



EKONOMI-
HÖGSKOLAN

Value at risk

En empirisk jämförelse mellan svenska och finska
statsobligationer

Kandidatuppsats, maj 2024

Nationalekonomiska institutionen, Lunds Universitet

Handledare: Andreas Ek

Författare: Yuanyuan Huang

Robin Rydehäll

Förord

Detta är en kandidatuppsats inom ekonomie kandidatprogrammet med inriktning mot nationalekonomi med en omfattning på 15 högskolepoäng på Ekonomihögskolan vid Lunds universitet hösttermin 2024.

Vi vill tacka vår handledare Andreas Ek som tog sig tid för att handleda vår uppsats vid eventuella problem och bidrog med goda råd vid uppsatsens genomförande. Vidare vill vi också tacka alla de universitetslektorer som undervisat oss, tack vare er har vi fått kunskapen för att kunna genomföra denna studie.

Till sist vill vi även rikta ett stort tack till alla våra nära och kära som har stöttat och uppmuntrat oss.

Abstrakt

Frågan om huruvida Sveriges medlemskap i EMU har blivit mer och mer aktuell under de senaste åren. För en stat så innebär ett anslutande till en valutaunion i ett nötskal att den ger upp sin självständiga penningpolitik i utbyte mot bland annat att handel och gränsöverskridande transaktioner underlättas. En del i det kan vara en lägre uppfattning om den risk som eventuellt hör samman med en valuta, vilket är vad rapporten undersöker, huruvida ett anslutande till EMU är sammankopplat med lägre eller högre risk på statsobligationer i två internationellt sett jämförbara länder.

Value-at-risk definieras som den maximala värdeminskningen för en portfölj eller tillgång under en viss tidsperiod, men en viss sannolikhet. I den här studien ligger fokuset på räntorna hos svenska och finska 5-åriga statsobligationer och grundar sig på dagsräntor under perioden 1994-01-01 till och med 2004-01-01, alltså fem år före och efter att Finland ansluter sig till euron.

I regel har svenska statsobligationer uppvisat en högre Value-at-risk jämfört med dess svenska motsvarighet, efter EMU-inträdet sjönk volatiliteten i ränteförändringarna för både Sverige och Finland men det är svårt att dra en slutsats över huruvida det är just anslutandet till euron som har påverkat finansmarknadens riskbedömning av ländernas statsobligationer. Generellt sett, har även de svenska statsobligationerna följt en liknande trend som de finska under hela den studerade perioden. Effekten av ett valutasamarbete som EMU kan ha långsiktiga effekter som blir uppenbara först efter den studerade perioden. Vi har däremot kommit fram till att vi inte kan se några uppenbara effekter av eurons införande i Finland på landets Value at risk i jämförelse med Sverige icke-införande av euron.

Nyckelord: Value-at-risk, delta-modellen, delta-gamma-modellen, historisk simulering

Innehållsförteckning

Abstrakt	2
Förkortningar	4
1. Introduktion	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte och frågeställning.....	5
1.3 Avgränsningar	6
1.4 Disposition	7
2. Teori	8
2.1 Value at risk	8
2.1.1 Value at risk: bakgrund	8
2.1.2 Value-at-risk (VaR): teori	9
2.1.3 Begränsningar med VaR	11
2.2 Statspapper	13
2.2.1 Statsobligationer: teori	13
2.3 Komponenter i VaR beräkningar	14
2.3.1 Duration.....	14
2.3.2 Modifierad duration.....	15
2.3.3 Konvexitet	15
2.3.4 Taylor-expansion.....	16
3. Metod	17
3.1 Delta-modellen	17
3.2 Delta-gamma-modellen	17
3.3 Historisk simulering	19
4. Data	20
5. Resultat & analys	22
5.1 Ränteutveckling.....	22
5.2 Beräkning av VaR	24
6. Diskussion	28
Källförteckning	31

Förkortningar

VaR	Value-at-risk
SSVX	Statsskuldsväxlar
EU	The European Union
EMU	The Economic and Monetary Union
d	Duration
MOD	Modifierad duration
CONV	Konvexitet

1. Introduktion

I detta avsnitt redogör vi grundläggande information om uppsatsen, varför det är intressant att välja just detta ämne, vad uppsatsens syfte och frågeställning är, vilka avgränsningar vi har gjort samt vad uppsatsens disposition är.

1.1 Bakgrund

I dagens finansiella system finns det många olika sätt att investera, bland annat råvaror, guld, aktier, fonder, valutor och obligationer. Det som alla investerare har gemensamt är strävan efter att maximera vinsterna samtidigt som riskerna minimeras, men detta mål är svårt att uppnå. Inte minst eftersom marknaden präglas av att investeringar med hög risk ofta har potential att ge hög avkastning. Vi vill dock fortfarande förstå hur riskabel en investering är, så att vi bättre kan hantera våra tillgångar, därav har konceptet Value-at-risk (VaR) uppkommit, liksom många andra riskberäkningsmetoder. Anledningen till att vi väljer VaR som våra riskmått är att det är populärt och enkelt att förstå, även för de investerare som inte har specifika kunskaper. Med VaR kan vi enkelt beräkna hur sannolikt det är att få en förväntad förlust på en tillgång när en händelse inträffar, och sedan jämföra VaR mellan olika tillgångar.

Black-Scholes-modellen och dess varianter är grunden för VaR, som har varit ett populärt riskmått sedan 1980-talet. Enligt en 1993 års undersökning i globala derivatprojekt använde 43% av handlare på finansiella marknaden redan då, någon form av VaR och 37% angav att de planerade att använda VaR i slutet av 1995. Efter det har allt fler institutioner, företag, investerare och universitet använt VaR som ett riskmått på marknadsrisk, tillsynsmyndigheterna har även utvecklat systematiska regleringar för användningen av VaR. (Linsmeier & Pearson 1996, s.2).

1.2 Syfte och frågeställning

På senare år har frågan om huruvida Sverige ska ansluta sig till eurosamarbetet blivit allt mer aktuellt, en sak som påverkar bedömningen inför ett sådant beslut är just räntekostnader vid offentlig upplåning. Medan Sverige vid medlemskapet i EU valde att stå utanför

eurosamarbetet, valde i stället Finland att ansluta sig. Eftersom både Sverige och Finland är internationellt sett jämförbara länder bör effekten av eurons införande på ränterisker kunna tydas närmare. Därför vill vi undersöka huruvida införandet av euron påverkade risken i ländernas statsobligationer när Finland först gick med i euron, vi frågar oss själva därmed: ***Har Finlands medlemskap i EMU påverkat riskbedömningen i Finland och Sveriges statsobligationer.***

För att svara på frågeställningen har vi valt att ta hjälp av tre olika Value-at-Risk modeller, vi har även valt en tidshorisont på fem år innan och efter Finland gick med i EMU för att påvisa dess inverkan på VaR för statsobligationerna.

1.3 Avgränsningar

I vår studie har vi valt att studera femåriga statsobligationer i respektive land fem år innan och efter Finland inträdde i EMU. Den historiska data över marknadsräntan på dagsbasis har hämtats från Riksbanken och Finlands bank mellan tidpunkterna 1994-01-01 till 2004-01-01, vilket inkluderar 2506 och 2516 handelsdagar i Sverige respektive Finland. VaR beräknas med ett nominellt belopp på 1 000 000 i respektive landets valuta, från dag till dag. Ett konfidensintervall på 95% har bestämts i förväg för att kunna vara tillräckligt snävt och fångar upp användbar information.

