 2.6}$$

där

C = värdet på köptionen

S_0 = priset på den underliggande tillgången vid tiden 0

K = lösenpris vid förfallodagen

r = riskfria räntan

T = tid till förfallodag

σ = volatiliteten hos den underliggande tillgången

Optionens pris kan fås genom användandet av Black-Scholes-Merton differentialekvation, som visas ovan. Ett annat tillvägagångssätt är att använda sig av riskneutral uppskattning, Binomialmodellen³¹. En sak som framkommer som en av huvudegenskaperna hos Black-Scholes-Merton differentialekvation är att den inte involverar några variabler som investerare kan ha gentemot risk. Ingen av de sex variabler angivna ovan är beroende av riskpreferenser.³²

Den förväntade avkastningen på aktien, μ , faller ut ur ekvationen under härledningen, som ett resultat av detta är Black-Scholes-Merton differentialekvation oberoende av riskpreferenser. Eftersom Black-Scholes-Merton differentialekvation är oberoende av riskpreferenser kan ett begåvat argument användas. Om riskpreferenser inte tas in i ekvationen så kan inte heller risk påverka svaret. Detta för med sig att vilken

³¹ Canina, L. och S. Figlewski (1993)

³² McMillan (1986)

uppsättning av riskpreferenser som helst kan används vid uträkningen av optionens pris. Framförallt kan här tas det direkta antagandet att alla investerare är riskneutrala.³³

På en marknad där alla investerare är riskneutrala är den förväntade avkastningen på alla värdepapper lika med den riskfria räntan. Orsaken till detta är att riskneutrala investerare inte kräver ett premium för att ta risker. Följaktligen, vid värdering av en option, skattar vi den förväntade utdelningen utifrån att den förväntade avkastningen från den underliggande tillgången är den riskfria räntan och använder samma riskfria ränta för att diskontera den förväntade avkastningen.³⁴

³³ Ibid.

³⁴ Ibid.

3 Teoretisk referensram

Sedan Mark Rubinstein först lanserade tanken om "crashophobia" i slutet av 1980-talet har forskningen runt implicit volatilitet ökat kraftigt. Nedan ges en summering av slutsatser från tidigare forskning samt senare forskning gjord inom detta område. Detta för att ge en fylligare bild av uppsatsen och dess samband.

3.1 Latané och Rendleman (1976)

Latané och Rendleman var de första att göra en empirisk forskning om den implicita volatiliteten och dess förutsägande kraft. Syftet med deras forskning var att testa investerarens förmåga att förutse den framtida volatiliteten hos den underliggande tillgången. De introducerade IV som en andra möjlighet att förutsäga framtida volatilitet, hämtad från observerade priser av handlade optioner. Deras data bestod av 39 veckors observation av stängningspriser av aktier och köpoptioner för 24 företag listade på Chicago Board of Option Exchange (CBOE). Observationerna har en tidshorisont från 5 oktober 1973 till 28 juni 1974.³⁵

De observerade att varje vecka fanns det flera optioner med olika lösenpriser och löptid. Latané och Rendleman räknade separat ut den IV för varje option som det handlades med. Som resultat fick de olika IV-estimat för samma handlade optioner för varje undersökt vecka. Optioner med olika lösenpriser och olika löptider svarade olika på känsligheten av volatiliteten hos den underliggande aktien. De antog att optioner som var mindre känsliga mot information, som påverkar den underliggande tillgången, i lägre grad kunde förutsättas reflektera marknadens förväntning av volatiliteten än de mer volatilt känsliga optionerna. För att kunna lösa detta räknade Latané och Rendleman ut ett viktat genomsnitt av de olika värdena av IV från de olika optionskontrakten på samma aktie. Den teoretiska känsligheten var given som det partiella derivatet av BS med hänsyn till volatiliteten hos den underliggande tillgången. Denna känslighet användes som en vikt, för varje option, i

³⁵ Finnied, Hafenbradl och Jacobsen (1998)

genomsnittsekvationen. Detta resulterade i upp till 39 veckors observationer av viktad IV för varje företag. Efter detta gjorde Latané och Rendleman en vanlig genomsnittsberäkning av de veckovisa observationerna på ett sådant sätt att de fick ett veckovist estimat för IV för var och ett av de 24 företagen.³⁶

För att testa den förutsägande kraften hos IV beräknade de korrelationen mellan IV, två olika ex post estimat av framtida volatilitet samt ett historiskt volatilitetsestimat. Den högsta korrelationen, 0,82, var mellan IV och en av de framtida volatilitetsestimaten. Latané och Rendlemans tolkning av resultatet var att investerare var bra på att förutse volatiliteten hos den underliggande tillgången.³⁷

Latané och Rendlemans val av metod kan dock kritiseras.³⁸

- De justerade inte för aktiens utdelningsbetalning.
- De matchade inte optionens återstående löptid mot den tidsperiod som de genomförde sin forskning med, utan de använde sig av optioner med olika resterande löptid vid skattning av samma IV.
- De beräknade framtida volatilitet över perioder som överlappar med, eller startar före, den period som användes för att beräkna den IV.
- Korrelationsestimaten är inte tillräckligt informativa för att undersöka den förutsägande kraften hos en variabel.

3.2 Canina och Figlewski (1993)

Canina och Figlewski (1993) önskar att undersöka påståendet om att IV är marknadens rationella förväntning på den framtida volatiliteten och är en bättre prediktor jämfört med HV. Deras forskning utfördes på Amerikanska S&P-100 index och köpoptioner noterade på dessa, OEX optioner, från den 15 mars 1983 till den 28 mars 1987. Canina och Figlewski delade upp sina data i 32 mindre grupper och organiserade dessa grupper i ytterligare fyra underkategorier beroende på förfallodag

³⁶ Henry A. Latané, Richard J. Rendleman, Jr. (1975)

³⁷ Ibid.

³⁸ Finnied, Hafenbradl och Jacobsen (1998)

och sedan ordnade de in dem i åtta kategorier bestämda av graden "in-" eller "out-of-the-money". Optioner med mindre än sju dagar, och mer än 127 dagar till förfallodag togs bort ur undersökningen.³⁹

En binomial optionsprissättningsmodell användes för att inkludera möjligheten till tidig lösen i händelse av utdelning. IV estimerades sedan för varje observerbart optionspris som matchade kriterierna listade ovan. Den realiserade volatiliteten under optionens återstående löptid räknades ut som standardavvikelsen på de dagliga aktiepriserna under perioden och HV räknades ut som standardavvikelsen under de senaste 60 dagarna före det att optionen köptes.⁴⁰

Canina och Figlewski utförde tre stycken regressionsanalyser med realiserad volatilitet som den beroende variabeln och (i) IV, (ii) HV samt (iii) IV och HV som oberoende variabler. Under nollhypotesen, att IV var lika med den rationella förväntningen på framtida volatilitet, borde riktningskoefficienten för IV bli lika med 1 och de andra koefficienterna lika med 0 i regression (i) och (ii). Koefficienterna estimerades med hjälp av OLS för var och en av de 32 urvalen och kovariansmatrisen justerades genom användning av en version av Hansens "Generalized Method of Moments Estimators"⁴¹.

Resultatet visar att IV ger en svag prognos, till och med svagare än HV. Vidare är IV en sned prediktor och har låg korrelation med framtida realiserade volatilitet. I regression (i) är den estimerade koefficienten för IV signifikant skilt från noll på femprocentnivån i bara 6 av 32 fall av regressionerna, av vilka tre var negativa. De tre signifikant positiva koefficienterna varierade från 0,138 till 0,229, vilket är långt ifrån nollhypotesen i (i). Det justerade R^2 varierade från 0,035 till 0,067. Resultatet från den andra regressionen (ii) påvisade att HV till viss grad förklarar den realiserade volatiliteten. För HV är alla koefficienterna positiva och de flesta av dem är signifikant skilda från noll. Det justerade R^2 är generellt sett bättre än för IV i den första regressionen (i). I den sista regressionen (iii) med både IV och HV var

³⁹ Canina, L. och S. Figlewski (1993)

⁴⁰ Ibid.

⁴¹ Hansen (1982)

riktningskoefficienterna för HV generellt sett signifikant skilt från noll i motsats till de riktningkoefficienter som IV fick, vilka alla var icke-signifikant skilt från noll och 28 av 32 var dessutom negativa.⁴²

Canina och Figlewski kom fram till slutsatsen att IV i praktiken inte har mycket korrelation med den framtida volatiliteten, och därmed förkastar de nollhypotesen att IV är den rationella förväntningen för den framtida volatiliteten samt att HV är en bättre prediktor.⁴³

Avslutningsvis skulle vi vilja kommentera att Canina och Figlewski beräknade IV från ett flertal optioner samma dag med samma återstående löptid utan att räkna ett viktat genomsnitt över de observerade optionspriserna. Givet att optionernas IV har en hög känslighet för den underliggande tillgångens pris, måste det antas att det IV som beräknades av Canina och Figlewski innehåller en del mätfel. Mätfel i en regression resulterar i en minskning av OLS-estimaterna. Detta kan vara en bidragande anledning till att Canina och Figlewski erhöll en så låg riktningkoefficient för IV.

