



Ekonomihögskolan
Lunds Universitet

Kvantitativ modellering av Kreditrisk samt dito Marknadsrisk

Kandidatuppsats, april 2005
Nationalekonomiska Institutionen
Ekonomihögskolan vid Lunds Universitet

Författare: Mats Skogström 800228-7616

Handledare: Dr. Hans NE Byström,
Nationalekonomiska Institutionen,
Ekonomihögskolan vid Lunds Universitet

Abstract

2007 träder ett nytt regelverk i kraft rörande kommersiella bankers finansiella riskhantering världen över. Regelverket ändras till att bli mer flexibelt för att möjliggöra en mer optimal riskhantering för investerare och därmed indirekt gynna tillväxt och ekonomisk utveckling. Denna uppsats behandlar främst den rent kvantitativa delen av två viktiga osäkerhetsmått, inom området aggregerad finansiell risk, som kan påverka investerare negativt – konkursrisk och marknadsrisk. Genom att belysa två olika modeller som lämpar sig till att skatta dessa typer av risk görs en jämförande studie av två fiktiva banker med olika finansiella portföljer.

Alla eventuella fel och utelämnanden i denna uppsats är naturligtvis författarens eget ansvar.

Innehållsförteckning

1 Inledning	4
1.1 Bakgrund	4
1.2 Syfte	8
1.3 Problemformulering	10
1.4 Målgrupp	10
1.5 Disposition	11
2 Teori	12
2.1 Grundläggande teori	12
2.1.1 Allmänt	12
2.1.2 Antagande om normalfördelning	13
2.2 Att modellera konkursrisk	14
2.2.1 Att modellera konkursrisk – en teoretisk approach	15
2.2.2 Att modellera konkursrisk – en praktisk approach	18
2.3 Att modellera marknadsrisk	21
2.3.1 ARCH(p)	23
2.3.2 GARCH(p,q)	24
2.3.3 EGARCH(p,q)	25
3 Data	26
3.1 Allmänt	26
3.2 Kreditrisk	26
3.3 Marknadsrisk	29
4 Redovisning och analys av resultat	30
4.1 Allmänt	30
4.2 Kreditrisk	32
4.2.1 OMX index	32
4.2.2 Dow Jones Industrial Average	36
4.3 Marknadsrisk	39
4.3.1 OMX index	41
4.3.2 Dow Jones Industrial Average	43
5 Slutsats	45
6 Källor	48
6.1 Tryckta källor	48
6.2 Elektroniska källor	49
7 Appendix A	50
7.1.1 OMX index	50
7.1.2 Dow Jones Industrial Average	55

Bakgrundsfakta till denna inledning är hämtad från [1] och [2] Bank of International Settlements.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Ett primärt syfte med alla världens centralbanker är att garantera ett säkert och effektivt betalningssystem, dels inom respektive land, men även verka för ett optimalt globalt handels- och betalningssystem. Att betalningar och affärer kan genomföras effektivt och utan hinder är en grundpelare i samhället vilket i sin tur genererar tillväxt och ekonomisk utveckling. Centralbankerna följer och analyserar utvecklingen av det finansiella systemet, för att på ett tidigt stadium upptäcka skadliga utvecklingstendenser, såsom finansiella risker och osäkerheter, och snabbt kunna handla så att allvarliga ekonomiska kriser kan undvikas.

En fundamental skillnad mellan osäkerhet och risk bör påpekas och kan definieras såsom att *osäkerhet* är okunskap om vad som kommer att hända i framtiden, och innebär inget hot. *Risk* innebär osäkerhet som påverkar oss, ofta negativt, och kan därför utgöra ett hot mot den finansiella stabiliteten i ett samhälle. En väl fungerade ekonomi grundar sig alltså på finansiell stabilitet, där risk minimeras.

Finansiell risk är dock inte per definition negativ. Det viktiga är att kunna kontrollera den finansiella risk man är utsatt för. *Expected risk* eller Förväntad finansiell risk är positiv då detta innebär en förväntad avkastning som är högre än den riskfria avkastningen. *Unexpected risk* eller oförväntad finansiell risk är negativ och kan innebära större förluster än vad som är hanterbart. Aggregerad finansiell risk består av flera olika sorters risk:

Operationell risk (Nick Leeson & Barings Bank)

Likviditetsrisk (Konkursen för LTCM)

Modellrisk (T ex antagande om normalfördelning)

Marknadsrisk (Börskrasch, Räntekrasch, Valutakrasch)

Kreditrisk (Konkursen för Enron Corp.)

Att kunna hantera dessa risker och reducera dessa kallas Risk Management eller riskhantering.

För att möjliggöra en global riskhantering krävs internationella stadgar som centralbanker världen över arbetar från. *The Bank for International Settlements* (BIS) är en internationell finansiell organisation ägd av 55 olika centralbanker och fungerar som kontrollorgan samt bank och en finansiell serviceorganisation för medlemmarnas centralbanker. Under BIS finns *The Basle Committee on Banking Supervision*, en kontrollorganisation som skapar regler och stadgar som medlemsländernas centralbanker jobbar utifrån. Kommittén har inget juridiskt inflytande utan dess rekommendationer följs frivilligt av medverkande centralbanker och utgör endast underlag för respektive lands lagstiftning angående finansiell stabilitet.

För att stimulera en global finansiell stabilitet introducerade Kommittén år 1988 ett förslag till kontrollsysteem för internationellt verksamma kommersiella banker, vanligen kallat *Basel Capital Accord* eller BIS I. Den huvudsakliga regleringen föreslagen i BIS I är att alla kommersiella banker måste ha en viss mängd eget kapital som en reserv mot oväntade kreditförluster. BIS I har med tiden blivit en global standard och innebär att bankerna måste hålla åtta procent av det totala riskkapitalet som reserv i alla typer av placeringar banken gör.

Ursprungligen reglerade BIS I endast kreditrisker men har under åren utvecklats till att reglera likviditetsrisk (september 1992), marknadsrisk (april 1995) och operationell risk (september 1998). Detta innebär att BIS I nu reglerar en stor del av den aggregerade finansiella risken. Men trots att BIS I flera gånger under årens lopp blivit redigerad och uppdaterad har BIS I fortfarande den underliggande svagheten att alla positioner bankerna tar ska behandlas lika och alltså ses alla placeringar lika riskabla vilket är ett problem.

I praktiken innebär detta att en bank som finansierar ett projekt i ett extremt kapitalstarkt företag, t ex Microsoft, där man i princip är garanterad att företaget i fråga inte kommer att gå i konkurs och banken kommer att få tillbaka satsat kapital, kommer att vara tvungen att sätta undan lika mycket kapital som om man istället gått in som riskkapitalist i ett projekt som bedömts som betydligt osäkrare och där kapitalavsättning vore en nödvändighet.

Generellt innebär högriskinvesteringar högre avkastning på investerat kapital än traditionellt säkra investeringar. Detta pga. att bankerna kan kräva en högre riskpremie vid högriskinvesteringar vilket leder till högre avkastning på investerat kapital. Resultatet blir att bankerna förlorar pengar på att finansiera säkra projekt, med låga utlåningsräntor, och bankerna får en allmänt större vilja att finansiera mer riskabla projekt då detta genererar högre avkastning. Problemet är, i och med att bankerna hellre satsar på finansiering av projekt med högre risk, så kommer också den globala aggregerade finansiella risken att öka, vilket leder till ett mer instabilt finansiellt klimat, vilket är negativt för ett lands ekonomi på lång sikt.

Med BIS I försökte alltså världens ledande centralbanker att skapa ett övergripande kontrollsystem som skulle skydda kommersiella banker från kreditförluster som i sin tur, i värsta fall, kan leda till att den bank som drabbats av en alltför stor kreditförlust går i konkurs. Då majoriteten av världens banker har en mycket komplex kapitalstruktur och sedan länge varit tätt knutna till varandra i stora finansiella nätverk, bestående av diverse riskabla finansieringsprojekt, skulle en konkurs för en global kommersiell bank vara mycket olycklig¹. Detta nämnda finansiella nätverk innebär att bankerna lånar pengar av varandra, går i borgen för varandra, allt för att dela på den aggregerade finansiella risken i osäkra projekt. En konkurs för en större global bank skulle därför med största sannolikhet innebära att andra banker i sin tur drabbas av kreditförluster, orsakad av den första banken, och i värsta fall nya konkurser.

Bankernas metoder för beräkning och värdering av aggregerad finansiell risk ständigt har utvecklats vilket har lett till att bankerna numer är mycket väl införstådda om vad som är en riskabel investering och om vad som är en säker investering. Därför föreslogs i juni 1999 att BIS I skulle ersättas av ett nytt förfinat kontrollsystem som senare kom att kallas *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards* eller endast BIS II. Det nya regelverket är en anpassning till moderna beräknings- och värderingsmetoder, helt enkelt den individuella aggregerade finansiella risken förknippad med en viss placering, och väntas träda i kraft fullt ut år 2007. BIS II är i likhet med BIS I endast tänkt att utgöra underlag för respektive lands lagstiftning angående finansiell stabilitet och bygger på tre grundpelare:

Pelare 1 reglerar kapitaltäckningskraven på banker.

Pelare 2 reglerar hur myndigheter ska utföra tillsyn av banker.

Pelare 3 reglerar hur transparent bankerna ska vara för marknaden.

Pelare 1² behandlar den mer kvantitativa kapitaltäckningen av olika positioner. Tre typer av finansiell risk beaktas särskilt - marknadsrisk, kreditrisk och operationell risk. Angående marknadsrisk har de ursprungliga beräkningsmetoderna från BIS I uppdaterats kontinuerligt sedan slutet av 1990 - talet och inga stora förändringar är planerade. Angående kreditrisk kommer mer avancerade metoder vara möjliga att använda för rent kvantitativa beräkningar.

¹ Banker litar ofta till en så kallad Government Bail Out, dvs. att staten går in och täcker eventuella förluster eftersom banker helst inte får gå i konkurs (exempelvis täckte svenska staten förluster för gamla Nordbanken).

² Bank of International Settlements, 2005, www.bis.org

Angående operationell risk, är kvantifiering av densamma något helt nytt i BIS II. Operationell risk låg tidigare under kreditrisk och innebär risk orsakad av mänskliga faktorn, interna och externa negativa händelser, systemfel etc. Detta innebär att kravet på kapitaltäckning avseende kreditrisk kommer att minska och istället uppvägas av just kvantifieringen av operationell risk. Just denna flexibla egenskap innebär att olika positioner bankerna tar kommer att behandlas olika då de kvantifierade riskerna kommer att skilja sig på olika placeringar.

*Pelare 2*³ behandlar hur och i vilken omfattning myndigheter ska utföra tillsyn av banker. Krav ställs bland annat på hur bankens strategi för att hålla en minimal kapitalnivå i banken upprätthålls, med avseende på bankens aggregerade finansiella risk. Vidare kommer myndigheter att kunna kräva en högre kapitalstäkningsnivå hos banker med bedömd sammanlagd högre aggregerad finansiell risk än de rent kvantitativa beräkningsmetoderna i pelare 1.

*Pelare 3*⁴ behandlar hur transparent bankerna måste vara mot marknaden. Information ska kontinuerligt lämnas till marknaden. Detta innebär att banker med låg riskprofil kommer att upplevas som säkrare vilket leder till en konkurrensfördel mot rivaliserande banker.

Sammanfattningsvis ska införandet av BIS II inte ändra det minimikrav på kapitaltäckning som bankerna har idag. Minskningen av kapitaltäckning avseende kreditrisk kommer till en början att kompenseras av en höjning av kapitaltäckning avseende operationell risk. Dock kommer en framtida kapitaltäckning att bli mer flexibel med avseende på hur bra beräkningsmetoder bankerna har för att rent kvantitativt bestämma den aggregerade finansiella risken, vilka positioner bankerna tar samt med vilken ansträngning bankerna jobbar med sin riskhantering. En transparent bank med aktiv och stabil riskhantering kommer då att verka mer trovärdig, genom detta få en konkurrensfördel och då gynnas av marknaden.

Trots att BIS I varit ett mycket lyckat projekt som utvecklats och uppdaterats flera gånger, dras BIS I fortfarande med sin inbyggda svaghet – konstant klassifikation av placeringar. BIS II är alltså en vidareutveckling av BIS I där klassificeringen av placeringar har gått från att varit konstant riskbedömning till en individuell kvantifiering av respektive placeringars aggregerade finansiella risk. Med vetskapen om införandet av BIS II, troligen under 2007, samt vetskapen att det är möjligt att skaffa sig konkurrensfördelar mot sina konkurrenter med en aktiv och stabil riskhantering har de flesta banker redan börjat utveckla egna klassificeringssystem.

³ Bank of International Settlements, 2005, www.bis.org

⁴ Bank of International Settlements, 2005, www.bis.org

Tidspressen är dock ett stort problem för de flesta banker världen över. De flesta banker kommer inte att hinna utveckla klart sina egna klassificeringssystem innan BIS II införs. Därför kommer det från början finnas två olika metoder för att klassificera potentiella placeringar; *The Standard Method*⁵ och *The Advanced Method*⁶.

The Standard Method är främst till som ett mellansteg för de banker som inte fullt ut hunnit utveckla egna klassificeringssystem. Standardmetoden fungerar i princip som BIS I gör idag men det konstanta kapitaltäckningskravet på åtta procent slopas. Istället för det konstanta kapitaltäckningskravet kommer de banker som använder sig av standardmetoden att vara beroende av utomstående klassificerare. Företag som har som affärsidé att klassificera andra företag, så kallade *Credit Rating Agencies*, har funnits sedan länge⁷. Kommersiella banker har även de sedan länge, i viss mån, använt dessa företags analyser som en del av den egna riskanalysen för att kontrollera hur kreditvärdig olika företag är när det gäller osäkra placeringar. Dessa Credit Rating Agencies har utvecklat så kallade *Credit Rating Systems*, dvs. att företag rankas i diskreta nivåer som motsvarar sannolikheten att företaget i fråga inte klarar av att uppfylla sina åtaganden. Dessa Credit Rating Systems bygger på rent kvantitativa samt kvalitativa bedömningar. Pga. de kvalitativa bedömningarna blir dessa jämförelsesystem relativa och inte absoluta eftersom de inte är jämförbara sinsemellan.

The Advanced Method är tänkt att bli det slutgiltiga klassificeringssystemet som varje enskild bank kommer att använda sig av. Varje bank rankar internt, med egna riskmodeller, potentiella placeringars riskexponering och konkursrisk istället för att en utomstående aktör blandas in, vilket leder till mer flexibilitet.

1.2 Syfte

Syftet med uppsatsen är att redogöra för hur det nya regelverket, i och med införandet av BIS II, kommer att påverka kommersiella banker och visa exempel på hur vissa av dessa nyckeltal kan beräknas rent kvantitativt. Med givna förutsättningar och uppsatsens akademiska begränsningar, dvs. för mig tillgängliga riskmodeller och tillgänglig data har jag valt att begränsa uppsatsens syfte till att endast behandla vissa delar av BIS II nya regelsystem, nämligen kapitaltäckningskraven och då särskilt kvantifieringen av kreditrisk samt dito marknadsrisk.

⁵ Bank of International Settlements, 2005, www.bis.org

⁶ Bank of International Settlements, 2005, www.bis.org

⁷ De två största, Standard&Poor's (S&P) och Moody's har varit verksamma sedan år 1860 respektive år 1900.

Vid sidan av huvudsyftet har jag för avsikt att undersöka frågeställningen:

”Har svenska banker hållande en OMXS30⁸ portfölj större aggregerad risk än motsvarande amerikanska banker hållande en DJIA⁹ portfölj?”