Det har dock funnits en stor brist på information om kupongränta i statsobligationer, både hos de svenska och finska. Kupongränta är inbakat i kuponger som delas ut vanligtvis en gång per år, vilket i sin tur påverkar nuvärdespris i statsobligation. Kupongräntan fastställs vanligtvis vid specifika auktioner och tyvärr finns det ingen organisation som har samlat data över detta. Av ovanstående skäl har vi därför valt att titta på de senaste kupongräntorna för statsobligationer med samma löptid, först samlar vi in så mycket data som möjligt på liknande statsobligationer och sedan beräkna medelvärdet på kupongräntor. Mer detaljerade approximationer kommer att presenteras senare under avsnittet data. Vi är medvetna om att det inte är det bästa sättet att få fram kupongränta, men eftersom statsobligationer är en typ av kupongobligation och kupongränta samtidigt är fast under löptiden anser vi att det kan vara nödvändigt att approximera kupongräntan på det sättet.

1.4 Disposition

Uppsatsen har följande disposition:

Kapitel 2

Är en teoretisk beskrivning om vad VaR är och dess viktiga komponenter. Dessutom ges en kort bakgrund om uppkomsten av VaR, när det blev populär använt i finansiella system, samt kritik och begränsningar med VaR som riskmått. Därefter ges en förklaring om vad statspapper är, vilka typer av statspapper det finns, och hur man nuvärdesberäkna olika statspapper. De viktiga komponenterna för att kunna beräkna VaR redogörs också i detta kapitel.

Kapitel 3

Här introducerar vi olika metoder som vi använde för att komma fram till resultatet, bland annat delta-metoden, delta-gamma-modellen och historisk simulering.

Kapitel 4

Här presenterar vi vilka datamaterial vi använder för att beräkna VaR i studiens resultat, och eventuella problem vi fick under arbetsgången.

Kapitel 5

Här redogör vi det viktigaste resultat vi fått från den empiriska analysen i studien.

Kapitel 6

I detta kapitel utgörs en diskussion kring resultat och avslutas med viktiga slutsatser.

2. Teori

Under detta avsnitt presenterar vi teorier bakom resultatet, bland annat VaR:s bakgrund, nyckelkomponenter, begränsningar, samt teori kring statsobligationer.

2.1 Value at risk

2.1.1 Value at risk: bakgrund

VaR-konceptet utvecklades först, åtminstone i teorin, av Baumol i början av 1960-talet. Efter börskraschen 1987 (Black Monday) uppkom VaR-måttet inom riskhantering, där J.P.Morgan först använde VaR-måttet för att mäta en portföljs maximala potentiella förlust. (Taskinsoy 2020, s.1 & s.18-19). För att bibehålla en stabil finansmarknad har Baselkommittén¹ lagt fram den första Baselöverenskommelsen (Basel I) för att stadga ett gemensamt krav för kapitaltäckning. År 2001 har kommittén vidareutvecklat en ny stadga, Basel II, som reglerade att kreditinstitutioner ska ha en kapitaltäckning som är godkänd av tillsynsmyndigheten. (Asgharian och Nordén 2007, s. 123-124).

Att använda VaR för att beräkna risknivå för en portfölj har blivit populärt sedan början av 1990-talet. Eftersom VaR anger den maximala förlusten inom en tidsperiod med en viss sannolikhet, har många banker och finansiella institutioner använt VaR som en indikator på hur mycket pengar de ska avsätta för att förlusten inte bli alltför stor. VaR är ett lättförståeligt riskmått då varje person utan specialkunskaper också kan förstå hur mycket pengar man riskerar att förlora i sina portföljer. Dessutom är det enkelt att jämföra olika portföljens risker i term av maximal förlust, VaR fångar även upp olika marknadsrörelser som påverkar investeringens värde. (Asgharian och Nordén 2007, s. 122-123).

¹ Baselkommittén är en kommitté för banktillsyn som består av representanter från G10-länderna.

2.1.2 Value-at-risk (VaR): teori

Det finns olika typer av risk på obligationsmarknaden, till exempel likviditetsrisk, kreditrisk, ränterisk, och valutarisk om det avser investering i utländska obligationer. För att mäta obligationens ränterisk brukar man använda value-at-risk som ett riskmått. VaR definieras som den förväntade maximala förlusten av en tillgång eller en portfölj under en given tidsperiod med en bestämd sannolikhet, med andra ord, konfidensnivå² $1 - \alpha$ procent. Den möjliga förlusten som VaR beräknar fångar inte enbart upp faktorer såsom storlek på investeringen och dess duration, utan även marknadsförutsättningarna. VaR-måttet tar även hänsyn till diversifieringseffekter, vilket innebär att ju mer diversifierade portföljer en investerare har, desto mindre risk utsätts hen för. För att kunna beräkna VaR är det viktigt att bestämma komponenter såsom marknadsvärdets känslighet, volatilitet, val av avvecklingsperiod³, val av konfidensintervall och korrelation. Dessa faktorer kommer att noggrant förklaras nedan. (Söderlind 2001, s. 70).

Marknadsvärdets känslighet

VaR-måttet kan i princip tillämpas på vilka tillgångar som helst under förutsättning att man kan beskriva sambandet mellan tillgångarnas prisförändringar och förändring i en eller flera riskfaktorer. Marknadsvärdets känslighet brukar betecknas med det grekiska alfabetet delta δ , vilket mäter förändringar i tillgångarnas värde relaterade till en viss riskfaktor. När det gäller obligationer beräknar VaR oftast relationen mellan obligationens möjliga prisförändringar och den förväntade ränteförändringen med hjälp av duration som känslighetsmåttet. (Söderlind 2001, s. 72).

² α betecknar signifikansnivå och innebär sannolikheten att en händelse inträffar, $1 - \alpha$ procent är konfidensnivå och anger sannolikheten att den verkliga värden täckas av ett intervall.

³ Avvecklingsperiod är tid mellan beslut och faktiskt avveckling av tillgångarna.

Volatilitet

En annan viktig komponent i VaR-måttet är volatilitet, även känd som varians i statistik, vilket mäter spridning av ränteförändringar kring medelvärdet. För att skatta volatilitet kan man använda sig av olika metoder, de vanligaste är dock statistiska estimeringsmodeller eller via historiska observationer för att uppskatta framtida volatilitet. (Söderlind 2001, s. 72).

Val av avvecklingsperiod

För att kunna beräkna VaR för en portfölj måste man först specificera vilken tidsperiod som volatilitet ska mätas, det kan sträcka sig från en dag till ett år men kan också specificeras av enskilda institutioner. Val av avvecklingsperiod beror oftast på hur likvid en portfölj är, det vill säga hur lång tid det behövs för att kunna avveckla sin portfölj. Om man väljer en alltför lång avvecklingsperiod kommer det leda till en överskattning av risken då vissa marknadsrörelser kan påverka portföljen relativt snabbt. Däremot existerar också risken för att man underskattar risken om man väljer en alldeles för kort avvecklingsperiod. Därför är det viktigt att bestämma en lämplig avvecklingsperiod beroende på syftet med riskmätningen. Oftast väljer man en kort avvecklingsperiod med syfte att mäta marknadsriskerna och lång avvecklingsperiod med syfte att övervaka och hantera de eventuella ränteriskerna. (Söderlind 2001, s. 73).

Val av konfidensintervall

Beroende på hur riskmåttet används kan man välja olika konfidensnivåer. En högre konfidensnivå är föredra om syftet med riskmåttet är att fastställa företagets kapitalkrav, dock föredrar man en lägre konfidensnivå för backtesting⁴ för att kunna få en bättre uppfattning om vad som är en rimlig andel av den extra förlusten. Samma princip gäller för VaR-måttet, många institutioner föredrar att använda 95% till 99% konfidensnivå för att detta ger ett smalare konfidensintervall för extra förluster. Dessutom vill institutioner använda likadana konfidensnivåer som andra gör för att bättre kunna jämföra över riksgränser, vilket återigen ligger mellan 95% och 99%. (Dowd 2005, s. 29-30).

⁴ Backtesting används för att testa en prediktiv modell med historiska data.

