Valutakurser och valutaoptioner som EMU-indikatorer

Av Javiera Aguilar och Peter Hördahl
Javiera Aguilar och Peter Hördahl är verksamma vid forskningsavdelningen respektive penning- och valutapolitiska avdelningen.

Elva av de femton EU-länderna bildar den europeiska valutaunionen EMU den första januari 1999. Genom att studera egenskaper hos växelkurser och optionspriser kan man skapa en bild av marknadens förväntningar om olika länders sannolikhet att bli medlem i EMU. Resultaten tyder på att växelkurser och optionsnoteringar är användbara som EMU-indikatorer. Dessa indikatorer blir därför särskilt intressanta framöver för utanförstående länder, dvs. Sverige, Storbritannien, Danmark och Grekland.

EMU-indikatorer

Syftet med EMU-indikatorer är att utläsa marknadens förväntningar om vilka länder som kommer att delta i EMU från start.

Utvecklingen på de europeiska finansiella marknaderna har under de senaste två åren varit starkt driven av konvergenshandel. Både räntor och inflationstakter i de tidigare så kallade högränteländerna har närmat sig kärnländernas lägre nivåer.[1] Växelkurserna mellan ERM-ländernas valutor och D-marken har närmat sig sina respektive centralkurser och svängningarna i växelkursen, dvs. volatiliteten, har minskat till mycket låga nivåer.

Det har under en längre tid spekulerats om vilka länder som skulle komma att bilda den europeiska valutaunionen, och allteftersom starten närmat sig har därför så kallade EMU-indikatorer tagits fram av olika marknadsaktörer. Syftet med dessa indikatorer är att utläsa marknadens förväntningar om vilka länder som kommer att delta i EMU från start. Flertalet EMU-indikatorer bygger på information om

[1] Med högränteländer anses här Italien, Spanien, Portugal och Sverige.

räntedifferenser. Till exempel görs antaganden om vilken räntedifferens ett visst land skulle ha mot Tyskland om landet i fråga skulle stå utanför EMU.[2]

I den här artikeln använder vi istället information från växelkurser och valutaoptioner för att studera den EMU-konvergens som har förekommit. Genom att undersöka det historiska mönstret i växelkursens nivå och volatilitet samt samvariationen mellan två växelkurser försöker vi tyda hur marknadens förväntningar om olika länders möjlighet att komma med i EMU har sett ut. Eftersom optionspriser är framåtblickande till sin karaktär, utnyttjar vi även optionsdata för att få en bild av marknadens förväntningar. Med hjälp av optionsnoteringar kan man därför få en uppfattning om den förväntade framtida volatiliteten samt den genomsnittliga förväntade framtida samvariationen mellan olika valutor.

Närmast följer en beskrivning av de tidsseriemetoder som vi använder för att ta fram olika EMU-indikatorer, samt en genomgång av några valutors utveckling. Därefter följer en beskrivning av de metoder som har använts för optionsdatan, och en studie av resultaten. Syftet är att undersöka om marknadens förväntningar enligt dessa indikatorer har stämt överens med utfallet som vi känner till idag. För att lättare kunna tolka resultaten har vi genomgående antagit att marknaden hela tiden har betraktat det som helt säkert att Tyskland kommer att gå med i EMU från starten. Avslutningsvis undersöker vi vilken information indikatorerna förmedlar för ett antal länder som inte kommer att delta i EMU från starten men som kan tänkas komma att delta i unionen inom en snar framtid.

Tidsseriemetoder

Ett sätt att hämta information från marknadspriser är att studera tidsserieegenskaperna hos växelkursens nivå och dess volatilitet, samt korrelationen mellan olika valutor.

Ett sätt att hämta information från marknadspriser är att studera tidsserieegenskaperna hos växelkursens nivå och dess volatilitet, samt korrelationen mellan olika valutor. Detta gör det möjligt att upptäcka förändringar i det historiska mönstret hos dessa variabler som kan tolkas i termer av sannolikheten för ett EMU-medlemskap och även i termer av förväntade bilaterala konverteringskurser. Om växelkursen mellan en viss valuta och D-marken stabiliseras omkring en viss nivå samtidigt som volatiliteten minskar, kan detta tolkas som en indikation på att valutan förväntas ingå i EMU, och att konverteringskursen förväntas hamna omkring den observerade ni-

[2] Se exempelvis J.P. Morgan (1996). Dillén och Edlund (1997) föreslår en alternativ EMU-indikator som baseras på differensen mellan implicita terminsräntor före och efter januari 1999.

vån. En ökad korrelation mellan en viss valuta och D-marken kan tolkas på samma sätt, eftersom korrelationen per definition måste vara ett när valutaunionen trätt i kraft.[3] Med andra ord måste D-marken och andra EMU-valutor samvariera fullständigt jämfört med valutor som inte kommer att ingå i EMU, som exempelvis US-dollarn och den japanska yenen.