En förutsättning till denna frågeställning är att både företagskunder och privatkunder till en svensk genomsnittlig bank främst har sitt kapital och därmed också sitt främsta intresse i en genomsnittlig portfölj bestående av svenska aktier. OMXS30 index, ett sammanvägt index av Sveriges 30 mest handlade aktier är därmed en rimlig approximation. Analogt torde den amerikanska motsvarigheten till den svenska banken främst ha sitt kapital och därmed sitt främsta intresse i en genomsnittlig portfölj bestående av amerikanska aktier. DJIA index, ett sammanvägt index av 30 av de största aktierna i USA som representerar olika branscher, är därmed också en rimlig approximation. Under antagande att det då bara finns två utfall till frågeställningen, ja eller nej, och att de tillgängliga riskmodellerna kommer att visa detta, vill jag undersöka den teoretiska risknivån för svenska och amerikanska banker.

⁸ OMXS30 (OMX Stockholm 30), ett sammanvägt index av de 30 mest handlade aktierna på Stockholmsbörsen.

⁹ DJIA (Dow Jones Industrial Average), ett sammanvägt index av de 30 mest handlade aktierna på New York Stock Exchange.

1.3 Problemformulering

Det grundläggande problemet med alla riskmodeller, och modellering i allmänhet, är att modeller i de allra flesta fall bygger på statistiska sannolikheter av olika nyckeltal. Skattningar av dessa nyckeltal är per definition inte exakta mått, utan bygger på ett flertal faktorer, såsom urvalet och mängden tillgänglig data samt ett flertal antaganden. Problemet med oexakt och otillräcklig data är inte av största vikt sedan datorernas inträde på världens finansmarknader, däremot kan *tillgången* till data vara ett problem, särskilt om det rör sig om data som skapar konkurrensövertag på marknaden. I denna uppsats modelleras alla nyckeltal främst utgående från både svensk (OMX) och amerikansk (DJIA) aktiedata samt svensk och amerikansk räntedata, vilket är mycket lätt att få tag på. Däremot kräver modellerna att vissa subjektiva bedömningar görs, såsom antagandet om normalfördelad avkastning, se avsnitt 2.1.2, vilket naturligtvis påverkar utfallet på skattningarna i fråga. Följaktligen är problemet följande:

”Hur ska de kommersiella bankerna rent kvantitativt skatta den individuella kreditrisken samt dito marknadsrisken?”

”Vilka subjektiva antagandeproblem kommer de med största sannolikhet att ställas inför?”

1.4 Målgrupp

Nivån på denna uppsats hålls så grundläggande som möjligt inom finansiell ekonomi och finansiell statistik. Dock förekommer i viss utsträckning ett antal facktermer, en del antaganden samt påståenden angående finansiell ekonomi, vilket gör att uppsatsen främst riktar sig mot individer med en viss utbildning inom finansiell ekonomi, alternativt individer med stort intresse för finansiell ekonomi eller annan insikt i finansbranschen.

1.5 Disposition

Kapitel 2 – Teori. Teorikapitlet inleds med ett avsnitt grundläggande teori som behandlar givna förutsättningar till studien. Därefter beskrivs ingående studiens tillvägagångssätt att modellera kreditrisk samt marknadsrisk, både ur ett teoretiskt perspektiv och ur ett mer beräkningstekniskt perspektiv.

Kapitel 3 – Data. Datakapitlet inleds med ett avsnitt grundläggande information som avser valet av studiens underliggande datamaterial. Därefter beskrivs mer ingående vilket specifikt datamaterial som valts till studien av kreditrisk respektive marknadsrisk, där tyngdpunkten lagts på ett beräkningstekniskt perspektiv.

Kapitel 4 – Redovisning och analys av resultat. Redovisnings- och analyskapitlet inleds med en grundläggande information om marknadsläget och tidsperioden som studien behandlar. Därefter beskrivs mer ingående specifika resultat från respektive riskmodellering. Parallellt med redovisningen av resultat sker också en validering utifrån teoriavsnittets riktlinjer. Grundläggande analys av givna resultat presenteras och grundläggande slutsatser dras.

Kapitel 5 – Slutsats. Slutsatskapitlet inleds med en återblick på vad syftet med studien var. Därefter samlas och presenteras grundläggande slutsatser och ett huvudsakligt ställningstagande till studien presenteras.

Kapitel 6 – Appendix. Utdrag av underlagsdata presenteras.

Teorikapitlet inleds med ett avsnitt grundläggande teori som behandlar givna förutsättningar till studien. Därefter beskrivs ingående studiens tillvägagångssätt att modellera kreditrisk samt marknadsrisk, både ur ett teoretiskt perspektiv och ur ett mer beräkningstekniskt perspektiv.

2 Teori

2.1 Grundläggande teori

2.1.1 Allmänt

Det är viktigt att påpeka, angående konkursrisk, att den modell som jag har valt att arbeta efter, och som är beskriven i detta teoriavsnitt, är en verklig modell som används dagligen i finansbranschen. Den kallas *Expected Default Frequency*TM och är konstruerad av ratingföretaget KMV Corp. men ägs nu av Moody's som efter övertagandet av KMV Corp. bytte namn till Moody's|KMV. Moody's|KMV är ett av de absolut största och mest inflytelserika ratingföretagen globalt inom finansbranschen.

Moody's|KMV och liknande ratingföretag, t ex Standard&Poor's (S&P), har som affärsidé att ranka företags kreditvärdighet mot marknaden och ge de aktuella företagen ett kreditbetyg, som ingår i en skala med upp mot femton steg. Noterbart är att denna skala är relativ, men innehåller klara nivåer. Dessa nivåer relaterar till vilken risk banker och andra investerare tar vid en eventuell investeringsposition. Dessa nivåer har lite olika namn beroende på vilket ratingföretag man tittar på men innebär i princip samma typ av risk, Investment level, Speculative level och Junk level. Investerare kan utifrån denna rating ta de positioner som är intressanta för sina avkastningskrav.

Det är även viktigt att påpeka, angående marknadsrisk, att de modeller jag har valt att arbeta efter och som är beskrivna i detta teoriavsnitt, är generella matematiska modeller som lämpar sig väl till andra applikationer utöver de rent finansiella. Dessa generella matematiska modeller appliceras i denna studie på en Value at Risk modell, som i och för sig är utvecklad för finansbranschen, för att kvantifiera resultatet. Observera att själva riskberäkningen är tillämpbar på vilken underlagsdata som helst.

2.1.2 Antagande om normalfördelning

Enligt centrala gränsvärdessatsen¹⁰ kommer ett stickprov ur en godtycklig population alltid att vara approximativt normalfördelat under vissa förhållanden. T ex om en population är normalfördelad, kommer ett stickprov från densamma alltid att vara normalfördelad, oavsett storlek. Vidare kommer ett stickprov vara approximativt normalfördelat även om populationen inte är normalfördelad, bara stickprovet är tillräckligt stort. Ett normalfördelat stickprov har den mycket tilltalande egenskapen att det är symmetriskt och därför mycket lätt att jobba med. Ett normalfördelat stickprov kan, pga. sin symmetri, beskrivas av sitt första och andra moment, *väntevärdet*¹¹ och *standardavvikelsen*¹².

Detta antagande stämmer mycket väl in på en marknadsavkastning och utifrån centrala gränsvärdessatsen antar jag att all underlagsavkastning till modelleringen av marknadsrisk approximativt kan antas vara normalfördelad. Detta kan jag göra då marknadsrisken i denna studie är modellerad med marknadsavkastning som underlag.

Det är mycket viktigt att påpeka att finansiella avkastningar generellt inte alltid är normalfördelade¹³, utan ofta måste beskrivas med hjälp av utökade modeller såsom tredje och fjärde moment, *skevhet*¹⁴ och *toppighet*¹⁵. Kreditrisk är ett sådant fall där avkastningen inte är normalfördelad. Kreditrisk karaktäriseras istället av hög skevhet och tjocka svansar, dvs. att kreditavkastningar oftast genererar en liten vinst orsakad av *credit spread*¹⁶ dock kopplad till en relativt liten risk att förlora hela investeringen. Både skevheten och toppigheten på all underlagsdata till modelleringen av kreditrisk är för mig okänd. Detta leder till att den faktiska fördelningen för underlagsdata som används i studien angående kreditrisk också är okänd. Men enligt centrala gränsvärdessatsen och med avseende på storleken på stickprovet data i studien kan ändå all avkastning i underlaget till kreditriskmodelleringen approximeras till att vara normalfördelad vilket leder till att kreditrisken i denna studie kan approximeras till att vara normalfördelad.

¹⁰ Blom och Holmquist, 1998, Sannolikhetsteori med tillämpningar, sid 180.

¹¹ Väntevärde är en storhet som innebär det förväntade värdet över tiden i stickprovet.

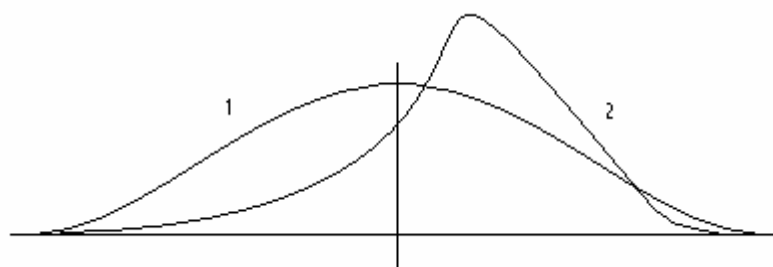
¹² Standardavvikelsen är en storhet som innebär maximala avvikelser från väntevärdet vid en viss signifikantnivå uttryckt i standardavvikelser

¹³ Gupton, Finger och Bhatia, 1997, CreditMetrics – Technical Document, sid 7.

¹⁴ Skevhet innebär att fördelningsmassan är förskjuten antingen åt vänster eller höger kring väntevärdet.

¹⁵ Toppighet är ett uttryck som innebär att fördelningen har en spetsigare eller plattare topp på fördelningskurvan än normalfördelningen.

¹⁶ Credit spread är avkastningsskillnaden mellan den riskfria räntan och avkastningen hos den aktuella positionen.



Figur 1

Figuren illustrerar två fördelningar. Kurva 1 illustrerar en typisk normalfördelning där symmetri kring väntevärdet karakteriserar fördelningen. Kurva 2 illustrerar en typisk kreditriskfördelning som karakteriseras av skevhet kring väntevärdet och även toppighet.

En avgörande skillnad när ratingföretag modellerar risk, jämfört när exempelvis jag som privatperson modellerar risk, är att ratingföretagen inte behöver göra alltför många approximationer. Ratingföretagen har naturligtvis tillgång till förstahandsinformation från de företag de rankar. Vidare har ratingföretagen tillgång till egna databaser med historiska data rörande fördelningar i olika situationer etc.

2.2 Att modellera konkursrisk

Pelare 1 i BIS II regelverk ska rent kvantitativt reglera kapitaltäckningen för olika positioner kommersiella banker tar. Kapitaltäckningen styrs utifrån vilken aggregerad finansiell risk dessa banker önskar utsätta sig för. Kreditrisken, den risk en bank tar att förlora sin investering pga. att motparten går i konkurs, är den kanske viktigaste delen i aggregerad risk.

Ett företag går i konkurs då företaget inte klarar att fullfölja sina finansiella åtaganden, dvs. då företaget ställer in sina betalningar till annan part. Därför är då ett företags konkursrisk den osäkerhet att företaget inte klarar att fullfölja sina finansiella åtaganden, dvs. *risken* att företaget ställer in sina betalningar till annan part.

Att definitivt avgöra om ett företag i kris kommer att gå i konkurs eller inte inom en viss tidsperiod är extremt svårt. På grund av både yttre och inre omständigheter kan företags läge på marknaden snabbt förändras både mot det bättre och mot det sämre och därmed kan ett eventuellt konkurshot både förstärkas och försvagas inom mycket korta tidsperioder. Det närmaste i kvantitativa beräkningar det går att komma ett definitivt ställningstagande angående av ett företags eventuella konkurs är att beräkna hur stor *sannolikheten* är att nämnda företag går i konkurs. Ett företag som bedöms som mer riskabelt än ett annat kommer därför att tvingas att betala en riskkompensation som är proportionell mot den ökade risken till sina finansörer som kompensation till finansierarnas riskabla placering.

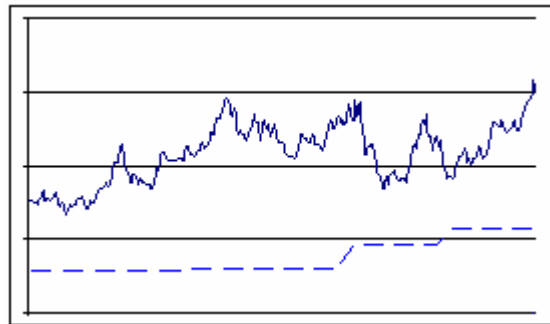
2.2.1 Att modellera konkursrisk – en teoretisk approach

Ett företag går i konkurs när det ställer in sina betalningar till annan part. För att kunna kvantifiera denna kritiska händelse krävs en definition av en konkurs.

”Ett företag går i konkurs när marknadens nettovärde på företaget når noll”

Huvuddefinitionen kan uttryckas på ett förenklat sätt.

”Ett företag går i konkurs när marknadsvärdet av företagets samlade tillgångar inte räcker för att betala företagets samlade skuld.”



Figur 2

Figuren illustrerar marknadsvärdet på ett fiktivt företags samlade tillgångar (hel linje) och värdet på samma fiktiva företags samlade skulder (streckad linje).

Noterbart är att vissa företag kan leva vidare trots att företagets samlade skuld nått marknadsvärdet på företagets samlade tillgångar. Detta pga. att vissa företag har långa tidshorisonter på sina lån, dvs. lång tid innan lånen ska betalas tillbaka. Temporärt kan alltså värdet på företagets samlade tillgångar understiga företagets samlade skuld utan att företaget går i konkurs. Det andra påståendet stämmer därför inte fullt ut utan är endast en approximation av huvuddefinitionen. Det är dock med utgångspunkt det förenklade påståendet konkursrisken modelleras. I den förenklade definitionen, som alltså från och med nu kommer att vara modellens utgångspunkt, finns tre kritiska storheter som också bör definieras.

”Marknadsvärdet av företagets samlade tillgångar (V_A)” – ett uppskattat mått på framtida kassaflöden, producerade av företaget ifråga, diskonterade tillbaka med korrekt kalkylränta.

Detta är ett mått på företagets framtidsutsikter och ger relevant information om företagets branschläge och ekonomiska läge.

”*Risken i företagets samlade tillgångar (σ_A)*” – måttet på företagets samlade tillgångar är en uppskattning och är därför per definition osäkert. Därför måste också risken i företagets samlade tillgångar skattas. Detta visar också vilken branschrisk eller *business risk* företaget har.

”*Företagets samlade skuld (TL)*” – företagets samlade skuld har per definition alltid ett marknadsvärde och ingen osäkerhet råder runt detta mått. Dock kommer det relevanta måttet vara den kontrakterade skulden, eller *Book Value of Liabilities*, och inte marknadsvärdet vara det viktiga måttet. Detta pga. att det är den kontrakterade skulden som skall betalas på förfallodagen och inte marknadsvärdet på den kontrakterade skulden.

Marknadsvärdet på ett företags samlade tillgångar samt ett företags samlade skulder mäts rent kvantitativt i kapital, t ex utifrån företagets aktiekurs samt utifrån företagets interna bokföring och vållar inga beräkningstekniska svårigheter.