3.3 Amin och Ng (1997)

Amin och Ng färdigställde sin empiriska studie om informationsinnehållet i IV utifrån ett flertal volatilitetsspecifikationer av Heath-Jarrow-Mortons modell i relation till de populära historiska volatilitetsmodellerna på optionsmarknaden för Eurodollarterminer. Deras tillvägagångssätt skilde sig från tidigare studier inom ämnet. Canina och Figlewski argumenterade för att höga transaktionskostnader skulle kunna vara en av anledningarna till att marknadspriserna skilde sig åt från de teoretiska priserna. Amin och Ng undersökte därför vilket resultat de skulle få om de valde en starkt effektiv marknad med låga transaktionskostnader och som domineras av stora institutionella investerare. Att valet kom att hamna på optionsmarknaden som berör Eurodollarterminer var av den anledningen att det handlas dubbelt så mycket på

⁴² Canina, L. och S. Figlewski (1993)

⁴³ Ibid.

denna marknad jämfört med andra marknader. Dessutom har optionsmarknaden för Eurodollarterminer låga transaktionskostnader.⁴⁴

Därefter gjorde de flertalet förbättringar jämfört med tidigare studier gjorda av t.ex. Day och Lewis (1992) och Lamoureux och Lastrapes (1993), samt korrigerade för några av de fel som de hade gjort såsom kontrollering av feta svansar vad beträffar distributionen av räntechocker. Tidigare studier hade bara använt sig av BS medan Amin och Ng även använde sig av flera andra modeller för prissättning av optioner. De lade in fem stycken olika räntemodeller inom ramen för "Heath-Jarrow-Morton" (HJM) modellen för att estimeraräntekrav. HJM är baserat på antagandet om frånvaron av arbitrage och kräver endast den initiala villkorsstrukturen samt volatiliteten hos terminsräntan som inmatningsdata.⁴⁵

I HV införlivade de en växelspelseffekt mellan nivån på räntan och räntechocker. Slutligen genomförde de en fyllig test för att testa förmågan hos IV att förklara realiserad volatilitet under månatliga tidshorisonter i relation till historiska prognoser. Vidare följde de den metodologi som Canina och Figlewski använde sig av genom att utvärdera realiserad volatilitet över den kommande månaden mot HV och IV.⁴⁶

De fann att IV fångad från HJM förklarar, till större delen, all den faktiska räntevolatiliteten på optionsmarknaden för Eurodollarterminer. Då optionsmarknaden för Eurodollarterminer är extremt likvid och effektiv, drog de slutsatsen att det är mer troligt för IV att reflektera marknadens ex ante förväntningar på framtida volatilitet på optionsmarknaden för Eurodollaroptioner. Slutligen fann de att IV på månatlig basis har en signifikant förklaringskraft, och att ARCH samt asymmetriska chocker på ränteläget inte ger något tillägg till förklaringskraften.⁴⁷

⁴⁴ Amin och NG (1997)

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Ibid.

4 Hypotes

Som nämnts inledningsvis har vi två huvudobjekt för denna studie. Det första behandlar hypotesen att IV är marknadens rationella förväntan på den framtida volatiliteten hos den underliggande tillgången. Det andra behandlar IVs prediktiva information angående framtida volatilitet. Nedan kommer även upprättas testbara implikationer av hypotesen samt förklaras hur man kan mäta informationsinnehållet i IV.

4.1 Implicit volatilitet som marknadens rationella prediktion av framtida volatilitet

Hypotesen att IV är marknadens rationella förväntan på den framtida volatiliteten hos den underliggande tillgången implicerar att IV är marknadens subjektiva förväntan av RV. Den rationella förväntningshypotesen förutsätter att marknadens subjektiva förväntning är lika med den matematiska förväntningen, grundad på all tillgänglig information Φ vid den tidpunkt då förväntningen skapas. Ovanstående ger att IV är lika med den rationella förväntningen av den framtida volatiliteten hos den underliggande tillgången enligt ekvationen:

$$IV = E[RV|\Phi]$$

Ekvation 4.1

Vilken är den första hypotes som vi kommer att testa i denna studie.

Sett ur en annan synvinkel visar argumentationen att resultaten kan tolkas som ett standardtest av BS (ekvation 2.4) och marknadens effektivitet, då estimatet av IV i vår undersökning är direkt baserad på BS. Om något eller några av de antagandena som görs i BS inte visar sig hålla, medför detta att våra estimat av IV inte håller. Om vi vänder på resonemanget och ser till att vår hypotes är teoretiskt korrekt och att testerna är signifikanta, implicerar detta i sin tur att BS håller. Vidare ger det även att

antagandet om marknadseffektivitet måste hålla då rationella förväntningar är en förutsättning och implikation av den effektiva marknadshypotesen.

Nedan kommer vi att formge två test för hypotesen i ekvation 4.1

Per definition kan realiserad volatilitet skrivas som dess väntevärde grundad på all tillgänglig information Φ plus ett slumpmässigt residual, med väntevärde noll, som är ortogonalt med Φ ⁴⁸.

$$RV = E[RV|\Phi] + \varepsilon, E[\varepsilon|\Phi] = 0 \quad \text{Ekvation 4.2}$$

Formuleringen leder till det den första regressionsekvationen för test av rationalitet och prediktionsförmåga.

$$RV = \alpha + \beta F(\Phi) + \varepsilon \quad \text{Ekvation 4.3}$$

där $F(\Phi)$ är prognosen av RV baserad på den tillgängliga informationen Φ och ε är regressionens residual.

4.1.1 Test I

I det första testet kommer vi att göra en regression på RV som beroende variabel och IV som oberoende variabel. Om vi sätter samman uttrycken ur ekvation 4.1 och ekvation 4.2 erhåller vi

$$\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta \sigma_n^{IV} + \varepsilon_n, E[\sigma_n^{RV} - \sigma_n^{IV}] = E[\alpha] = 0 \quad \text{Ekvation 4.4}$$

⁴⁸ Rationella förväntningar implicerar att väntevärdet för residualen, ε , är lika med noll och oberoende av all tillgänglig information. Låt x vara en andel av informationen Φ , ($x \subset \Phi$). Att ε är oberoende av Φ implicerar att ε är okorrelerad med x . Därmed är väntevärdet för den linjära prediktionens residual lika med noll.

där α är interceptet i regressionen och riktningskoefficienten för IV är β . Vi kommer att ges möjligheten att testa hypoteserna i ekvation 4.1 genom att estimerar α och β och testa nollhypoteserna $\alpha=0$ och $\beta=1$ mot $\alpha \neq 0$ och $\beta \neq 1$.

Annorlunda uttryckt så kommer vi att genomföra ett test av den rationella prediktionen av RV, där IV är prognosen av RV baserad på informationen given av Φ och där ε är regressionens residual. Om IV är en perfekt och rationell prognos av RV beroende på Φ , borde regression ge koefficienterna 0,0 och 1,0 för α respektive β . Avvikelse från dessa värden är bevis på att prognoserna innehåller irrationella snedvridningar och missprediktioner.⁴⁹ Ett test av detta slag kan namnges som en "objektiv test" av IV eller ett svagt test.⁵⁰

Test I kommer också att appliceras på en regression av RV på HV. Genom detta kan en jämförelse mellan IV och HV göras där storleken på riktningskoefficienten avgör vilken av de båda som bär den bästa förklaringsgraden.

4.1.2 Test II

Ett starkare test⁵¹ för rationaliteten kan göras genom att utöka informationsvariabeln x med element från Φ , HV, som *a priori*-bärare av information om den framtida volatiliteten. Historisk volatilitet, diskuteras vidare i kapitel 5.2.11.

Regressionsmodellen för detta test kan uttryckas som

$$\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta_1 \sigma_n^{IV} + \beta_2 \sigma_n^{HV} + \varepsilon_n \quad \text{Ekvation 4.5}$$

där vi använder oss av α och β som symboler för koefficienterna. Analys av det relativa informationsinnehållet givet från två olika prognoser genom en regression

⁴⁹ Fair och Shiller (1990)

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Testet kommer att vara ett starkare test jämfört med det genomfört under 4.1.1 därför att informationsinnehållet är utökat genom att i detta fall även inkludera HV tillsammans med IV som förklarande variabler.

som den i ekvation 4.5 brukar benämnas som ett ”encompassing regression test”⁵² eller ett starkt test av rationaliteten. Ordet encompassing hänvisar till att om HV är informativ med hänvisning till RV, så skulle IV också inkludera denna information så att HV inte är informativ bortom IV. Om detta antagande håller kommer $\beta_2=0$ samtidigt som $\alpha=0$ och $\beta_1=1$ på samma sätt som det objektiva testet under 4.1.1 ovan. Därmed är nollhypotesen för det starka testen $H_0: \alpha = 0, \beta^{IV} = 1, \beta^{HV} = 0$.

⁵² Fair och Shiller (1990)

5 Metod

I detta kapitel presenteras studiens angreppssätt, urvalsmetod, samt metod för datainsamling. Därefter beskrivs den statistiska metoden. Avslutningsvis ges en diskussion med metodkritik och redogörelse för uppsatsens reliabilitet och validitet.

5.1 Angreppssätt

Av de två huvudtyper av kunskap: *beskrivning* och *förklaring*, kommer vi att använda oss av *beskrivning*, då *förklaring* har som mål att förklara varför ett fenomen uppstår, vilket inte ingår i syftet.⁵³ Vi använder oss av *beskrivning* därför att målet med vår studie är att beskriva marknaden och informationsinnehållet i implicit volatilitet.

Undersökningen kommer att vara *deskriptiv – hypotesprövande*.⁵⁴ Vilket innebär att vi, i form av modeller, systematiserar den existerande kunskapsmängden inom det problemområde som studeras.

De två konträra strategier som styr ett arbete är *deduktiv* och *induktiv* strategi.⁵⁵ Den induktiva strategin använder empiri för att formulera teori, medan det vid en deduktiv strategi utgår från tidigare forskning och teorier för att sedan applicera dessa vid analysen av empirin. Samtidigt som vi anser att högre objektivitet uppnås genom den sistnämnde, överensstämmer den också med syftet.

Vid forskning används huvudsakligen två motsatta vetenskapliga attityder till hur vi kan förklara verkligheten: *positivism* och förståelsebaserad attityd – *hermeneutik*.⁵⁶ Den hermeneutiska ansatsen är synonym med läran om texttolkning; där man försöker förstå helheten genom att tolka enskilda fenomen.⁵⁷ Därmed antar vi det positivistiska synsättet då vi, på ett objektivt sätt, vill besvara frågeställningen med hjälp av den statistiska analysen.