Med 95% konfidensnivå innebär att man kan förvänta sig en viss förlusten med en 95% sannolikhet. Genom att välja konfidensnivå bestämde man sig i sin tur förlustriskens konfidensintervall. Man kan bilda ett konfidensintervall under förutsättning att antagandet om normalfördelning är uppfyllda. Eftersom normalfördelning är symmetrisk och vi endast mäter förlustrisker, är vi enbart intresserade av den vänstra sidan av normalfördelningskurvan, det vill säga den negativa områden. Således innebär:

90% konfidensnivå → 1,64 standardavvikelse

95% konfidensnivå → 1,96 standardavvikelse

99% konfidensnivå → 2,33 standardavvikelse

(Söderlind 2001, s. 76-77).

Korrelation

Med en portfölj där många tillgångar finns är det viktigt att ta hänsyn till tillgångarnas korrelation eller kovarians, vilket mäter grad av samvariation mellan förändringar i räntor eller priser mellan olika tillgångar. Om det inte är en portfölj utan enskilda tillgångar så har korrelation ingen effekt. Korrelationskoefficienten har värdena mellan -1 och +1. Med -1 korrelation indikerar att tillgångar i portföljen är perfekt negativt korrelerade, vilket innebär att om den ena tillgångarnas värde minskar, ökar den andra tillgångarnas värde. Man kan därför bättre diversifiera sina tillgångar och sprida sina risker. Med +1 korrelation indikerar att tillgångarna i portföljen är perfekt positivt korrelerade, vilket innebär att tillgångar rör sig mot samma håll, alla tillgångarnas värde kommer att öka eller minska tillsammans. Det är således en sämre diversifiering då man inte kan sprida sina risker. Med 0 korrelation innebär att det inte finns något linjärt samband mellan tillgångarna. (Söderlind 2001, s. 81).

2.1.3 Begränsningar med VaR

Precis som andra riskmått har VaR också en del begränsningar. En av dem är att VaR har inte lämnat någon information om storleken på förlusten i de fall det uppstår förluster som överskrider VaR sig själv. Exempelvis innebär en 99% VaR att investerare med 1% sannolikhet kan förlora mer än VaR uppskattat, då vet vi inte storleken på en eventuell förlust, i värsta fall kan investerare förlora så mycket så de går i konkurs. Portföljer kan ha samma VaR men med extremt olika risknivåer, vilket kan utsätta investerare för extremt stora förluster. Som Dowd uttrycker sig ” The failure of VaR to take account of the magnitude of losses in excess of itself implies that two positions can have the same VaR – and therefore appear to have the same risk if we use the VaR to measure risk – and yet have very different risk exposures.” (Dowd 2005, s.31).

Det finns en ironi med VaR-måttet. Eftersom VaR fungerar bäst under antagande om elliptiska fördelningar, till exempel en normalfördelning. Under sådana förutsättningar föredrar vi dock en mean-variance metod eftersom det tillhandahåller mer information än vad VaR-måttet gör. Det mest paradoxala ligger i att anledningen till att vi övergår till en generell metod såsom VaR är att vi bättre ska kunna beräkna risker för en icke-normal fördelning, dock är VaR inte ett pålitligt riskmått under sådana förutsättningar. När VaR fungerar väl (under antagande om normalfördelning och är ett pålitligt riskmått), föredrar vi andra metoder. Därför är det nödvändigt att utveckla en alternativ metod som fungerar väl under den icke-normala situationen. (Dowd 2005, s.32).

Dessutom finns det många andra begränsningar för VaR. Till exempel, det är bra att ha många tillgångar i en portfölj, då man diversifierar tillgångar och sprider risker, men det blir svårt att uppskatta dess VaR eftersom man också måste ta hänsyn till tillgångarnas korrelation. Ju fler tillgångar du äger, desto svårare är det att beräkna VaR. Korrelation mellan tillgångar i portföljen gör att VaR inte är additivt. Det vill säga man kan inte bara addera risker av enskilda tillgångar A och B för att få fram risken i portföljen som nu också består av tillgångarna A och B. I stället behöver en investerare ta hänsyn till korrelationen mellan A och B men också A respektive B gentemot de ursprungliga tillgångarna. Även för samma portfölj kan olika VaR erhållas med olika metoder. VaR kan dock vara användbart för riskhantering så länge man har dess begränsningar i åtanke, och kan kombinera VaR med andra riskmått som fångar upp de delarna som VaR inte kan. (Macropption u.å.)

2.2 Statspapper

Statspapper fungerar som ett skuldebrev gentemot staten. Riksgälden är en statlig myndighet som ansvarar för att ge ut statspapper i Sverige. När staten behöver låna pengar så estimerar Riksgälden olika typer av statspapper, den vanligaste formen är statsskuldsväxlar (SSVX) och statsobligationer. Dessa statspapper, oavsett former, har en på förhand bestämd ränta, löptid⁵ och förfallodag. Tidigare var det främst banker och andra stora företag som köpte statspapper, kännetecknen här är stora placeringar och därmed en hög riskexponering. Sedan 2002 blev det också möjligt för mindre placerare, som privatpersoner att köpa statspapper, vilket gör att staten kan direkt låna pengar från privatpersoner. (Palm 2007, s.4).

2.2.1 Statsobligationer: teori

Statspapper inkluderar SSVX och statsobligationer. SSVX är en korttidsplacering som har en löptid upp till ett år, med en förutbestämd ränta. Ju högre räntan är desto högre avkastning man kan få. Till skillnad från SSVX är statsobligationer en långsiktig placering och har oftast längre löptider på exempelvis två, fem och tio år. En annan olikhet är kupongutbetalningen, SSVX är en så kallad nollkupongare, det vill säga en obligation utan kupong. SSVX har enbart en betalning på obligationens förfallodag som är obligationens nominella värde. Däremot betalar statsobligationer kuponger, vanligtvis en gång per år, till obligationens förfallodag. Storleken på kupongen beror på obligationens kupongränta, och ränta beror på marknadens ränteläge den dag du köper obligationer. Efter ränta har fastställts så gäller den oförändrad under hela löptiden så länge placerare håller obligationen till förfallodagen, vilket gör den till en säker sparform. (Palm 2007, s.8 & s.14).

Priset på en SSVX räknas på följande sätt:

$$P_{nollkup} = \frac{N}{(1+Y \cdot \frac{d}{360})} \quad [2.1]$$

⁵ Den avtalade tiden fram till det sista kassaflöden är obligationens löptid.

Där N betecknar nominella belopp, Y är obligationens marknadsränta, d står för obligationens återstående löptid i dagar.

Priset på statsobligationer räknas på följande sätt:

$$P_{kupongobl} = \frac{N}{(1+Y)^n} + \sum_{t=1}^n \frac{C}{(1+Y)^t} \quad [2.2]$$

Där C betecknar kupong, Y är kupongränta, t är tidpunkt till kupongutbetalning och n är löptid.

2.3 Komponenter i VaR beräkningar

2.3.1 Duration

Duration (d) definieras som obligationsprisets ränteelasticitet, det vill säga hur det procentuella obligationspriset kommer att förändras om räntan förändras med 1%. På 1930-talet introducerades durationsmåttet av Frederick Macaulay, den ursprungliga idén var att bestämma livslängden på obligationen, det har dock utvecklats till bredare tillämpningsområde. Noterbart att duration fungerar endast bra vid små ränteförändringar, eftersom den är en linjär approximation av ett icke-linjärt samband. Durationen för en nollkupongare är helt enkelt lika med dess löptid, det är eftersom en nollkupongare endast har ett kassaflöde i form av nominellt belopp i slutet av löptiden. (Asgharian och Nordén 2007, s. 85-87). För kupongobligationer beräknas duration på följande sätt:

$$d_{kupongobl} = \frac{1}{P_{kupongobl}} \left[\frac{nN}{(1+Y)^n} + \sum_{t=1}^n \frac{tC}{(1+Y)^t} \right] \quad [2.3]$$

Durationsmåttet har följande egenskaper (Söderlind 2001, s.56):

- Duration mäts oftast i år.
- För nollkupongare som endast genererar ett enda kassaflöde i slutdatum är duration samma som löptid. Duration är alltid kortare än återstående löptid för kupongobligationer.
- Ju längre löptid desto högre duration, förhållande är dock icke-linjärt.
- Ju högre kupongränta desto lägre duration då risk balanseras vid en tidigare tidpunkt.

