



LUNDS UNIVERSITET
Ekonomihögskolan

Internationella cykler och oberoende penningpolitik i Sverige

Hans Isaksson

Nationalekonomiska institutionen

Kandidatuppsats, 15 hp VT 2011

Handledare: Fredrik NG Andersson

Abstract

En nationell valuta med rörlig växelkurs antas ge centralbanken möjlighet att föra en oberoende penningpolitik som kan användas för att stabilisera ekonomin. Men om inflationen på kort sikt inte i första hand styrs av nationella faktorer, utan av internationella konjunkturcykler, minskar möjligheten att föra en oberoende penningpolitik. Den rörliga växelkursen kan då i stället vara en källa till störningar som försvårar ekonomiskt beslutsfattande. Därför undersöks i denna uppsats hur nära relaterad den svenska inflationen är till inflationen i eurozonen. Detta görs med principalkomponentanalys (PCA) som visar hur stor andel av inflationens varians som förklaras av en för Sverige och eurozonen gemensam faktor. Wavelettransformen används för att rensa bort långsiktig inflation som styrs av penningmängden och de kortaste cyklerna som antas vara störningar och säsongvariationer. Analysen genomförs uppdelad på två regimer, den fasta växelkursregimen från 1967 till 1993 och den rörliga från 1993 till 2010. För båda regimer visas att större delen av variansen förklaras av en faktor som delas av Sverige och eurozonen. På den för Riksbanken viktigaste tidshorisonten är 70 procent av variansen gemensam. Alltså framstår möjligheten att bedriva en oberoende penningpolitik som liten, vilket innebär att argumentet att Sverige bör ha en egen valuta för att hantera asymmetriska chocker är svagt. Den del av inflationen som är gemensam för alla länder visar sig vara mycket beroende av råvaruchocker.

Nyckelord: Inflation, Oberoende, Wavelet, Principal Components, PCA, Euro, Penningpolitik,
Internationella cykler

Innehåll

| | |
|--|----|
| Abstract | 2 |
| 1 Inledning..... | 4 |
| 2 Teori..... | 6 |
| 2.1 Penningpolitikens syfte | 6 |
| 2.2 Intermediära penningpolitiska mål: Växelkurs, inflationsmål och valutaområde | 7 |
| 2.3 Valet att gå in i en valutaunion..... | 8 |
| 2.4 Mikroekonomiska förtjänster..... | 8 |
| 2.5 Makroekonomiska kostnader..... | 9 |
| 2.6 Internationella konjunkturcykler..... | 11 |
| 2.7 Taylorregler och praktisk penningpolitik under rörlig växelkursregim | 12 |
| 3 Metod | 13 |
| 3.1 Uppdelning i tidshorisonter..... | 13 |
| 3.3 Principalkomponentanalys | 15 |
| 4 Data | 16 |
| 4.1 Inflation | 16 |
| 4.2 Hantering av Lucaskritiken: två växelkursregimer | 18 |
| 5 Empirisk analys | 18 |
| 5.1 Fast växelkursregim | 19 |
| 5.2 Rörlig växelkursregim | 20 |
| 5.3 Tolkning av de empiriska resultaten | 23 |
| 5.4 Möjliga orsaker till styrkan i internationell inflation | 24 |
| 6 Sammanfattning | 25 |
| 7 Referenser | 26 |
| Appendix A. Abstract in English..... | 29 |
| Appendix B. Utförande av wavelettransformen | 30 |

1 Inledning

Sverige har i dag en rörlig växelkurs där värdet på den svenska kronan styrs av utbud och efterfrågan på valutamarknaden. Så har det dock inte alltid varit. Tidigare har Sverige, liksom de flesta andra länder, valt olika växelkursregimer under olika perioder. Under slutet av 1800-talet fram till första världskriget dominerade guldmyntfoten bland de länder som deltog i internationell handel. Denna innebar att centralbanken garanterade sin valutas värde i förhållande till guld. Tiden efter andra världskriget fram till 1970-talet, benämnd Bretton-Woodsperioden, valde de flesta stater att i stället binda sin valuta till den amerikanska dollarn. Som en konsekvens av ökande internationell kapitalrörlighet såg tiden efter Bretton-Woods ett stort antal stater övergå från fasta till rörliga växelkurser (Eichengreen, 1996).

I Europa kan de första stegen mot vad som skulle komma att bli euron, den gemensamma valutan, sägas ha tagits då EEC bildades genom Romfördraget 1957 och i och med Wernerrapporten 1970. Händelser i omvärlden (Eichengreen, 1996) och motstånd från medlemsländerna (Delors 1989) fördröjde dock planerna på ökad ekonomisk koordination, även om en koordinering av växelkurserna inom ramen för vad som kom att kallas för valutaormen och senare den europeiska växelkursmekanismen (EMS) genomfördes (Eichengreen, 1996). Dessa var dock båda känsliga för störningar i omvärlden och hade svaga institutionella mekanismer för att hantera dessa, och bröts båda upp (ibid). Delorsrapporten (1989) innehöll arrangemang avsedda att undvika de tidigare systemens brister. Bland annat förelag rapporten införandet av en gemensam valuta i stället för ett system av fasta valutakurser, och en gemensam centralbank att genomföra penningpolitiken inom det nya valutaområdet. Delorsrapportens förslag accepterades av Europarådet och resulterade 1992 i Maastrichtfördraget, som innebar att den nya valutaunionen skulle införas i tre steg. För att säkerställa valutaunionens stabilitet ställdes så kallade konvergenskriterier upp vilka ställde krav på valutakursstabilitet, inflationsnivå och statsskuld hos de prospektiva euroländerna. (Eichengreen, 1996)

Sverige deltar i EMU:s första och andra steg, vilka bland annat innebär förbud mot kapitalkontroll och att Riksbanken garanteras oberoende. Däremot är den svenska växelkursen flytande och Sverige bryter därför mot konvergenskriterierna och deltar inte i EMU:s tredje steg. Den här uppsatsen är ett bidrag till debatten om huruvida dagens växelkursregim tjänar Sverige väl, eller om en annan skulle tjäna Sverige bättre. Det kan argumenteras för att det för närvarande främsta alternativet till en rörlig växelkurs för Sverige vore att använda euron som valuta. Därför är detta vad som kommer att analyseras här.

Calmfors m.fl. (1996) och Söderström (2008) har gjort övergripande undersökningar av de ekonomiska konsekvenserna för Sverige av en eventuell övergång till euron. Calmfors m.fl. (1996) stödjer sig

till stor del på en analys som liknar den som görs av De Grauwe (2010) och som bygger på att effektivitetsvinster från mikrosidan av ekonomin jämförs med förluster som uppkommer på ekonomins makrosida då man ger upp den oberoende penningpolitiken. Calmfors m.fl. (1996, s.433 ff) menar att effektivitetsvinster visserligen finns, men att de kan uppvägas av risken för stora makroekonomiska kostnader när Sverigespecifika chocker inte kan motverkas med en oberoende penningpolitik. Söderström (2008) argumenterar för att svenska konjunkturcykler uppvisar betydligt större samvariation med eurozonen än vad Calmfors m.fl. (1996) uppskattade. Det skulle alltså innebära att risken för asymmetriska chocker och kostnaden av att ge upp den oberoende penningpolitiken är lägre. Ett annat angreppssätt är att analysera risken för asymmetriska chocker genom att undersöka handelsstrukturen. I kapitel två redovisas ett antal empiriska studier som tar detta angreppssätt.

Analysen i både Calmfors m.fl. (1996) och Söderström (2008) utgår dock från att asymmetriska chocker faktiskt kan hanteras av penningpolitiken, det vill säga att Sverige kan bedriva oberoende penningpolitik. Studier av internationella konjunkturcyklers påverkan på inflationen, så som Ciccarelli och Mojon (2007) och Mumtaz m.fl. (2011), visar dock att en stor del av kortsiktiga inflationschocker inte är landsspecifika. Om inflationsimpulser inte beror på inhemska faktorer kommer en centralbank med ett inflationsmål och som följer en Taylorregel inte kunna föra en oberoende penningpolitik. I stället kommer den att agera likadant som centralbanker i omvärlden, oavsett om landet drabbas av asymmetriska chocker. Därför kommer denna uppsats undersöka i hur stor utsträckning Sverige deltar i internationella inflationscykler, eller närmare bestämt om Sverige och eurozonen delar inflationscykler med varandra i stor utsträckning. Om så är fallet är det penningpolitiska oberoendet litet och argumentet för att Sverige bör ha en egen valuta för att motverka asymmetriska chocker svagt.

Eftersom inflationen på lång sikt enbart påverkas av tillväxten i penningmängden (Goodfriend och King, 1997) måste datan som används i den empiriska analysen rensas från långsiktiga inflationsförändringar innan analysen kan göras. Det kommer också visas att vi vill rensa bort allt för kortsiktiga cykler eftersom vi inte tror att de har något ekonomiskt värde. Därför kommer datan att bearbetas med Wavelettransformen och Multiresolution Analysis (MRA) för att extrahera de cykellängder som är av intresse. För att avgöra graden av samvariation mellan Sverige och eurozonen kommer principalkomponentanalys att användas.

Eurozonen är Sveriges viktigaste handelspartner, mätt som andel av exporten och importen (SCB 2011). Även Storbritannien och USA hör till Sveriges största handelspartner (SCB 2011), och är även dominerande ekonomier i världshandeln. Den empiriska undersökningen kommer därför att genomföras på inflation i Sverige, eurozonen, Storbritannien och USA.

Den empiriska analysen visar för båda växelkursregimer att större delen av variansen förklaras av en faktor som delas av Sverige och eurozonen. På den för Riksbanken viktigaste tidshorizonten är 70 % av variansen gemensam. Alltså framstår möjligheten att bedriva en oberoende penningpolitik som liten, vilket innebär att argumentet att Sverige bör ha en egen valuta för att hantera asymmetriska chocker är svagt.

När den gemensamma inflationen analyseras visas att flera stora chocker i denna sammanfaller med händelser i omvärlden, så som oljeshockerna under sjuttioåret och Iraks invasion av Kuwait 1990. Volckerdisinflationen från 1980 till 1984 ger däremot endast liten påverkan på världsinflationen, trots att den har beskrivits som "the most widely discussed and visible macroeconomic event of the last 50 years of U.S. macroeconomic history" (Goodfriend och King 2005). Detta tolkas som att den var ett lokalt fenomen som endast påverkade USA.