GARCH modeller kan i det här sammanhanget användas för att skatta den tidsvarierande volatiliteten och korrelationen mellan olika valutor.[4] Modellerna bygger på att volatiliteten i finansiella tillgångars avkastningar tenderar att vara korrelerad över tiden. Med andra ord tycks stora prisförändringar följas av fler stora prisförändringar, såväl positiva som negativa, medan det tycks finnas andra perioder när variabiliteten är relativt låg, vilket fångas upp av modellerna (se appendix 1). Man kan också skatta den tidsvarierande kovariansen mellan olika valutakursavkastningar på samma sätt som volatiliteten, vilket gör det möjligt att skatta utvecklingen i korrelationen mellan olika valutakurser genom att utnyttja definitionen av korrelationskoefficienten.

D-marken och andra EMU-valutor måste samvariera fullständigt jämfört med valutor som inte kommer att ingå i EMU, som exempelvis US-dollarn och den japanska yenen.

I nästa avsnitt visar vi hur volatiliteten skattad på detta sätt har varierat över tiden för några utvalda valutor, och hur detta till stor del kan förklaras av EMU-faktorer. I det här sammanhanget är det också intressant att studera hur volatiliteten har förhållit sig till nivån i växelkursen. Vi undersöker även hur korrelationen mellan ett antal valutor och D-marken har utvecklats under de senaste åren, allteftersom EMU-starten har närmat sig.

Resultat: tidsseriemetoder

Vi inleder med att undersöka hur utvecklingen vad gäller växelkursnivån, volatiliteten och korrelationen med D-marken har sett ut för några utvalda länder under perioden fram till den 5 maj 1998.[5] Den italienska valutan utgör ett tydligt exempel på den typ av växelkurskonvergens som präglat många europeiska valutor under senare tid. Diagram 1 visar växelkursen mellan den italienska liran och D-marken, volatiliteten i växelkursförändringarna (procent per år), samt centralkur-

[3] En hög korrelation med D-marken behöver naturligtvis inte med nödvändighet orsakas av en större sannolikhet för ett EMU-medlemskap. En trendmässig ökning av korrelationen kan däremot peka på höjda EMU-förväntningar, såvida det inte finns någon annan förklaring som är mer trolig.

[4] GARCH är en förkortning av Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity. Modellen utvecklades av Engle (1982) och Bollerslev (1986).

[5] Resultaten i det här avsnittet bygger enbart på växelkursnoteringar och inte på optionsnoteringar. Det datamaterial som används här består av dagliga observationer för växelkurser som har inhämtats från Riksbankens databas.

sen i ERM-samarbetet efter Italiens anslutning i november 1996. Utöver att växelkursen har konvergerat stadigt mot centralkursen, har volatiliteten avtagit trendmässigt sedan en lång tid tillbaka.[6] Detta visar dels att marknaden har tilldelat Italien en allt högre sannolikhet att gå med i EMU från starten, dels att marknaden har förväntat att centralkursen skulle bli lirans konverteringskurs.

Det kan vara intressant att jämföra Italiens fall med utvecklingen för ett land som inte kommer att ingå i EMU från starten. Diagram 2 visar växelkurs och volatilitet för den svenska kronan gentemot D-marken, under samma period som föregående diagram. Det finns vissa likheter med utvecklingen för den italienska liran, framför allt under perioden fram till slutet av 1996. Därefter har den svenska kronan inte stabiliserats vid någon specifik nivå, medan volatiliteten i den svenska valutan har varit högre än i liran.

Dessa skillnader torde avspegla det faktum att det under 1997 blev alltmer klart att den svenska riksdagen skulle säga nej till ett svenskt medlemskap i EMU från starten, samtidigt som mer och mer tydde på att Italien skulle bli medlem i EMU. En annan viktig skillnad är naturligtvis att Italien varit ERM-medlem sedan november 1996, medan Sverige haft en flytande växelkurs.