- Durationen är lägre vid högre marknadsränta när kupongränta är fast.

2.3.2 Modifierad duration

Modifierad duration (MOD) är ett annat mått som mäter hur priskänsligt en obligation är för en förändring i marknadsräntan. Skillnaden mellan duration och modifierad duration är enligt Asgharian och Nordén (2007, s.89) "Vi definierar duration som den procentuella förändringen i obligationspriset för en procents förändring i yield⁶, medan Mod visar den procentuella förändringen i obligationspriset när yield förändras med en procentenhet." Precis som duration är modifierad duration också en linjär approximation och erhålls genom att ta första derivatan på obligationspris med avseende på faktorn (1+Y), sedan normaliseras genom att dela med priset. Den slutliga formeln blev därmed:

$$MOD = -\frac{\partial P}{\partial(1+Y)} \cdot \frac{1}{P} = \frac{Duration}{(1+Y)} \quad [2.4]$$

2.3.3 Konvexitet

På grund av ovanstående linjär approximation på det icke-linjära sambandet kan 'duration' och 'modifierad duration' endast användas vid små ränteförändringar. Eftersom den linjära approximationen överskattar prisförändringar vid en ränteförändring är det viktigt att inkludera ett mått som visar hur snabbt duration förändras vid ränteförändringar. Konvexitet är ett sådant mått och är positivt för obligationsplacerare, vilket innebär att konvexiteten bör betraktas och prissättas på marknaden. Konvexiteten erhålls genom att ta andraderivatan på obligationens prisfunktion med avseende på obligationens marknadsränta och sedan normaliseras genom att dividera med priset: (Asgharian och Nordén 2007, s. 90-91).

$$CONV = \frac{\partial^2 P}{\partial(1+Y)^2} \cdot \frac{1}{P} = \frac{1}{(1+Y)^2} \frac{1}{P} \left[\frac{n(n+1)N}{(1+Y)^n} + \sum_{t=1}^n \frac{t(t+1)C}{(1+Y)^t} \right] \quad [2.5]$$

⁶ Yield avser här marknadsränta.

2.3.4 Taylor-expansion

Taylor-expansion eller Taylorapproximation är ett mått som kombinerar både duration och konvexitet för att uppnå en bättre approximation av obligationens prisutveckling vid en ränteförändring. Noterar att med Taylor-expansionen antar vi att ränteförändringar är den enda faktor som påverkar obligationspriset och andra faktorer är konstanta. (Asgharian och Nordén 2007, s. 92). Den procentuella prisförändringen givet en ränteförändring med hjälp av Taylor-expansion är följande:

$$\frac{\Delta P_t}{P_0} = -MOD \cdot \Delta Y + \frac{1}{2} \cdot CONV \cdot (\Delta Y)^2 \quad [2.6]$$

3. Metod

Detta avsnitt kommer att behandla modellerna bakom undersökningen, bland annat delta-modellen, delta-gamma-modellen och historisk simulering.

3.1 Delta-modellen

Till skillnad från delta-normal-modellen är inte delta-modellen en parametrisk modell och förutsätter även inte att variablerna är normalfördelade, då vi använder oss av historiska ränteförändringar har vi därför valt att använda oss av delta-modellen i stället för den normalfördelade varianten.

Delta-modellen får fram ett värde på en obligations value-at-risk genom att approximera relationen mellan obligationens pris och ränta enbart med hjälp av durationen och de historiska ränteförändringarna. Modellen är icke-parametrisk och förutsätter en Taylor-expansion för att i sin tur ge ett värde på VaR dag för dag, men eftersom modellen antar ett linjärt samband kan vi därför bortse från konvexitetstermen i Taylor-expansionen (Asgharian & Nordén 2007, s.125).

Definiera $\tilde{Y} = \frac{\Delta Y}{Y_0}$ som ränteförändring i procent

Definiera $\delta = MOD \cdot Y_0$

$$\frac{\Delta P_t}{P_0} = -\delta \cdot \tilde{Y} = -\delta \cdot \frac{\Delta Y_t}{Y_0} \quad [3.1]$$

Efter att vi fått fram den procentuella prisförändringen använder vi den inbyggda funktionen "PERCENTIL" i Excel för att få fram det kritiska värdet på 95% konfidensintervall. Därefter multipliceras vi med obligationens marknadsvärde för att få fram obligationens VaR estimat.

3.2 Delta-gamma-modellen

Delta-modellens svaghet ligger i att i och med att den bygger på att sambandet mellan obligationspris och ränta är linjärt fungerar den därför svagare när ränteförändringarna är större. Ifall vi inte antar att obligationspriset och ränteförändringarna har ett linjärt samband

kan vi istället använda oss av delta-gamma modellen. Jämfört med delta-modellen används här hela Taylor-expansionen och modellen tar därför hänsyn till konvexitet i obligationspriset (Asgharian & Nordén s.128-129)

I den här modellen introduceras variabeln gamma (γ) som anger den effekt som den kvadrerade ränteförändringen har på prisförändringen, variabeln ges i sin tur av formeln:

$$\text{Definiera } \gamma = CONV \cdot Y_0^2$$

$$\frac{\Delta P_t}{P_0} = -\delta \cdot \tilde{Y} + \frac{1}{2}\gamma \cdot \tilde{Y}^2 \quad [3.2]$$

Konvexiteten adderar i den här modellen en positiv effekt på obligationernas pris när även obligationens yield förändras, och det finns därmed en positiv skevhet i modellen. En annan del i det här är att även om ränteförändringarna är normalfördelade så kan inte också prisförändringarna vara normalfördelade då prisförändringen är en icke-linjär funktion av ränteförändringen och därför har en skev fördelning.

Efter att vi erhöll den procentuella prisförändringen använde vi som tidigare "PERCENTIL" funktionen i Excel för att få fram det kritiska värdet på 95% konfidensintervall. Det multipliceras därefter med obligationens marknadsvärde för att få fram VaR estimat.

3.3 Historisk simulering

Historisk simulering är det enklaste sättet att uppskatta VaR. Denna metod bygger på det faktum att historien upprepar sig, således kan vi förutsäga framtida värdeförändringar från historiska databaser. Det första steget i att estimerar VaR är att identifiera vilken marknadsvariabel som påverkar marknadsvärdet på en tillgång. Den marknadsvariabel vi fokuserar på i denna studie är räntor. Vi samlar sedan in historiska data om de undersökta marknadsvariablerna. Därefter beräknar vi nuvärdet på obligationerna och kalkylerar tillgångens avkastning eller procentuella prisförändring enligt följande formel. (Hull 2022, s. 517).

$$\text{Procentuell prisförändring} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad [3.3]$$

Nästa steg är att bestämma konfidensnivå och rangordna avkastning för att få fram VaR. Anta att vi har samlat in 1 000 dagliga observationer och vill beräkna en VaR på 95%-konfidensnivå. Det först vi ska göra är att beräkna nuvärdet på statsobligationer enligt formel 3.2 och sedan kalkylerar dess procentuella prisförändringar. Sedan rangordnar vi dessa prisförändringar med hjälp av den inbyggda funktionen "PERCENTIL" i Excel för att få fram VaR. Ett VaR med 95%-konfidensnivå innebär att 5% av observationerna ligger i den vänstra svansen, vilket motsvarar 50 observationer, så vi kan ta den 51:a observationen som VaR. (Dowd 2005, s.56). Baserat på definitionen av VaR kan vi dessutom vara 95% säkra på att den maximala förlusten inte kommer att överstiga det uppskattade VaR, men det finns fortfarande 5% risk att värdeförändringen blir större än VaR, och vi vet inte hur stor den kan komma att bli.