Nästa kapitel innehåller teori kring val av växelkursregim och optimala valutaområden samt en genomgång av tidigare empiriska undersökningar. Kapitel tre diskuterar de empiriska metoder som används i uppsatsen och presenterar de val som gjorts i genomförandet av dessa. Kapitel fyra innehåller den empiriska analysen. I det sista kapitlet sammanfattas uppsatsens resultat.

2 Teori

2.1 Penningpolitikens syfte

Syftet med en stats ekonomiska politik kan vara att maximera medborgarnas välbefinnande och att sträva efter en rimlig fördelning av inkomster och välfärd. Men det behöver det inte betyda att alla områden inom den ekonomiska politiken måste ha detta som sitt operativa mål. Svensson (1997a) applicerar detta förhållande på penningpolitiken och med hänsyn till teorin om penningneutralitet på lång sikt och välfärdssluster genom hög och variabel inflation föreslår han att penningpolitikens mål bör inskränkas till mål för inflationen. Penningneutralitet är i sammanhanget viktigt eftersom det annars finns en avvägning mellan låg arbetslöshet och låg inflation, varför ett enkelt inflationsmål för penningpolitiken troligen vore ineffektivt ur välfärdssynpunkt (se Goodfriend och King, 1997). Att hög inflation även innebär delvis slumpmässiga omfördelningseffekter och utöver det enligt Heer och Süssmuth (2003) faktiskt även antiprogressiv omfördelning, gör att inflationsmålet som penningpolitisk målvariabel även stödjer målet om jämnare inkomstfördelning. Notera att penningpolitiken i och för sig kan påverka den nominella växelkursen, men i och med att det är den reala växelkursen och inte den nominella som påverkar samhällets nytta är växelkursen ett olämpligt primärt mål för penningpolitiken. Att låg och stabil inflation bör vara penningpolitikens mål betyder dock inte att pen-

ningpolitiken kan påverka dessa variabler direkt. För det praktiska utförandet av penningpolitiken krävs att intermediära mål sätts upp vilka de penningpolitiska verktygen kan påverka.

2.2 Intermediära penningpolitiska mål: Växelkurs, inflationsmål och valutaområde

Penningpolitiken kan beskrivas som ett trilemma i det avseende att den högst kan uppnå två av de tre intermediära målen; att ha oberoende penningpolitik, att tillåta internationell kapitalrörlighet och att ha fast växelkurs (för en översikt se Obstfeld m.fl., 2005). Valet av kombination av intermediära mål har historiskt varierat betydligt och för närvarande väljer till exempel få länder att kontrollera internationella kapitalflöden (Sørensen och Whitta-Jacobsen, 2005, kap. 26.1). Detta beror troligen på att stater försöker attrahera utländska direktinvesteringar som kan ge arbetstillfällen och högre långsiktig tillväxt samt att de vill låta sina medborgare diversifiera portföljrisker genom att investera utomlands (ibid, s.805). Sørensen och Whitta-Jacobsen (2005 s. 805) anför utöver detta att det i dag är svårare av tekniska skäl. Vad som återstår efter att kapitalreglering uteslutits är att som intermediärt mål välja vilket av de två målen penningpolitiskt oberoende och fast valutakurs som är mest effektivt för att uppnå det övergripande målet låg och stabil inflation.

En fast växelkurs där centralbanken använder den kortsiktiga styrräntan och intervenerar på valutamarknaden för att behålla valutapariteten kan vara ett intermediärt mål som uppfyller målet om låg och stabil inflation. Detta förklarar Sørensen och Whitta-Jacobsen som: "the domestic inflation rate must be equal the inflation rate of the hard-currency country over the long run for the fixed exchange rate to be sustainable. However, a fixed exchange rate is not necessarily closely correlated with the ultimate goal of low and stable inflation. [...] low and stable domestic inflation requires low and stable [inflation] in the anchor country *plus* stability of the real exchange rate" (2005, s.807ff). Detta gäller dock inte om länderna i stället för att ha fast egen valuta väljer att gå in i ett valutaområde. Då är det endast asymmetriska inflationschocker som spelar roll, vilket diskuteras senare.

Alternativet till att använda en fast växelkurs bunden till ett låginflationsland som intermediärt penningpolitiskt mål är att släppa valutakursen fri och hoppas att valutamarknaden är tillräckligt effektiv för att ge valutan ett effektivt pris. Det instrument som står till förfogande blir då i stället att använda den kortsiktiga styrräntan som instrument för att kontrollera inflationen. Men i och med att detta instrument har en laggtid, det vill säga den tid det tar för penningpolitiken att ge effekt, på 1,5 till 2 år medför det att målet för penningpolitiken implicit blir inflations*prognosen* (Svensson, 1997b). Slut-satsen är att om kapitalrörlighet är eftersträvansvärt står valet av det intermediära målet mellan växelkursen och inflationsprognosen.

Ett teoretiskt ramverk för att välja växelkursregim har utvecklats av Mundell (1961) i sin teori för optimala valutaområden. Där definieras ett valutaområde som "a domain within which exchange rates are fixed" (Mundell 1961, s.657).

Notera att begreppet valutaområde alltså inte betyder att alla stater eller regioner har samma valuta inom området, utan enbart att deras värde är fast i förhållande till varandra. Definitionen medför till exempel att Eurozonen är ett valutaområde, liksom Eurozonen tillsammans med Danmark då Danmark har fast växelkurs relativt euron (Danmarks Nationalbank 2010). Sverige, Storbritannien, Eurozonen och USA är däremot i förhållande till varandra fyra olika distinkta valutaområden då deras relativa valutakurser är fritt rörliga.

Optimalitet ska i denna teori tolkas som effektivitet, och det finns två angreppssätt på problemet att finna en effektiv konstellation av valutaområden: Mundell (1961) tar den intellektuellt vackrare utgångspunkten att globalt utgå från hela världen som sedan delas upp i regioner av optimala valutaområden, och McKinnon (1963) tar den mer praktiska utgångspunkten att utgå från valutaområden som vore ineffektiva att dela upp och sammanfogar dessa sedan till optimala valutaområden. De implicerar inte allmänt samma resultat. Mundells val av angreppssätt är från en konstruktiv teoretisk synvinkel bättre eftersom gränserna till dagens stater inte behöver sammanfalla med någon av gränserna till något OCA. Men för denna uppsats är McKinnons angreppssätt mer praktiskt eftersom det av politiska skäl inte är rimligt att föreslå att *delar* av Sverige eller Storbritannien ansluter sig till EMU, eller att EMU styckas upp för att passa Sverige eller Storbritannien bättre. Uppsatsen antar därmed att Sverige och Storbritannien är internt effektiva valutaområden.

2.3 Valet att gå in i en valutaunion

Om nu ett valutaområde står inför valet att ingå ett nytt valutaområde tillsammans med ett annat valutaområde måste teorin avgöra om detta är lönsamt eller ej. De Grauwe (2010, del 1) systematiserar resultaten inom optimala valutaområdesteorin som en cost-benefitanalys mellan makroekonomiska kostnader och mikroekonomiska förtjänster av att gå från en fullt rörlig valutaregim till en fullt fast dito. Om mikroförtjänsterna överväger blir det operativa rådet att integrera de två valutaområdena till ett gemensamt optimalt valutaområde. Vidare antas kostnaderna och förtjänsterna vara beroende av graden av ekonomisk integration mellan områdena. De mikroekonomiska förtjänsterna antas vara större vid stor integration, samtidigt som kostnaderna från makrosidan antas vara mindre.

2.4 Mikroekonomiska förtjänster

Enligt De Grauwe (2010, kap. 3) är de mikroekonomiska förtjänsterna av att ingå en valutaunion främst förknippade med effektivitetsförluster vid valutaväxling och i det finansiella systemet. När

investerarare, företag och konsumenter handlar över gränserna utsätts de för kostnader som är direkt kopplade till valutan. Om valutan är rörlig i förhållande till utlandet vet de inte vad ett pris i utländsk valuta kommer att motsvara i den egna valutan när betalningen är genomförd. Om länderna i stället har ett gemensamt valutaområde och alltså fasta växelkurser, vet de visserligen vad ett överrenskommet pris blir i den egna valutan, men kostnader som har att göra med själva växlingen kvarstår dock. Sådana kostnader leder till effektivitetsförluster då annars gynnsamma kontrakt inte ingås, vilka är större om ekonomierna är mer integrerade eftersom antalet påverkade transaktioner då är fler. Det enda sättet att helt undvika dem är med en valutaunion, där handeln sker i en valuta. På de finansiella marknaderna kan en effekt av en valutaunion vara ökad likviditet och därmed effektivare finansiella marknader samt skalfördelar (ibid).

Utöver detta har hypotesen att minskad valutaosäkerhet skulle kunna leda till lägre realräntor eftersom investerarare kräver mindre riskpremie förts fram. Detta vore relevant eftersom det skulle kunna leda till ökade investeringar, och den långsiktiga tillväxttakten skulle därmed öka. De Grauwe (2010, kap. 3.5) påpekar här att empirin inte tyder på att så är fallet, men att vissa länder så som Spanien och Grekland visserligen upplevt lägre realräntor. Bristen på evidens för denna effekt kan bero på att systemrisken inte minskat även om valutarisken har det, utan att risker i stället har flyttats över till andra faktorer (ibid.).

2.5 Makroekonomiska kostnader

De makroekonomiska kostnaderna kan förstås genom ett exempel. Betrakta två länder, A och B. Anta som i Mundell (1961) att en negativ efterfrågechock drabbar land B, men inte A. Detta är vad vi kallar en asymmetrisk chock, och den kan till exempel röra sig om att konsumenters preferenser mellan olika varor förändras. Chocken medför arbetslöshet i land B och ökat inflationstryck i land A. Om båda länderna har rörliga valutor har ländernas centralbanker möjligheten att justera räntan för att motverka inflationen respektive stimulera sysselsättningen. Om länderna i stället fortsatt har varsin valuta men med fast växelkurs kan en justering av denna påverka det relativa priset mellan varor i B och i A och därmed både minska inflationen i A och arbetslösheten i B (De Grauwe 2010, kap. 1).