Däremot är risken i ett företags samlade tillgångar inget värde som är direkt observerbart, t ex tillgängligt i årliga rapporter etc. Risken i ett företags samlade tillgångar mäts som *tillgångarnas volatilitet (σ_A)*, alltså som standardavvikelsen i den årliga procentuella förändringen på ett företags samlade tillgångar. För att bestämma tillgångarnas volatilitet används lämpligen *aktievolatiliteten (σ_E)*, alltså standardavvikelsen i den årliga procentuella förändringen på ett företags aktievärde som är direkt observerbar genom historiska aktiedata.

Kopplingen mellan de samlade tillgångarnas volatilitet och aktievolatiliteten bestäms rent matematiskt enligt ekvation 2.1, där Värdet på företagets tillgångar (V_A) samt Volatiliteten på företagets tillgångar (σ_A) är de två okända variablerna. Hur de båda funktionerna ser ut är individuellt för varje enskilt företag och beror bland annat på branschtillhörighet. Kapitalstrukturen (D/E) är en känd storhet från t ex företagets årsredovisning. Värdet på företagets aktier (V_E), volatiliteten på företagets aktier (σ_E) samt räntan (r) är kända storheter från marknaden.

$$\begin{cases} [V_E] = function([V_A], [\sigma_A], [D/E], [r_A]) \\ [\sigma_E] = function([V_A], [\sigma_A], [D/E], [r_A]) \end{cases} \quad (2.1)$$

Pga. bristande tillgång på data, främst rörande funktionsstruktur, har jag valt att lösa kopplingen mellan tillgångarnas volatilitet och aktievolatiliteten på ett alternativt sätt. Aktievolatiliteten speglar nämligen till viss del tillgångarnas volatilitet genom ett så kallat *Dept – Equity Ratio*¹⁷, alltså med vilka proportioner av skuldsättning och utestående aktier ett företag använder sig av för att finansiera dess samlade tillgångar. Ett företag med ett högt Dept – Equity Ratio har generellt varit aggressivt satsande med att finansiera sin tillväxt med en hög grad av skuldsättning och vice versa. Kopplingen mellan tillgångarnas volatilitet och aktievolatiliteten bestäms med Dept – Equity Ratio enligt ekvation 2.2.

$$\sigma_A = \frac{V_E}{V_D} \cdot \Delta\sigma_E \quad (2.2)$$

¹⁷ Dept – Equity Ratio definieras som total skuld dividerat med antalet utestående aktier, eller Total Liabilities / Shareholders equity.

2.2.2 Att modellera konkursrisk – en praktisk approach

Merton's generella prissättningsmodell¹⁸ kan användas för att bestämma kopplingen mellan tillgångarnas marknadsvärde i ett företag och marknadsvärdet på företagets aktier. Merton's modell förutsätter ett antal antaganden om marknaden. Marknaden antas vara komplett och därför existerar inte arbitragemöjligheter, en rimlig approximation. Marknaden antas vara riskneutral vilket innebär att alla investerare antas vara indifferent mot risk vilket leder till att alla förväntade avkastningar innebär den riskfria räntan r , en orimlig approximation, men dock nödvändig för modellen.

Merton's modell, se ekvation 2.3, bygger på antagandet att den underliggande tillgången, i detta fall värdet på företagets tillgångar, följer en geometrisk Brownsk rörelse (GBM).

$$dV_A = \mu_A V_A dt + \sigma_A V_A dz \quad (2.3)$$

Där

V_A , dV_A är värdet på företagets tillgångar respektive tillgångarnas värdetförändring,
 μ_A , σ_A är driften på företagets tillgångar respektive tillgångarnas volatilitet,
 dz är en wienerprocess.

Detta innebär att om tillgångarnas marknadsvärde V_A har en *lognormalfördelning* om den naturliga logaritmen av V_A är normalfördelad, alltså

$$d \ln V_A = \left(\mu_A - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) dt + \sigma_A dz \quad (2.4)$$

Där

μ_A är företagets förväntade avkastning.
 dz är den förväntade avkastningens slumpvariabel.

Förändringen i $\ln V_A$ i tidsintervallet $[0, T]$ är normalfördelat, alltså

¹⁸ Kevin Dowd, 1998, Beyond Value at Risk, sid 14.

$$\ln V_{A,T} \sim N \left[\ln V_{A,0} + \left(\mu_A - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T, \sigma \sqrt{T} \right] \quad (2.5)$$

För att kvantitativt lösa ut marknadsvärdet på företagets aktier V_E enligt ekvation 2.6 måste vissa antaganden göras. Ett företags aktier innehåller allt värde från företagets tillgångar efter att alla finansiella åtaganden är lösta dvs. alla skulder betalda. Detta innebär att en ensam ägare av företagets aktier har en rättighet att göra anspråk på hela företaget, alla tillgångar och driva det vidare i egen regi. Vidare har samma ägare ingen skyldighet att göra anspråk på företaget, utan kan lämna det att drivas som innan. Likheten med en köption är alltså uppenbar. Ägaren av en köption har rätt till den underliggande tillgången om denne erlägger lösenpriset på optionen. Det är alltså möjligt att använda Black - Scholes¹⁹ formel som ett specialfall av Merton's modell för estimeringen av V_E . Lösenpriset X är i detta fall detsamma som storleken på företagets samlade skuld och den underliggande tillgången är företagets samlade tillgångar V_A .

$$V_E = V_A N(d_1) - e^{-rT} X N(d_2) \quad (2.6)$$

Där

V_E är marknadsvärdet på företagets aktier.

$$d_1 = \frac{\ln \left(\frac{V_A}{X} \right) + \left(r + \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}} \quad (2.7)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T} \quad (2.8)$$

Där

r är den riskfria räntan.

$N(\cdot)$ är den kumulativa normalfördelningen.

För att fortsätta beräkna konkurssannolikheten, dvs. att sannolikheten att värdet på företagets samlade tillgångar är mindre värt än det samlade värdet på företagets skulder den tidpunkt då skulderna förfaller, alltså

$$p_T = P[V_A^T \leq X_T | V_A^0 = V_A] = P[\ln V_A^T \leq \ln X_T | V_A^0 = V_A] \quad (2.9)$$

¹⁹ Kevin Dowd, 1998, Beyond Value at Risk, sid 14.

Där

p_T är sannolikheten för konkurs vid tiden T .

V_A^T är marknadsvärdet på företagets samlade tillgångar vid tiden T .

X_T är det samlade värdet på företagets skulder vid tiden T .

Enligt ekvation 2.9 och tidigare antagande om att tillgångarnas värdeförändring är normalfördelad, se avsnitt 2.1.2, kan företagets konkurssannolikhet formuleras enligt ekvation 2.10 och efter förenkling ekvation 2.11.

$$p_T = \left[\ln V_A + \left(\mu_A - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T + \sigma_A \sqrt{T} \varepsilon \leq X_T \right] \quad (2.10)$$

$$p_T = \left[-\frac{\ln \frac{V_A}{X_T} + \left(\mu_A - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T}{\sigma_A \sqrt{T}} \geq \varepsilon \right] \quad (2.11)$$

Där

μ_A är företagets förväntade avkastning.

ε är en slumpmässig komponent i företagets förväntade avkastning.

Black – Scholes modell antar att den slumpmässiga komponenten i företagets förväntade avkastning är normalfördelad, $\varepsilon \sim N(0,1)$, och alltså kan företagets konkurssannolikhet definieras enligt ekvation 2.12.

$$p_T = N \left[-\frac{\ln \frac{V_A}{X_T} + \left(\mu_A - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T}{\sigma_A \sqrt{T}} \right] \quad (2.12)$$

Detta ger en enkel formel för att beräkna konkurssannolikhet för individuella företag utgående ifrån publika marknadsstorheter, såsom aktiepris och skuldsättningsnivå, samt ett antal approximationer, såsom antagande om normalfördelad avkastning. För ytterligare information angående finansiella beräkningsmodeller angående kreditrisk hänvisas till [Steele, 2000, Stochastic Calculus and Financial Applications].

2.3 Att modellera marknadsrisk

Marknadsrisk ingår i aggregerad finansiell risk och är den risk en bank tar att förlora ett investerat belopp under en viss tidsperiod pga. ofördelaktiga marknadsförhållanden. Mer konkret innebär alltså marknadsrisk risknivån på investeringar och möjliga maximala förluster under en kortare tidsperiod, generellt i storleksordningen en handelsdag. Ett traditionellt mått på marknadsrisk är *Value at Risk*²⁰ (*VaR*) beskriven i ekvation 2.14. Noterbart är att både marknadsvärdet på investeringen (MV_t) samt antalet standardavvikelser för en given signifikantnivå (KI) i princip är valda konstanter.

Alltså bestäms hela Value at Risk måttet av den aktuella volatiliteten för den underliggande tillgången (σ_t) eftersom både marknadsvärdet och signifikantnivån är storheter som väljs godtyckligt för att passa den portfölj som är underlag till marknadsriskberäkningen.

$$VaR_t = MV_t \cdot KI \cdot \sigma_t \quad (2.14)$$

Där

MV är marknadsvärdet på investeringen, t ex en aktieportfölj.

KI är konfidensintervallet för given signifikantnivå uttryckt i standardavvikelser.

σ är volatiliteten för underliggande tillgång.

Allmänt inom området finans innebär alltså att beräkna eller modellera risk att modellera *volatiliteten* för den underliggande tillgången. Mer korrekt uttryckt innebär att modellera risk att modellera den faktiska variationen av de kvantitativa mått som påverkar den underliggande tillgången, exempelvis marknadsräntan eller aktiepriset. Denna faktiska variation är definierad som den underliggande tillgångens *volatilitet*²¹.

För att få ett mer lättbegripligt mått av den finansiella risken, exempelvis uttryckt som *maximalt kapital som riskeras under en handelsdag och med viss sannolikhet*, krävs alltså att nämnda volatilitet appliceras med storleken på investerat belopp samt en given signifikantnivå, exempelvis enligt Value at Risk modellen.

När marknadsrisk modelleras skall det beaktas att det finns olika typer av volatilitet, *conditional variance* och *unconditional variance*, alltså betingad och obetingad varians.

²⁰ Dowd Kevin, 1998, Beyond Value at Risk, sid 15.

²¹ Madsen, Nygaard Nielsen, Lindström, Baadsgaard, och Holst, 2004, Statistics In Finance, sid 81.

Conditional variance innebär att variansen är beroende av tidigare närliggande observationer av densamma och att det finns en återkoppling från tidigare observationer, så kallad *autoregressivitet*²². Unconditional variance är oberoende av tidigare observationer av variansen och kan därmed betraktas som en slumpterm.

Ekonometriska riskmodelleringar förutsätter att det är conditional variance och inte unconditional variance som modelleras pga. att det alltid finns givna förutsättningar i finansdata. T ex har den underliggande tillgången, oftast aktieavkastningen, alltid en föregående värdering från en tidigare tidpunkt. Vidare har den underliggande tillgången en given *korrelation*²³ mot marknaden som måste tas i beaktande.

Inom ekonometri är det ett välkänt faktum att finansiell data generellt är *heteroskedastisk*²⁴, alltså har en över tiden *stokastisk*²⁵ varierande conditional variance. Enkelt uttryckt innebär detta att variansen vid en tidpunkt är beroende av tidigare närliggande observationer av densamma med ett inslag av en slumpterm. Heteroskedasticitet medför därför fenomenet att storleken på den underliggande tillgångens volatilitet ofta samlas i kluster. Detta innebär att under vissa tidsperioder kan en viss volatilitet vara låg för att sedan följas av låg volatilitet, medan samma volatilitet under andra tidsperioder kan vara mycket hög för att sedan följas av hög volatilitet, så kallade spikar i dataserien.

Då Conditional variance är ett mått på risk så är matematiska modeller i ARCH familjen av stort intresse när marknadsrisk, eller andra riskmanagementmodeller, rörande modellering av effektiv kapitalplacering utförs. Grundmodellen i ARCH familjen utvecklades ursprungligen av Engle (1982) för att beräkna generell tidsvarierande volatilitet. Först senare upptäcktes att finansiella tidserier modellerades särskilt bra med modeller ur ARCH familjen varvid finansiella applikationer blivit det största enskilda användningsområdet för ARCH modellering.

Nedan presenteras, för studien, relevanta modeller i ARCH familjen kort. Med dessa ARCH modeller modelleras alltså den finansiella risken Conditional variance (σ_t). Fördelar och nackdelar med de olika ARCH modellerna kommer att uppmärksammas. Noterbart är även att flera ARCH modeller, t ex SW-ARCH modellen, har lämnats utanför denna uppsats trots att bidraget från dessa ARCH modeller antagligen vore relevant för analysen. Med givna förutsättningar och tillgänglig data har jag dragit slutsatsen att begränsningarna i uppsatsen inte gör det nödvändigt att inkludera alla tillgängliga ARCH modeller för att dra en korrekt

²² Autoregressivitet innebär ett beroende från en föregående storhet på en storhet i nutid.

²³ Korrelation innebär ett beroende mellan två mängder.

²⁴ Heteroskedasticitet innebär en över tiden varierande varians.

²⁵ Stokastisk innebär samma sak som slumpvis.

slutsats angående storleken av marknadsrisken. Alla ARCH modeller är så kallade parametriska modeller. Detta innebär att ARCH modellerna inte är linjära utan innehåller olika parametrar som måste skattas numeriskt med t ex *Maximum Likelihood* estimering. Maximum Likelihood estimering innebär enkelt uttryckt att man numeriskt skattar värden på specificerade parametrar som maximerar en sannolikhet att ett given nästkommande storhet verkligen skattas till just den givna storheten. Noterbart är att de felkällor numerisk optimering innebär är i sammanhanget obetydliga. För mer information om parametrisk estimering rekommenderas [Madsen, Nygaard Nielsen, Lindström, Baadsgaard, och Holst, 2004, Statistics In Finance]

2.3.1 ARCH(p)

Modeller i ARCH familjen, *AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity*, har ett gemensamt grundantagande att variansen av det prognosfel, som finns i de flesta ekonometriska modeller, systematiskt beror på tidigare prognosfel. Ett antagande som innebär att stora prognosfel följs av stora prognosfel, vid t ex oro på marknaden, och vise versa. Med andra ord tillåter modellerna i ARCH familjen conditional variance att förändras över tiden som en funktion av tidigare observerad varians medan unconditional variance lämnas konstant eller att prognosfelet i given modell är *autoregressivt betingat heterosekastiskt*²⁶, se ekvation 2.15 och 2.16. Poängen är alltså att modellera en framtida varians baserat på historiska observationer av samma varians. Denna varians är alltså inte konstant som i enklare modeller, utan beror på tidigare observationer av samma varians. Generell specifikation av ARCH modellen är:

$$Y_t = \sigma_t w_t \quad (2.15)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p Y_{t-p}^2 \quad (2.16)$$

eller

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.17)$$

²⁶ Madsen, Nygaard Nielsen, Lindström, Baadsgaard, och Holst, 2004, Statistics In Finance, sid 81.

Där

α_i är konstanter, eller vikter, sammankopplade med Y_i samt de föregående värdena på Y_i som är den sökta storheten.

σ_t^2 är conditional variance och ε_t^2 är unconditional variance.

En nackdel med ARCH modellen är att det är många parametrar som måste skattas för att få en fungerande modell. Noterbart är att variansen endast beror på ett ändligt antal gamla värden av ε .