4. Data

Den data vi har använt oss har tillhandahållits från offentliga källor, för marknadsräntorna har Riksbanken och Finlands bank officiella data använts. Det gäller främst räntor på de benchmarklån staten ger ut på finska och svenska 5-åriga statsobligationer. De svenska räntorna har hämtats från Riksbankens egen webbplats men datan är hämtad från Refinitiv och Nasdaq (Riksbanken). I den statistik som tillhandahålls från Finlands Bank anges räntorna som ett medelvärde av ”primary dealers” köpnoteringar i Reuterssystemet för varje dag (Finlands Bank).

Att få fram ett värde för marknadsräntorna dag till dag under den undersökta perioden är i regel inget problem, däremot så uppkommer ett antal problem när vi vill hitta ett värde på de kupongräntor som i hög grad påverkar nuvärdesberäkningar av de obligationer vi undersöker. Det i sin tur påverkar de värden vi får fram från de olika riskmodellerna. Ett av problemen ligger i att staterna ger ut flera olika obligationer som ibland har olika kupongräntor, dessa säljs sedan vidare till ”primary dealers” (stora banker och kreditinstitut främst) som sedan säljer vidare obligationerna på den större marknaden. Under vissa perioder finns det även flera statsobligationer med liknande löptid fast med olika kupongräntesatser. Ett exempel på en sådan period finns under perioden 15 januari 1998 - 12 april 2002 där svenska staten har två stycken olika statsobligationer med löptid 6 år där den ena SGB 1039 (SE0000361495) har en kupongränta på 5,50% samtidigt som SGB 1042 (SE0000449019) har en kupongränta på 5,00% (Riksgälden). Vi har därför använt oss av den obligation som löper under större delen av vår undersökta period (SGB 1039). Information om emitterade statsobligationer i Sverige har tagits från Riksgäldens lista över historiskt auktionerade statsobligationer, medan information om finska statsobligationer har tagits från finska Statskontoret (Statskontoret). För Finland stöter vi på ett problem i att det inte finns data tillgänglig över emitterade statsobligationer innan Finland gick med i eurosamarbetet, vi har därför använt oss av den tidigaste tillgängliga 5-åriga emitteringen av statsobligationer. Den obligation vi har använt som grund för kupongräntan i de finska obligationerna är ‘FI 000 100 53 32’ vilket har en kupongränta på 5,00% (Ibid).

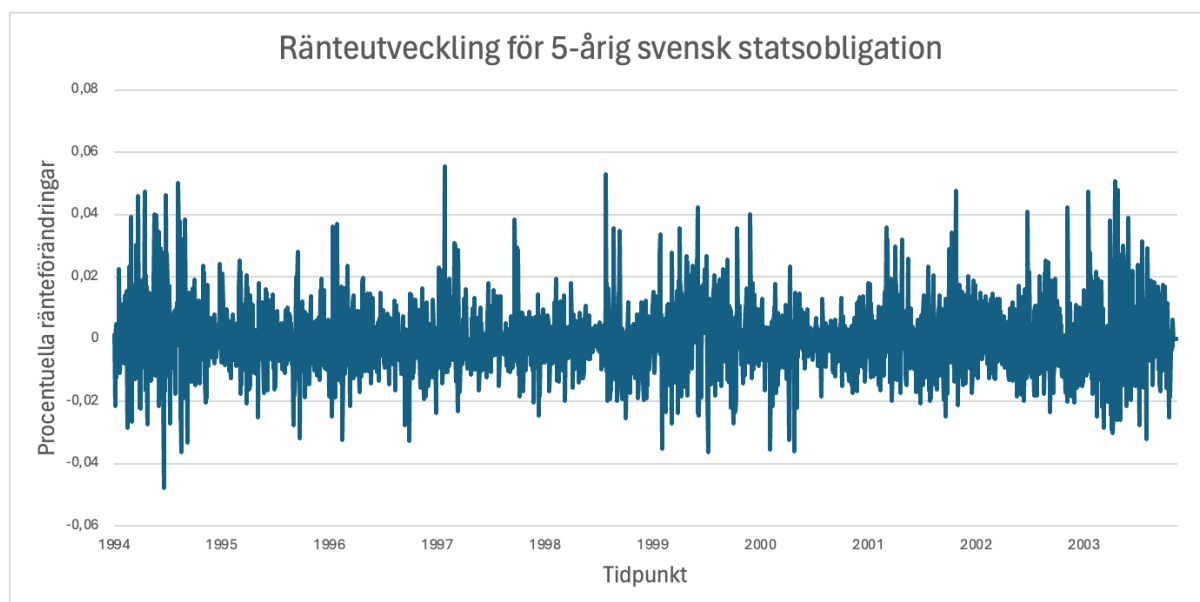
Rent generellt är det svårt att räkna på vilken exakt kupongräntesats som gäller då dessa som angivet är knutna till sin respektive statsobligation, information om till exempel någon typ av medelvärde i kupongränta för varje typ av handlad statsobligation är även något som är svårt att tillhandahålla. Den här bristen på data är långt ifrån optimalt och är även något som vi förväntar oss komma att påverka tillförlitligheten i vårt resultat.

5. Resultat & analys

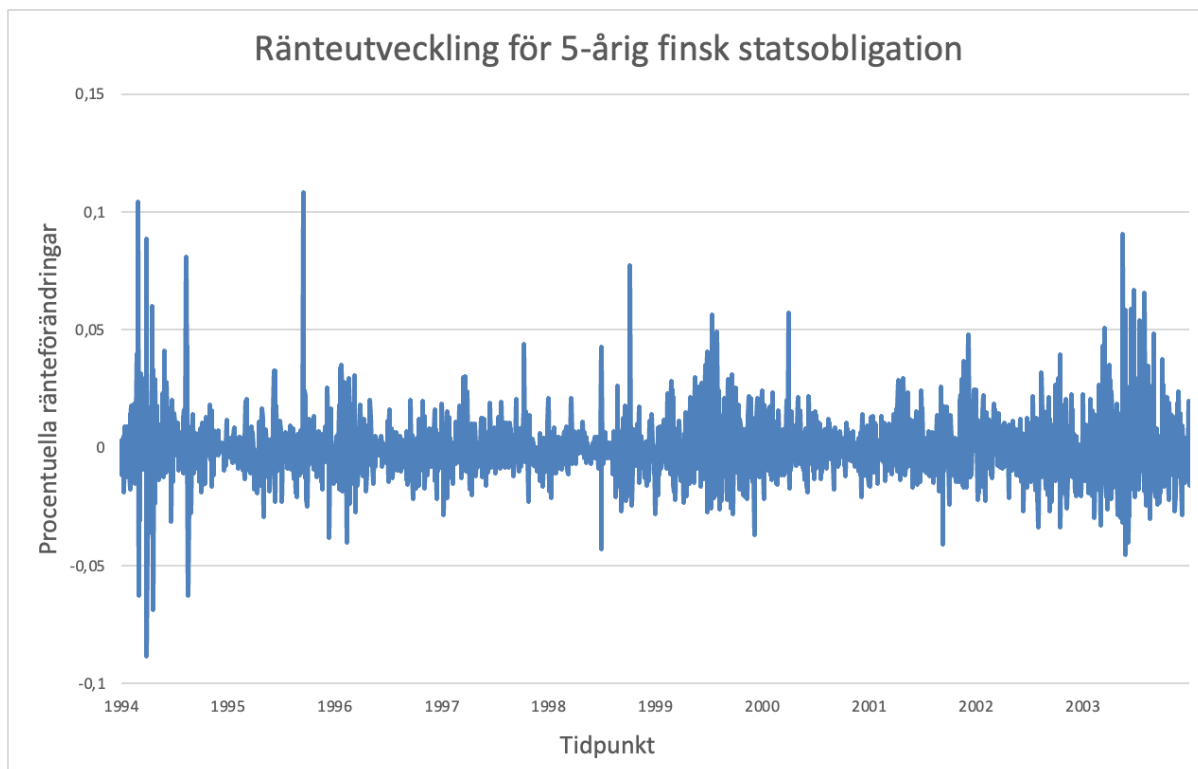
I detta kapitel kommer resultat och analys redogörs utifrån de ovanstående teorier och metoder.