Om de två länderna däremot ingår i en valutaunion och alltså delar centralbank finns det inget sätt den kan agera för att både dämpa inflationen i land B och öka sysselsättningen i land A. Vid en asymmetrisk chock tvingas centralbanken att prioritera mellan valutaunionens olika delar i utformandet av sin politik eftersom den inte har de instrument som krävs för att hantera alla områden var för sig. Detta problem är dock mindre om lönerna är rörliga och om arbetskraften är beredd att flytta mellan olika regioner i valutaunionen (Mundell 1961). Arbetskraften antas vara mer rörlig om län-

derna är mer ekonomiskt integrerade, vilket är en källa till den negativa relationen mellan de makroekonomiska kostnaderna av att ingå en valutaunion och den ekonomiska integrationen.

Risken för asymmetriska chocker har undersökts via den ekonomiska integrationens effekt på handelsstrukturen under hypotesen att ökad ekonomisk integration i en valutaunion leder till ökad handel. Denna hypotes har visst empiriskt stöd, och De Grauwe (2010, s. 27f) innehåller en genomgång av den empiriska litteraturen på området. De Grauwe uppskattar handelns ökning till mellan 20 och 40 % av BNP. Berger och Nitsch (2008) hävdar dock att de effekter som funnits i tidigare empiriska studier inte enkelt kan generaliseras till effekter av införandet av euron. De skriver: "Taking a long-run view of European integration, we find that the introduction of the euro has almost no measurable effect on trade. More specifically, there is strong evidence for a gradual increase (rather than a one-time jump) in trade intensity between countries that later join the EMU over a period of more than a half century" (s.1246). Denna slutsats drar de genom att införa en tidstrend i sina regressioner som visar sig driva ut signifikansen av införandet av euron som faktor i handelns ökning. Samtidigt begränsas naturligtvis även Birger och Nitschs studie av att relativt kort tid förflutit efter eurons introduktion och eurozonens utvidgning. Till detta kommer att det antagligen inte är osannolikt att en tidstrend i handel kan förklara handelsdata ganska bra *även om* ökningen de senaste åren är en effekt av den gemensamma valutan. Detta eftersom även tidigare handelsexpansioner kan vara effekter av institutionella förändringar, och om dessa kommer relativt regelbundet kommer de att skapa en empirisk trend. Denna trend är dock inte deterministisk, och vad som skulle ha hänt utan euron kan vi inte veta. Det är alltså svårt att dra långtgående slutsatser av Birger och Nitschs evidens för en tidstrend. För Sveriges del kan däremot konstateras att exporten till och importen från EMU-länderna som andel av den totala importen och exporten har minskat med två respektive tre procentenheter sedan 2002 då euron infördes som fysisk valuta (SCB 2011; egna beräkningar¹). En orsak till denna minskning skulle kunna vara att EMU-länderna på grund av valutaunionen gradvis har handlat mer med varandra och mindre med valutaunionens grannar.

Utöver att undersöka om EMU alls påverkar handeln måste även effekter på handelsstrukturen undersökas för att risken för asymmetriska chocker ska kunna uppskattas. Om handeln främst är intra-industriell, det vill säga handel inom näringar, menar De Grauwe att den drivs av stordriftsfördelar och imperfekt konkurrens (produktdifferentiering)² och resulterar i att chocker borde vara relativt symmetriska. Detta eftersom länderna från början har liknande industristruktur (ibid. s.24). Inter-

¹ Data för Sveriges handel med världens samtliga länder hämtades från SCB (2011). Andelen av denna som sker med de länder som ingick i EMU år 2002 beräknades sedan. 2010 går 37 % av Sveriges export och 45 % av importen till dessa.

² Notera att denna produktion alltså inte är paretooptimal.

industriell handel däremot uppstår då regioner specialiserar sin produktion, och att handeln alltså sker mellan näringar. Paul Krugman har visat att en effekt av en valutaunion kan vara ökad interindustriell handel. Ökad integration betyder att det blir billigare att producera för avlägsna marknader, och industrierna kan då utnyttja stordriftsfördelar som följer av att produktionen koncentreras. Ett exempel kan vara den europeiska bilindustrin som är mycket mer jämnt utspridd än den i USA. Produktionen blir alltså mer segmenterad då integrationen ökar och därmed ökar även risken för asymmetriska chocker (ibid, s.25f). De Grauwe innehåller översikt av empiri kring detta, och drar från denna slutsatsen att "integration [...] reduces asymmetric shocks" (2010, s.27). Zervoyianni m.fl. (2009) däremot finner motsatta effekter för utbuds- och efterfrågechocker, men att chocker i genomsnitt blivit mer symmetriska av intensivare handel i EMU.

2.6 Internationella konjunkturcykler

Ett alternativ till att undersöka handelsstrukturen, för att därmed indirekt kunna dra slutsatser om risken för asymmetriska chocker, är att undersöka i hur stor utsträckning inflationschocker är landspecifika och i hur stor utsträckning de är gemensamma för regioner eller till och med för hela världen samtidigt. Den ekonomiska globaliseringen gör statsgränser allt mindre viktiga när företag och människor rör sig mer över gränserna. Ett angreppssätt för att studera den typen av ömsesidiga beroenden är att studera internationella cykler. Internationella cykler i reala variabler som BNP och konsumtion har studerats intensivt, till exempel av Backus m.fl. (1992) och av Artis och Okubo (2009). Artis och Okubo (2009) finner att konjunkturcykler sedan 1960-talet är mer globalt synkroniserade än någonsin. Liknande studier har också genomförts på nominella variabler så som inflationen. Backus och Kehoe (1992) visar att inflationen har varit kontracyklisk i förhållande till BNP efter andra världskriget. Ciccarelli och Mojon finner att "inflation in industrialized countries is largely a global phenomenon" (1997, Abstract) och att "[inflation] comovement accounts for 70 % of the variability of country inflation, on average" (1997, s. 20). Den empiriska metod de använder är faktoranalys där variansen delars upp i linjärkombinationer av faktorer och feltermen. De skiljer på två tidshorisonter, kort respektive lång sikt, och finner att "[g]lobal Inflation is, consistently with standard models of inflation, a function of real developments at short horizons and monetary developments at longer horizons" (1997, Abstract).

Mumtaz m.fl. (2011) finner liksom Ciccarelli och Mojon en global faktor, men utökar analysen till att också undersöka vikten av regionala cykler. En region i deras artikel är en världsdelen, och för länderna i Europa finner de att den regionala faktorn är viktigare än den globala. Regionen svarar för 68 % av inflationens varians under perioden 1960 till 1984 och för 55 % under perioden 1985 till 2007. Den globala faktorn svarar för 12 respektive 26 %. Den regionala faktorn är alltså mer än dubbelt så stark

som den globala under dessa båda perioder, men något svagare under den senare än under den tidigare perioden.

2.7 Taylorregler och praktisk penningpolitik under rörlig växelkursregim

Centralbanken kontrollerar penningmängden och kan använda denna för att påverka korta räntor. Detta är den huvudsakliga kanalen riksbanken använder då den försöker påverka inflationen. Friedman (1968) menar att den bästa penningpolitik en centralbank kan föra är att passivt öka penningmängden med en konstant hastighet, och alltså inte ha högre ambitioner som att minska konjunktursvängningar eller försöka påverka inflationens utveckling med en mer aktiv penningpolitik.

Taylor (1993) är något mer ambitiös och menar att centralbanken bör följa en policyregel som påverkas av avvikelser från potentiell BNP och avvikelser från det i förväg fastslagna inflationsmålet. Taylors förslag ges av ekvation (2.1), där p är faktisk inflation, y är avvikelser från den potentiella BNP-nivån och θ är inflationsmålet. Policyräntan centralbanken ska sätta ges då av r .

$$r = p + 0,5y + 0,5(p - \theta) + \theta. \quad (2.1)$$

En fördel av att följa en offentlig Taylorregel som (2.1) är att penningpolitiken blir transparent, vilket påverkar allmänhetens förtroende för penningpolitiken och därmed dess effektivitet (Taylor 1993, s. 2).

Svensson (1997b) når fram till en liknande policyregel men utgår i stället från en penningpolitik som minimerar en funktion av den antagna förlorade nyttan av inflationsavvikelser, en förlustfunktion (2.2).

$$L(\pi) = \frac{1}{2}(\pi - \pi^*)^2 \quad (2.2)$$

Svenssons slutsats är att centralbanken bör använda en Taylorregel som siktar på sin egen inflationsprognos snarare än använda en Taylorregel som siktar på uppmätt inflation och BNP (ibid.).

Om en centralbanks penningpolitik styrs av en Taylorregel samtidigt som inflationsgapet och BNP-gapet styrs av internationella faktorer betyder det att resultatet av den förda politiken inte skiljer sig från om landets penningpolitik hade styrts av en främmande centralbank. Penningpolitiken är då i realiteten inte är oberoende.

3 Metod

Det har i teorikapitlet konstaterats att olika mekanismer påverkar inflationen på kort respektive lång sikt, där det är den korta sikten som analyseras i denna uppsats. Därför måste långsiktiga komponenter i datan rensas bort innan en empirisk analys kan göras. Det är även önskvärt att rensa bort de kortaste cyklerna, eftersom dessa i stor utsträckning kan vara effekter av mätfel samt årstidsvariationer. Till exempel skulle korta inflationscykler kunna vara effekter av att varor reas ut under vissa tider på året och att efterfrågan varierar periodiskt under året. Dessa korta cykler kan riksbanken inte agera på eftersom transmissionslaggen medför att det tar längre tid än så för en förändring i styrräntan att påverka ekonomin (Svensson 1997b, s.1113).

De serier som rensats från långsiktig trend och kortsiktigt brus används sedan för att estimeras gemensamma cykler.

3.1 Uppdelning i tidshorisonter

Det finns flera metoder för att dela upp tidsserier i olika tidshorisonter. En allmänt använd metod är HP-filtret (Hodrick och Prescott, 1997) som delar upp tidsserien i två serier, en långsiktig trend och en serie med korta cykler. I det praktiska utförandet av HP-filtreringen måste värdet av en jämnhetsparameter väljas, vilken styr graden av jämnhet i den långsiktiga trenden. Denna parameter sätts ofta schablonmässigt till ett tal som allmänt anses ge lagom jämnhet, oberoende av hur tidsserien ser ut (Sørensen och Whitta-Jacobsen, 2005, s.405). Att denna parameter väljs schablonmässigt och utan direkt koppling varken till tidsserien som filtreras eller till de ekonomiska fenomen som undersöks innebär dock att det är svårt att kontrollera exakt vilka cykellängder som filtreras bort och vad som finns kvar i den kortsiktiga serien.