⁵³ Jacobsen, D. I. (2002), sid. 17

⁵⁴ Patel, R & Davidson, B (2003), sid. 13

⁵⁵ Jacobsen, D. I. (2002), sid. 34

⁵⁶ Ibid. sid. 37

⁵⁷ Patel, R & Davidson, B (2003), sid. 28

För att samla in data kan olika metoder användas, men varje metod ger studien en särskild vinkling. Vanligtvis användes en *kvantitativ* eller en *kvalitativ* metod, eller en kombination av dessa. Eftersom den kvalitativa metoden förknippas med ett hermeneutiskt synsätt och en induktiv strategi tillsammans med utgångspunkten i vårt syfte, det positivistiska synsättet och den deduktiva strategin, är det naturligt att vi väljer en kvantitativ metod. Vilket innebär att vi skapar en databas av den information vi behöver, som vi sedan använder för att göra en statistisk analys och pröva våra hypoteser.

Upplägg klassificeras efter bredd och djup, det vill säga antal enheter respektive antal variabler. Om man väljer att gå in på djupet med några få enheter kallas det för intensiv uppläggning. Extensiv uppläggning däremot innebär att man studerar få variabler men många enheter.⁵⁸ Då vi studerar alla dagliga observationer av OMXS30s indexoptioner mellan 1993-01-01 och 2006-12-31, vilket kan ses som ett stort urval ur en befintlig population, men då vi enbart koncentrerar oss på tre variabler kommer vi utgå från det extensiva upplägget. Genom att gå på bredden kan vi i efterhand generalisera resultaten från stickprovet till en population.

5.2 Urvalsmetod

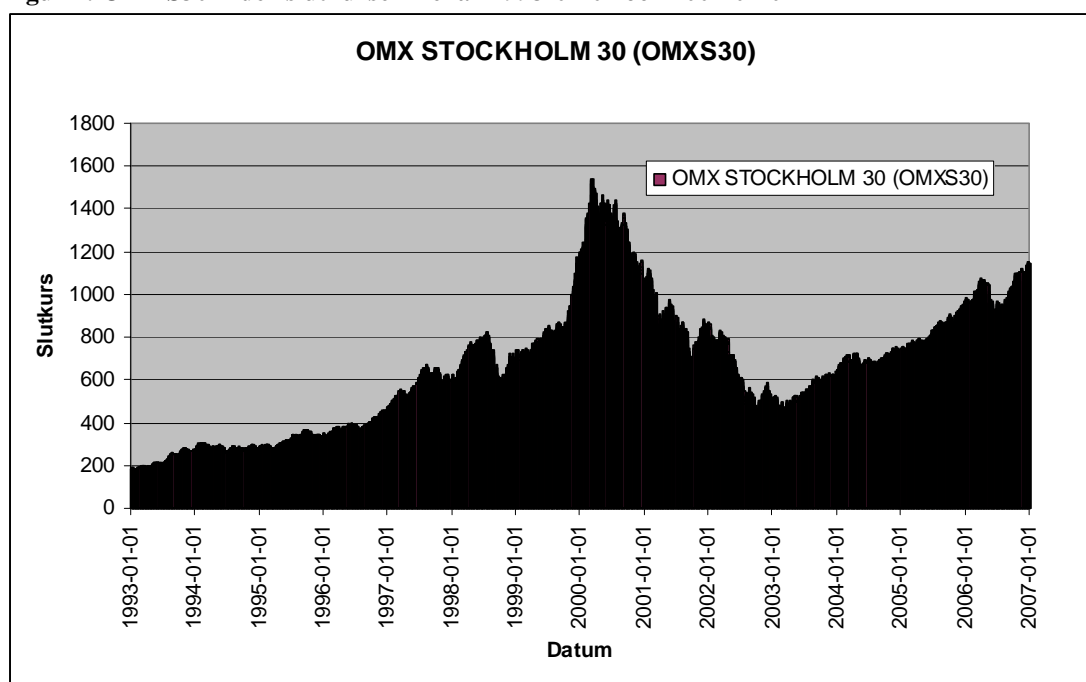
Att använda alla optioner som finns på den svenska marknaden är naturligtvis för omfattande, varför vi begränsar oss till ett urval. För att spegla marknaden så gott som möjligt har vi valt att använda oss av Stockholmsbörsens OMXS30-indexoptioner. OMXS30-indexet består av de 30 värdemässigt mest omsatta aktierna på Stockholmsbörsen. OMXS30-indexoptionerna är av Europeisk optionstyp, det vill säga avräkning kan endast ske på slutdagen vilken är den fjärde fredagen i slutmånaden, som nämnts ovan under avsnitt 2.1. Löptiden för en OMX-option är tre, sex eller tjugofyra månader. Vi skulle kunna använda oss av andra optioner med aktier som underliggande tillgång, men eftersom vi syftar att undersöka på bredden har vi behov av att begränsa våra data till endast ett index.

⁵⁸ Jacobsen, D.I. (2002), sid. 92

5.2.1 Tidshorisont

Som nämnts ovan studerar vi alla dagliga observationer av OMXS30-indexoptioner mellan 1993-01-01 och 2006-12-31. Vi har valt denna period på grundlag av den tillgängliga informationen i Datastream och för att den tillåter oss att jämföra resultaten mellan två uppgångsperioder och en nedgångsperiod (se figur 1).

Figur 1: OMXS30-index slutkurser mellan 1993-01-01 och 2007-01-01



Figur 1 visar en graf över OMXS30-index slutkurser mellan 1993-01-01 och 2007-01-01.

Källa: Egen bearbetning.

5.2.2 Slutkurs

Våra sekundära optionsdata innehåller dagliga Bid, Ask och Close observationer. Därmed har vi valet att antingen använda ett genomsnitt av Bid och Ask som approximation för det observerade optionspriset enligt Syrdal (2002), eller att enbart använda oss av slutkursen (Close) i linje med Day och Lewis (1992), Canina och Figlewski (1993), och Jorion (1995). Den förstnämnda metoden är mer lämplig i en illikvid marknad där en stor bid-ask-spread förekommer. Då vi enbart använder oss av de observationer som har omsatts under dagen, speglar slutkursen det pris som den rationella marknaden sist var villig att betala för optionen. Därmed använder vi oss slutkurserna, analogt med de sistnämnda studierna.

5.2.3 Köption

Då vi i vår studie utgår ifrån att marknaden är effektiv, utgår vi även ifrån att Put-Call-Parity teoremet håller. Teoremet innebär att värdet av en Europeisk köption kan härledas från en Europeisk säljoption med samma lösenpris och datum och vice versa.⁵⁹ Genom detta antagande kan vi fokusera enbart på köptioner och därmed underlätta databehandlingen, såsom Canina och Figlewski också gjorde.

Vi noterar dock att några tidigare studier har visat att Put-Call-Parity teoremet inte håller och att säljoptionerna, enligt de studieresultaten, bör inkluderas i databasen.⁶⁰

5.2.4 At-The-Money

Konstant volatilitet är ett av antaganden i BS, men fenomenen som det så kallade volatility smile⁶¹ kan ses som bevis på att volatiliteten inte är konstant. Black själv säger att BS är bäst för prising av optioner at-the-money (ATM) medan det blir systematiska fel när optionen är deep-out-of eller deep in-the-money.⁶² När en option är deep-in-the-money eller deep-out-of-the-money är den relativt okänslig mot förändringar i volatiliteten. Av detta följer den viktiga noteringen att IV som är estimerad utifrån sådana optioner inte är speciellt tillförlitlig.⁶³

Några tidigare studier har prövat BS empiriskt och dessa styrker Blacks uttalande. De visar att BS ofta under- eller överprisar ITM och OTM optioner men att BS över lag fungerar effektivt för ATM optioner.⁶⁴

På grundlag av detta har vi valt att utesluta alla optioner som inte är ATM ur databasen. ATM har vi definierat som

$$0,98S < K < 1,02S$$

Ekvation 5.1

⁵⁹ John C. Hull, (2003), sid. 174.

⁶⁰ Syrdal (2000)

⁶¹ Optioner på samma underliggande, men med annat lösenpris än at-the-money, tenderar att ha högre volatilitet, speciellt de som är deep in-the-money och deep out-of-the-money.

⁶² Fischer Black. (1975)

⁶³ Fofana et al. (2001)

⁶⁴ MacBeth, J. D & Merville, L. J, (1979) och Berg, Egil et al. (1996).

där S är OMXS30 spot-pris och K är optionens lösenpris. Intervallet på $\pm 2\%$ har vi valt för att erhålla en option per dag, men där det genomsnittliga avviket från S i databasen är så litet som $0,48\%$ och där enbart 9% av observationerna har ett K som avviker mer än 1% från S .

Intervallet leder till att vi vid flera tillfällen får mer än en observation per dag inom intervallet för ATM. Som diskuterats i den teoretiska referensramen finns det flera olika lösningar på detta problem. Vi har löst detta genom att välja den option vars lösenpris ligger närmst S , såsom Lamoureux och Lastrapes gjorde.

5.2.5 Gruppering

Efter att ha rensat databasen för alla optioner som inte uppfyller kraven ovan har vi även tagit bort optioner som ej har omsatts, eftersom deras slutkurs ej speglar marknadens prissättning. Vidare delar vi in observationerna efter uppgångs och nedgångsperioder. Perioderna kan skönjas i figur 1 ovan. Den första uppgångsperioden bestämmer vi från 1993-01-01 till 2000-03-07 då indexet toppnoteras på 1539 kronor för att sen dala i den kommande perioden. Slutet på nedgångsperioden sätts till den dag då indexet i princip börjar stiga konstant över tiden, 2003-03-10 (464 kronor). Därmed blir gruppen för nedgångsperioden alla observationer inom intervallet 2000-03-08 och 2003-03-10. Till sist återstår uppgångsperioden mellan 2003-03-11 och 2006-12-31.