2.3.2 GARCH(p,q)

Det finns en huvudsaklig skillnad mellan ARCH och GARCH modeller, *Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity*. För ARCH modeller är förändringen av conditional variance specificerad som en linjär funktion av tidigare observerade *residualer*²⁷ av variansen, alltså en linjär funktion av *förändringar* av den tidigare observerade variansen, se specifikation ovan. GARCH modeller tar inte bara hänsyn till tidigare prognosfel i modellen utan tar också hänsyn till tidigare observerade *värden* av conditional variance, alltså den verkliga variansen. Generell specifikation av GARCH modellen är:

$$\varepsilon_t | \mathcal{F}_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (2.18)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (2.19)$$

En nackdel med GARCH modeller är att alla konstanter α_i och β_i måste vara positiva för att garantera positiv varians i modellen. För att upprätthålla stabilitet i processen måste konstanterna också uppfylla ekvation 2.20.

$$\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{i=1}^p \beta_i < 1 \quad (2.20)$$

²⁷ Residualer innebär ett kvantitativt värde på hur mycket det skattade värdet avviker från det sanna vid en viss signifikantnivå.

2.3.3 EGARCH(p,q)

Ett annat problem med GARCH modeller är att de är symmetriska, alltså att de inte skiljer på positiva och negativa residualer (ε). Modellen kan alltså felaktigt ta stora negativa avvikelser som stora positiva avvikelser. Om skilda beteenden i processen är önskvärda vid positiva respektive negativa residualer, vilket generellt är fallet, så är EGARCH modellen, *Exponentially Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity*, att föredra. Generell specifikation för EGARCH är:

$$\varepsilon_t = \omega_t \sigma_t \quad (2.21)$$

$$\sigma_t = \exp\left(\frac{1}{2} h_t\right) \quad (2.22)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i} + \sum_{i=1}^q \beta_i h_{t-i} \quad (2.23)$$

EGARCH modellen löser alltså symmetriproblemet och har samtidigt färre restriktioner på parametrarna än GARCH modellen. Vidare finns den modifierade EGARCH modellen, som till viss del motverkar felmodellering orsakad av så kallade *volatility shocks*, alltså spikar i volatiliteten orsakad av en instabil marknad, t ex en börskrasch eller liknande. Generell specifikation för den modifierade EGARCH modellen är enligt tidigare med undantag för:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p f_i(\omega_{t-i}) + \sum_{i=1}^q \beta_i h_{t-i} \quad (2.24)$$

$$f_i(\omega_{t-i}) = \lambda_i (|\omega_{t-i}| - E[|\omega_{t-i}|])$$

Noterbart för alla modeller i ARCH familjen är att de är mycket användbara statistiska verktyg för att analysera finansiell data, men det är viktigt att vara medveten om modellernas begränsningar. ARCH Modellernas största nackdel är att de kräver ett relativt stabilt marknadsläge pga. att de har en parametrisk specifikation där framtida modelleringspunkter delvis beror på historiska modelleringspunkter. Konkret innebär detta att trots att modellerna är konstruerade att modellera tidsvarierande conditional variance kommer parametrarna i modellen inte vara anpassade för att hinna med att fånga riktigt stora variationer vid kraftiga rörelser på marknaden. Det kan därför vara av intresse att noga välja modelleringsdata.

Datakapitlet inleds med ett avsnitt grundläggande information som avser valet av studiens underliggande datamaterial. Därefter beskrivs mer ingående vilket specifikt datamaterial som valts till studien av kreditrisk respektive marknadsrisk, där tyngdpunkten lagts på ett beräkningstekniskt perspektiv.

3 Data

3.1 Allmänt

All data i denna uppsats rörande både kreditrisk och marknadsrisk är hämtad från två realtidsdatabaser, Reuters samt Bloomberg. Datamaterialet består främst av dagliga observationer av svensk och amerikansk aktiedata, indexdata, räntedata samt skuldsättningsdata under år 2004 (252 respektive 253 handelsdagar för OMX och DJIA). De aktier som valts består av de mest handlade aktierna i Sverige och i USA, OMXS30 respektive Dow Jones Industrial Average, under samma år. Detta beror enligt tidigare antagande på att OMX och DJIA approximativt utgör ett snittinnehav av tagna positioner för en svensk respektive amerikansk genomsnittlig bank. Således utgör detta innehav underlaget för dessa bankers riskhantering. Noterbart för båda dessa index är att de är marknadsviktade index som baseras på så kallade betalkurser. Detta medför att det bara är faktiska avslut på respektive börs som påverkar respektive index. Dessutom kan båda index anses bedriva kontinuerlig handel med god approximation tack vare den höga omsättningen för respektive index.

3.2 Kreditrisk

Enligt tidigare modelleras kreditrisk företagsspecifikt. Merton's modell bygger på företagsspecifik information. Problemet att aktier på Stockholmsbörsen är noterade i SEK och aktier på New York börsen är noterade i USD övervinns av att modellen som använts för att beräkna kreditrisken är okänslig mot att olika valutor används under förutsättning att den riskfria ränta som används vid modelleringen gäller den aktuella valutan. Följaktligen består räntedata i uppsatsen av dagliga observationer av sexmånadersräntan från SSVX²⁸ respektive US Treasury Bonds²⁹ under den aktuella perioden. Valet av sexmånadersräntan beror på att

²⁸ SSVX är de svenska statsskuldsväxlarna.

²⁹ US Treasury Bonds är de amerikanska statsskuldsväxlarna.

den anses vara en stabil och likvid ränta som inte är alltför känslig, vilket är positivt för modellen. Att sexmånadersräntan anses vara en likvid ränta är positivt i praktiken, men för en teoretisk modellering i princip oväsentligt. Detta motiverar valet av en sexmånadersränta före en tremånadersränta som generellt anses vara den mest likvida räntan.

För att modellera kreditrisken enligt Merton's metod krävs också aktuell skuldsättningsgrad för respektive företag. Problemet med skuldsättningsgraden är att dagliga observationer av densamma ofta är konfidentiell information. Skuldsättningsgraden beror ofta på en mycket invecklad kapitalstruktur vilket innebär att dagliga observationer kan vara omöjliga att få fram, i de fall där skuldsättningsgraden är publik information. Dock är årliga observationer av skuldsättningsgraden en publik information för svenska företag genom respektive företags årsredovisning alternativt kvartalsrapport för de svenska företag som ger ut kvartalsvisa rapporter. För amerikanska företag gäller att dessa alltid lämnar kvartalsrapporter. Alltså finns skuldsättningsgraden alltid tillgänglig för respektive företag var tredje månad i USA och så oftast också i Sverige. För att konvertera den kvartalsvisa skuldsättningsgraden till dagliga observationer görs antagandet att skuldsättningsgraden varierar linjärt kvartalsvis, en rimlig approximation. Interpolationsvärdena blir alltså de dagliga observationerna.

Ett stort antal av företagen på Stockholmsbörsen har en speciell egenhet, att ha två olika aktier noterade, röststarka A aktier och mer publika B aktier. Detta särdrag gör att modelleringen blir lidande då Merton's modell inte tar hänsyn till att dessa aktier kan ha, och i praktiken alltid har, olika värdering. För att få en så rättvis modellering som möjligt har jag därför valt att i så stor utsträckning som möjligt valt att utelämna företag som har dubbelnotering på Stockholmsbörsen från underlaget. Detta innebär i praktiken att av de 30 aktier som är noterade på OMX index utgörs kreditriskunderlaget endast av femton Svenska företag. Det logiska och mest korrekta alternativet vore naturligtvis att fortfarande ta med alla 30 företag i underlaget och göra modelleringen utgående från de volymer av de aktuella aktietyperna. Detta alternativ stupar på att för mig tillgänglig skuldsättningsdata inte är kopplad till eventuella A och B aktier, utan endast är företagsspecifik.

De företag som använder sig av dubbla noteringar i flera fall några av de största och således de absolut mest handlade på Stockholmsbörsen. Analogt innebär detta att dessa aktier utgör den största tyngdpunkten i hela OMX och därför måste några företag med dubbelnotering ändå tas med, t ex Ericsson och Atlas Copco. Vidare innefattar OMX ABB Ltd. och AstraZeneca PLC, två aktier som har sin huvudnotering i Zürich respektive London, vilket innebär växelkursosäkerheter. Jag har då valt att ta kontakt med Stockholmsbörsen för

att få approximativa värden på volymer A och B aktier och i viss grad skuldsättningsnivåer, individuella för de aktuella företagen.

De amerikanska företag som ingår i DJIA tillämpar inte dubbelnotering och därför existerar inga modelleringsproblem med det amerikanska underlaget. Jag anser att det mest logiska var att underlaget för den amerikanska kreditrisken skulle omfatta lika många företag som det svenska underlaget, dvs. att utesluta femton av de 30 företagen i DJIA. Med givna förutsättningar och tillgänglig data har jag dragit slutsatsen att begränsningarna i uppsatsen inte gör det nödvändigt att inkludera alla tillgängliga företag för att dra en korrekt slutsats. Tabell 1 visar således underlaget för kreditriskmodelleringen.

Dow Jones Industrial Average	OMX Index
3M Co.	ABB Ltd.
Alcoa Inc.	Alfa Laval AB
American Express Co.	Assa Abloy AB
Boeing Co.	AstraZeneca PLC.
Citigroup Inc.	Atlas Copco AB
Coca Cola Co.	Electrolux AB
DuPont de Nemours & Co.	Ericsson AB
General Electric Co.	Föreningssparbanken AB
Hewlett-Packard Co.	Hennes & Mauritz AB
IBM Corp.	Holmen AB
Johnson & Johnson	Investor AB
McDonald's Corp.	Sandvik AB
Pfeizer Inc.	Skanska AB
Procter & Gamble Co.	TeliaSonera AB
Verizon Communications Inc.	Volvo AB

Tabell 1
Underlag för kreditriskmodellering.

3.3 Marknadsrisk

För att mäta effektiviteten av de olika modellerna i ARCH familjen används lämpligen dagliga indexavkastningar eller ännu hellre mer högfrekvent data på utvalda modeller. Underlaget för studien utgörs alltså av dagliga observationer av OMX index respektive DJIA index, med tillhörande handelsvolym av respektive index.

Noterbart är att då aktiedata, optionsdata och liknande data, som inte är högfrekvent, utgör underlag till modellen krävs det i allmänhet en viss modifikation av underlaget görs. På grund av att handelsintensiteten på aktier och framför allt optioner varierar under dagen är det lämpligt att mäta avkastningen som ett *bid – ask average*³⁰ över den aktuella tidsperioden för att motverka felprissättning av aktuell underliggande tillgång.

Att modellera marknadsrisk med index som underliggande tillgång innebär alltså en fördel framför att arbeta med individuella aktier som underlagsdata. Tabell 2 visar således underlaget för marknadsriskmodelleringen.

Dow Jones Industrial Average	OMX Index
Dagliga observationer av både index och handelsvolym.	Dagliga observationer av både index och handelsvolym.

Tabell 2

Underlag för marknadsriskmodellering.

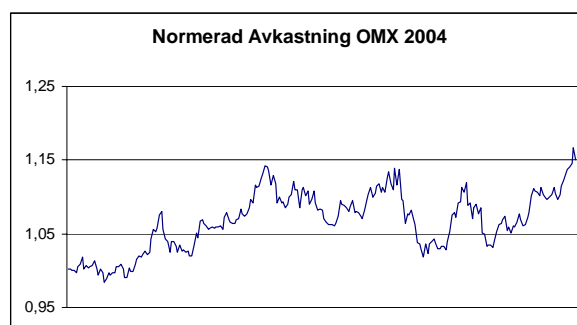
³⁰ Bid – Ask Average är den genomsnittliga skillnaden mellan bjuden kurs och efterfrågad kurs hos den underliggande tillgången.

Redovisnings- och analyskapitlet inleds med en grundläggande information om marknadsläget och tidsperioden som studien behandlar. Därefter beskrivs mer ingående specifika resultat från respektive riskmodellering. Parallellt med redovisningen av resultat sker också en validering utifrån teoriavsnittets riktlinjer. Grundläggande analys av givna resultat presenteras och grundläggande slutsatser dras.

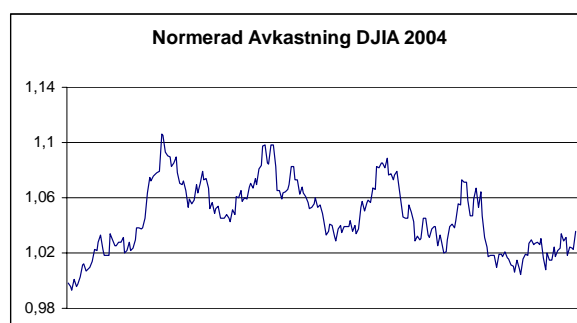
4 Redovisning och analys av resultat

4.1 Allmänt

För att få en uppfattning om det allmänna läget på den svenska och den amerikanska finansmarknaden under år 2004 visas fyra figurer angående avkastningen för de aktuella marknaderna. Figur 3 och Figur 4 visar den kumulativa avkastningen normerad³¹ för OMX index respektive DJIA. För enkelhetens skull antas det att startvärdet för processen är satt till ett.



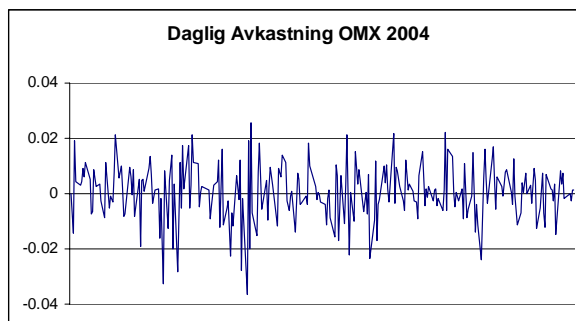
Figur 3
Normerad avkastning OMX 2004.



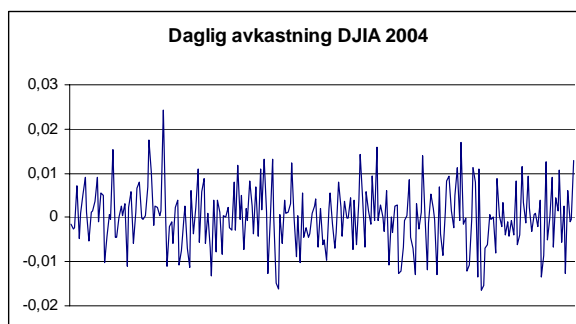
Figur 4
Normerad avkastning DJIA 2004.

³¹ Transformationen är gjord genom att beräkna den kumulativa produkten av de dagliga avkastningarna för respektive index exponentiellt, t ex $S_t^{OMX} / S_{t-\Delta}^{OMX} = \exp(r_t)$.

Figur 5 och Figur 6 visar den dagliga avkastningen under år 2004 för OMX respektive DJIA. Medelavkastningen över året av respektive index (μ) är beräknad till 0,056 % för OMX respektive 0,014 % för DJIA.



Figur 5
Daglig avkastning OMX 2004. Medelavkastning 0,056 %.



Figur 6
Daglig avkastning DJIA 2004. Medelavkastning 0,014 %.

OMX gick alltså mycket bättre än DJIA under år 2004 vilket tyder på ett bättre företagsklimat för underliggande tillgångar i OMX än dito DJIA. Dock har de dagliga avkastningarna en större varians i OMX än dito DJIA, vilket tyder på en mer instabil marknad i Sverige än i USA. Detta påverkar naturligtvis både konkursrisken för underliggande tillgångar samt marknadsrisken för respektive index.

4.2 Kreditrisk

För samtliga redovisade resultat gäller att den teoretiska konkurssannolikheten, för underliggande tillgångar i OMX samt Dow Jones Industrial Average, beräknats under varje månad år 2004. Totalt har alltså, för respektive index, 180 månadsvisa konkurssannolikheter utifrån dagliga observationer beräknats enligt Merton's modell, beskriven i avsnitt 2.2.2.

Ett medelvärde för de tolv månadsvisa teoretiska konkurssannolikheterna ger approximativt en årlig teoretisk konkurssannolikhet för femton företag i respektive index. Vidare ger ett medelvärde av de femton årliga teoretiska konkurssannolikheterna approximativt en årlig teoretisk konkurssannolikhet för respektive index.