Eftersom HP-filtret utöver detta problem inte är lämpligt för att dela upp en serie i flera tidsserier med cykler av olika längd är det intressant att i stället betrakta transformbaserade metoder. Den diskreta fouriertransformen (DFT) delar upp serien i frekvenser, där dessa är periodiska sinus- och cosinusfunktioner vilka har konstant amplitud (se Percival och Walden 2000, kap 2). Om man tror att seriens beteende varierar med strukturella brott vid kända tidpunkter kan tidsserien delas upp i olika delar och en DFT utföras på delarna var för sig. Det är dock i praktiken inte enkelt att veta när de strukturella brotten sker, varför denna metod i praktiken är svåränvänd.

En annan transformmetod som möjliggör att studera tidsseriens frekvenser och samtidigt behålla en viss precision i tidsdimensionen är den diskreta wavelettransformen (DWT). Denna bygger på att serien i stället för att delas upp i funktioner med konstant amplitud över hela den reella axeln delas

upp i funktioner³ som har hela sitt utslag inom ett begränsat tidsintervall. DWT kommer att användas för att dela upp tidsserien $\{X_t\}_{t=1}^T$ i en trend (S) och i ett antal serier som innehåller cykler inom specifika frekvensband. Dessa serier kallas med terminologin i waveletanalysen för detaljer (D). Vi har förhållandet (3.1).

$$X_t = S_{N,t} + D_{1,t} + D_{2,t} + \dots + D_{N,t} \quad (3.1)$$

En fundamental begränsning är Heisenbergs osäkerhetsrelation som ger att vi inte kan ha perfekt upplösning i frekvens och i tid samtidigt. Därför kan vi inte tala om en exakt frekvens vid en precis tidpunkt, utan om seriens beteende vid en tidpunkt inom ett band av frekvenser (se Stein och Shakharchi 2003, s. 158). Med DFT får vi hög upplösning i frekvenser, men saknar helt information om tidpunkt. Med DWT å andra sidan är det detaljerna D_j som motsvarar dessa frekvenser. Men de är endast ändligt många och ger därför endast band av cykellängder. Ett sådant band kallas med waveletterminologin en skala⁴. Denna begränsning är i praktiken inte ett stort problem för en ekonometriker, eftersom ekonomisk teori "seldomly distinguishes between maybe two or three time horizons. The loss of frequency resolution is therefore a minor disadvantage compared to the ability of being able to transform non-stationary economic variables" (Andersson, 2008 s.158). Det finns även i denna uppsats endast behov av att skilja ut några få frekvensband eftersom metoden här används för att rensa bort de allra längsta och kortaste frekvenserna. Högre frekvensupplösning än så behövs alltså inte.

Det finns flera metoder att utföra wavelettransformeringen på som alla kan ge en uppdelning enligt (3.1). I denna uppsats kommer waveletfunktioner ur Daubechiesklassen att användas eftersom de har goda egenskaper vid bearbetning av korta tidsserier. En begränsning hos Daubechiesklassen är att ett antal av detaljernas första och sista element inte enkelt kan ges en enkel tidstolkning eftersom de drabbas av cirkularitet, ett problem som beskrivs närmare i Appendix B. Därför måste dessa påverkade element i detaljerna avlägsnas innan vidare analys kan göras. Graden av cirkularitet i Daubechiesklassen påverkas av waveletfunktionens så kallade ordning, där denna är ett jämnt positivt heltal. En waveletfunktion av högre ordning ger mer cirkularitet, och cirkulariteten förvärras när längre cykler undersöks. Samtidigt är en waveletfunktion av högre ordning bättre på att "representera karaktäristiska egenskaper" hos en tidsserie (Percival och Walden 2000, kap 4). Därför måste en avvägning göras där problemet med cirkularitet kan undvikas i tillräckligt hög utsträckning.

³ Dessa funktioner kallas waveletfunktioner.

⁴ Eng. Scale.

Waveletfunktionen av ordning två, även kallad Haarwaveleten efter Alfréd Haar (Percival och Walden, 2000), är den enklaste transformen i Daubechiesklassen. Denna transform är enkel att implementera och förstå men beskriver kontinuerlig data relativt dåligt (Percival och Walden 2000, s.135), och används därför framför allt som kontroll i denna uppsats. Waveletfunktionen av ordning fyra ger visserligen de högre detaljerna stora ändpunktsproblem, men dessa drabbar främst detaljer där skalan kan bedömas vara så hög att inflationsförändringar på denna skalnivå inte är intressanta för denna uppsats. Så som påpekats medför teorin om penningneutralitet att långsiktig inflation enbart ges av penningmängdens utveckling. Lång sikt för inflation operationaliseras i denna uppsats som tidshorisonter över fem år (jämför Andersson 2008, kap 3), och skalor som motsvaras av längre cykler kasseras alltså. Waveletfunktionen av ordning sex ger randvärdesförluster som är oacceptabelt stora på dessa längre tidshorisonter och undviks därför i denna uppsats. Ingen analys kommer heller att genomföras på de detaljer som motsvaras av de lägsta skalorna. Inflation på dessa skalor drivs troligen framför allt av säsongsvariationer och mätfel.

Efter att en waveletfunktion valts beskrivs i Percival och Walden (2000, kap. 4) hur waveletkoefficienterna beräknas med Mallats pyramidalgoritmen. Denna består av två filter, ett waveletfilter h och ett skalningsfilter g , vilka beror på val av waveletfunktion. I Appendix B redovisas de beräkningar som utförs för att skapa detaljerna och trenden.

Det är relevant att nämna att en begränsning med DWT är att tidsseriens längd måste vara en potens av talet två för att translationen i waveletfiltreringens uppbyggnad ska kunna motsvaras av tidsseriens längd (antal element). Därför står valet mellan att välja en tidsserie vars längd är en potens av två, eller att lägga till element i tidsserien. I denna uppsats har tidsserier valts så att ingen ytterligare databehandling har behövts, vilket innebär att all tillgänglig data inte kommer att användas.

3.3 Principalkomponentanalys

Jolliffe beskriver syftet med principalkomponentanalys (PCA) kärnfullt som "[t]he central idea of principal component analysis is to reduce the dimensionality of a data set [...] while retaining as much as possible of the variation present in the data set. This reduction is achieved by transforming to a new set of variables, the principal components, which are uncorrelated" (1986, s. v).

PCA har använts av Ahamad (1967) för att hitta förklaringar till ökad brottslighet. Ahamad kunde genom att studera tidsserier med antalet rapporterade brott inom olika kategorier visa att en stor del av dessa kunde förklaras av en gemensam faktor, och att denna till stor del sammanföll med befolkningsökningen. Selover (1999) använder metoden för att undersöka om det finns en konjunkturcykel som är gemensam och specifik för länderna i ASEAN. Vi kommer använda PCA på samma sätt som Selover (1999) för att finna gemensamma inflationscykler i inflationen. Genom att utgå från flera

tidsserier med inflationsdata beräknas nya serier som tillsammans förklarar all information i de ursprungliga serierna, men som kombinerar dessa så att ett fåtal av serierna innehåller en stor del av informationen. De nya tidsserierna kallas faktorer, och varje ursprunglig serie $\{X_t\}_{t=1}^T$ kan uttryckas som en summa av faktorerna (F_n) enligt (3.2).

$$X_t = \alpha_1 F_{1,t} + \alpha_2 F_{2,t} + \dots + \alpha_N F_{N,t} \quad (3.2)$$

Kärnan i PCA är att dessa faktorer innehåller olika mycket information om tidsseriernas beteende, eftersom de är ordnade i fallande grad efter hur stor del av tidsseriernas gemensamma varians de förklarar. Koefficienterna α_n i (3.2) kan tolkas som hur väl den enskilda faktorn förklarar den enskilda serien $\{X_t\}_{t=1}^T$. Om koefficienten är liten betyder det att dess faktor är av liten betydelse för tidsseriens utveckling. Om alla länder har samma tecken på koefficienten till en faktor betraktas den som en gemensam faktor (Selover, 1999, s. 243).

Resultatet av principalkomponentanalysen kommer att presenteras i två tabeller. Principalkomponenttabellen anger hur stor del av den totala variansen de enskilda faktorerna F_n förklarar. Detta beräknas som respektive egenvärde delat med summan av alla egenvärden. Faktormatrisen innehåller koefficienterna α_n för de valutaområden som undersöks.

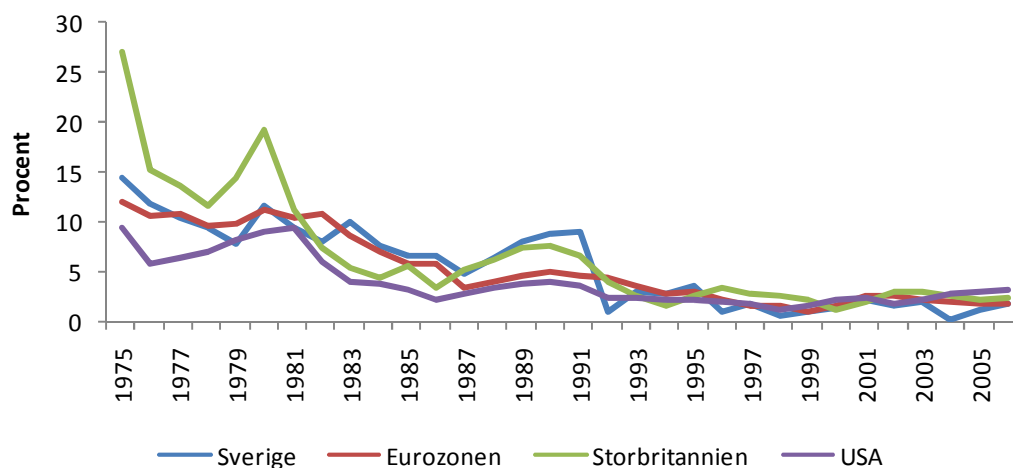
PCA kan utföras på de ursprungliga tidsseriernas kovarians- eller korrelationsmatris. Om variansen i de olika serierna skiljer sig åt kan kovariansmetoden ge otillbörligt stor vikt åt serier med hög varians. Ett sätt att undvika det problemet är att standardisera datan genom att använda korrelationsmatrisen (Jolliffe, 1986, s. 16), vilket också är den metod Selover (1999) använder. Den främsta fördelen med att använda kovariansmatrisen är att det möjliggör inferens (Jolliffe 1986, s.20), vilket inte kommer att göras. Därför används korrelationsmatrisen. Beräkningarna utförs i Matlab 2009b med funktionerna princomp och zscore.