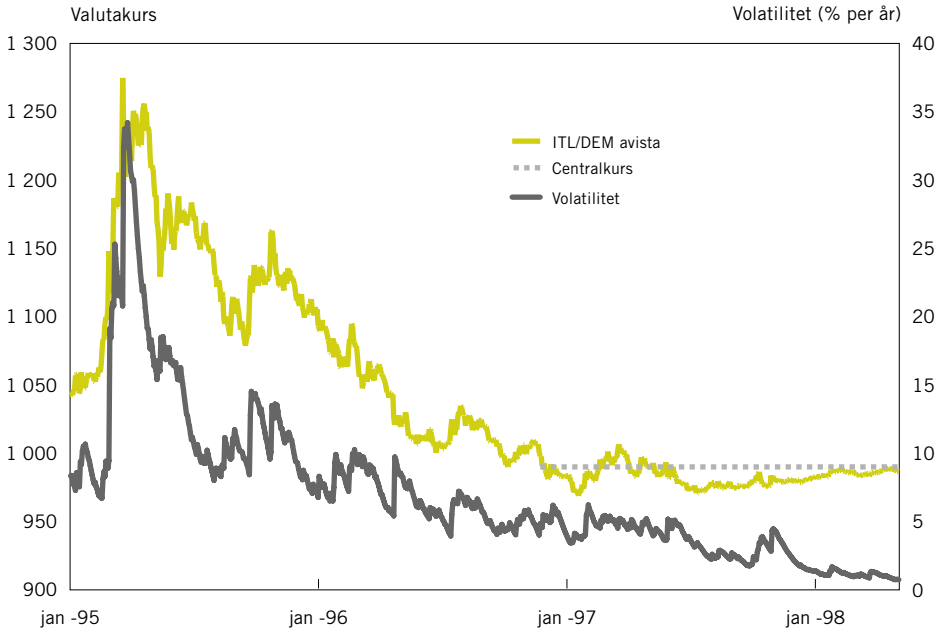
Skillnaden i kronans och lirans utveckling torde avspegla det faktum att det under 1997 blev alltmer klart att den svenska regeringen skulle säga nej till ett svenskt medlemskap i EMU från starten, samtidigt som mer och mer tydde på att Italien skulle bli medlem i EMU.

Slutligen kan vi studera hur olika valutor har samvarierat med D-marken, och försöka tolka utvecklingen i termer av EMU-konvergens. Diagram 3 visar den historiska dagliga korrelationen mellan D-marken och den franska francen respektive den italienska liran relativt US-dollarn.[7] Som framgår av diagrammet har francen korrelerat mycket nära med D-marken under hela perioden, och sedan början av 1997 har korrelationen i princip varit lika med ett. Detta är inte förvånande eftersom marknaden under lång tid har sett Frankrike som en självklar medlem i EMU. Utvecklingen av korrelationen mellan francen och D-marken kan därför snarare tolkas som en indikator på marknadens tro att EMU projektet i sig skulle bli av.

Utvecklingen för korrelationen mellan liran och D-marken har varit annorlunda. Under 1995 och 1996 var korrelationen i genomsnitt relativt låg (och t.o.m. negativ under korta perioder), samtidigt som korrelationen var oerhört volatil. I samband med Italiens anslutning till ERM den 25 november 1996 ökade

[6] Andra volatilitetsskattningsmetoder, exempelvis historisk volatilitet, ger liknande resultat.
[7] Korrelationerna har beräknats med hjälp av en multivariat GARCH(1,1) modell; se appendix 1.

Diagram 1. Växelkurs, volatiliteten enligt GARCH och centralkurs för ITL/DEM, januari 1995–5 maj 1998



dock korrelationen markant till omkring 0,85. Därefter har korrelationen fortsatt att stiga mot ett, allteftersom marknaden har bedömt att ett italienskt EMU-medlemskap blivit mer sannolikt.

Diagram 4 visar hur korrelationen med D-marken har utvecklats för två valutor som inte kommer att gå med i EMU från starten: den svenska kronan och det brittiska pundet. Som framgår av diagrammet har pundets korrelation med D-marken inte visat några tydliga tecken på EMU-konvergens. Även om korrelationen har ökat på senare tid, ligger den för närvarande fortfarande under 0,7. Detta avspeglar det faktum att den brittiska regeringen har utnyttjat sin fördragsmässiga rätt att stå utanför EMU från starten samt att man har deklarerat att Storbritannien inte kommer att bli medlem under innevarande mandatperiod. Den historiska utvecklingen i korrelationen med D-marken visar att detta inte kommit som någon överraskning för marknaden. För den svenska kronan har utvecklingen till viss del liknat pundets, även om korrelationen varit ökande under en längre tid och för närvarande är högre än den brittiska korrelationen med D-marken.