En allmän kännedom om marknaden, och erfarenhet om vilka konkurssannolikheter som kan tänkas vara rimliga för respektive företag är naturligtvis det bästa sättet att validera de empiriska resultaten från studien. Jag har valt en validering av Merton's modell som kan beskrivas som en relativ jämförelse mellan mitt empiriska resultat och en verklig rating, utförd av Moody's|KMV. Detta tror jag är den bästa valideringen för mig som privatperson, som inte har professionell erfarenhet av konkursmodellering.

Det är viktigt att påpeka att konkurser för företag i den här storleksklassen i praktiken är en väldigt sällsynt händelse. Enligt Moody's|KMV har ett genomsnittligt företag endast en konkurssannolikhet på omkring två procent under ett godtyckligt år³².

Diagram och modelleringsdata till alla företag i studien hittas i Appendix A.

4.2.1 OMX index

De empiriska resultat beräknade för OMX index enligt Merton's modell visar generellt på en hög konkurssannolikhet med inslag av svängningar i konkurssannolikheten över året. Den generellt höga teoretiska konkurssannolikheten visas i tabell 3 där de underliggande tillgångarna är rankade enligt årlig teoretisk konkurssannolikhet. Hela OMX har enligt studien en genomsnittlig konkurssannolikhet på drygt sju procent, ett väldigt högt värde.

³² Crosbie, 2003, Modeling Default Risk - ModelingMetodology, sid 5.

Företag/Index	Teoretisk Konkurs sannolikhet
AstraZeneca	7,70E-07
Föreningsparbanken	7,17E-06
Hennes & Mauritz	0,000726
Atlas Copco	0,001487
Skanska	0,002670
Volvo	0,003385
ABB	0,006272
Electrolux	0,055712
Assa Abloy	0,057500
Holmen	0,063685
Investor	0,079271
Alfa Laval	0,112352
Ericsson	0,132692
TeliaSonera	0,207589
Sandvik	0,356250
OMX index	0,071973
OMX index (utan outliers)	0,039674

Tabell 3
Företagsspecifik konkurs sannolikhet för underliggande tillgångar OMX index.

Då ett fåtal av dessa företag uppvisar en onormalt hög konkurs sannolikhet, t ex Sandvik och TeliaSonera, kan det vara lämpligt att ifrågasätta om dessa företag har en kapitalstruktur och aktieutveckling som passar modellen särskilt illa och därför kan betraktas som outliers i resultatet. Skulle resultatet filtreras så att alla företag med en årlig konkurs sannolikhet över tjugo procent, dvs. företag med en rating som betyder verklig skräpstatus, plockas bort skulle OMX index visa en konkurs sannolikhet på 3,9674 %. Även detta är ett resultat klart över Moody's|KMV's riktlinje att ett genomsnittligt företag, ett godtyckligt år endast har en konkurs sannolikhet på omkring två procent, så är detta ett betydligt mer rimligt resultat.

Om man bortser ifrån outliers och därmed eventuella orimliga resultat från modelleringen, visas en relativ ranking i tabell 4, utgående från resultatet i studien, av företagen noterade på OMX jämfört med företagens verkliga rating enligt Moody's|KMV.

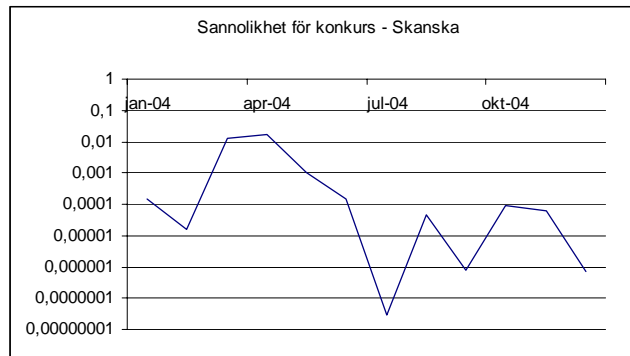
Företag, rating enligt studien	Företag, rating enligt Moody's
AstraZeneca	AstraZeneca (Aa2)
Föreningssparbanken	Föreningssparbanken (Aa3)
Hennes & Mauritz	Sandvik (A1)
Atlas Copco	Investor (A2)
Skanska	TeliaSonera (A2)
Volvo	Atlas Copco (A3)
ABB	Volvo (A3)
Electrolux	Assa Abloy (A3)
Assa Abloy	Electrolux (Baa1)
Holmen	Holmen (Baa1)
Investor	Alfa Laval (Baa3)
Alfa Laval	Ericsson (Baa3)
Ericsson	ABB (Ba2)
TeliaSonera	---
Sandvik	---

Tabell 4

Relativjämförelse av de underliggande tillgångarnas (OMX) rating enligt studien och enligt Moody's|KMV. Ingen ratinguppgift från vare sig Moody's|KMV eller S&P i fallen H&M samt Skanska. Moody's|KMV ratingskala är Aaa, Aa, A, Baa, Ba, B Caa, Ca och C, där Aaa är det högsta betyget och C det lägsta. Siffrorna 1, 2, 3, är en gradering inom ratingskalan där 1 är bäst och 3 är sämst.

Enligt relativjämförelsen illustrerad i tabell 4 konstateras det att min empiriska studie och Moody's|KMV's rating skiljer sig något. Företagens relativranking matchar inte varandra perfekt. Det går dock att utläsa att företagens relativranking enligt studien matchar den verkliga rankingen stort sett. Exempelvis är de topprankade företagen representerade överst enligt både studien och enligt Moody's|KMV medan övriga företag har likvärdiga placeringar enligt studien och enligt Moody's|KMV. Två företag utmärker sig i studien jämfört med den verkliga ratingen. Investor och Sandvik har i studien hög konkurssannolikhet men har en hög kreditvärdighet, dvs. låg konkurssannolikhet, enligt Moody's|KMV i realiteten.

Angående svängningarna i konkurssannolikhet för de underliggande tillgångarna visar det empiriska resultatet på en ganska slumpmässig fördelning av högre och lägre konkurssannolikhet under året för alla företag i det underliggande materialet till OMX index. Den möjliga trend som förutom slumpmässighet skulle kunna appliceras på resultatet är, att konkurssannolikheten för respektive företag generellt är något högre i början på året för att sedan successivt avta mot slutet av året, se Figur 7.



Figur 7

Skanska illustrerar trenden att konkurssannolikheten är något högre i början på året. För en fullständig uppsättning konkurssannolikheter för företagen i studien, se Appendix A.

Detta fenomen kan möjligen till viss del förklaras av de dagliga avkastningarna på OMX index i början på året hade något högre volatilitet än dagliga avkastningar i slutet på året, se figur 5. Den mest troliga orsaken till den generellt höga konkurssannolikheten är brist på korrekt information, och då främst skuldsättningsgraden för respektive företag.

4.2.2 Dow Jones Industrial Average

De empiriska resultat beräknade för DJIA enligt Merton's modell visar på en betydligt mer jämn konkurssannolikhet för respektive underliggande tillgångar än vad som var fallet med de underliggande tillgångarna till OMX. I likhet med de underliggande tillgångarna för OMX visar de underliggande tillgångarna för DJIA en generellt hög konkurssannolikhet med inslag av svängningar i konkurssannolikheten över året. Den teoretiska konkurssannolikheten visas i tabell 5 där de underliggande tillgångarna är rankade enligt årlig teoretisk konkurssannolikhet. Hela DJIA har enligt studien en genomsnittlig konkurssannolikhet på drygt åtta procent, ett väldigt högt värde.

Företag/Index	Teoretisk konkurssannolikhet
3M	4,81E-30
McDonald's	5,42E-10
Pfeizer	1,61E-07
Hewlett-Packard	1,33E-05
General Electric	0,000234
American Express	0,000357
Johnson&Johnson	0,000398
Citigroup	0,000393
DuPont	0,027903
Boeing	0,043095
Procter&Gamble	0,050998
IBM	0,063589
Verizon	0,104590
Alcoa	0,230180
Coca Cola	0,688122
DJIA	0,080652
DJIA (utan outliers)	0,022423

Tabell 5
Företagsspecifik konkurssannolikhet för underliggande tillgångar DJIA.

Även i denna del av studien uppvisar ett fåtal av företagen en onormalt hög konkurssannolikhet, t ex Coca Cola och Alcoa. Det kan naturligtvis även här vara lämpligt att ifrågasätta om Coca Cola och Alcoa har en kapitalstruktur och aktieutveckling som passar modellen särskilt illa och därför kan betraktas som outliers i resultatet. Skulle även detta resultat filtreras på samma sätt som tidigare så att alla företag med en årlig konkurssannolikhet över tjugo procent plockas bort skulle DJIA visa en konkurssannolikhet på 2,2423 %. Detta är ett resultat klart i enhet med Moody's|KMV's riktlinje att ett genomsnittligt företag, ett godtyckligt år endast har en konkurssannolikhet på omkring två procent, alltså ett mycket rimligt resultat. Relativjämförelse utgående från studien relativt Moody's|KMV, se tabell 6.

Företag, ranking enligt studien	Företag, ranking enligt Moody's
3M	Pfeizer (Aaa)
McDonald's	General Electric (Aaa)
Pfeizer	Johnson&Johnson (Aaa)
Hewlett-Packard	3M (Aa1)
General Electric	Citigroup (Aa1)
American Express	Coca Cola (Aa3)
Johnson&Johnson	DuPont (Aa3)
Citigroup	Procter&Gamble (Aa3)
DuPont	American Express (A1)
Boeing	IBM (A1)
Procter&Gamble	McDonald's (A2)
IBM	Alcoa (A2)
Verizon	Hewlett-Packard (A3)
Alcoa	Boeing (A3)
Coca Cola	Verizon (B1)

Tabell 6

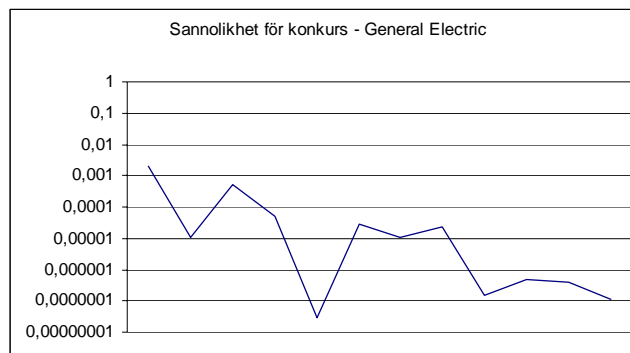
Relativjämförelse av de underliggande tillgångarnas (DJIA) rating enligt studien och enligt Moody's. Moody's|KMV ratingskala är Aaa, Aa, A, Baa, Ba, B Caa, Ca och C, där Aaa är det högsta betyget och C det lägsta. Siffrorna 1, 2, 3, är en gradering inom ratingskalan där 1 är bäst och 3 är sämst.

Enligt relativjämförelsen illustrerad i tabell 6 konstateras det att min empiriska studie och Moody's|KMV's rating skiljer sig något. Företagens relativranking matchar inte varandra perfekt. Det går dock att utläsa att företagens relativranking enligt studien matchar den verkliga rankingen stort sett. Exempelvis är de topprankade företagen representerade överst

enligt både studien och enligt Moody's|KMV medan övriga företag har likvärdiga placeringar enligt studien och enligt Moody's|KMV. Tre företag utmärker sig i studien jämfört med den verkliga ratingen. McDonald's och Hewlett-Packard har i studien en mycket låg konkurssannolikhet och har en förhållandevis hög kreditvärdighet, dvs. låg konkurssannolikhet, enligt Moody's|KMV i realiteten. Dock är flera andra företag rankade högre än McDonald's och Hewlett-Packard i realiteten av Moody's|KMV. Samma fenomen fast omvänt kan observeras att Coca Cola enligt studien har en hög konkurssannolikhet men en hög kreditvärdighet, dvs. låg konkurssannolikhet, enligt Moody's|KMV i realiteten. Noterbart är att företagen i det underliggande materialet till DJIA har en generellt hög kreditvärdighet enligt Moody's|KMV i realiteten.

Angående svängningarna i konkurssannolikhet för de underliggande tillgångarna visar det empiriska resultatet på samma sätt som för OMX på en ganska slumpmässig fördelning av högre och lägre konkurssannolikhet under året. Noterbart är att svängningarna i konkurssannolikhet är något mindre i det underliggande materialet till DJIA än för OMX, vilket kan återkopplas till den något jämnare volatiliteten i DJIA, se figur 6.

Trenden att konkurssannolikheten för respektive företag generellt är något högre i början på året för att sedan successivt avta mot slutet av året gäller även för tillgångarna i DJIA.



Figur 8

General Electric illustrerar trenden för det empiriska resultatet en generellt lägre konkurssannolikhet i slutet på året. För en fullständig uppsättning konkurssannolikheter för företagen i studien, se Appendix A.

Noterbart är att den mest troliga orsaken till både den generellt höga konkurssannolikheten och svängningarna i densamma är brist på korrekt information, och då främst skuldsättningsgraden för respektive företag. Skuldsättningen för företag i den här storleksklassen kan variera med flera miljarder från dag till dag, och då kanske framför allt när korta skuldkontrakt blir lösta respektive tecknas.

4.3 Marknadsrisk

Enligt avsnitt 2.3 är den viktigaste enskilda variabeln i marknadsriskmodellering skattning av volatiliteten i den underliggande tillgången. Eftersom volatiliteten i denna studie skattas med flera olika ARCH modeller och att resultatet från dessa skattningar per definition kommer att skilja sig åt sinsemellan är det av högsta intresse att hitta den modell som skattar conditional variance bäst.

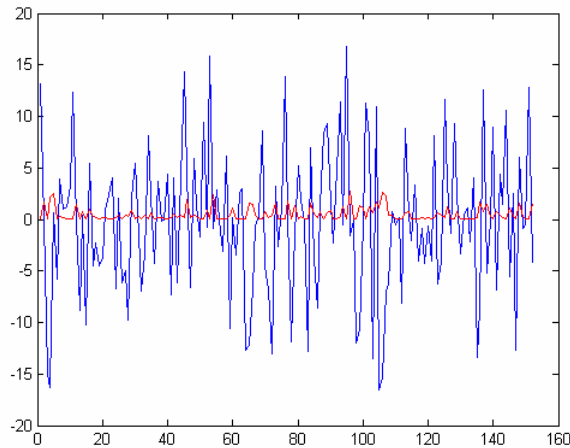
Aktuella modeller i detta fall är GARCH(1,1) och EGARCH(1,1) modellerna, då dessa generellt anses vara lämpliga modeller för riskmodellering. Detta pga. att underlagsdata utgörs av finansiella index vilka generellt sett är heteroskedastiska. Jag har därför antagit att dessa modeller per definition modellerar marknadsrisk bättre än rena AR och ARMA modeller³³, såsom t ex *Equally Weighted Moving Average* modellen. Dessa MA modeller är mycket enkla att handskas med men förutsätter att conditional variance är konstant vilket alltså generellt sett inte är fallet med finansdata. Dessa enkla modeller kan just därför ibland ge upphov till en så kallad *Ecco Effect*³⁴ vilket innebär att händelser orsakad av instabila marknadsförhållanden kommer att påverka framtida modelleringspunkter.

Estimeringen av modellerna är utförd av de 100 första handelsdagarna år 2004. Estimeringen utförs rent beräkningstekniskt genom att en dator utifrån Maximum Likelihood metoden numeriskt skattar de bästa parametrarna i aktuell modell för att återskapa de 100 första kända datapunkterna i given underlagsdata, alltså de 100 första handelsdagarna.