4 Data

4.1 Inflation

Inflation kan skattas på olika sätt. Två vanliga metoder är att skatta förändringen i BNP-deflatoren och i konsumentprisindex (KPI), två mått som skiljer sig något från varandra. Deflatorinflation är ett bredare mått eftersom deflatoren beräknas på all prissatt ekonomisk aktivitet till skillnad från KPI som endast är avsett att mäta konsumentpriser.

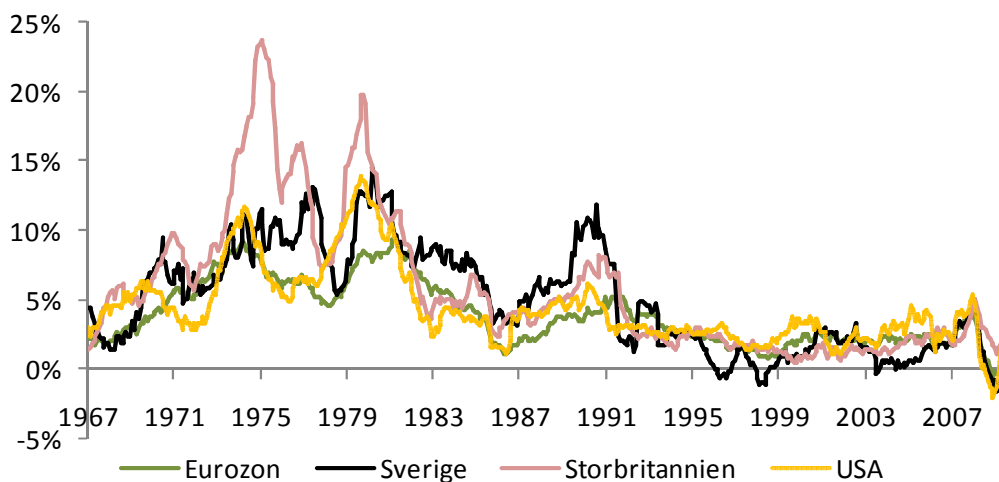
I metodkapitlet visades att datamaterialet måste bestå av ett antal observationer som är en potens av talet två, vilket är en begränsning vid valet av data eftersom det inte finns dataserier för obegränsat lång tid tillbaka. Ett sätt att få fler observationer och därmed bli friare i val av wavelet är att använda mer högfrekvent data. I denna uppsats har beräkningar gjorts med båda inflationsmåten. Deflatorserier finns inte tillgängliga som månadsdata tillräckligt långt tillbaka i tiden, varför årsvisa observationer användes. För BNP-deflatoren bestod det empiriska materialet av 32 årsvisa inflationsobservationer från 1976 till 2007. Källan till dessa är OECD (2010).



Figur 4.1: Deflatorinflation 1976-2007

För KPI som inflationsmått fanns däremot tillräcklig data tillgänglig för att göra beräkningarna med 512 månadsobservationer från juli 1967 till februari 2010. KPI-serierna är hämtade från Thomson datastream med IMF som källa utom för den svenska datan där SCB levererat data med högre noggrannhet. Eftersom Eurostat inte rapporterar KPI för eurozonen längre tillbaka än den 15 januari 1996 har de tidigare observationerna beräknats som viktade medelvärden av de ingående ländernas KPI, där BNP användes som vikt. Även BNP-data togs från Thomson datastream. Storbritanniens Office for National Statistics har estimerat KPI sedan 1988, men estimerade innan dess ett liknande mått, Retail Price Index (RPI) (Office for National Statistics, 2011 s. 17). RPI skiljer sig från KPI bland annat avseende vilka varor som ingår i prisindexet och hur indexet beräknas. RPI innehåller vissa varor kopplade till boende som KPI inte innehåller, och KPI innehåller vissa finansiella tjänster som inte ingår i RPI (ibid s.19). För de år då KPI inte finns tillgängligt har datalämnaren beräknat värden på KPI från RPI, vilket är nödvändigt för att ge observationer för dessa år. Denna bearbetning kan dock misstänkas vara en felkälla i den empiriska analysen.

För att beräkna inflation ur värden på deflatorer och CPI användes logaritmfunktionen.



Figur 4.2: KPI-Inflation årstakt 1967-2010

4.2 Hantering av Lucaskritiken: två växelkursregimer

Lucas (1976) argumenterar för att det är vanskligt att förutsäga effekten av förändringar i makroekonomisk policy enbart med statistiska samband som verka gälla då prognosen görs. Det finns nämligen en risk att policyförändringen i sig förändrar dessa samband. Lucas förklarar detta som: "given that the structure of an econometric model consists of optimal decision rules of economic agents, and that optimal decision rules vary systematically with changes in the structure of series relevant to the decision maker, it follows that any change in policy will systematically alter the structure of econometric models" (Lucas, 1976, s. 41). För att minimera risken för den typen av parameterdrift delas tidsserierna upp i två perioder, eller regimer. Den första är den fasta växelkursregimen fram till att riksbanken i november 1992 släpper valutapariteten och Sverige får rörlig växelkurs. Den andra regimen är alltså den rörliga från och med 1993. Förhoppningen är att om resultaten av den empiriska analysen visar sig vara stabila under båda dessa regimer ska de också vara det om man i framtiden går över från rörlig växelkurs till permanent fast växelkurs i en valutaunion.

5 Empirisk analys

Så som påpekats ovan har Sverige under analysperioden haft två olika växelkursregimer. Fram till 1993 var valutan fast, och därefter fritt flytande. Därför genomförs den empiriska analysen uppdelad i dessa två regimer. Två olika mått på inflation används, inflation som förändring i konsumentprisindex och inflation som förändring i BNP-deflator. Deflatorsdata fanns tillgänglig som årsdata, och konsumentprisindex som månadsdata. I detaljerna ingår cykler av olika längd. De kortaste och de längsta cyklerna i detalj med låga respektive höga index analyseras inte.

5.1 Fast växelkursregim

Figur 5.1 visar principalkomponentmatrisen som anger hur väl variansen i datan beskrivs av de olika faktorerna (se kapitel 3.3). Det är tydligt att den första faktorn beskriver lejonparten av variansen i de ursprungliga serierna, och att den tillsammans med den andra faktorn i princip beskriver all varians. Detta gäller både cykler av längd 2-4 respektive 4-8 år. I båda fallen kan den första komponenten tolkas som en gemensam cykel, eftersom figur 5.2 visar att alla länder har samma tecken i detalj två respektive tre. Vi kan alltså tolka detta som att minst cirka 80 % av inflationen är gemensam för de fyra länderna. När faktor två betraktas skiljer sig tolkningen något mellan de två detaljerna. I de kortare cyklerna i detalj två har Sverige och Storbritannien samma tecken, och Eurozonen och USA motsatt tecken. Denna cykel förklarar 15 % av variationen. I detalj tre får däremot faktor två nästan tolkas som en cykel specifik för Storbritannien. Eurozonen har här en liten koefficient, och eurozonens bidrag blir därför svårtolkat.

| Detalj 2: 2-4 år | | | Detalj 3: 4-8 år | | |
|------------------|-----------|---------------|------------------|-----------|---------------|
| Faktor | Egenvärde | Andel varians | Faktor | Egenvärde | Andel varians |
| 1 | 3,33 | 83% | 1 | 3,08 | 77% |
| 2 | 0,62 | 15% | 2 | 0,92 | 23% |
| 3 | 0,05 | 1% | 3 | 0,00 | 0% |
| 4 | 0,00 | 0% | 4 | 0,00 | 0% |

Tabell 5.1: Principalkomponentmatris. Årsdata 1976-1992.

| Faktor | Detalj 2: 2-4 år | | | | Detalj 3: 4-8 år | | | |
|---------|------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Sverige | 0,43 | 0,78 | 0,46 | 0,01 | 0,56 | -0,23 | 0,52 | -0,61 |
| Eurozon | 0,52 | -0,41 | 0,23 | -0,71 | 0,57 | -0,03 | 0,28 | 0,77 |
| UK | 0,53 | 0,19 | -0,83 | 0,01 | 0,22 | 0,97 | 0,04 | -0,13 |
| USA | 0,51 | -0,43 | 0,24 | 0,70 | 0,57 | -0,11 | -0,81 | -0,13 |

Tabell 5.2: Faktormatris, Årsdata 1976-1992. Negativa tal i fet stil.