Canina och Figlewski utesluter alla optioner med färre än 7 dagar kvar till lösen och optioner med mer än 127 dagar kvar till lösen. Vid totalanalysen samt vid analysen i uppgångs och nedgångsperioder kommer vi att använda oss av samma bredd som Canina och Figlewski trots att vi enbart har 587 observationer från 61 till 127 dagar till lösen. Hur detta beslut påverkar resultaten återkommer vi till i kapitel 6. Från 7 till 127 dagar har vi totalt 7024 observationer som passar våra kriterier. För att undersöka om marknaden agerar annorlunda avhängig av antalet dagar till lösen delar vi upp

observationerna i ytterligare grupper. Totalt har vi nu de 16 subgrupperna som visas i figur 2 nedan.

Figur 2: Tabell över gruppindelning

Totalt: 1993-01-01 - 2006-12-31			
7-30 dagar	31-60 dagar	61-127 dagar	7-127 dagar
Uppgångsperiod 1: 1993-01-01 – 2000-03-07			
7-30 dagar	31-60 dagar	61-127 dagar	7-127 dagar
Nedgångsperiod: 2000-03-08 – 2003-03-10			
7-30 dagar	31-60 dagar	61-127 dagar	7-127 dagar
Uppgångsperiod 2: 2003-03-11 – 2006-12-31			
7-30 dagar	31-60 dagar	61-127 dagar	7-127 dagar

Figur 2 visar tabell över optionernas gruppindelning.

5.2.6 Bortfall

Efter beräkning av respektive options implicita volatilitet visade sig 17 av optionerna ha $IV \leq 0$. Detta beror på att optionerna bryter mot den lägre arbitragegränsen som säger att köpoptionens pris måste vara större än indexets spot-pris minus nuvärdet av lösenpriset plus eventuell utdelning under optionens återstående löptid. IV är lika med noll om optionspriset ligger på den lägre arbitrage gränsen och IV är negativ om gränsen bryts.⁶⁵ Därmed har dessa 17 observationer uteslutits ur analysen och därefter återstår totalt 7024 observationer för regressionsanalysen.

Vidare bortfaller ytterligare 57 ”uteliggare”, vilket vi återkommer till i den statistiska metoden nedan. Vi anser att bortfallen kommer att förstärka våra resultat, snarare än att försämra dem, då vi undviker snedvridningar i regressionsanalysen.

⁶⁵ Canina och Figlewski (2003)

5.2.7 Utdelning

När utdelning från någon av de 30 aktierna, som ingår i OMXS30, sker så faller indexet med den viktade andelen av utdelningen. Konsekvensen av fallet är att den realiserade volatiliteten ökar. Om justering av denna utdelning inte sker får vi ett systematiskt fel i beräkningarna eftersom IV alltid blir ett steg lägre än vad den skulle ha blivit och därmed blir differensen mellan RV och IV systematiskt snedvriden. Som resultat kan också estimat av IV närma sig noll. Detta sker när det handlade optionspriset är lägre än det pris som förväntas av BS utan justering för utdelning.

För att justera för utdelning har vi inkluderat en utdelningsfaktor i BS i form av en beräknad procentuell utdelning. Den beräknade procentuella utdelningen erhåller vi av Datastream och benämns DSDY.⁶⁶

5.2.8 Riskfri ränta

Då den riskfria räntan är ett teoretiskt begrepp snarare än ett praktiskt faktum bör vi använda en approximation för den riskfria räntan. De tidigare studierna som diskuterats i den teoretiska referensramen har olika lösningar på hur man bäst estimerar den riskfria räntan. Då vi studerar den svenska marknaden har vi valt 1-månads STIBOR⁶⁷ (STIBOR1M) som approximation för den riskfria räntan.

Det optimala hade varit att ha en räntefot tillsvarende den riskfria räntan för den samma tiden som optionens återstående löptid. Tyvärr finns inga sådana alternativ på räntemarknaden och det enda alternativet är att ha flera olika STIBOR (1 vecka, 2, veckor, 1 månad, 2 månader och så vidare) och sen interpolera mellan dessa för att få bättre estimat. Alternativet är dock mer tidskrävande än vad resultatets relevans tillsäger. Ett enkelt test visar att en skillnad på 0,1 procent i räntefot enbart leder till en marginell ändring i volatilitetens fjärde decimal. Med detta som argument och att

⁶⁶ Dividend Yield (Datastream calculated) - datatype (DSDY). The dividend yield for an index is the total dividend amount for the index, expressed as a percentage of the total market value for the constituents of that index. The values have been calculated by Datastream as the source does not currently calculate this data type (approval given by source).

⁶⁷ <http://www.riksbank.se/templates/stat.aspx?id=16738>

den genomsnittliga livslängden i vårt urval är 33 dagar, anser vi STIBOR1M som ett gott estimat av den riskfria räntan.

5.2.9 Implicit volatilitet

Som beskrivs i avsnitt 2.4 kan vi för alla optionspriser c^* som uppfyller kraven i ekvation:

$$S > c^* \geq \max\{S - e^{-r\tau} K, 0\}, \quad \text{Ekvation 5.2}$$

hitta IV som en implicit funktion av

$$c(IV) = c^*, \quad \text{Ekvation 5.3}$$

där $c(IV)$ är optionspriset i BS som en funktion av implicit volatilitet. Dock kan ej IV uttryckas som en explicit funktion av optionspriset, varför IV, beräknad på årsbasis, måste kalkyleras med Newton-Raphson-metoden.⁶⁸ Newton-Raphson-metoden är en iterativ metod och IV beräknad på årsbasis uppskattas till närmsta siffra med femton decimalers säkerhet, se vidare i appendix B.

5.2.10 Realiserad volatilitet

Den realiserade volatiliteten (RV) är den volatilitet i OMXS30-indexet som registreras från den dag då optionen handlas till och med lösendagen.

Beräkningen av RV måste göras för alla handlade optioner varje dag, det vill säga om en och samma option handlas två dagar i rad måste två RV beräknas, en för var och en av optionerna.

⁶⁸ Kelley (2003)

För en serie av index spot-priser (S_0, S_1, \dots, S_T), definieras RV som standardavvikelsen av de kontinuerligt kapitaliserade avkastningarna (x_0, x_1, \dots, x_T), beräknad på årsbasis:

$$RV = \sqrt{\left(\frac{K}{T-1} \sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})^2 \right)} \quad \text{Ekvation 5.4}$$

där:

$$x_t \equiv \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \quad \text{Ekvation 5.5}$$

\bar{x} är medelvärdet av stickprovets olika kontinuerligt kapitaliserade avkastningar och K är antalet observationsintervaller i ett år.⁶⁹ I urvalet tillsvavar antalet observationsintervaller per år antalet handelsdagar på OMX, 250 styck.

Snedvridning

Vi ignorerar förvanskningen av det RV estimat som erhålls från det oförvanskade estimatet av RV^2 .

$$E\left[\sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{k=1}^K r_k^2} \right] < \sqrt{E\left[\frac{1}{\tau} \sum_{k=1}^K r_k^2 \right]} \quad \text{Ekvation 5.6}$$

Uttrycket under kvadratroten i ekvation 5.4 är den vanligaste metoden för att beräkna variansen av tidsserier och ger ett oförvanskat estimat av variansen. När man tar kvadratroten ur uttrycket för att få standardavvikelsen gör man en icke-linjär transformation. Detta introducerar en liten snedvridning i ett ändligt stickprov och det är vanligt att behandla snedvridningen i ekvation 5.6 som icke-signifikant.⁷⁰

⁶⁹ Poon (2005)

⁷⁰ Canina och Figlewski (1993)

5.2.11 Historisk volatilitet

Till skillnad från den realiserade volatiliteten är den historiska volatiliteten standardavvikelsen, beräknad på årsbasis, för indexet i tiden *innan* optionen handlas. Canina och Figlewski använder en fast historisk volatilitet beräknad som standardavvikelsen 60 dagar innan optionen handlas. 60 dagar används därför att 60 dagar tillsvaret optionernas genomsnittliga löptid i deras urval. Vi ser däremot ingen anledning till att generalisera volatilitetsberäkningen till optionernas genomsnittliga löptid, 33 dagar. I stället beräknar vi den historiska volatiliteten på lika många handelsdagar, innan optionen handlas, som optionens återstående löptid. Den matematiska beräkningen tillsvaret den för RV ovan.

5.3 Data/Datainsamling

Data i undersökningen är enbart av sekundär⁷¹ karaktär och baseras på upplysningar som är insamlade av andra till ett annat ändamål. Våra sekundära, kvantitativa, data består huvudsakligen av optionsdata som tillhandahållits av OMX. Dessutom har en del data så som OMXS30 slutkurser, STIBOR, med mera hämtats från Datastream.

De sekundära data, i form av forskningsartiklar, som vi använder som underlag och referensmaterial för studien har införskaffats från sökmotorerna LOVISA och ELIN@Lund. Sökmotorn Google har också använts i bred omfattning för att hitta diverse referenser.

Annan sekundär data i form av ekonomisk litteratur, metodböcker och instruktionsbok till EViews, med flera har lånats på Lunds Ekonomiska Institutions Bibliotek, EC1 och Alpha, samt Universitetsbiblioteket i Lund.

⁷¹ Jacobsen, D. I. (2002), sid. 153

5.4 Statistisk metod

Som nämnts ovan ska rationalitet och prediktionsförmåga på marknaden testas. Av diskussionen i kapitel 4 följer att om IV är en god och rationell prediktion av RV så existerar ett linjärt samband mellan de två variablerna där interceptet α är lika med 0 och riktningskoefficienten β är lika med 1 i ekvation 4.4. Vidare förväntas α vara lika med 0, β_1 vara lika med 1 och β_2 vara lika med 0 i det starka testet, ekvation 4.5.