Därefter tar valideringen av modellerna vid och de resterande 152 handelsdagarna används alltså för validering av modellerna. Detta kallas en *Out-of-Sample* validering vilket innebär att valideringen inte utförs på samma datapunkter som estimeringen. Valideringen utförs rent beräkningstekniskt genom att en dator använder de estimerade parametrarna i aktuell modell för att försöka återskapa de resterande 152 datapunkterna (101:252). När det är gjort jämförs det skattade resultatet med de verkliga kända värdena. Differensen mellan det skattade resultatet och de verkliga värdena kallas modellens residualer.

³³ AR och ARMA *AutoRegressive* och *AutoRegressiveMovingAverage* modeller definieras med konstant varians. Madsen, Nygaard Nielsen, Lindström, Baadsgaard, och Holst, 2004, *Statistics In Finance*, sid 67.

³⁴ Ecco Effect kallas ibland Ghost Effect.



Figur 9

Figuren illustrerar valideringsintervallet. Variationen i de dagliga avkastningarna (i en förstord skala) modelleras med GARCH(1,1). Den skattade volatiliteten följer svängningarna tydligt.

För att validera de empiriska resultaten från studien analyseras residualerna med normalfördelningsplottar (QQ-plot). För att modellen ska vara trovärdig skall modellens avvikelser från det verkliga värdet vara små och normalfördelade, så kallat vitt brus. Trots de relativt korta stickproven på 252 respektive 253 handelsdagar, vilket motsvarar år 2004 för respektive index, utförs alltså en *Out-of-Sample* validering. Vid mindre stickprov är det ibland vanligt att utföra en så kallad *In-Sample* validering, en validering som utförs på samma datapunkter som estimeringen.

Noterbart är för att utföra en matematisk korrekt estimering av conditional variance, t ex en *Euler* eller *Milstein* approximation, krävs att den så kallade *korta räntan*³⁵ för den underliggande tillgången är känd. Den korta räntan är ögonblicksräntan som är en kontinuerlig process. Följande modell, ekvation 4.1, skulle i sådana fall kunna ha använts för att nå unconditional variance som sen appliceras i exempelvis ekvation 2.22 och ekvation 2.23 för att nå conditional variance via EGARCH modellen.

$$\log(S(t)) = \log(S(t - \Delta)) + r + \lambda \sigma^2 + \sigma \varepsilon \quad (4.1)$$

$$\Rightarrow \varepsilon_t^2 = \frac{(\log(S(t)/S(t - \Delta)) - r - \lambda \sigma^2)^2}{\sigma^2}$$

Där $\log(S(t)/S(t - \Delta))$ är den dagliga avkastningen för respektive index. Den korta räntan är dock inte tillgänglig för mig direkt utan måste simuleras fram, en komplicerad process utanför

³⁵ För mer information om korta räntan rekommenderas [Rasmus, 2004, Derivative Pricing]

ramen för denna uppsats, vilket leder till en förenklad modell, ekvation 4.2 för att nå unconditional variance.

$$\varepsilon_t^2 = \log(S(t)/S(t - \Delta)) - \mu \quad (4.2)$$

där μ är en skattad parameter som ersätter tidigare parametrar och som kan approximeras med den dagliga medeldriften i processen³⁶.

4.3.1 OMX index

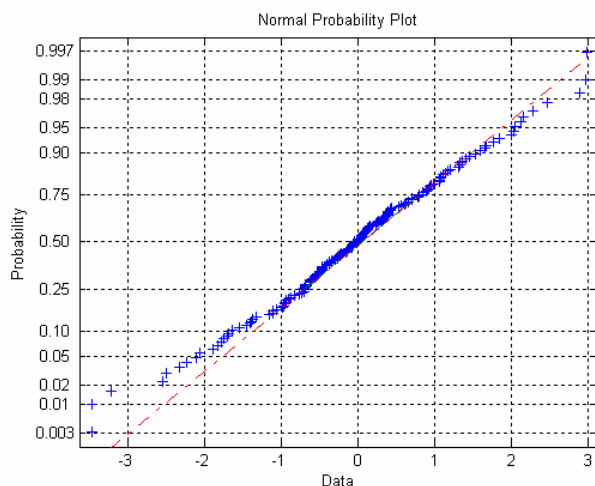
Index	GARCH(1,1)	EGARCH(1,1)
α_0	0.1165 (0.0407)	0.2542 (0.0879)
α_1	0.3647 (0.0860)	0.4129 (0.0939)
β_1	0.6752 (0.0604)	0.6882 (0.0875)
C	---	0.0297 (0.0091)

Tabell 7

Tabellen visar de skattade parametrarnas värde i respektive modell. Värden inom parantes är standardavvikelsen för respektive parameter.

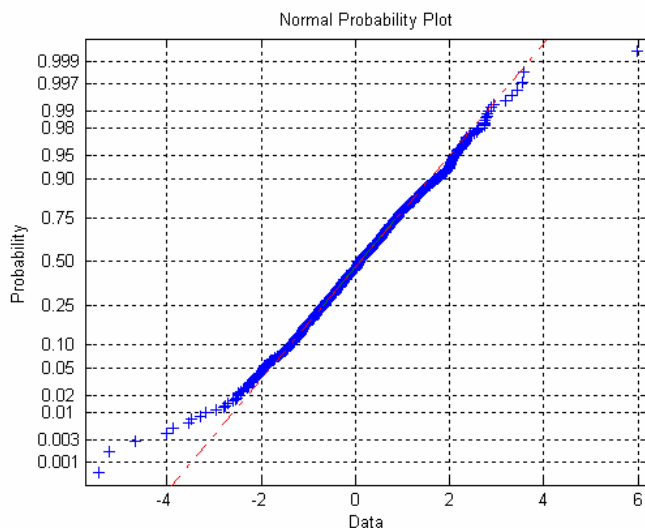
I båda testade modeller, GARCH(1,1) och EGARCH(1,1) är alltså estimeringen utförd på 100 datapunkter (1:100) och valideringen utförs på resterande 152 datapunkter. Totalt sett alltså 252 datapunkter eller alla handelsdagar under år 2004. Valideringsplottar visas i Figur 10 och Figur 11.

³⁶ Madsen, Nygaard Nielsen, Lindström, Baadsgaard, och Holst, 2004, Statistics In Finance, sid 181.



Figur 10

Figuren visar ett normalfördelningsdiagram över residualerna med GARCH(1,1) variansmodellen för OMX index, en så kallad QQ-plot. För en perfekt validering av modellen, dvs. fullständig normalfördelning av residualerna skall dessa ligga längs den streckade linjen.



Figur 11

Figuren visar ett normalfördelningsdiagram över residualerna med EGARCH(1,1) variansmodellen för OMX index, en så kallad QQ-plot. För en perfekt validering av modellen, dvs. fullständig normalfördelning av residualerna skall dessa ligga längs den streckade linjen.

Figur 10 och 11 visar att residualerna i stort fyller antagandet om normalfördelning, alltså fyller bägge modellerna det grundläggande antagandet om oberoende fördelning av felkällor, dvs. vitt brus. Speciellt EGARCH(1,1) modellen lyckas särskilt bra att modellera det underliggande datamaterialet, varvid slutsatsen blir att EGARCH(1,1) modellen är en mer trovärdig modell i just detta fall.

Conditional variance för OMX antar enligt EGARCH(1,1) modellen det genomsnittliga värdet 0,100518. Appliceras Conditional variance på en OMX – portfölj med ett värde av 1 000 000 kronor enligt Value at Risk modellen innebär detta en maximal förlust på 16 485

kronor över en handelsdag på 95 % signifikantnivå. Motsvarande maximala förlust på 99 % signifikantnivå är 19 702 kronor.

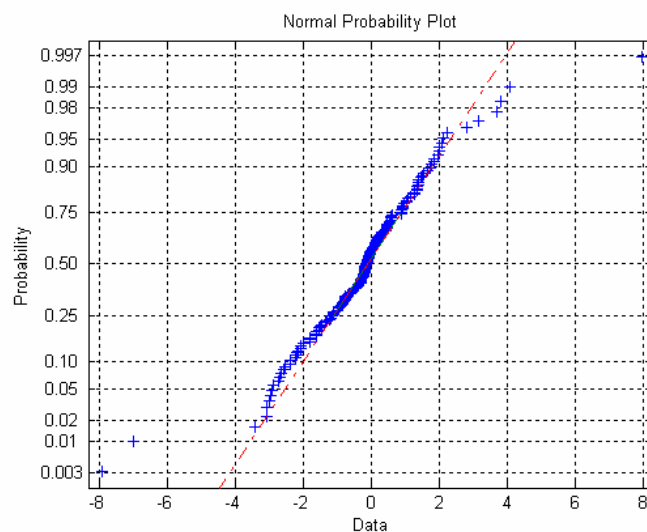
4.3.2 Dow Jones Industrial Average

Index	GARCH(1,1)	EGARCH(1,1)
α_0	0.2441 (0.0279)	0.2487 (0.1090)
α_1	0.3964 (0.0568)	0.4016 (0.0599)
β_1	0.6274 (0.0360)	0.7027 (0.0567)
C	---	0.0372 (0.0097)

Tabell 8

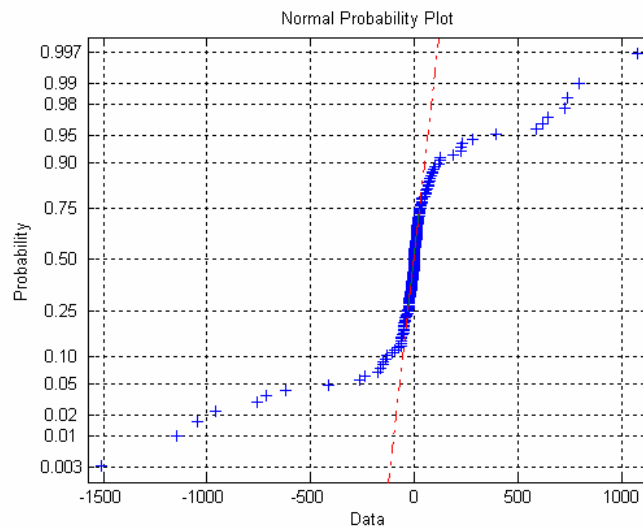
Tabellen visar de skattade parametrarnas värde i respektive modell. Värden inom parantes är standardavvikelsen för respektive parameter.

I båda testade modeller, GARCH(1,1) och EGARCH(1,1) är alltså estimeringen utförd på 100 datapunkter (1:100) och valideringen utförs på resterande 153 datapunkter. Totalt sett alltså 253 datapunkter eller alla handelsdagar under år 2004. Valideringsplottar visas i Figur 12 och Figur 13.



Figur 12

Figuren visar ett normalfördelningsdiagram över residualerna med GARCH(1,1) variansmodellen för DJIA, en så kallad QQ-plot. För en perfekt validering av modellen, dvs. fullständig normalfördelning av residualerna skall dessa ligga längs den streckade linjen.



Figur 13

Figuren visar ett normalfördelningsdiagram över residualerna med EGARCH(1,1) variansmodellen för OMX index, en så kallad QQ-plot. För en perfekt validering av modellen, dvs. fullständig normalfördelning av residualerna skall dessa ligga längs den streckade linjen.

Figur 12 och 13 visar att residualerna i stort fyller antagandet om normalfördelning., alltså fyller bägge modellerna det grundläggande antagandet om oberoende fördelning av felkällor, dvs. vitt brus. Residualerna till EGARCH(1,1) modellen visar dock på avvikelse från normalfördelningen i ändarna enligt figur 13. Alltså har inte modellen lyckats att modellera det underliggande datamaterialet riktigt bra, varvid slutsatsen blir att GARCH(1,1) är en mer trovärdig modell i just detta fall.

Conditional variance för DJIA antar enligt GARCH(1,1) modellen det genomsnittliga värdet 0,0066983. Appliceras Conditional variance på en DJIA – portfölj med ett värde av 1 000 000 kronor enligt Value at Risk modellen innebär detta en maximal förlust på 10 985 kronor över en handelsdag på 95 % signifikantnivå. Motsvarande maximala förlust på 99 % signifikantnivå är 13 129 kronor.

Sammanfattningsvis visar alltså OMX en klart högre marknadsrisk än DJIA. Både för 95 % respektive 99 % signifikantnivå har OMX en marknadsrisk i storleksordningen 50 % högre än DJIA.

Slutsatskapitlet inleds med en återblick på vad syftet med studien var. Därefter samlas och presenteras grundläggande slutsatser och ett huvudsakligt ställningstagande till studien presenteras.

5 Slutsats

Syftet med denna studie var att undersöka hur kommersiella banker kommer att påverkas av införandet av ett nytt finansiellt regelverk i och med införandet av BIS II, särskilt fokusera på den mer kvantitativa biten, nämligen bankernas kapitaltäckningskrav och då särskilt kvantifieringen av kreditrisk samt dito marknadsrisk. Exakt hur mycket kapital de kommersiella bankerna kommer att tvingas lägga undan i en säkerhetsbuffert går inte svara på exakt utan att också ta hänsyn till en mer kvalitativ riskvärdering. Detta är ett område där kvalificerad professionell marknadskunskap krävs. Den huvudsakliga skillnaden är att bankernas kapitaltäckningskrav kommer att bli mer flexibla, vilket också är det relevanta för de kommersiella bankerna.

Studien har genomförts genom att implementera en beräkningsteknisk modell för respektive riskmått. Merton's modell *Expected Default Frequency*TM för att kvantifiera kreditrisk och en *Value at Risk* modell för att kvantifiera marknadsrisk.

Vidare avsågs att undersöka frågeställningen:

”Har svenska banker hållande en OMXS30 portfölj större aggregerad risk än motsvarande amerikanska banker hållande en DJIA portfölj?”

Frågeställningen måste efter utförd studie besvaras med ett ja, dock med vissa villkor. Rörande marknadsrisk och de empiriska resultaten i studien besvaras frågeställningen utan förbehåll:

”En svensk bank har högre marknadsrisk än en amerikansk bank.”

Marknadsrisken för en svensk portfölj, både på 95 % respektive 99 % signifikantnivå, är klart större än en amerikansk portfölj. Modellernas validering visar att modellerna är trovärdiga och därmed en rimlig approximativ modell av marknadsrisk.

Rörande kreditrisk och de empiriska resultaten i studien med hela underlaget besvaras frågeställningen först att en svensk bank har mindre kreditrisk än en amerikansk bank. Det amerikanska indexet Dow Jones Industrial Average har en något högre sammanlagd konkurssannolikhet än det svenska indexet OMXS30.

Dock har studien uppenbara outliers i resultatet, vilket leder till att både det svenska respektive det amerikanska indexet visar på en orealistiskt hög kreditrisk. Dessa avvikelser gäller främst fyra företag, Coca Cola och Alcoa på den amerikanska marknaden, samt Sandvik och TeliaSonera på den svenska marknaden. Dessa fyra företag har en kraftig avvikelse i konkurssannolikhet jämfört med alla andra företag i studien. Denna kraftiga avvikelse samt att dessa företags verkliga rating enligt Moody's|KMV skiljer sig från studiens gör att dessa företag måste betraktas som outliers och bör därför strykas från resultatet. Kreditrisken, utan outliers i det underliggande materialet, för både den svenska respektive amerikanska portföljen hamnar då på helt realistiska nivåer enligt Moody's|KMV's riktlinjer, att ett genomsnittligt företag endast har en konkurssannolikhet på omkring två procent under ett godtyckligt år. DJIA har utan outliers en knappt hälften så hög kreditrisk som OMXS30. Alltså måste svaret på frågeställningen korrigeras:

"En svensk bank har högre kreditrisk än en amerikansk bank."