Om vi går över till att analysera samma period med konsumentpriser som mått på inflation, och alltså månadsdata blir resultatet liknande. Den första faktorn innehåller en stor del av variansen i de cykel-längder som undersöks, och de två första faktorerna förklarar mer än 80 % av variansen i samtliga tre cykellängder (figur 5.3). Faktor ett spelar något mindre roll för de kortare 8-16-månaderscyklerna i detalj 4 än för de längre 16-32 respektive 32-64 månaderscyklerna. Faktormatrisen 5.4 visar även nu att den första faktorn kan tolkas som en gemensam cykel i samtliga detaljer eftersom tecknen är de samma. De kortare 8-16-årscyklerna och 16-32-månaderscyklerna visar nu att Sverige och eurozonen

inte delar cykel i faktor två. I de längre 32-64-månaderscyklerna är dock motsatsen fallet, även om faktor två här endast förklarar sex procent av variansen.

| Detalj 4: 8-16 månader | | | Detalj 5: 16-32 månader | | | Detalj 6: 32-64 månader | | |
|------------------------|-----------|---------------|-------------------------|-----------|---------------|-------------------------|-----------|---------------|
| Faktor | Egenvärde | Andel varians | Faktor | Egenvärde | Andel varians | Faktor | Egenvärde | Andel varians |
| 1 | 2,57 | 64% | 1 | 2,82 | 71% | 1 | 3,52 | 88% |
| 2 | 0,82 | 20% | 2 | 0,88 | 22% | 2 | 0,23 | 6% |
| 3 | 0,34 | 9% | 3 | 0,22 | 5% | 3 | 0,21 | 5% |
| 4 | 0,27 | 7% | 4 | 0,08 | 2% | 4 | 0,04 | 1% |

Tabell 5.3: Principalkomponentmatris. Månadsdata för perioden 1967-1992.

| Faktor | Detalj 4: 8-16 månader | | | | Detalj 5: 16-32 månader | | | | Detalj 6: 32-64 månader | | | |
|--------|------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| EUR | 0,53 | -0,24 | -0,81 | 0,02 | 0,51 | 0,38 | -0,76 | -0,12 | 0,51 | -0,41 | 0,19 | 0,73 |
| SWE | 0,37 | 0,88 | -0,02 | 0,31 | 0,29 | -0,92 | -0,26 | -0,05 | 0,51 | -0,33 | 0,44 | -0,66 |
| UK | 0,56 | 0,04 | 0,34 | -0,76 | 0,57 | 0,07 | 0,52 | -0,63 | 0,49 | -0,06 | -0,86 | -0,16 |
| USA | 0,52 | -0,41 | 0,48 | 0,58 | 0,57 | 0,06 | 0,29 | 0,76 | 0,48 | 0,85 | 0,20 | 0,08 |

Tabell 5.4: Faktormatris. Månadsdata för perioden för 1967-1992. Negativa tal i fet stil.

Resultaten från analysen av deflatorinflation som årsdata och konsumentprisinflation som månadsdata är alltså samstämmiga. En stor del av variansen, som minst 64 %, ligger i en cykel som är gemensam för samtliga länder. Den näst största faktorn är inte gemensam för Sverige och eurozonen när vi betraktar de kortare 2-4 årscyklerna hos deflatorinflationen eller 8-16 respektive 16-32-månaderscyklerna (1,3 till 2,7 år). I de något längre 4-8-årscyklerna respektive 32-64-månaderscyklerna (2,7 till 5,3 år) är däremot den andra faktorn delad av Sverige och eurozonen.

5.2 Rörlig växelkursregim

Principalkomponentmatrisen i tabell 5.5 visar att för de kortare 2-4-årscyklerna i detalj två ligger mer varians utanför den första komponenten än för motsvarande under den fasta växelkursregimen. Den första faktorn kan inte heller längre tolkas som en gemensam cykel. Den gemensamma cykeln är i stället den andra faktorn, vilken innehåller 29 % av variansen. Den första faktorn är i stället en som är gemensam för Sverige och Storbritannien å ena sidan respektive eurozonen och USA å andra sidan (Figur 5.6). Den tredje faktorn, som här innehåller hela 22 % av variansen är dock gemensam för Sverige och eurozonen, även om koefficienten för eurozonen är relativt liten.

Vad gäller de något längre cyklerna på 4-8 år är dock den första cykeln en gemensam cykel för alla länder, och innehåller hela 80 % av variansen. Den näst största faktorn är dock inte gemensam för Sverige och eurozonen, och förklarar resterande 20 % av variansen.

| Detalj 2: 2-4 år | | | Detalj 3: 4-8 år | | |
|------------------|-----------|---------------|------------------|-----------|---------------|
| Faktor | Egenvärde | Andel varians | Faktor | Egenvärde | Andel varians |
| 1 | 1,96 | 49% | 1 | 3,21 | 80% |
| 2 | 1,15 | 29% | 2 | 0,79 | 20% |
| 3 | 0,86 | 22% | 3 | 0,00 | 0% |
| 4 | 0,02 | 1% | 4 | 0,00 | 0% |

Tabell 5.5: Principalkomponentmatris. Årsdata 1993-2007.

| Faktor | Detalj 2: 2-4 år | | | | Detalj 3: 4-8 år | | | |
|---------|------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Sverige | 0,12 | -0,77 | 0,58 | -0,24 | -0,45 | -0,67 | 0,17 | -0,56 |
| Eurozon | -0,68 | -0,21 | 0,15 | 0,68 | -0,54 | 0,27 | -0,79 | -0,13 |
| UK | 0,38 | -0,55 | -0,65 | 0,36 | -0,54 | -0,25 | 0,16 | 0,78 |
| USA | -0,61 | -0,26 | -0,46 | -0,59 | -0,46 | 0,64 | 0,57 | -0,23 |

Tabell 5.6: Faktormatris. Årsdata 1993-2007. Negativa tal i fet stil.

Konsumentprisinflationen på månadsdata ger en bild liknande deflatorinflationen ovan.

De kortare 8-16-månaderscyklerna har mindre varians i den första komponenten än under den fasta växelkursregimen. Denna komponent är inte heller en gemensam komponent. Sverige och Eurozonen har olika tecken. Den andra faktorn är dock en gemensam faktor som förklarar 37 % av variansen. Den tredje faktorn är inte helt obetydlig, och där har Sverige och eurozonen lika tecken.

16-32-månaderscyklerna i detalj 5 har åter en gemensam cykel i första faktor, och denna förklarar två tredjedelar av variansen. 26 % av den övriga variansen ligger i den andra faktorn, i vilken Sverige och eurozonen har olika tecken.

I den längre 32-64-månaderscykeln (2,7 till 5,3 år) finns inga tecken på en gemensam cykel alls. Detta resultat kan anses stå i motsats till analysen av deflatorinflationsserien, men kan också vara ett resultat av att frekvensbanden i de båda serierna endast delvis överlappar varandra. Det kan också vara en effekt av att deflatorserien är ett bredare inflationsmått än KPI. KPI används eftersom data-tillgängligheten inte var tillräckligt god i deflatorserierna, och därför kan resultaten som gäller deflatorserien vara mer intressant om de visar sig vara konsistenta.

Sverige och eurozonen har dock samma tecken i de båda första faktorerna, vilka tillsammans förklarar 95 % av variansen.

| Detalj 4: 8-16 månader | | | Detalj 5: 16-32 månader | | | Detalj 6: 32-64 månader | | |
|------------------------|-----------|---------------|-------------------------|-----------|---------------|-------------------------|-----------|---------------|
| Faktor | Egenvärde | Andel varians | Faktor | Egenvärde | Andel varians | Faktor | Egenvärde | Andel varians |
| 1 | 1,80 | 45% | 1 | 2,77 | 69% | 1 | 2,58 | 64% |
| 2 | 1,49 | 37% | 2 | 1,05 | 26% | 2 | 1,24 | 31% |
| 3 | 0,51 | 13% | 3 | 0,17 | 4% | 3 | 0,18 | 5% |
| 4 | 0,21 | 5% | 4 | 0,01 | 0% | 4 | 0,00 | 0% |

Tabell 5.7: Principalkomponentmatris. Månadsdata för perioden 1993-2010.

| Faktor | Detalj 4: 8-16 månader | | | | Detalj 5: 16-32 månader | | | | Detalj 6: 32-64 månader | | | |
|--------|------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| EUR | 0,64 | -0,34 | 0,03 | -0,69 | 0,54 | 0,40 | -0,22 | -0,70 | -0,48 | 0,58 | 0,14 | 0,65 |
| SWE | -0,05 | -0,73 | 0,59 | 0,34 | 0,56 | -0,25 | -0,63 | 0,48 | -0,60 | 0,21 | 0,32 | -0,70 |
| UK | -0,34 | -0,59 | -0,73 | -0,05 | 0,32 | -0,81 | 0,36 | -0,33 | 0,33 | 0,73 | -0,51 | -0,30 |
| USA | 0,69 | -0,03 | -0,34 | 0,64 | 0,54 | 0,34 | 0,65 | 0,41 | -0,55 | -0,29 | -0,78 | 0,02 |

Tabell 5.8: Faktormatris. Månadsdata för perioden 1993-2010. Negativa tal i fet stil.

Den empiriska analysen av den rörliga växelkursregimen ger alltså samstämmiga resultat, utom för de längre cyklerna i detalj sex i serien där inflationen mäts som CPI. Att resultaten även var samstämmiga under den fasta växelkursregimen bör vara en indikation på att Haarwaveleten är tillräckligt god för att genomföra frekvensuppdelningen. Därför bör det inte vara något problem att bortse från den avvikande detalj sex och tolka evidensen som att det finns en gemensam cykel även på de längre cyklerna.

Då förhållandet mellan Sverige och eurozonen betraktas verkar det finnas betydande samvariation även under den rörliga växelkursregimen. I de kortaste cyklerna var den gemensamma komponenten inte längre de starkaste, men å andra sidan spelade även den tredje komponenten en viss roll. Totalt cirka 50 % av variansen låg i för Sverige och eurozonen gemensamma cykler. De längre cyklerna visar dock större gemensam varians mellan Sverige och eurozonen. Detta gäller alltså även i detalj 6 av KPI-serien där all varians är gemensam trots att det inte finns någon cykel som är gemensam för samtliga länder. Deflatordatans detalj 2 uppvisar 80 % gemensam varians.

5.3 Tolkning av de empiriska resultaten

Den empiriska undersökningen uppvisar alltså relativt likartade resultat under de två växelkursregimerna. En stor del av variansen ligger i cykler som delas av Sverige och eurozonen. Detta gäller både de kortare och de längre cyklerna, med som minst 50 % under den rörliga växelkursregimen och cykellängder mellan 8 och 16 månader. Andelen är generellt högre på längre tidshorisonter och under den fasta växelkursregimen, med i vissa fall nära nog all varians i gemensamma faktorer. Likheten mellan de två regimerna är viktig eftersom det är ett tecken på att Lucaskritiken, som beskrivs i kapitel 4.2 är av mindre vikt i vårt fall. Å andra sidan var andelen gemensam varians något högre, om än inte mycket, under den fasta växelkursregimen. Det skulle alltså kunna vara så att Lucaskritiken har någon relevans, om det är så att denna förändring inte har med regimskiftet i sig att göra utan med en generell trend över tid.