5.1 Ränteutveckling

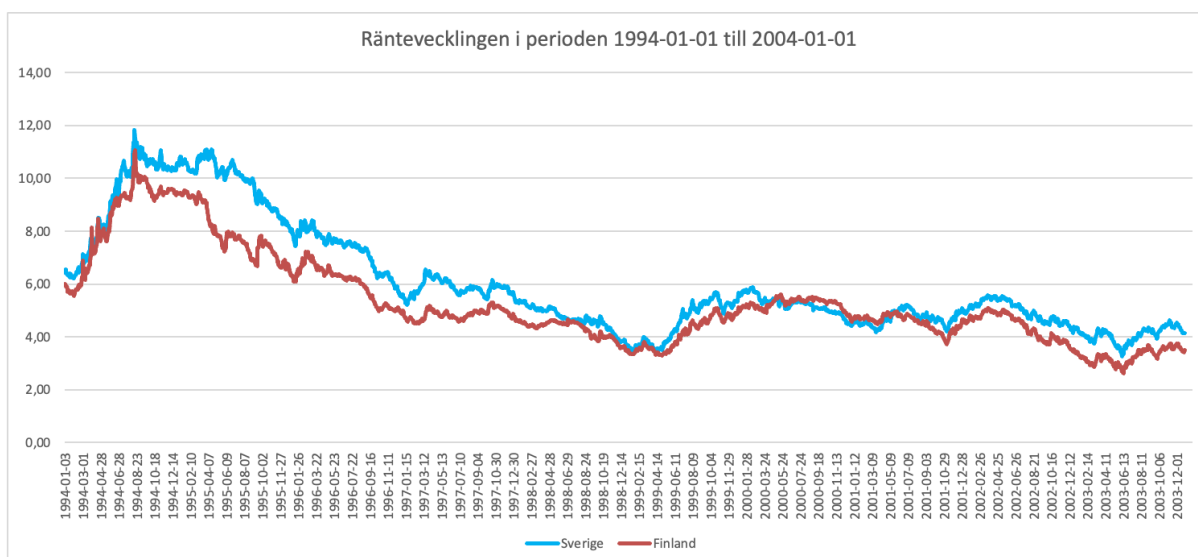
Nedan presenteras ränteutvecklingen för 5-åriga svenska och finska statsobligationer under perioden 1994-01-01 till 2004-01-01, resultat illustreras i figur 5.1 och 5.2. Utifrån det vi har kommit fram så är standardavvikelser 0,021 och 0,017 i respektive land, med andra ord har den finska statsobligationen lite lägre volatilitet. Som framgår av figur 5.2 var den finska statsobligationen mer volatil innan Finland gick med i EMU år 1999, efter det blev det mindre fluktuering än tidigare. Vi noterar även en hög nivå av volatilitet under året innan Finland och Sverige anslöt sig till EU 1995.



Figur 5.1 Ränteutveckling för 5-årig svensk statsobligation.



Figur 5.2 Ränteutveckling för 5-årig finsk statsobligation.



Figur 5.3 Ränteutveckling i Sverige och Finland

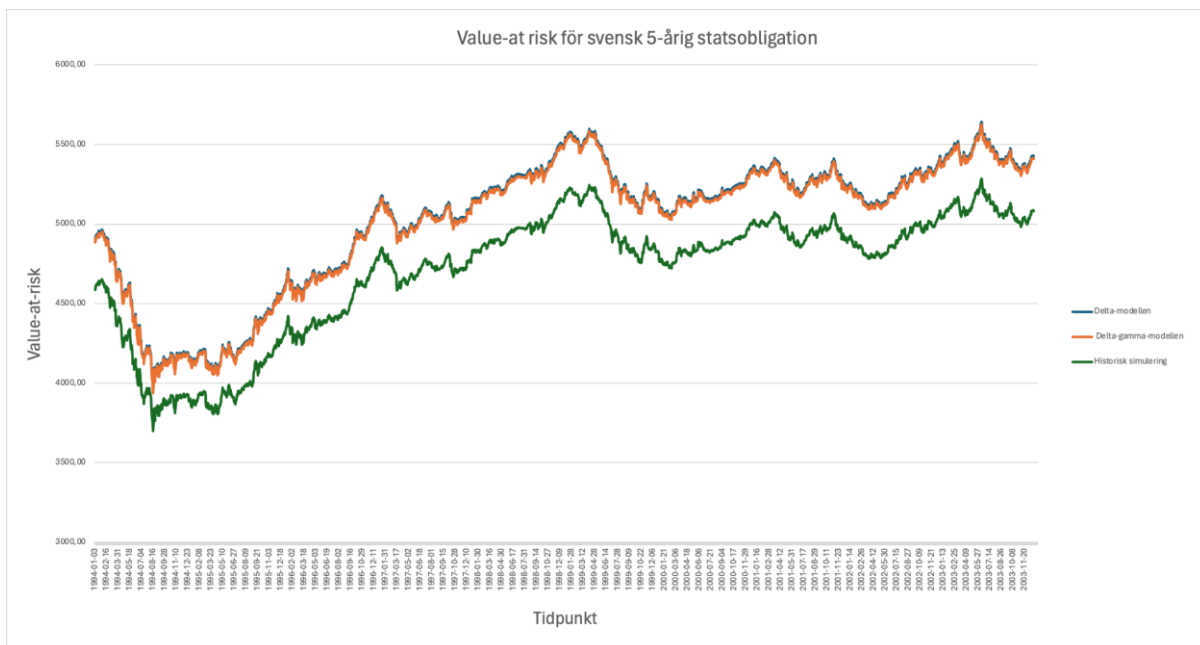
I figur 5.3 presenteras marknadsräntorna på dagsbasis för finska och svenska statsobligationer under perioden 1994-01-01 till 2004-01-01. Här går det att se att under hela den undersökta perioden så ligger de svenska räntorna på en nivå som är på en högre nivå jämfört med dess finländska motsvarighet. Med undantaget att under perioden 4 maj 2000 - 5 juni 2001 sjunker de svenska räntorna under de finska.

Intressant att notera är att vi ser att både de finska och svenska marknadsräntorna ökar efter Finlands inträde i EMU i januari 1999. Under tiden som följer visar även de finländska räntorna på en stadig uppåtgående trend som sedan utmynnar i den enda perioden då de svenska räntorna sjunker under de finländska. Som tidigare noterats sjunker däremot de finska räntorna under de svenska räntorna under juni 2001.