Den mest troliga orsaken till både den generellt höga konkurssannolikheten och svängningarna i densamma är brist på korrekt information, och då främst skuldsättningsgraden för respektive företag. Skuldsättningen för företag i den här storleksklassen kan variera med flera miljarder från dag till dag, och då kanske framför allt när korta skuldkontrakt blir lösta respektive tecknas.

Naturligtvis kan, och kanske skall, hela modelleringsförfarandet ifrågasättas då modellen uppenbarligen har klara brister som påverkar hela resultatet. Merton's modell visar dock realistiska siffror i drygt 86 % av underlaget, vilket är att betrakta som godkänt och motiverar att Merton's modell är en fullt rimlig approximation av kreditrisk.

Därmed hävdar jag att en svensk genomsnittlig bank är tvingad att ta en högre aggregerad finansiell risk än en genomsnittlig amerikansk bank. Att en bank medvetet tar höga risker behöver generellt inte betyda att det är negativt för banken då högre risker generellt genererar högre avkastning. Det viktiga är att banken kan kontrollera den finansiella risk den är utsatt för.

Den naturliga frågan att besvara är då:

”Är det negativt för en svensk bank att den är tvingad att ta en högre aggregerad finansiell risk än en amerikansk bank?”

Den svenska banken inte kan ta positioner i samma risknivå som den amerikanska, utöver de redan tagna, utan att riskera att få en för hög total risknivå och då inte klara sin riskhantering. Detta innebär att den svenska banken ibland kan missa intressanta högriskinvesteringar. Samtidigt kan det innebära förlorad avkastning att ligga på en konstant lägre risknivå i form av förlorad riskkompensation för den amerikanska banken än vad som är fallet för den svenska banken.

Noterbart är att det naturligtvis inte finns något som hindrar den svenska banken att ta positioner i amerikanska index och vice versa. Dock innebär positioner utomlands växelkursrisker vilket också är en typ av finansiell risk, vilket leder tillbaka till det ursprungliga problemet. Frågan om det är negativt för en svensk bank att den är tvingad att ta en högre aggregerad risk än den amerikansk bank blir till viss mån obesvarad och med stöd av studien att konstaterar jag endast:

”En svensk bank tvingas att ta en högre aggregerad risk än motsvarande amerikansk bank.”

6 Källor

6.1 Tryckta källor

- [1] Bank of International Settlements, Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework, 2004. Bank of International Settlements.
- [2] Bank of International Settlements, The Basel Committee on Banking Supervision, 2005. Bank of International Settlements.
- [3] Blom, Gunnar och Holmquist, Björn, Sannolikhetsteori med tillämpningar, 1998, Studentlitteratur, Lund, sid 180-181.
- [4] Crosbie Peter, Modeling Default Risk, 2003, Moody's|KMV, San Francisco.
- [5] Dowd, Kevin, Beyond Value at Risk – the new science in risk management, 1998, Wiley, Chichester.
- [6] Gupton, Greg M, Finger, Christopher C och Bhatia, Mickey, CreditMetrics – Technical Document, 1997, J.P. Morgan, New York.
- [7] Hull, John C., Options, Futures & Other Derivatives, 2003, Prentice Hall, sid 234-295, 346-433.
- [8] Madsen, Henrik, Nygaard Nielsen Jan, Lindström, Erik, Baadsgaard, Mikkel, och Holst, Jan, Statistics In Finance, 2004, Lund, sid 67-89, 153-166.
- [9] Rasmus, Sebastian, Derivative Pricing, 2004, Lund.

[10] Steele, Michael J. Stochastic Calculus and Financial Applications, 2000, Springer-Verlag New York, sid 153-189.

6.2 Elektroniska källor

www.bis.org

www.moodys.com

www.stern.nyu.edu

www.valuebasedmanagement.net

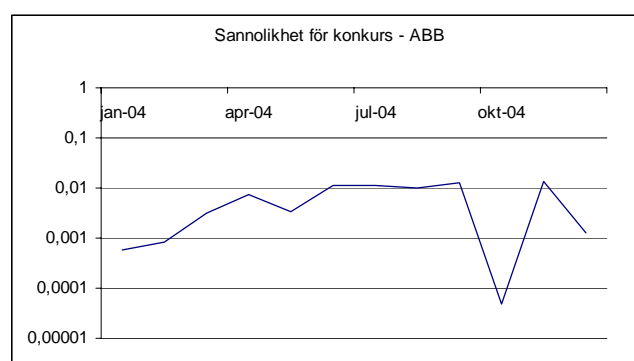
7 Appendix A

7.1.1 OMX index

(alla värden i SEK)

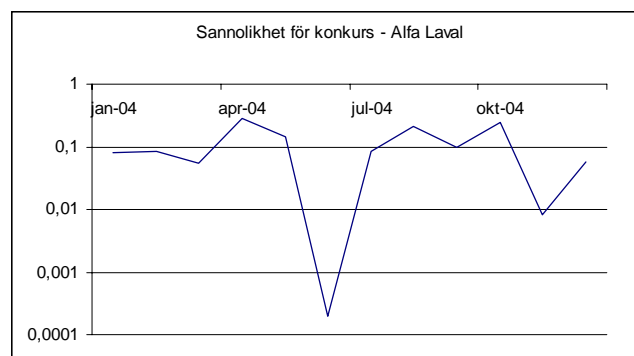
ABB Ltd.

Antal utestående aktier:	2,0703E+9
Genomsnittligt värde aktier:	8,7555E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	8,9576E+10
Genomsnittligt värde skuld:	7,8870E+9



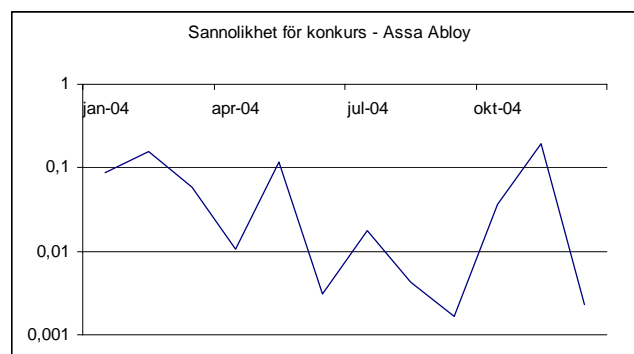
Alfa Laval AB

Antal utestående aktier:	2,0703E+9
Genomsnittligt värde aktier:	8,7556E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	8,9576E+10
Genomsnittligt värde skuld:	7,8870E+9



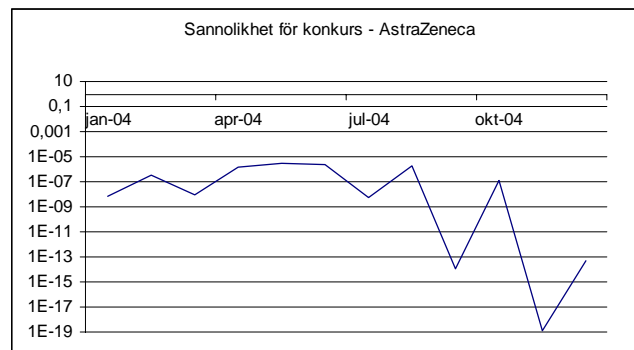
Assa Abloy AB

Antal utestående aktier:	3,4674E+8
Genomsnittligt värde aktier:	3,3068E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	4,5300E+10
Genomsnittligt värde skuld:	1,2715E+10



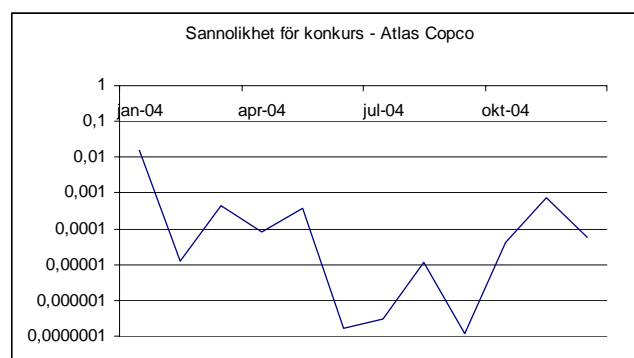
AstraZeneca AB

Antal utestående aktier:	1,6332E+9
Genomsnittligt värde aktier:	5,4065E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	5,4058E+11
Genomsnittligt värde skuld:	1,1097E+10



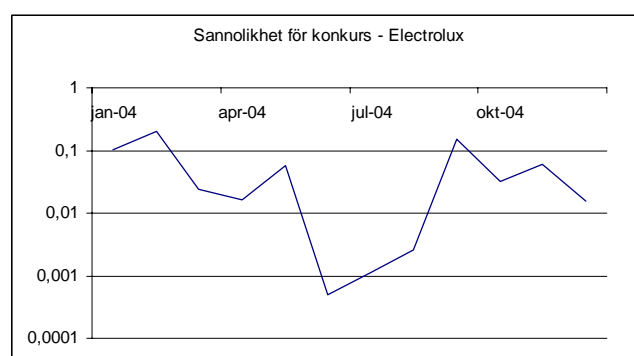
Atlas Copco AB

Antal utestående aktier:	6,9960E+7
Genomsnittligt värde aktier:	1,7754E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	5,4196E+10
Genomsnittligt värde skuld:	9,9990E+9



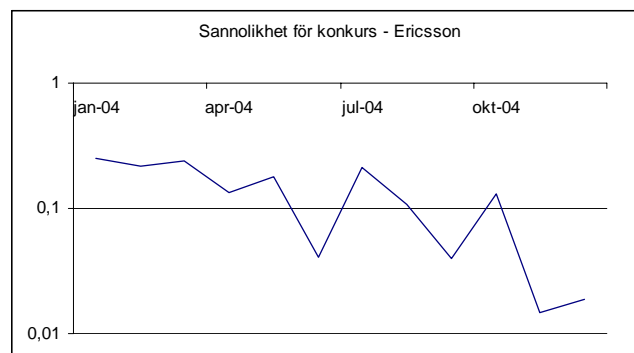
Electrolux AB

Antal utestående aktier:	2,9942E+8
Genomsnittligt värde aktier:	4,4026E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	7,0713E+10
Genomsnittligt värde skuld:	1,2182E+10



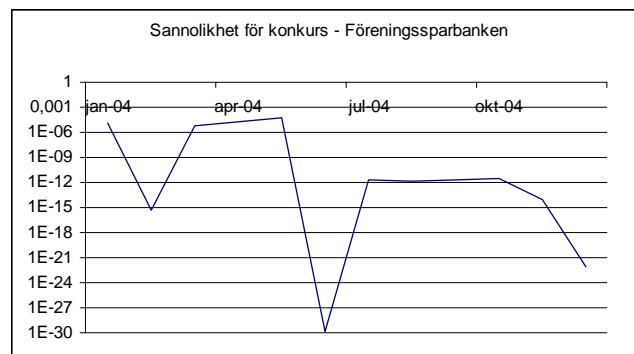
Ericsson AB

Antal utestående aktier:	7,4117E+9
Genomsnittligt värde aktier:	1,5362E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	2,5274E+11
Genomsnittligt värde skuld:	1,0468E+11



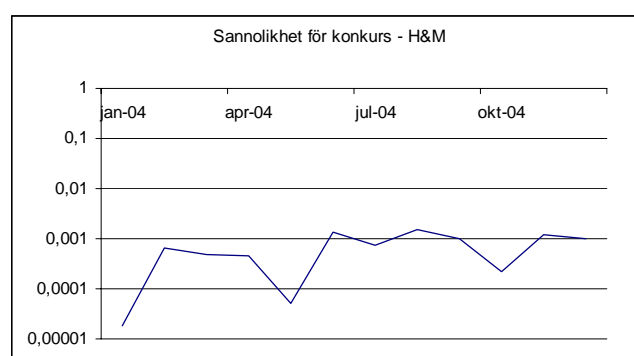
Föreningssparbanken AB

Antal utestående aktier:	5,2781E+8
Genomsnittligt värde aktier:	7,6682E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	6,2909E+11
Genomsnittligt värde skuld:	5,6437E+11



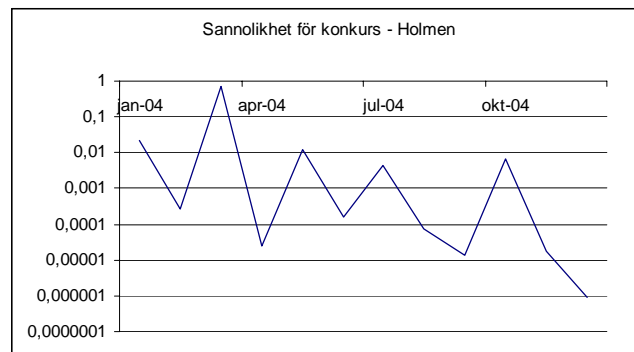
Hennes & Mauritz AB

Antal utestående aktier:	7,3034E+8
Genomsnittligt värde aktier:	1,4344E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	2,7344E+11
Genomsnittligt värde skuld:	5,6628E+9



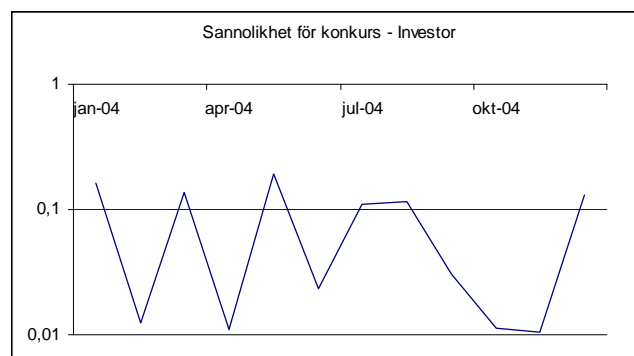
Holmen AB

Antal utestående aktier:	6,3130E+7
Genomsnittligt värde aktier:	1,4412E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	1,9312E+10
Genomsnittligt värde skuld:	3,9440E+9



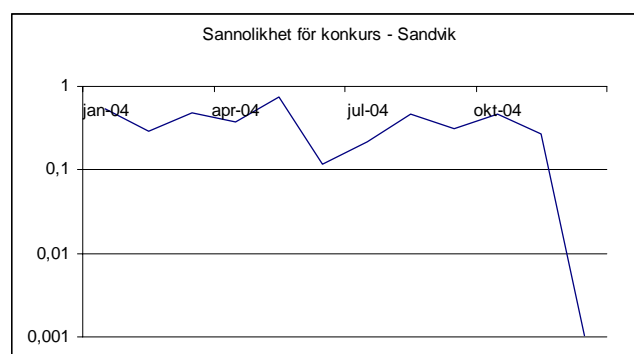
Investor AB

Antal utestående aktier:	4,5548E+8
Genomsnittligt värde aktier:	3,5491E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	7,0226E+10
Genomsnittligt värde skuld:	6,0220E+10



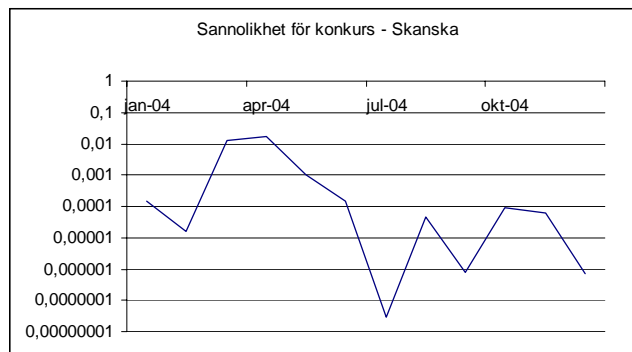
Sandvik AB

Antal utestående aktier:	2,6357E+8
Genomsnittligt värde aktier:	6,7140E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	7,1929E+10
Genomsnittligt värde skuld:	6,3960E+9