Mumtaz m.fl. (2011, s.196) anger den mellan Europa och Sverige gemensamma faktorn till 87 %⁵ under perioden 1985 till 2007, vilket är något högre än resultatet här. De använde dock HP-filtrering och rensade inte bort säsongsdata eller kortsiktiga mätfel, vilket skulle kunna vara en förklaring till att de når något högre värden. Eftersom en centralbank inte kan agera på avvikelser med kortare horisont än 1,5 till 2 år (Svensson 1997b, s.1113) är dessa korta cykler av mindre betydelse, vilket är orsaken till att de rensades bort i detta arbete. Mumtaz m.fl. gör även sina beräkningar på geografiska regioner. I denna uppsats används i stället valutaområden, vilket gör en direkt jämförelse svårare.

Slutsatsen för möjligheten att bedriva oberoende penningpolitik måste vara att denna i så fall endast kan påverka en mindre del av inflationens varians. Den andel som var gemensam för Sverige och eurozonen var mellan 50 och nära 100 %, med mest evidens som talar för en andel kring 70 %. Det är i hanterandet av de övriga cirka 30 procenten som Riksbankens berättigande måste finnas, men en del av denna kommer centralbanken inte att kunna hantera även om den är inhemsk. Det betyder att värdet av den nationella valutan för att föra en oberoende penningpolitik inte är så stor som tidigare analyser har visat.

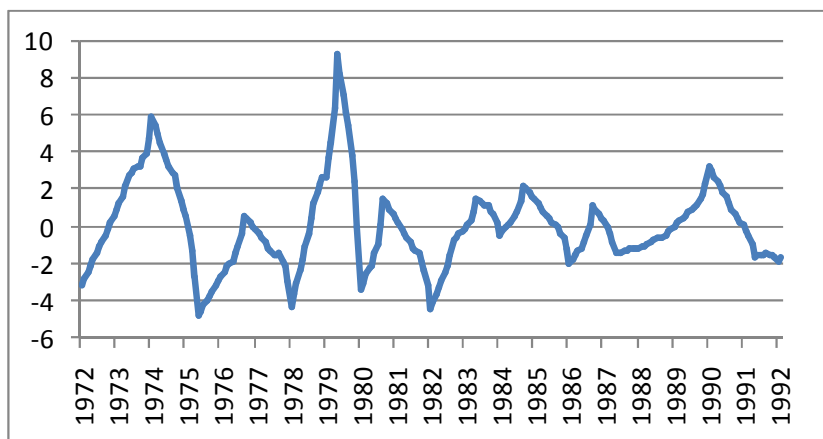
Analysen i denna uppsats har inte berört storleken på de effektivitetsförluster som en egen valuta innebär, och därför kan detta arbete inte heller dra någon slutsats om värdet av att övergå från en egen valuta till euron. Men det kan anses vara visat att den nuvarande växelkursregimen inte ger en stor grad av penningpolitiskt oberoende, och att argumentet att Sverige bör ha en egen valuta för att hantera asymmetriska chocker därför är svagt.

⁵ 67,63 procents samband med en världscykel och 19,67 % med en europacykel. Dessa två ska vara ortogonala, varför de två andelarna kan adderas.

5.4 Möjliga orsaker till styrkan i internationell inflation

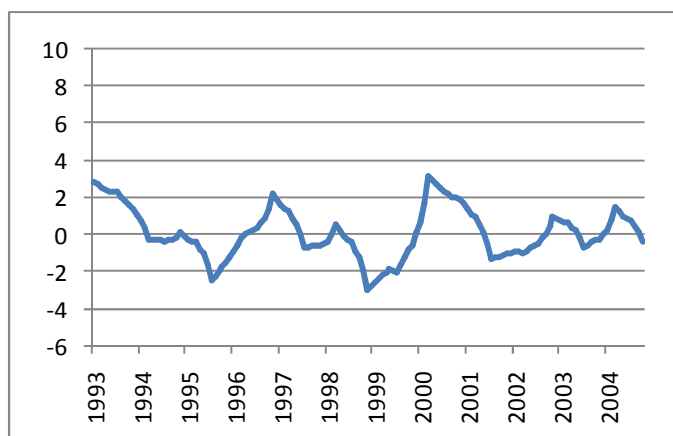
Det kan vara intressant att studera mekanismerna bakom de observerade cyklerna. Orsaker till det internationella beroendet kan vara stora förändringar i priset på viktiga råvaror eller kriser på finansmarknaderna. Figur 5.9 visar summan av den största faktorn i detalj fyra respektive fem under perioden 1972 till 1992, och innehåller alltså cykellängder från åtta till 32 månader. De tre högsta topparna observeras under 1974, 1979 respektive 1990. Den första toppen ligger alltså kort efter Bretton Woodssystemets sammanbrott under 1973 (Eichengreen, 1996 s.136) och oljeprischocken samma år (Cameron, 2001 s.487). Cooper och Lawrence (1975) hävdar att åren kring 1974 var en period med exceptionella prisstegringar i ett brett spektrum av råvaror.

Den andra toppen ligger efter oljeprischocken 1979. Iraks invasion av Kuwait 1990 följdes av en kort men stor uppgång i oljepriset, viken sammanfaller med det tredje största toppen i figur 5.9. Under perioden 1980 till 1984 minskade inflationstakten i USA från 11 % till ungefär 5 % (Goodfriend och King, 2005 s.1) under vad som har kallats "Volcker disinflation" och beskrivits som "the most widely discussed and visible macroeconomic event of the last 50 years of U.S. macroeconomic history" (Goodfriend och King, 2005, s.1), men effekten på världsinflationen är inte påtaglig i figur 5.9. En förklaring till detta kan vara att episoden inte hade stora effekter utanför USA, utan var ett lokalt fenomen.



Figur 5.9: Världsinflation 1972-1992. Detalj 4 och 5.

Perioden mellan 1993 och 2004 (figur 5.10) innehåller inte lika dramatiska svängningar som den tidigare perioden. Den största toppen ligger under år 2000, i samband med IT-bubblans implosion. Avsaknaden av stora svängningar kan vara en effekt av att endast cykellängder mellan åtta och 32 månader ingår i serien. Om stora internationella effekter finns i andra cykellängder syns de inte i detta figur. Perioden är dock en period av allmänt lägre och mindre variabel inflation, vilket framgår av figur 4.2.



Figur 5.10: Världsinflation 1993-2004. Detalj 4 och 5.

6 Sammanfattning

Den traditionella debatten om valutaunioners nytta har i stor utsträckning grundat sig på teoretiska argument som inte har kunnat säga mycket om olika mekanismers relativa betydelser. Det har nu gått mer än ett decennium sedan euron infördes som fysisk valuta. Erfarenheter från den europeiska valutaunionen har gett ekonomisk vetenskap möjligheten att undersöka dessa mekanismer närmare, något som knappt var möjligt när Mundell och McKinnon utvecklade teorin om optimala valutaområden eller när andra senare utvecklade och kritiserade den. En typ av empiriska analyser har inriktats mot att undersöka effekter på handelsstrukturen av en valutaunion. I detta arbete valdes i stället att undersöka hur beroende de olika valutaområdena är av delade internationella inflationscykler. Det visar sig att en stor del av inflationscyklerna delas av Sverige och eurozonen. Detta bekräftar resultaten i Mumtaz m.fl. (2011), och förstärker deras analys med att rensa bort ointressanta kortsiktiga cykler och säsongsvariationer, samtidigt som deras geografiska region Europa ersätts med det ekonomiskt mer intressanta valutaområdet eurozonen. De empiriska resultaten pekar mot att möjligheten att bedriva en oberoende penningpolitik är liten, eftersom inflationstakten i Sverige inte i första hand påverkas av inhemska faktorer utan av händelser i omvärlden. Detta innebär att argumentet att Sverige bör ha en egen valuta för att kunna använda penningpolitiken till stabilisering av ekonomin är svagt. Lucaskritiken ger att empiriska resultat under en regim kanske inte är giltiga efter ett regimskifte. För att hantera detta genomfördes undersökningen både på den fasta och den rörliga växelkursregimen. Att de två regimerna uppvisade liknande resultat gör resultaten mer robusta. När den gemensamma inflationen analyseras visas att flera stora chocker i denna sammanfaller med händelser i omvärlden, så som oljeshockerna under sjuttioalet och Iraks invasion av Kuwait 1990. Innebörden är att en källa till omvärldens stora påverkan på den svenska inflationstakten kan vara förändringar i råvarupriser. För att slå fast detta behövs dock vidare undersökningar.

7 Referenser

- Ahamad, B., 1967. "An Analysis of Crimes by the Method of Principal Components. S. 17-35 i Series C, Journal of the Royal Statistical Society 16.
- Andersson, Fredrik NG 2008. Wavelet Analysis of Economic Time Series. Lund Economic Studies Nr. 149, Lunds Universitet, Lund.
- Artis, Michael och Toshihiro Okubo 2009. "Globalization and business cycle transmission", s 91-99 i North American Journal of Economics and Finance 20.
- Backus, David K. och Patrick J. Kehoe 1992. "International Evidence on the Historical Properties of Business Cycles", s. 864-888 i The American Economic Review, vol. 82 nr. 4.
- Backus, David K., Patrick J. Kehoe och Finn E. Kydland, 1992. "International Real Business Cycles", s. 745-775 i Journal of Political Economy, vol 100, nr 4.
- Berger, Helge och Volker Nitsch, 2008. "Zooming out: The trade effect of the euro in historical perspective". s.1244–1260 i Journal of International Money and Finance 27.
- Calmfors, Lars, Harry Flam, Nils Gottfries, Magnus Jerneck, Rutger Lindahl, Janne Haaland Matlary, Ewa Rabinowicz, Anders Vredin och Christina Nordh Berntsson 1996, "Sverige och EMU", "SOU 1996:158". Stockholm: Fritzes förlag.
- Cameron, Rondo 2001. Världens Ekonomiska Historia. Lund: Studentlitteratur. Första upplagan.
- Ciccarelli, Matteo och Benoît Mojon 2007. "Global Inflation". Kiel Working Paper Nr. 1337. Hämtad 2011-06-14 från http://www.ifw-kiel.de/pub/kap/kapcoll/kapcoll_02.htm.
- Cooper, Richard N. och Robert Z. Lawrence 1975. "The 1972-75 Commodity Boom", s. 671-723 i Brookings Papers on Economic Activity 1975 Nr. 3.
- Danmarks Nationalbank 2010. "Pengepolitik". Hämtad 2010-06-23 från <http://www.nationalbanken.dk/DNDK/pPolitik.nsf/side/Pengepolitik!OpenDocument>.
- De Grauwe, Paul, 2010. "Economics of Monetary Union". Oxford University Press, Oxford. Åttonde upplagan.
- Delors, Jacques, 1989. Report on Economic and Monetary Union in the European Community. Presented April 17, 1989 (vanligen Delorsplanen eller Delorsrapporten). Hämtad den 16 juni 2011 från <http://aei.pitt.edu/1007/>