För att undersöka det linjära sambandet mellan IV och RV, samt HV och RV utförs totalt 48 regressioner, 3 regressioner för var och en av de 16 subgrupperna, se tabell 1 för en presentation av grupperna.

5.4.1 Regressionsmodellen

Regressionerna utförs i ekonometriprogrammet EViews och ekvationerna estimeras via en Ordinary Least-Squares (OLS) regression, vilken är den vanligaste metoden för att anpassa en linje till en serie observationer.⁷²

För att säkerställa giltigheten i vår regressionsmodell testas vi data för de fyra antagandena⁷³ i den linjära regressionsmodellen:

1. Normalitet
2. Uteliggare
3. Homoskedastisitet
4. Autokorrelation

Residualerna är inte normalfördelade och har en positiv ”skewness” vilket innebär att fördelningen har en lång högra svans.⁷⁴ Residualerna har också en mycket hög ”kurtosis” vilket innebär att fördelningen är mer toppad än normalfördelningen.⁷⁵

Att residualerna inte är normalfördelade kan mycket väl bero på att variablerna, RV, HV och IV, alltid har positiva värden, eftersom volatiliteten aldrig är negativ.

⁷² Chris Brooks (2002)

⁷³ Ibid.

⁷⁴ EViews 5.1 Help Topics.

⁷⁵ Ibid.

Efter ytterligare tester av residualerna enligt ekvationen

$$\log(y) = \alpha + \beta \log(x) + \varepsilon$$

Ekvation 7.4

,visar sig residualerna fortfarande inte vara normalfördelade. Resultatet är en mindre svaghet i modellen som vi inte kan åtgärda.

Vidare har urvalet har rensats för de 57 uteliggare som nämnts ovan i avsnitt 5.2.5. Residualerna är också heteroskedastiska och som väntat⁷⁶ är residualerna starkt autokorrelerade, varför koefficienternas standardavvikelse måste korrigeras via Newey-West⁷⁷.

5.4.2 Hypotestest

Med hjälp av ett Wald-test mäts om koefficienterna överensstämmer med nollhypoteserna eller ej, det vill säga om nollhypotesen ska förkastas till fördel för mothypotesen.⁷⁸ För att testet ska uppnå signifikans, så att nollhypotesen inte kan förkastas, måste estimatet ligga inom ett 95 procentigt konfidensintervall av det sökta värdet.

⁷⁶ Om man indexerar våra N observationer med n kan man tänka sig att IV_n är korrelerad med IV_{n-1} eftersom prediktionen av RV en dag antagligen är ganska snarlik prediktionen den föregående dagen. Vilket möjliggör korrelation mellan residualerna.

⁷⁷ EViews 5.1 Help Topics: Newey and West (1987) have proposed a more general covariance estimator that is consistent in the presence of both heteroskedasticity and autocorrelation of unknown form.

⁷⁸ EViews 5.1 Help Topics.

5.5 Metodkritik

Metoden i en undersökning bör uppfylla två krav:⁷⁹

1. Empirin måste vara giltig och relevant (validitet)
2. Empirin måste vara tillförlitlig och trovärdig (reliabilitet)

5.5.1 Validitet

Med validitet menas att vi faktiskt mäter det som vi önskar mäta, att det som har mätts uppfattas som relevant och att det vi mäter i ett urval också gäller för populationen.⁸⁰ I vår studie har vi utgått från metoder som har använts i de tidigare forskningarna vilka bland annat har diskuterats i den teoretiska referensramen. Vi har även presenterat kritik riktad mot de enskilda forskningsmetoderna och har i vår egen metod försökt undvika i största möjliga grad den samma kritiken genom att skapa och använda oss av en ”renare” metod. Vi vågar därmed påstå att vi mäter det vi avser mäta, inte bara lika bra, utan även bättre än de senare. Vi betonar dock att de resultat som vi genererar endast är statistiskt säkerställda för den population och tidsperiod som undersökningen omfattar.

5.5.2 Reliabilitet

Med reliabilitet menas att undersökningen är tillförlitlig.⁸¹ Vårt mål har varit att göra undersökningen på ett trovärdigt och tillförlitligt sätt, för att den ska utgöra en stabil grund för eventuell vidare forskning inom samma ämnesområde. Därmed har den kvantitativa data hämtats från helt objektiva källor, OMX och Datastream. Vidare har den behandlats i ett mycket professionellt och tillförlitligt ekonometriprogram, EViews 5.1. Regressionsmodellerna uppfyller också de underliggande antaganden och krav som de ställs inför.⁸²

⁷⁹ Jacobsen, D. I. (2002), sid. 21

⁸⁰ Ibid.

⁸¹ Ibid.

⁸² Chris Brooks (2002)

5.6 Felkällor

5.6.1 Täcknings- och urvalsfel

Det existerar en viss undertäckning inom ramen för variablerna i studien. Endast ett index har valts som representant för den svenska marknaden trots att det finns optioner på andra underliggande tillgångar så som aktier. Möjligtvis avslöjar testerna andra resultat om databasen består av optioner på ett flertal olika underliggande tillgångar.

Som nämnts under avsnitt 5.2.3 är alla säljoptioner uteslutna ur databasen eftersom Put-Call-Parity teoremet antas hålla. Om teoremet inte håller, såsom Syrdal påpekar, har värdefull data uteslutits.

5.6.2 Residualer

En residual är en enskild observations avvikelser från regressionslinjen. Vissa fel skapar indirekt avvikelser/residualer från den rätta linjen:⁸³

1. *Mätfel*: fel som orsakas av svårigheter att exakt mäta variablerna. Variablerna mäts från data baserad på slutkurser och beaktar inte individuella rörelser under handelsdagen.
2. *Verklighet variation*: att IV avviker från RV på grund av slumpmässiga faktorer och inte på grund av felprediktion.
3. *Felaktig specifikation av modellens form*: det vill säga att man antagit ett felaktigt matematiskt samband mellan variablerna. Med beaktande av diskussionen i kapitel 4 utesluts denna möjlighet.
4. *Felaktigt utlämnade förklarande variabler*: det vill säga om man inte tagit med alla förklarande variabler i modellen. Syftet med undersökningen är att undersöka förhållandet mellan IV och RV, därmed har inte några förklarande variabler utelämnats. Om IV däremot inte kan förklara RV helt och hållet tyder detta på att RV har flera förklarande variabler, variabler som undgår undersökningens syfte.

⁸³ Andersson, G. m fl. (1994), sid. 50

5.6.3 Källkritik

De data som ingår i databasen är hämtad från oberoende och objektiva källor. Vidare har forskningarna som presenteras i uppsatsen genomgått granskning innan de publicerats. Därmed anses inte källorna kunna utsättas för mer kritik än den som redan presenterats.

6 Resultat och analys

Under detta kapitel kommer vi att presentera resultaten från testen introducerade under de tidigare kapitlen. Resultaten ges i tabell- och textform. I samband med detta kommer även en analys av de erhållna resultaten att ges.

6.1 Implicit Volatilitet som marknadens förväntning på framtida volatilitet

Vi har testat om implicit volatilitet är lika med marknadens rationella förväntning på realiserad volatilitet hos den underliggande tillgången. Under tidigare kapitel visas att detta kan göras genom estimering och testning av koefficienterna i regressionerna. Vi har skattat följande regressioner separat för de sexton subgrupperna:

$$\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta\sigma_n^{IV} + \varepsilon_n \quad \text{Ekvation 6.1}$$

för IV,

$$\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta\sigma_n^{HV} + \varepsilon_n \quad \text{Ekvation 6.2}$$

för HV samt

$$\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta\sigma_n^{IV} + \beta\sigma_n^{HV} + \varepsilon_n \quad \text{Ekvation 6.3}$$

för IV och HV, där σ_n^{RV} är den realiserade volatiliteten fram tills lösendagen för option n, σ_n^{IV} är den implicita volatiliteten för option n samt där σ_n^{HV} är volatiliteten hos det underliggande OMXS-indexet räknad utifrån lika många handelsdagar, innan optionen handlas, som optionens återstående livslängd.

Ekvationerna 6.1 och 6.2 representerar rationalitetstest I och 6.3 representerar rationalitetstes II, även benämnt ”det svaga testet” respektive ”det starka testet”, som nämnts under avsnitt 4.1.

Grupperna indelades, som nämnts under avsnitt 5.2.5, efter den återstående löptiden och efter tidsperiod. Regressionsresultaten, skattade från ekvationerna 6.1 – 6.3, presenteras i tabellerna nedan.

Tabell 2: Regression av realiserad volatilitet på implicit volatilitet: $\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta\sigma_n^{IV} + \varepsilon_n$

OMXS30 IV	7-30 dagar				31-60 dagar			
	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot
α	0,035	0,112	0,058	0,013	0,042	0,232	0,127	0,043
SE(α)	0,004	0,012	0,006	0,003	0,004	0,014	0,007	0,003
t(α)	8,254	9,339	9,805	4,218	9,476	16,757	19,349	12,657
β^{iv}	0,726	0,666	0,566	0,885	0,719	0,290	0,151	0,764
SE(β^{iv})	0,023	0,040	0,035	0,017	0,023	0,044	0,033	0,019
t-stat(β^{iv})	31,032	16,720	16,056	53,241	28,473	6,623	4,569	39,967
R ²	0,449	0,227	0,182	0,543	0,501	0,067	0,024	0,488
R ² -adj	0,449	0,226	0,181	0,543	0,501	0,065	0,022	0,488
N	1916	770	900	3586	1656	475	663	2794
OMXS30 IV	61-127 dagar				7-127 dagar			
	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot
α	0,036	0,220	0,159	0,046	0,037	0,162	0,098	0,028
SE(α)	0,008	0,028	0,012	0,008	0,008	0,010	0,006	0,002
t(α)	4,469	7,890	12,988	6,146	4,668	15,997	17,628	12,655
β^{iv}	0,844	0,332	-0,057	0,814	0,737	0,515	0,330	0,829
SE(β^{iv})	0,043	0,096	0,063	0,037	0,044	0,033	0,033	0,012
t-stat(β^{iv})	19,497	3,472	-0,897	22,121	16,791	15,605	10,083	68,306
R ²	0,613	0,106	0,004	0,552	0,485	0,161	0,082	0,519
R ² -adj	0,612	0,099	-0,057	0,551	0,484	0,160	0,081	0,519
N	301	121	165	587	3873	1366	1728	6967

Tabell 2 visar resultatet av regressionsanalysen från ekvation 6.1 för OMXS30 köpoptioner, indelat efter återstående löptid samt uppgångs, nedgångs och total period.