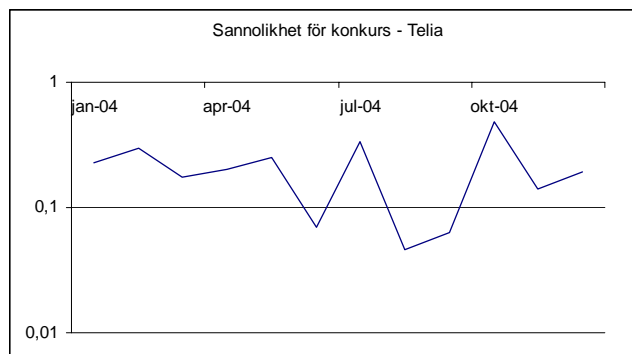
Skanska AB

Antal utestående aktier:	3,9204E+8
Genomsnittligt värde aktier:	2,6843E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	7,2187E+10
Genomsnittligt värde skuld:	4,6326E+10



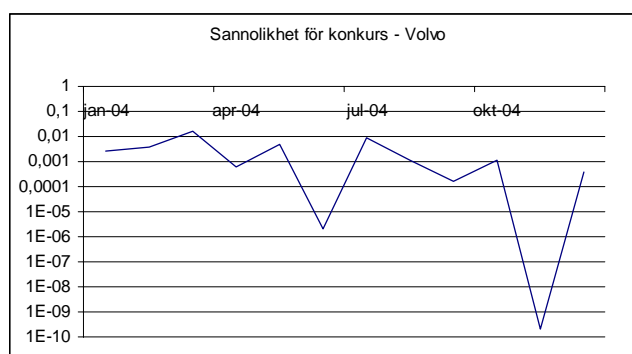
TeliaSonera AB

Antal utestående aktier:	4,6752E+9
Genomsnittligt värde aktier:	1,6418E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	1,9113E+11
Genomsnittligt värde skuld:	3,0554E+10



Volvo AB

Antal utestående aktier:	3,0292E+8
Genomsnittligt värde aktier:	7,5658E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	1,4692E+11
Genomsnittligt värde skuld:	5,3258E+10

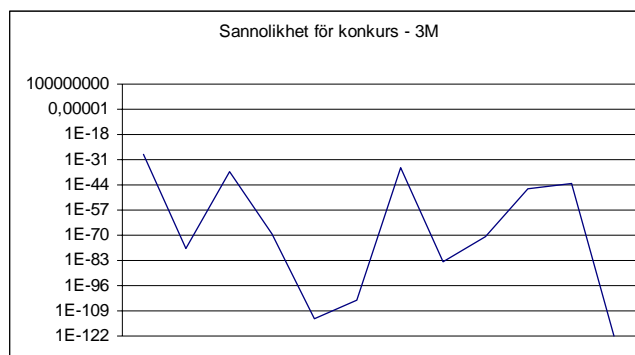


7.1.2 Dow Jones Industrial Average

(alla värden i USD)

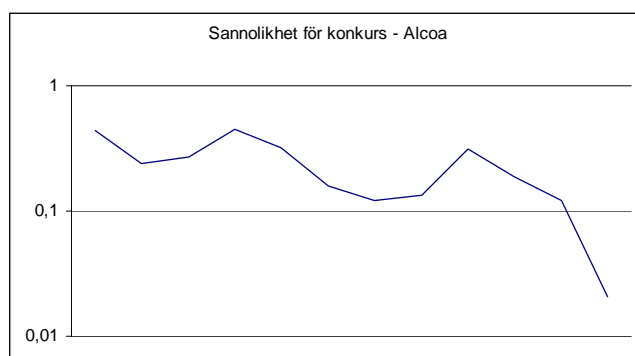
3M Co.

Antal utestående aktier:	7,7242E+8
Genomsnittligt värde aktier:	6,3251E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	6,6124E+10
Genomsnittligt värde skuld:	2,9370E+9



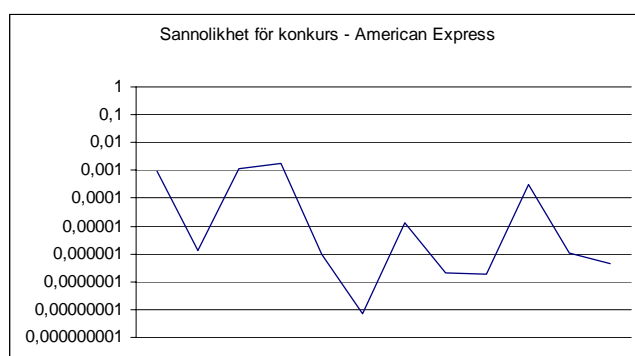
Alcoa Inc.

Antal utestående aktier:	8,7152E+8
Genomsnittligt värde aktier:	2,8770E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	3,4606E+10
Genomsnittligt värde skuld:	6,7480E+9



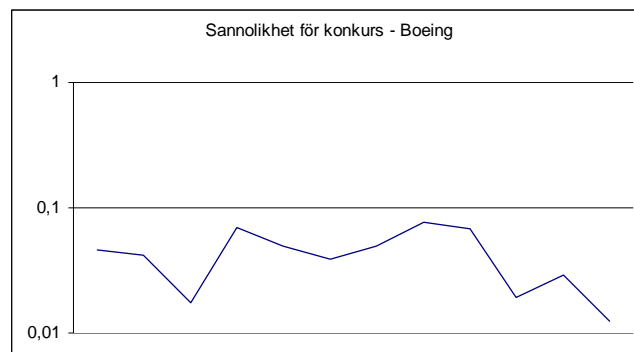
American Express Co.

Antal utestående aktier:	1,2480E+9
Genomsnittligt värde aktier:	6,4433E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	9,6790E+10
Genomsnittligt värde skuld:	3,3061E+10



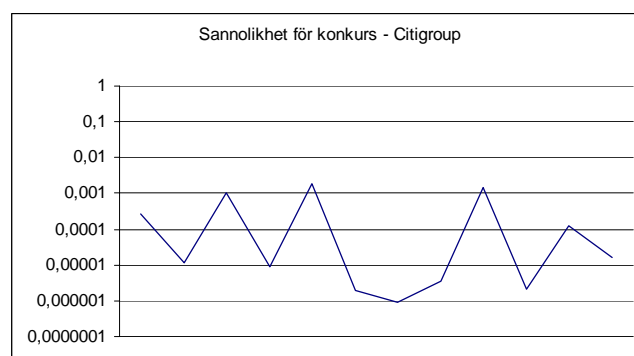
Boeing Co.

Antal utestående aktier:	8,3243E+8
Genomsnittligt värde aktier:	3,9656E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	5,0143E+10
Genomsnittligt värde skuld:	1,0879E+10



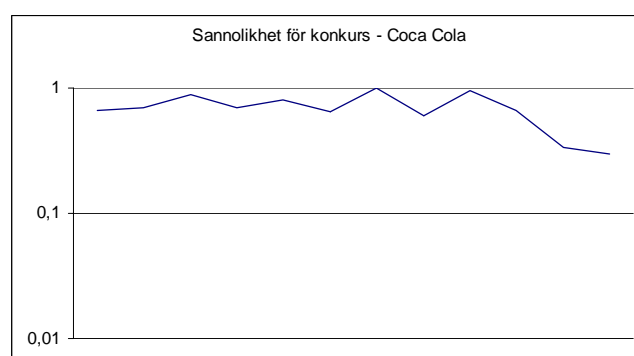
Citigroup Inc.

Antal utestående aktier:	5,1569E+9
Genomsnittligt värde aktier:	2,4280E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	4,0792E+11
Genomsnittligt värde skuld:	1,6875E+11



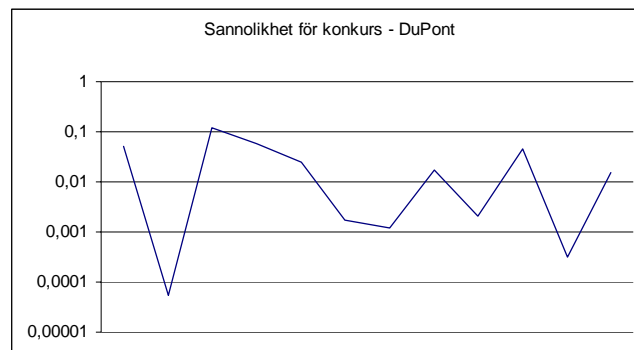
Coca Cola Co.

Antal utestående aktier:	2,4100E+9
Genomsnittligt värde aktier:	1,1211E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	1,4383E+11
Genomsnittligt värde skuld:	5,4230E+9



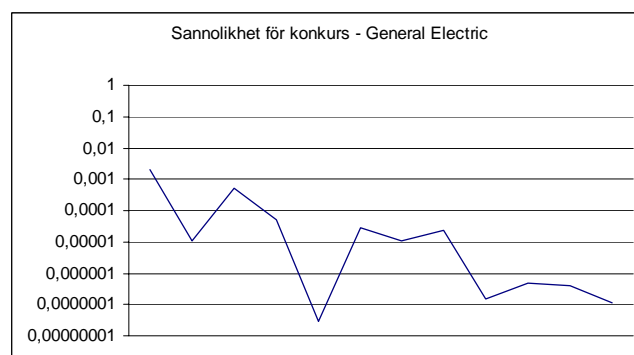
DuPont de Nemours & Co.

Antal utestående aktier:	9,9730E+8
Genomsnittligt värde aktier:	4,3534E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	5,3454E+10
Genomsnittligt värde skuld:	1,0215E+10



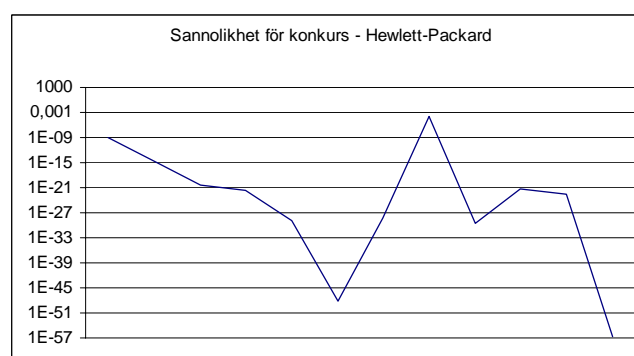
General Electric Co.

Antal utestående aktier:	1,0099E+10
Genomsnittligt värde aktier:	3,3183E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	6,4802E+11
Genomsnittligt värde skuld:	3,0492E+11



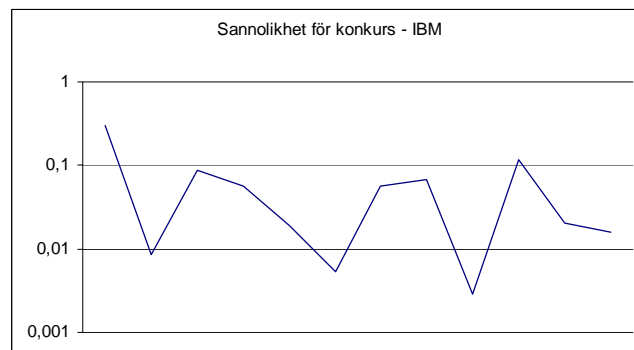
Hewlett-Packard Co.

Antal utestående aktier:	3,0430E+9
Genomsnittligt värde aktier:	6,3303E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	7,0721E+10
Genomsnittligt värde skuld:	7,5740E+9



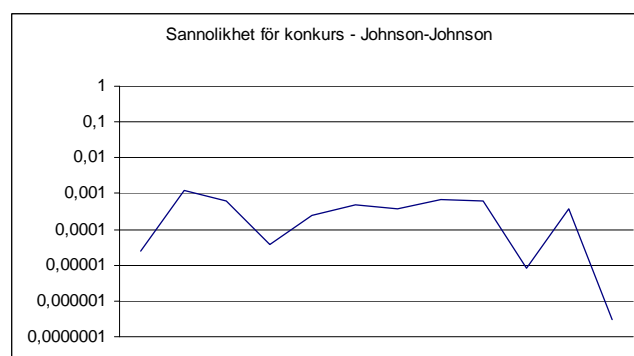
IBM Corp.

Antal utestående aktier:	1,6945E+9
Genomsnittligt värde aktier:	1,5388E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	1,7646E+10
Genomsnittligt värde skuld:	2,3632E+10



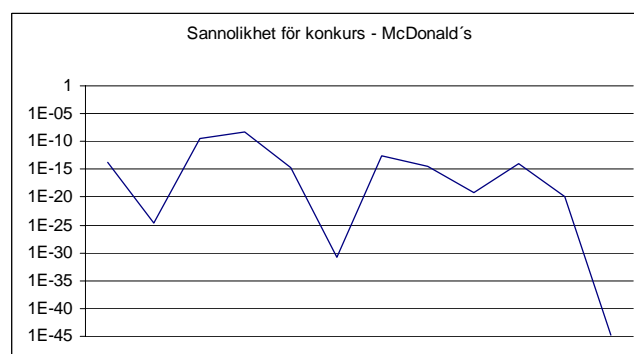
Johnson & Johnson

Antal utestående aktier:	3,1198E+9
Genomsnittligt värde aktier:	1,7439E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	1,7467E+11
Genomsnittligt värde skuld:	4,3180E+9



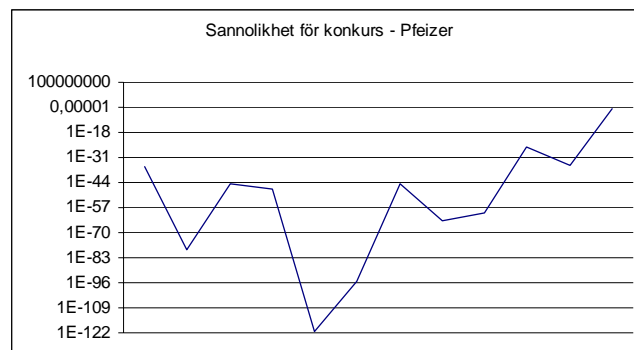
McDonald's Corp.

Antal utestående aktier:	1,2619E+9
Genomsnittligt värde aktier:	3,5115E+10
Genomsnittligt värde tillgångar:	4,4640E+10
Genomsnittligt värde skuld:	9,7300E+9



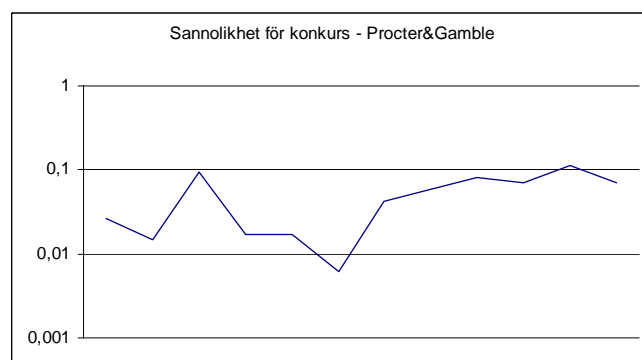
Pfizer Inc.

Antal utestående aktier:	7,6290E+9
Genomsnittligt värde aktier:	2,5171E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	2,6601E+11
Genomsnittligt värde skuld:	1,4573E+10



Procter&Gamble Co.

Antal utestående aktier:	2,5225E+9
Genomsnittligt värde aktier:	1,3555E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	1,5556E+10
Genomsnittligt värde skuld:	2,0851E+10



Verizon Communications Inc.

Antal utestående aktier:	2,7694E+9
Genomsnittligt värde aktier:	1,3564E+11
Genomsnittligt värde tillgångar:	1,7836E+11
Genomsnittligt värde skuld:	4,5380E+10