- Eichengreen, Barry 1996. *Globalizing Capital*. Princeton: Princeton University Press. Första upplagan.
- Friedman, Milton 1968. "The Role of Monetary Policy", s.1-17 i *The American Economic Review*, Vol. 58, Nr. 1, Mars 1968.
- Goodfriend, Marvin och Robert G. King 2005. "The incredible Volcker disinflation", s 981-1015 i *Journal of Monetary Economics* 52 (5).
- Godfriend, Marvin och Robert King 1997. "The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy", s. 231-296 i *NBER Macroeconomics Annual 1997*, Vol 12, Red. Ben S. Bernanke och Julio Rotemberg.
- Heer, Burkhard och Bernd Süßmuth, 2003. "Inflation and Wealth Distribution" CESinfo working Paper no 835.
- Hodrick, Robert J. och Prescott, Edvard C. 1997. "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation" S. 1-16 i *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol 29 Nummer 1, 1997.
- HM Revenue and Customs 2011. "Oversea Trade Statistics". Hämtad 2011-07-10 från www.uktradeinfo.com.
- Jolliffe, I.T. 1986. *Principal Component Analysis*. Springer-Verlag, New York. Första upplagan.
- Lucas, Robert 1976, "Econometric Policy Evaluation: A Critique", s. 19-46 i *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Vol. 1, 1976.
- McKinnon, Ronald I. 1963. "Optimum Currency Areas" s.717-25 i *American Economic Review* volym 53 nummer 4.
- Micco, Alejandro, Ernesto Stein och Guillermo Ordoñez 2003. "The currency union effect on trade: early evidence from EMU" i *Economic Policy*, Oktober 2003.
- Mumtaz, Haroon, Saviero Simonelli och Paulo Surico 2011. "International comovements, business cycle and inflation: A historical perspective", s. 176-198 i *Review of Economic Dynamics* 14 (2011).
- Mundell, Robert A., 1961. "A Theory of Optimum Currency Areas", *American Economic Review*, 51, 1961, pp. 657-665.
- Obstfeld, Maurice, Jay C. Shambaugh och Alan M. Taylor (2005). "The Trilemma in History: Tradeoffs among Exchange Rates, Monetary Policies, and Capital Mobility", s. 423-438 i *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, vol. 87 Nr.3.

OECD 2010. "Oecd.Stat". Hämtad 2010-04-18 från <http://stats.oecd.org/Index.aspx>.

Office for National Statistics 2011. Consumer Price Indices. A brief guide. Hämtad 2011-08-14 från www.statistics.gov.uk.

Percival, Donald B. och Andrew T. Walden, 2000. Wavelet Methods for Time Series Analysis, Cambridge University Press, Cambridge. Första upplagan.

SCB 2011. Tabell "Varuimport och varuexport efter handelspartner. Totala värden, bortfallsjusterat. År 1998-2010". Hämtad 2011-08-04 från www.scb.se.

Selover, David D. 1999. "International Interdependence and Business Cycle Transmission in ASEAN", s. 230-253 i Journal of the Japanese and International Economies 13.

Stein, Elias M. och Rami Shakarchi, 2003. "Fourier Analysis". 1:a upplagan, Princeton University Press, Princeton.

Sveriges Riksbank 2010. "Riksbankens roll". Hämtad 2010-06-23 från ["http://www.riksbank.se/templates/Page.aspx?id=26427"](http://www.riksbank.se/templates/Page.aspx?id=26427).

Svensson, Lars E.O., 1997a. "Växelkursmål eller inflationsmål för Norge?", s. 461-472 i Ekonomisk Debatt 25-8 (1997).

Svensson, Lars E.O., 1997b. "Inflation forecast targeting: Implementing and monitoring inflation targets" s. 1111-1146 i European Economic Review 41 (1997).

Söderström, Ulf 2008. "Re-Evaluating Swedish Membership in EMU: Evidence from an Estimated model", Sveriges Riksbank Working Paper Series no. 227.

Sørensen, Peter Birch och Hans Jørgen Whitta-Jacobsen 2005. Introducing Advanced Macroeconomics: Growth & Business Cycles. McGraw-Hill Education, Berkshire.

Taylor, J.B. 1993. "Discretion versus policy rules in practice". Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 39, 195–214.

Zervoyianni, Athina och Anastasiou Athanasios 2009. "Convergence of shocks and trade in the enlarged European Union". Journal of International Trade & Economic Development Vol. 18 Nr: 1 s. 79-114.

Appendix A. Abstract in English

A national currency with a flexible exchange rate is supposed to give the central bank the possibility to conduct an independent monetary policy. Thus the bank would keep the inflation rate stable and close to its target. But if the short term inflation is not mainly influenced by national factors but by international cycles, the possibility for independent monetary policy is limited. Then the flexible exchange rate might be destructive by increasing the uncertainty economic agents face rather than being an efficient macroeconomic tool. Therefore the dependence of the Swedish inflation on the Eurozone inflation is examined. Principal component analysis (PCA) is used to find the proportion of the inflation variance being shared between Sweden and the Eurozone. The wavelet transform is used to extract the cycle lengths of interest, removing the long term inflation and short term disturbances such as seasonal variations. The analysis is conducted on two regimes, the fixed exchange rate regime from 1967 to 1993 and the flexible between 1993 and 2010. It is shown that for both of the regimes the majority of the variance is shared. On the for the Bank of Sweden most important time horizon this share amounts to 70 per cent. The conclusion therefore is that the Bank of Sweden hardly can conduct an independent monetary policy and that the national currency does not serve the purpose of managing asymmetric shocks efficiently. The component of the inflation that is common to the countries examined turns out to be heavily influenced by raw material shocks such as the oil shocks of the seventies.

Appendix B. Utförande av wavelettransformen

Wavelettransformen utförs enligt Mallats Pyramidalgorit. Denna består av två filter, ett waveletfilter h och ett skalningsfilter g . Dessa beskrivs nedan för $D(4)$.

Waveletfiltret h uppfyller ortonormalitetsrelationerna (A.1) (Andersson 2008, App. A) och lösningsmängden (A.2) (Percival och Walden 200, eq 59a)).

$$\begin{cases} \sum h_l = 0 \\ \sum h_l^2 = 1 \\ \sum h_l \cdot h_{l+2n} = 0 \end{cases} \quad (\text{A.1})$$

$$\{h_0, h_1, h_2, h_3\} = \left\{ \frac{1-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \frac{-3+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \frac{3+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \frac{-1-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} \right\} \quad (\text{A.2})$$

Skalningsfiltret g ges av (A.3) (Andersson 2008, App. A).

$$g_l = (-1)^{l+1} h_{L-1-l} \quad (\text{A.3})$$

Nu söks en matris W så att för tidsserien X gäller

$$W = W \times X$$

där W är en matris vars element kallas waveletkoefficienter och matrisen W är en inverterbar matris för wavelettransformen enligt ovan.

En $n \times n$ - matris B_j definieras (se Andersson 2008, App A):

$$B_j = \begin{pmatrix} h_1 & h_0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & h_3 & h_2 \\ h_3 & h_2 & h_1 & h_0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h_3 & h_2 & h_1 & h_0 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & \vdots & & & & \ddots & & & & \vdots & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & h_1 & h_0 & 0 & 0 & 0 & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & h_3 & h_2 & h_1 & h_0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & 0 & 0 & h_3 & h_2 & h_1 & h_0 \end{pmatrix}$$

En matris A_j definieras som

$$A_j = \begin{pmatrix} g_1 & g_0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & g_3 & g_2 \\ g_3 & g_2 & g_1 & g_0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_3 & g_2 & g_1 & g_0 & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & \vdots & & & & \ddots & & & & \vdots & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & g_1 & g_0 & 0 & 0 & 0 & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & g_3 & g_2 & g_1 & g_0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & 0 & 0 & g_3 & g_2 & g_1 & g_0 \end{pmatrix}$$

(Andersson 2008, App A).

Nu kan wavelettransformens matris \mathbb{W} skrivas som

$$\mathbb{W} = \begin{pmatrix} \mathbb{W}_1 \\ \mathbb{W}_2 \\ \mathbb{W}_3 \\ \vdots \\ \mathbb{W}_{j-1} \\ \mathbb{W}_j \\ \mathbb{V}_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \times A_1 \\ B_3 \times A_2 \times A_1 \\ \vdots \\ B_{j-1} \times A_{j-2} \times \dots \times A_2 \times A_1 \\ B_j \times A_{j-1} \times \dots \times A_2 \times A_1 \\ A_j \times A_{j-1} \times \dots \times A_2 \times A_1 \end{pmatrix} \quad (\text{A.4})$$

Varje \mathbb{W}_j representerar nu det j :te frekvensbandet och \mathbb{V}_j representerar en trend (ibid).

Definition: Detalj och trend (Detail, Smooth)

För \mathbb{W} definierad som i (A.4) definierar vi Detalj j (D_j) och trend (S_N) som

$$D_j = \mathbb{W}_j^T \times \mathbb{W}_j$$

$$S_N = \mathbb{V}_j^T \times \mathbb{V}_j$$

Detalj j är en "representation of the time series at a given frequency band in the time domain." Och S_j är en "representation of the low frequency component of the time series". (Andersson, 2008, App A). Med D_j och S_j enligt ovan gäller nu (3.1).

Den i kapitel tre nämnda cirkulariteten uppkommer eftersom filtren h och g skiftas i matriserna A_j och B_j ovan. Den innebär att element i slutet av tidsserien påverkar waveletkoefficienter som hör till tidsseriens början och vice versa och medför alltså att detaljernas ändpunkter inte kan ges en tydlig tidstolkning.