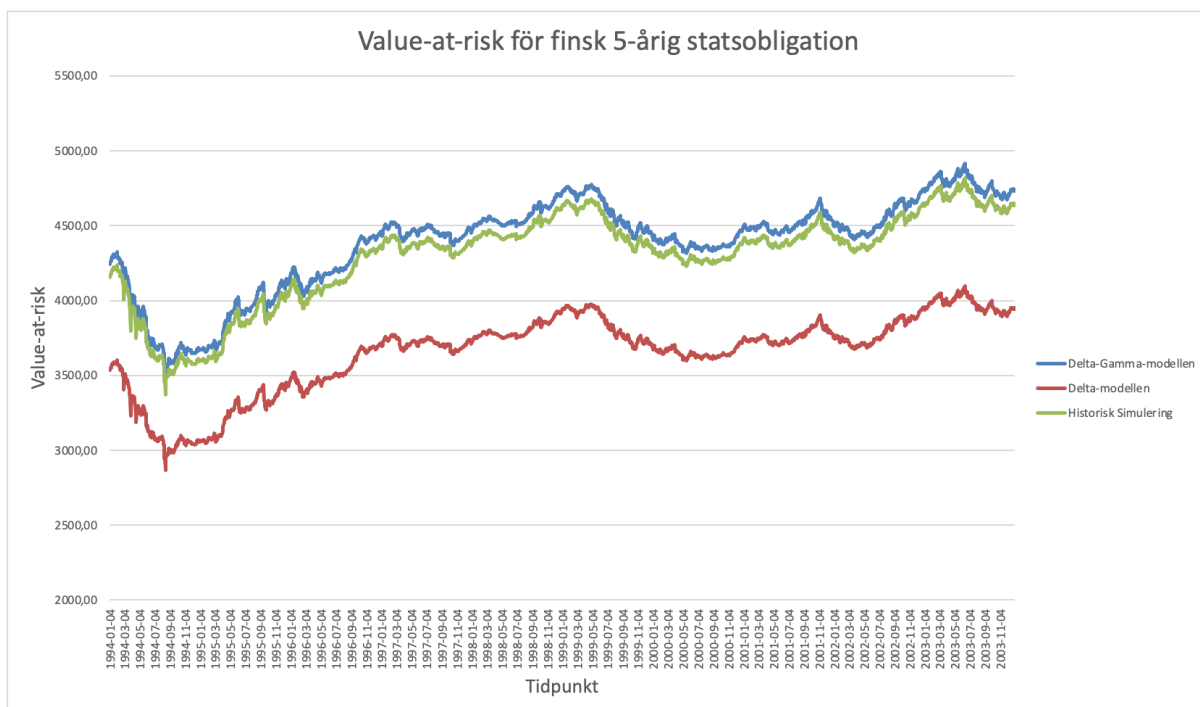
5.2 Beräkning av VaR

Figur 5.4 visar value-at-risk för den svenska 5-åriga statsobligationen, som går att uttyda i figuren så följer delta-modellen och delta-gamma-modellen varandra mycket väl. Den VaR som uppskattades med en historisk simulering har den lägsta förväntade förlusten bland de svenska obligationerna med 95% säkerhet. Alla tre modeller uppvisar dock samma trend för VaR även om de skiljer sig i värde. På samma sätt, visar figur 5.5 samma trend i VaR för den finska 5-åriga statsobligationen. Noterbart i det här fallet är att delta-gamma-modellen och historisk simulering följer varandra nära, samtidigt som delta-modellen ger det lägsta värdet på VaR. Eftersom delta-gamma-modellen även tar hänsyn till den så kallade gamma-risken, alltså konvexiteten som mäter hur känslig en statsobligation är för ränteförändringar, ger även modellen en annan VaR. När statsobligationen har en högre konvexitet så ger delta-gamma-modellen en högre VaR jämfört med enbart delta-modellen, och vice versa.

Vi kan observera att VaR för den svenska varierar i större utsträckning än den finska och har en högre VaR, med ett högst VaR på cirka 5600 SEK medan den finska har ett högsta VaR på cirka 4700 EUR. År 1999 hade Sverige och Finland nästan största VaR, därefter blev det mindre volatila i båda länderna. Det gemensamma för båda länderna är att de verkar ha samma upp- och nedgång samtidigt.



Figur 5.4 Value-at-risk för 5-årig svensk statsobligation



Figur 5.5 Value-at-risk för 5-årig finsk statsobligation

För att kunna urskilja bättre hur VaR förändras under tiden har ovanstående figurer omvandlats till en tydligare tabell. Tabell 5.1 visar en sammanställning över VaR på den femåriga svenska statsobligationen med olika modeller, och tabell 5.2 för den finska. Som framgår av tabell 5.1 nedan har VaR varit störst år 1999 oavsett vilken metod vi använde. Det

är dock svårt att se en exakt ökad eller minskad tendens på VaR genom tiden, men efter år 1999 blev det mindre volatila, vilket är också märkbart i figur 5.4.

Tabell 5.1 VaR på 5-årig svensk statsobligation med ett nominellt belopp på 1 000 000 SEK under perioden 1994-01-01 till 2003-12-30

Datum	Delta-modellen	Delta-gamma-modellen	Historisk simulering
1994-01-03	4898,72	4884,91	4589,12
1995-01-02	4153,19	4141,48	3890,71
1996-01-02	4582,04	4569,12	4292,45
1997-01-02	5100,14	5085,77	4777,82
1998-01-02	5076,28	5061,97	4755,46
1999-01-04	5521,51	5505,95	5172,55
2000-01-03	5095,80	5081,43	4773,74
2001-01-02	5348,03	5332,95	5010,03
2002-01-02	5227,25	5212,51	4896,89
2003-01-02	5385,19	5370,01	5044,85
2003-12-30	5423,86	5408,57	5081,08

Tabell 5.2 redogör utvecklingen av VaR för den femåriga finska statsobligationen. I detta fall har VaR i princip ökat under perioden 1992-1999, men nådde ingen topp. Först året efter 1999 har VaR minskat, därefter börjar det stiga igen och nådde nästan sin topp år 2004. Dock har VaR planat ut under det sista året.

Tabell 5.2 VaR på 5-årig finsk statsobligation med ett nominellt belopp på 1 000 000 FIM/EUR under perioden 1994-01-01 till 2004-01-01

Tidpunkt	Delta-modellen	Delta-gamma-modellen	Historisk Simulering
1994-01-03	3537,20	4244,73	4160,21
1995-01-02	3057,09	3668,59	3595,54
1996-01-02	3465,49	4158,68	4075,87
1997-01-02	3708,82	4450,68	4362,06
1998-01-02	3708,82	4450,68	4362,06
1999-01-04	3944,68	4733,72	4639,46
2000-01-03	3680,02	4416,12	4328,19
2001-01-02	3738,56	4486,37	4397,04
2002-01-02	3753,87	4504,74	4415,04
2003-01-02	3950,43	4740,62	4646,22
2004-01-02	3951,83	4742,29	4647,86

Tabellerna 5.1 och 5.2 presenterar den förväntade maximala förlusten på statsobligationerna när ogynnsamma marknadsrörelser uppstår (inom ett 95% konfidensintervall). Enligt tidigare

nämnd teori finns det fortfarande 5% sannolikhet att förlusten överskrider de värden vi har kommit fram till, och hur stor den förlusten går inte att kalkylera. Det syns även i tabellen att upp- och nedgångar inträffar samtidigt i Sverige och Finland, dock har Sverige alltid en högre VaR. Vi kan tyvärr inte fastställa någon uppenbar effekt av EMU-medlemskapet på VaR då modellerna uppvisar lägre volatilitet i VaR för båda länderna, följande Finlands inträde i EMU.

6. Diskussion

Ett av de mer slående resultaten som uppkommit ur resultatet är att det inte finns något som tyder på att Eurons införande har haft något särskilt inflytande på riskbedömningen i Finlands och Sveriges statsobligationer. Både Sverige och Finlands marknadsräntor samt value-at-risk stiger efter Finlands införande av Euron. Rimligen så bör finska statsobligationer gynnas av ett inträde i euron främst i form av högre likviditet då potentiella investerare inom eurozonen inte längre behöver ta hänsyn till växelkursrisker när de placerar i finska värdepapper, givetvis kan detta motverkas av att finska investerare tappar samma växelkursrisk i hänsyn till värdepapper inom resten av eurozonen. Att de svenska statsobligationerna uppvisar en liknande trend som de finska uppvisar, bör däremot tyda på att en sådan effekt är liten.