Koefficienterna är estimerad via OLS regression, där standardavvikelserna, SE, är korrigerade för hetroskedastisitet och autokorrelation.

I test I är hypoteserna följande: $\alpha = 0$ och $\beta^{IV} = 1$. Resultaten ovan visar att nollhypoteserna för α och β förkastas i samtliga regressioner. Dock är α positiv men mindre än 0,1 i 10 av 16 regressioner, vilket tyder på att marknadens aktörer i viss grad alltid underskattar RV. Således är implicit volatilitet en skev prognos av den framtida volatiliteten där IV i genomsnitt fluktuerar mindre än RV, vilket stöder

Canina och Figlewskis resultat. Rent konträrt Canina och Figlewskis resultat finner vi att marknads prediktion av framtida volatilitet generellt sett är god. Trots att nollhypotesen för β förkastas i samtliga tester, så är den relativt hög. I enbart 1 av de 16 regressionerna är β inte signifikant skilt från noll, (61-127 dagar, Uppg2). Det högsta estimatet av lutningskoefficienten β är 0,885. Latané och Rendlemans samt Amin och Ngs studie visade på att marknaden har en hög prediktiv förmåga av den framtida volatiliteten vilket vårt resultat ovan stöder.

Optionernas uppdelning efter dagar till lösen ger resultatet att de optioner med kortast återstående löptid, (7-30 dagar), är de optioner som ger den minsta underskattningen av RV, $\alpha = 0,013$, samt den högsta förklaringsgraden, $\beta = 0,885$. Gruppen 31-60 dagar ger i jämförelse med gruppen 61-127 dagar en marginellt svagare prediktion, vilket till viss grad kan bero på att den senare gruppen består av avsevärt färre observationer.

Ur resultaten kan ingen skillnad mellan koefficienterna i uppgångs respektive nedgångsperioder skönjas. Riktningskoefficienten är störst i uppgångsperiod 1, för alla grupper, och sjunker konstant från uppgångsperiod 1 till uppgångsperiod 2 utan att en förklaring till detta samband kan presenteras. Hypotesen att sambandet berodde på antalet observationer förkastades när en separat regression utfördes. Regressionen bestod av 1728 observationer under perioden 1997-01-01 till 2000-03-07. Regressionen gav en riktningskoefficient $\beta = 0,724$, ett β som inte skiljer sig stort från det tidigare 0,737, (Total 7-127, Uppg1). Övriga resultat från denna regression väljer vi att ställa utanför uppsatsen då den ej är en del av syftet.

Tabell 3: Regression av realiserad volatilitet på historisk volatilitet: $\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta\sigma_n^{HV} + \varepsilon_n$

OMXS30 HV	7-30 dagar				31-60 dagar			
	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot
α	0,075	0,211	0,082	0,060	0,082	0,301	0,100	0,071
SE(α)	0,004	0,010	0,005	0,003	0,004	0,013	0,007	0,003
t(α)	19,417	21,928	16,833	23,321	22,104	22,446	14,949	22,677
β^{hv}	0,584	0,337	0,449	0,705	0,563	0,052	0,346	0,646
SE(β^{hv})	0,024	0,029	0,030	0,013	0,020	0,039	0,033	0,015
t(β^{hv})	24,844	11,457	15,009	56,053	28,024	1,339	10,489	42,443
R ²	0,337	0,100	0,157	0,457	0,345	0,003	0,091	0,448
R ² -adj	0,337	0,099	0,156	0,457	0,345	0,001	0,090	0,447
N	1916	770	900	3586	1656	475	663	2794
OMXS30 HV	61-127 dagar				7-127 dagar			
	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot
α	0,026	0,379	0,116	0,071	0,078	0,246	0,090	0,065
SE(α)	0,031	0,019	0,014	0,007	0,007	0,008	0,004	0,002
t(α)	0,834	20,224	8,430	10,033	10,745	29,688	22,370	32,884
β^{hv}	1,049	-0,196	0,242	0,738	0,591	0,224	0,406	0,683
SE(β^{hv})	0,189	0,058	0,078	0,033	0,045	0,025	0,024	0,010
t(β^{hv})	5,563	-3,379	3,095	22,402	13,151	8,884	17,159	71,819
R ²	0,433	0,050	0,040	0,462	0,335	0,049	0,127	0,451
R ² -adj	0,431	0,042	0,034	0,461	0,335	0,048	0,126	0,451
N	301	121	165	587	3873	1366	1728	6967

Tabell 3 visar resultatet av regressionsanalysen från ekvation 6.2 för OMXS30 köpoptioner, indelat efter återstående löptid samt uppgångs, nedgångs och total period.

Även i del 2 av test I är hypoteserna följande: $\alpha = 0$ och $\beta^{HV} = 1$. Resultaten ovan visar att nollhypoteserna för α och β förkastas i samtliga regressioner, förutom i en regression där nollhypoteserna för α och β inte kan förkastas, (61-127 dagar, Uppg1). I det sistnämnda fallet är HV en perfekt prediktion av RV. Åter igen är α positiv men mindre än 0,1 i 11 av 16 regressioner, vilket tyder på att även HV i viss grad alltid underskattar RV. Trots att nollhypotesen för β förkastas i 15 av 16 tester, så är den generellt sett relativt hög, men i 13 av 16 fall så är IVs förklaringsgrad för RV starkare än HV. I enbart 1 av de 16 regressionerna är β inte signifikant skilt från noll, (31-60 dagar, Nedg).

Tabell 4: Regression av realiserad volatilitet på historisk- samt implicit volatilitet:

$$\sigma_n^{RV} = \alpha + \beta\sigma_n^{IV} + \beta\sigma_n^{HV} + \varepsilon_n$$

OMXS30 IV, HV	7-30 dagar				31-60 dagar			
	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot
A	0,030	0,099	0,056	0,011	0,041	0,246	0,103	0,041
SE(α)	0,004	0,012	0,006	0,003	0,004	0,015	0,007	0,003
t(α)	7,597	8,550	9,572	3,972	9,680	16,678	14,560	12,348
β^{iv}	0,573	0,591	0,389	0,651	0,680	0,363	-0,092	0,503
SE(β^{iv})	0,034	0,051	0,057	0,026	0,046	0,058	0,037	0,037
t(β^{iv})	17,005	11,627	6,823	24,756	14,702	6,243	-2,508	13,565
β^{hv}	0,193	0,116	0,208	0,255	0,046	-0,111	0,419	0,280
SE(β^{hv})	0,029	0,037	0,049	0,021	0,034	0,044	0,043	0,031
t(β^{hv})	6,700	3,098	4,276	12,327	1,341	-2,518	9,670	8,938
R ²	0,466	0,236	0,197	0,565	0,502	0,077	0,096	0,516
R ² -adj	0,466	0,234	0,196	0,564	0,501	0,073	0,099	0,515
N	1916	770	900	3586	1656	475	663	2794
OMXS30 IV, HV	61-127 dagar				7-127 dagar			
	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot	Uppg1	Nedg	Uppg2	Tot
A	0,029	0,289	0,126	0,037	0,034	0,158	0,085	0,026
SE(α)	0,019	0,028	0,014	0,007	0,008	0,011	0,005	0,002
t(α)	1,559	10,320	9,055	4,962	4,202	14,894	17,553	12,153
β^{iv}	0,787	0,510	-0,270	0,595	0,647	0,495	0,088	0,588
SE(β^{iv})	0,086	0,095	0,075	0,059	0,056	0,039	0,037	0,020
t(β^{iv})	9,150	5,381	-3,592	10,160	11,462	12,704	2,358	28,695
β^{hv}	0,103	-0,374	0,459	0,280	0,113	0,032	0,346	0,265
SE(β^{hv})	0,199	0,061	0,083	0,054	0,038	0,030	0,032	0,017
t(β^{hv})	0,520	-6,091	5,530	5,223	2,970	1,070	10,764	15,750
R ²	0,614	0,259	0,093	0,578	0,490	0,161	0,130	0,543
R ² -adj	0,612	0,246	0,082	0,577	0,489	0,160	0,129	0,543
N	301	121	165	587	3873	1366	1728	6967

Tabell 4 visar resultatet av regressionsanalysen från ekvation 6.3 för OMXS30 köpoptioner, indelat efter återstående löptid samt uppgångs, nedgångs och total period.

I test II är nollhypotesen följande: $H_0: \alpha = 0, \beta^{IV} = 1, \beta^{HV} = 0$. Resultaten ovan visar att nollhypotesen förkastas i samtliga regressioner. Dock är $\alpha = 0$ i 1 av 16 regressioner samt $\beta^{HV} = 0$ i 3 av 16 regressioner. Sett till α finner vi den positiv i samtliga fall men mindre än 0,1 i 11 av 16 regressioner. Vidare visar resultaten ovan att β^{IV} i samtliga fall är större än β^{HV} , vilket implicerar att IV har en större förklaringsgrad än HV trots att HVs information bör vara medräknad i IV vid prognosen av framtida volatilitet. Trots att IV inte klarar det starka testet ovan och att samtliga nollhypoteser förkastas kan konklusionen dras att kombinationen av IV och HV ger en bättre prognos av framtida volatilitet då HV inte till fullo är medtagen i IV. Denna konklusion stöds av

att determinationskoefficienten (R^2) i samtliga fall är större i det starka testet än i de tidigare svaga testerna.