I riskbedömningen gällande finska statsobligationer finns det även ett argument för att när Finlands kreditrisk höjs till följd av inträdet i Euron då en självständig penningpolitik nu saknas. Det går även att argumentera för att europeiska centralbankens penningpolitik - tack vare eurozonens storlek - kan ha en viss obalans i dess effekter, penningpolitik som gynnar länder i högkonjunktur kan samtidigt missgynna länder som med monetär självständighet hade stramat åt sin penningpolitik. Med bakgrund av det är det även värt att notera att i perioden som följer Finlands inträde i Euron inträffar IT-bubblan under början av år 2000 (Ofek & Richardson, 2003), något som påverkar hela finansmarknaden och i sin tur påverkar marknadsräntorna i finska och svenska statsobligationer. Det är även i perioden som direkt följer sprickandet av IT-bubblan där vi ser att de svenska marknadsräntorna faller under de finska.

Som vi däremot nämnt finns det ingenting som tyder på att införandet av euron minskat eller påverkat varken value-at-risk i finska och svenska statsobligationer eller sett någon påverkan på ländernas marknadsräntor. Med det sagt så visar de finska marknadsräntorna på en lägre volatilitet efter införandet av euron, men det är inte helt säkerställt hur stor faktor euron själv har på den trenden. Snarare är det enklare att argumentera för att inträdet till EU sig själv påverkar volatiliteten mer positivt då vi kan se en minskning i ränteförändringarnas volatilitet efter inträdet i EU. För att dra en slutsats rörande EU-medlemskapet bör däremot en annan tidsperiod undersökas och ligger även utanför syftet med studien. Gällande Finlands medlemskap i EMU, är det olyckligt att IT-bubblan inträffar så snart efter att Finland inför

euron då detta med stor säkerhet ger en skevhet i resultatet, vad som går att säga är som tidigare nämnt att det inte finns något som tyder på att investerare skulle bedöma risken lägre i en statsobligation bara för att de anslutit sig till eurosamarbetet. Det här bör rimligen skilja sig ifall ett land som har en svagare eller mer volatil valuta ansluter sig till ett valutasamarbete som euron. Innan Finland ansluter sig till euron har både svenska kronan och finska Markkan relativt jämförbara förutsättningar och i länder som Finland och Sverige kan det vara rimligt att säga att det inte är valutan i sig som påverkar investerares riskbedömning för ländernas statsobligationer. Det behöver förstås också nämnas att det finns brister i metodiken kring kanske främst hur vi har approximerat statsobligationernas kupongräntor vilket möjligen skevar resultatet.

I denna studie har VaR-måttet endast inkluderat en marknadsfaktor, nämligen ränteförändringar som påverkar obligationspriset, i verkligheten finns det dock många fler faktorer som påverkar hur riskabel en tillgång är. Om vi tittar från ett makroekonomiskt perspektiv, finns det många bredare faktorer som tillsammans influerar hur stabil den finansiella marknaden är, vilket har stor effekt vid riskbedömningen av en tillgång. Makroekonomiska faktorer såsom inflationsförväntningar och valutakurser kan påverka tillgångarnas VaR. Vid hög inflation brukar centralbanken höja räntan för att dämpa inflation, vilket innebär en försvagad valuta gentemot omvärlden. Detta kan leda till lägre obligationspris då framtida kassaflöden diskonteras till högre ränta, en deprecierad valuta betyder också en lägre avkastning på tillgång. Ett kraftigt minskande obligationspris, fortsatt hög inflationsförväntning och volatila valutakurser, innebär en signal för marknadsosäkerhet och hög volatilitet. Därför kan denna osäkerhet leda till högre VaR då man förväntar sig större prisrörelser och höga potentiella förluster. Vi inser att det kan vara intressant att undersöka hur man kan inkludera dessa bredare ekonomiska indikatorer i VaR-måttet för att kunna skapa en bättre uppfattning om hur makroekonomiska förändringar kan influera obligationspriset, dock ligger det utanför ramen för den här studien.

Samtidigt är förhoppningen om att en anslutning till ett valutasamarbete kan stärka ländernas kreditvärdighet - och på så vis sänka VaR på sina statsobligationer - något naivt, vilket även styrks av våra resultat. Att inträda i EMU innebär inte enbart en gemensam valuta, utan också en gemensam penningpolitik. Med tanke på de olika ekonomiska situationerna i de olika länderna är det emellertid svårt att utforma en penningpolitik som är lämplig för alla EMU-medlemsländerna. Detta kan vara en anledning till att Finland inte har en kraftigt minskad

VaR på statsobligationerna. En annan motivering kan vara att ett inträde i EMU skulle ha en långsiktig inverkan på statsobligationer, men i denna studie har vi endast tittat på en statsobligation fem år före och efter Finlands inträde i EMU. Vi kommer förmodligen få ett annat resultat om vårt tidsintervall har blivit längre. Det är även viktigt att tänka på att både Finland och Sverige generellt sett haft ett starkt och stabilt ekonomiskt läge, vilket kan vara svårt att se hur VaR på ländernas statsobligationer skiljer sig. Resultatet hade kanske blivit annorlunda om vi väljer ett annat land än Sverige och jämför med ett land som hade en mer instabil ekonomi och volatil valuta som senare anslöt sig till EMU, till exempel Grekland eller Italien.

Källförteckning

Asgharian, H. & Nordén, L. (2007). *Räntebärande instrument: Värdering och riskhantering*. Studentlitteratur.

Dowd, K. (2005). *Measuring market risk*. 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd.

Finlands bank. (uppdateras dagligen). *Räntor på finska statens benchmarklån*.

https://www.suomenpankki.fi/sv/statistik/rantor/tabeller/korot_taulukot_sv/viitelainojen_korot_sv/ (Accessed 2024-05-07)

Finlands Bank (u.å.). *Mark byts ut mot euro. Hur känna igen eurosedlarna och euromynten?*

https://www.suomenpankki.fi/globalassets/sv/medier-och-publikationer/publikationer/regelverk/information-om-eurosedlar-och-euromynt/documents/euroesite_sv.pdf (Accessed 2024-05-09)

Hull, John C. (2022). *Options, Futures and other Derivatives*. 11th ed. Pearson.

Linsmeier, Thomas J. & Pearson, Neil D. (1996). *Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk*. University of Illinois, USA

Macroption. (u.å.). *Value At Risk (VAR) Limitations and Disadvantages*.

<https://www.macroption.com/value-at-risk-var-limitations-disadvantages/> (Accessed 2024-04-11)

Ofek, E, & Richardson, M (2003). Dotcom Mania: The rise and fall of internet stock prices. *The journal of finance*, vol. 58 no. 3. pp. 1114 - 1136. <https://doi.org/10.1111/1540-6261.00560>

Palm, J. (2007). *Handbok om statspapper*. Riksgälden.

Riksbanken. (uppdateras dagligen). *Sök räntor och valutakurser*.

<https://www.riksbank.se/sv/statistik/rantor-och-valutakurser/sok-rantor-och-valutakurser/?s=g7-SEGVB5YC&a=M&from=1996-01-01&to=2006-01-02&fs=3#result-section> (Accessed 2024-05-07)

Riksgälden. (u.å). *Auktionsresultat – historik*

<https://www.riksgalden.se/sv/statistik/statistik-om-statspapper/auktionsresultat--historik/>

(Accessed 2024-05-07)

Statskontoret. (u.å). *Emissioner*

<https://www.statsskuld.fi/statistik/emissioner/> (Accessed 2024-05-07)

Söderlind, L. (2001). *Att mäta ränterisker*. 2nd ed. SNS förlag.

Taskinsoy, J. (2020). Old and New Methods of Risk Measurements for Financial Stability

Amid the Great Outbreak. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3587150> or

<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3587150> (Accessed 2024-04-10)