Sammanfattningsvis förkastas nollhypoteserna i princip i alla regressioner samtidigt som implicit volatilitet och historisk volatilitet synes innehålla oberoende information. Implicit volatilitet är ett bättre mått på framtida volatilitet än historisk volatilitet, men då de innehåller oberoende information bör de båda användas vid en eventuell prognostisering av framtida volatilitet.

7 Slutsats

I detta, det avslutande kapitlet, presenteras slutsatser kring de resultat vi har kommit fram till tillsammans med en återknytning till syftet. Avslutningsvis kommer vi att ge förslag till vidare forskning inom området.

7.1 Reflektioner

Implicit volatilitet är vida kring trott att vara marknadens förväntningar på den framtida volatiliteten. Det sägs att den ska vara överlägsen den mest använda estimeringstekniken, den historiska volatiliteten. Vi har testat om implicit volatilitet är lika med den rationella förväntningen på framtida volatilitet hos den underliggande tillgången. Genom denna undersökning har vi först studerat det empiriska förhållandet mellan implicit volatilitet och realiserad volatilitet hos den underliggande tillgången. Som nummer två har vi undersökt den implicita volatilitetens förmåga att förutse de framtida variationerna i den underliggande tillgången. Båda serierna är samlade från OMXS30-index köpoptioner handlade från januari 1993 till och med december 2006 på Stockholmsbörsen. Vi använde oss av Black-Scholes optionsprissättningsmodell (BS) samt Newton-Raphson-metoden för att erhålla implicit volatilitet. Denna studie kan även bli sedd som ett test av BS och marknadseffektiviteten.

Våra resultat förkastar antagandena i BS samt om marknadens rationalitet. I själva verket är vår tolkning av undersöknings resultat den att marknaden är irrationell. Detta kan tyckas vara en allt för drastisk slutsats, då den finansiella världsmarknaden har visat sig vara i tämligen hög grad effektiv. Därmed skulle det vara förvånande om derivathandlare på Stockholmsbörsen vore irrationella vad gäller förväntningarna om framtiden. Våra resultat indikerar att det existerar en stark korrelation mellan implicit volatilitet och realiserad volatilitet, men implicit volatilitet kan dock inte användas, med statistisk säkerhet, för att förutsäga framtida variationer hos den underliggande tillgången. Det kan finnas andra anledningar till varför vi har kommit fram till dessa resultat, anledningen kan finnas i (1) fel val av statistisk metod, (2)

optionsprissättningsmodellen vi har använt oss av är inkorrekt samt (3) att vår insamlade data innehåller mätfel.

I tidigare studier har andra statistiska metoder använts för att uppfylla samma eller liknande syfte. Vi har tagit flera andra metoder i betraktande men valde Ordinary Least-Squares (OLS) metoden.

Vårt val av modell för prissättning av optioner är nödvändigtvis inte den modell som används av marknaden för att prissätta optioner och däri OMXS30-optioner. Vi inser till exempel att den Binomiala prissättningsmodellen kan vara den som används. Med detta i åtanke, ser vi valet av optionsprissättningsmodell som den största källan till möjliga skattningsfel.

En tolkning av den implicita volatiliteten som marknads framtidsprognos av volatiliteten, antar att optionspriset i praktiken sammanfaller med BS. Black-Scholes antar att priset grundar sig på en känd konstant volatilitet. Detta antagande brister därför att volatiliteten kommer att ändras slumpmässigt över tiden.

Problemen med att mäta felaktigheter för implicit volatilitet är extremt viktiga, beroende på det faktum att implicit volatilitet är ganska känslig för små förändringar i de andra variablerna. Vi har uteslutande använt oss av stängningsprisdata, detta kan vara felaktigt beroende på att indexpriset och optionspriset fluktuerar under handelsdagen.

Canina och Figlewski menar att det resultat de erhåller till stor del kan bero på höga transaktionskostnader på optionsmarknaden. Av denna anledning gör Amin och Ng sin studie på Eurodollarterminer. Amin och Ng upptäcker ett perfekt samband mellan IV och RV. Våra resultat kan därmed antyda att den svenska optionsmarknaden är så pass likvid att transaktionskostnaderna inte påverkar prissättningen av de svenska optionerna i lika stor grad. Dock kan anledningen också vara att Canina och Figlewski, som diskuterats i 3.2, gör fel då de beräknar IV på flera optioner, med lika

återstående löptid, på samma dag. Ett fel vi justerat för i vår metod genom att enbart använda den option närmast ATM.

Slutligen kan vi ta ställning för att implicit volatilitet innehåller i relativt hög grad information om den framtida volatiliteten hos den underliggande tillgången. Den bästa förutsägelsen och prognosen av framtida volatilitet gavs av de kortlivade ATM-optionerna. I genomsnitt var implicit volatilitet ett bättre estimat av framtida volatilitet gentemot historisk volatilitet. När båda variablerna kombinerades i samma modell förstärktes determinationskoefficienten i regressionen på realiserad volatilitet. Detta är också överensstämmande med de tidigare studier som vi presenterat i denna studie.

7.2 Förslag till vidare forskning

Nedan ges förslag till vidare forskning som vi under studiens genomförande kom att tycka skulle vara intressanta:

- utföra samma studie men i kombination av flera olika underliggande finansiella tillgångar.
- utföra samma studie men på andra derivatinstrument.
- utföra samma studie men med en annan optionsprissättningsmodell än BS.
- utföra samma studie men med optioner utan överlappande perioder beträffande löptiden för att på så vis slippa det statistiska problemet med autokorrelation.

8 Referenser

8.1 Artiklar och böcker

- Alexander, C., 1996, "The Handbook of risk management and analysis", Chichester
- Amin, K. I. and Ng, V. K., 1997 "Inferring Future Volatility from the Information in Implied Volatility in Eurodollar Options: A New Approach". The Review of Financial Studies Summer 1997 Vol. 10, No. 2, 333–367
- Andersson, Göran. Jorner, Ulf. Ågren, Anders., 1994, "Regressions- och tidsserieanalys", andra upplaga, Studentlitteratur, Lund, Sverige
- Beckers, S., 1981, "Standard Deviations Implied in Option Prices as Predictors of Future Stock Price Variability". Journal of Banking and Finance, 5, 363-381.
- Benninga, S., 2001, "Financial Modeling", Second Edition, Cambridge
- Berg, Egil. Brevik, Trond. Sættem, Frode., 1996, "An examination of the Oslo Stock Exchange options market", Applied Financial Economics 2, 103-113.
- Black, Fischer., 1975, "Fact and Fantasy in the Use of Options", Financial Analysts Journal
- Black, Fischer; Scholes, Myron., 1973 "The pricing of options and corporate liabilities", The Journal of Political Economy, 81, 637- 654
- Bollerslev, T., 1986, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", Journal of Econometrics 31, 307-327
- Brealey, R & Myers, S., 1996, "Principles of Corporate Finance", McGraw-Hill, New York.
- Brooks, C., 2004, "Introductory econometrics for finance", Cambridge
- Canina, L., and S. Figlewski, 1993, "The Informational Content of Implied Volatility", Review of Financial Studies, 3, 659–682.
- Chance Don M., 1995 "An Introduction to Derivatives, 3rd edition," The Dryden Press, USA.
- Chiras, D. P., and S. Manaster, 1978, "The Information Content of Option Prices and a Test of Market Efficiency," Journal of Financial Economics, 6, 213-234.
- Day, T. E., and C. M. Lewis, 1992, "Stock Market Volatility and the Information Content of Stock Index Options", Journal of Econometrics, 52, 267-287.

EViews 5.1, Standard Edition, Quantitative Micro Software. Help menu.

Fair, R. C., and R. J. Shiller., 1990, “*Comparing Information in Forecasts from Econometric Models*”, *American Economic Review*, 80, 375-389.

Finneid, K., Hafenbrädl, D., Jacobsen, B., 1998, ”*Informasjonsinnholdet i implisitt volatilitet – en empirisk studie av det norske opsjonsmarkedet.*” Norwegian School of Management.

Fofana, F. N’Zue; Brorsen, B. Wade., 2001 “*GARCH option pricing with implied volatility*”, *Applied Economics Letters*, 2001, 8, 335-340

Hansen, L. P., 1982, “*Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators*”, *Econometrica*, 50, 1029-1054.

Heath, D., Jarrow, R. and Morton, A. 1992, “*Bond Pricing and the Term Structure of Interest Rates: A New Methodology for Contingent Claim Valuation*”, *Econometrica*, 60, 77–105

Hull, J. C., “*Options, Futures and Other Derivatives.*” Pearson education Inc, Upper Saddle River, New Jersey 2003

Jacobsen Dag Ingvar.,2002, ”*Vad, hur och varför? Om metodval i företagsekonomi och andra samhällsvetenskapliga ämnen*”, Studentlitteratur, Lund, Sverige.

Jorion, P., 1995, “*Predicting volatility in the foreign exchange market.*” *The Journal of Finance*, 50, 507-528.

Kelley, C.T., 2003, “*Solving nonlinear equations with Newton's method*”, Society for Industrial and Applied Mathematics

Lamoureux, C. G., and W. D. Lastrapes, 1993, “*Forecasting Stock Return Variance: Toward an Understanding of Stochastic Implied Volatilities*”, *Review of Financial Studies*, 6, 293-326

Latané, H. A., and R. J. Rendleman, 1976, “*Standard Deviations of Stock Price Ratios Implied in Option Prices*”, *Journal of Finance*, 31, 369-381.

MacBeth, J. D & Merville, L. J, 1979, “*An empirical examination of the Black-Scholes call option pricing model*”, *Journal of Finance*, 34.

Malkiel, G. B., 1999, “*A random walk down Wall Street*”, W.W. Norton & Company, New York.

Mcmillan, Lawrence 1986 “*Options as a Strategic Investment*”, New York Institute of Finance, Second Edition

Patel Runa, Davidson Bo., 2003 ”*Forskningsmetodikens grunder. Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*”, tredje upplaga, Studentlitteratur, Lund, Sverige.

Pizzignacco, Adriano., 2001 ”*En volatil historia – Tillbakablick i tiden*”, Option, 2001, nr 2

Poon, S., 2005, “*A practical guide to forecasting financial market volatility*”, Wiley

Syrdal, S. A., 2002, “*A study of Implied Risk Neutral Density Functions in the Norwegian Option Market*”, working paper, The Norwegian Central Bank

Taylor, S.J., 1986, “*Forecasting Volatility of Currency Exchange Rates*”, International Journal of Forecasting 3, 159-170

8.2 Internetkällor

Nationalencyklopedins hemsida – www.ne.se

http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=291042

(2007-05-06)

OMX hemsida – www.omx.se

www.omxgroup.com/nordicexchange

(2007-05-19)

Riksbankens hemsida – www.riksbank.se

<http://www.riksbank.se/templates/stat.aspx?id=16738>

(2007-05-12)

Bilaga A: Härledning av Black & Scholes – optionsprissättningsmodell

Ett aktiepris som följer en geometrisk Brownian-rörelse har en konstant förväntad avkastning:

$$\delta S = \mu S \delta t \quad \text{Ekvation a1}$$

Där S är aktiepriset vid tidpunkt t och där parametern μ är det förväntade avkastningskravet på aktien. Vid ett kortare tidsintervall är den förväntade förändringen i S lika med $\mu S \delta t$. I praktiken skulle vi förvänta oss att aktiepriser förevisar volatilitet; en logisk gissning är att föränderligheten av de procentuella avkastningarna under ett kortare tidsintervall δt är det samma oavsett aktiepris. Detta ger att standardavvikelsen av förändringen vid ett kortare tidsintervall δt borde vara komparativ med aktiepriset vilket leder till modellen:

$$\delta S = \mu S \delta t + \sigma S dz \quad \text{Ekvation a2}$$

Variabeln σ är aktiens volatilitet eller standardavvikelse hos aktiepriset, och den förväntade avkastningen hos aktiepriset är μ . Denna ekvation är en av de mest använda modeller för att förutsäga beteendet hos aktiepriset; modellen är känd som en geometrisk Brownian-rörelse. När denna modell är uttryckt som en diskret tidsserie får modellen följande uttryck:

$$\frac{\delta S}{S} = \mu \delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\delta t} \quad \text{Ekvation a3}$$

Variabeln δS är förändringen i aktiepriset S vid ett kort tidsintervall δt , och ε är ett slumpvist dragen från en standardiserad normalfördelning med ett nollmedelvärde och en standardavvikelse på 1. För varje tidsenhet hos aktien är den förväntade

avkastningsparametern μ , och volatiliteten hos aktien är parametern σ . I modellen är dessa parametrar (σ och μ) antagna att vara konstanta över tiden. $\frac{\delta S}{S}$ Är vid ett kort tidsintervall den förväntade avkastningen tillhandahållen av aktien, det förväntade värdet av avkastningen är $\mu \delta t$, och den stokastiska komponenten hos aktiens avkastning är $\sigma \varepsilon \sqrt{\delta t}$. Om detta uttrycks i termer av varians, så skulle den stokastiska komponenten uttryckas som $\sigma^2 \delta t$ och kan då ses som aktiens hela avkastningen.

Som redan nämnts ovan är återstående löptiden och priset på den underliggande aktien variabler som påverkar priset på aktieoptionen, generellt sett är priset på alla derivat en funktion av de stokastiska variablerna underliggande derivaten och tiden. År 1951, kom den kända matematikern Kiyosi Itô, fram till vad som numera är känt som Itô's lemma:⁸⁴

$$dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz \quad \text{Ekvation a4}$$

Där a och b är funktioner av x och t och där dz är en Wiener process. Variabeln x har en avvikelsetakt på a och en varianstakt på b². Itô's lemma bevisar att funktionen G av x och t följer processen:

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial x} b dz \quad \text{Ekvation a5}$$

dz i denna ekvation är samma Wiener-process som i ekvationen ovan. Således följer även G en Itô's process. Och funktion G har en avvikelsetakt på:

$$\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2 \quad \text{Ekvation a6}$$

Samt att variansen av funktion G är given som följande:

⁸⁴ Hull, (2003), sid. 226

$$\left(\frac{\partial G}{\partial x} a\right)^2 b^2$$

Ekvation a7

När en process följs av en funktion G av S och t så följer det att Itô's lemma är:

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial S} \mu S + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial S} \sigma S dz$$

Ekvation a8

Detta utfall har en väldig effekt vid deriveringen av BS, därför att både S och G är påverkade av samma underliggande faktorer av osäkerhet, nämligen dz . Denna ekvation är startpunkten vid derivering av BS-modellen, när aktien och dess derivat är kombinerade i samma portfölj, är det möjligt att eliminera den stokastiska termen, $dz = \varepsilon \sqrt{dt}$, vilket kommer att göra portföljen riskfri. Då både aktien och dess derivat har samma underliggande tillgång blir detta möjligt. Genom att placera sig i $\frac{df}{dS}$ stycken aktier och blanka ett derivat, ges möjligheten att behålla en riskfri portfölj. För att undvika möjligheten till arbitrage så måste denna portfölj alltid ge samma grad av avkastning som andra kortsiktiga värdepapper, eller annorlunda uttryckt, portföljen måste erhålla den riskfria räntan för att undvika arbitrage. Först när detta tvång är uppfyllt kan Black-Scholes-Merton differentiella ekvation vara gällande.⁸⁵

$$rf = \frac{df}{dt} + rS \frac{df}{dS} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2 f}{dS^2}$$

Ekvation a9

För att den riskfria portföljen ska förbli riskfri måste den rebalanseras så fort det sker förändringar i S och t , då portföljen bara är riskfri ögonblickligen. Givet förändringar i S och t kommer detta att ändra $\frac{df}{dt}$ följaktligen bör portföljen ändras kontinuerligt med att förändringar uppstår hos den underliggande tillgången. Det är nu möjligt att

⁸⁵ Hull, (2003)

finna priset hos ett derivat med ett givet pris på S på en underliggande aktie utan utdelning genom att använda sig av Black-Scholes-Merton differentiella ekvation.⁸⁶

⁸⁶ Syrdal, S. A. (2002)

Bilaga B: Implicit Volatilitet

Om vi sätter:

$$c_{BS} - c_{obs} = 0$$

Ekvation b1

Där c_{BS} är det optionspris som erhålls av Black–Scholes formel och där c_{obs} är det observerade optionspriset. Genom att ändra volatiliteten i BS tills det att det vänstra ledet av ekvationen ovan är lika med noll kommer vi att få den implicita volatiliteten för optionen.

Ekvationen ovan kan utföras i Excel med goal-seek funktionen genom att ändra cellen som innehåller volatiliteten tills det att ekvationen ovan blir lika med noll. Detta är dock en mycket tidskrävande process och man kan istället använda sig av Visual Basic Editor (VBA), som även den finns i Excel och är användbar vid denna typ av uträkningar. Ett sätt att göra detta på är genom att först skapa tre olika funktioner i VBA; en för lösenpriset, en för d1 variabeln i lösenprisfunktionen samt en funktion för d2 variabeln som även den finns i lösenprisfunktionen.

Goal-seek funktionen ovan kan reproduceras genom att skapa en användardefinierad funktion. Denna goal-seek funktion säkerställer att varje ny gissning av volatiliteten tar i beaktande det nuvarande felet (avståndet mellan det nuvarande priset fått genom den gissade volatiliteten och det observerade priset) samt lutningen på optionspriset med hänseende på volatiliteten. Användandet av lutningen för att förbättra precisionen av den efterföljande gissningen är mer känt som Newton-Raphson-metoden. Denna metod kan programmeras in i en loop tills det att det observerade optionspriset är nått med en på förhand bestämd toleransgrad.⁸⁷

⁸⁷ Benninga, S. (2001)

VBA:

Figur b1: Macro skapad för att estimera den implicita volatiliteten

```
Function dOne1(Stock, Exercise, Time, Interest, Dividend, sigma)
dOne1 = (Log(Stock / Exercise) + ((Interest - Dividend) * Time)) / (sigma * Sqr(Time))
-
+ 0.5 * sigma * Sqr(Time)
End Function

Function CallOption1(Stock, Exercise, Time, Interest, Dividend, sigma)
CallOption1 = Stock * Exp(-Dividend * Time) * Application.NormSDist(dOne1(Stock,
Exercise, _
Time, Interest, Dividend, sigma)) - Exercise * Exp(-Time * Interest) * _
Application.NormSDist(dOne1(Stock, Exercise, Time, Interest, Dividend, sigma) _
- sigma * Sqr(Time))
End Function
'Put pricing function uses put-call parity theorem

Function PutOption1(Stock, Exercise, Time, Interest, Dividend, sigma)
PutOption1 = CallOption1(Stock, Exercise, Time, Interest, Dividend, sigma) _
+ Exercise * Exp(-Interest * Time) - Stock * Exp(-Dividend * Time)
End Function

Function CallVolatility1(Stock, Exercise, Time, Interest, Dividend, Target)
High = 2
Low = 0
Do While (High - Low) > 0.0001
If CallOption1(Stock, Exercise, Time, Interest, Dividend, (High + Low) / 2) > _
Target Then
High = (High + Low) / 2
Else: Low = (High + Low) / 2
End If
Loop
CallVolatility1 = (High + Low) / 2
End Function
```

Figur b1 visar den macro vi skapade för att estimera den implicita volatiliteten.⁸⁸

Källa: Egen programmering.

⁸⁸ Benninga, S. (2001)