Diagram 2. Växelkurs och volatiliteten enligt GARCH för SEK/DEM, januari 1995–5 maj 1998

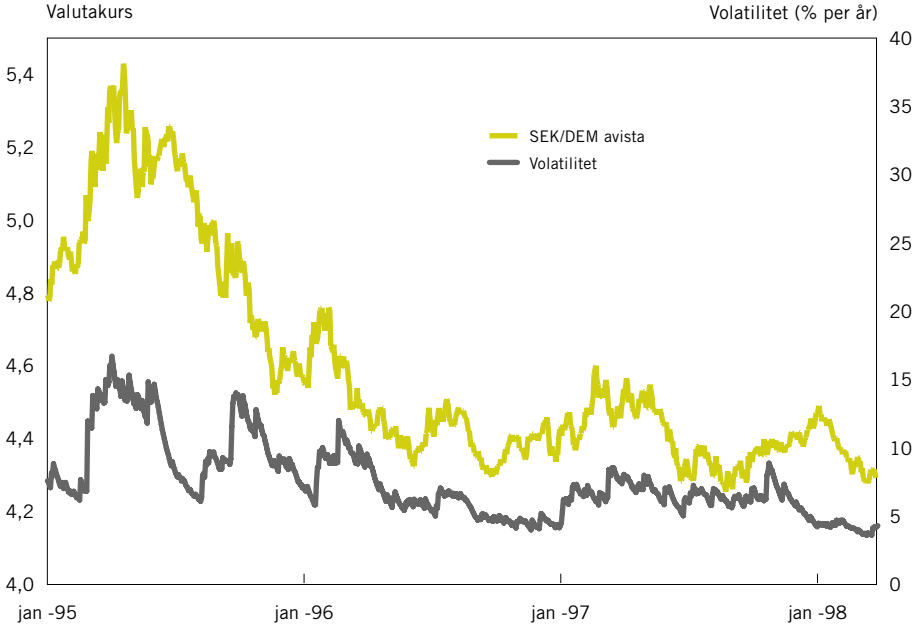


Diagram 3. Historisk korrelation (enligt GARCH) mellan FRF/USD och DEM/USD, samt mellan ITL/USD och DEM/USD, januari 1995–5 maj1998

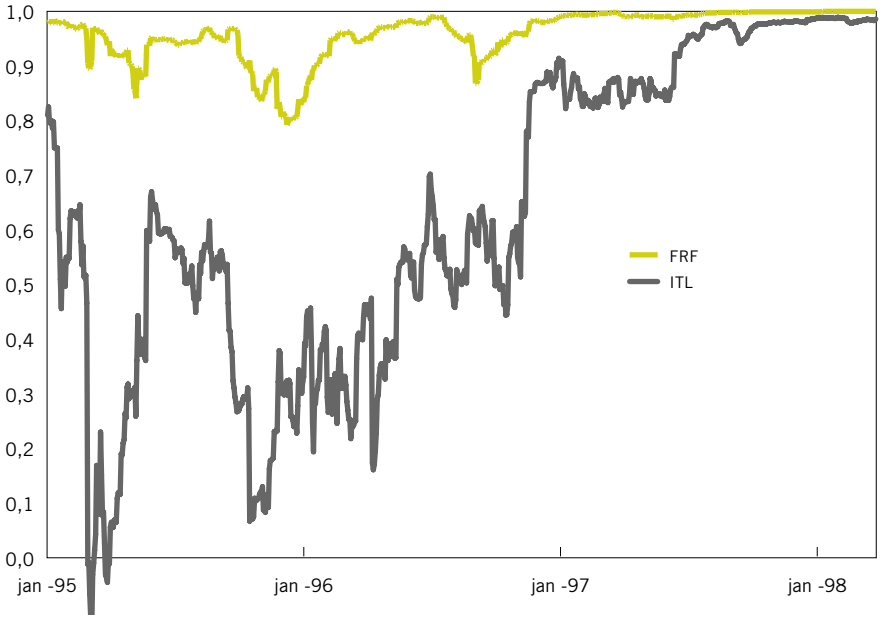
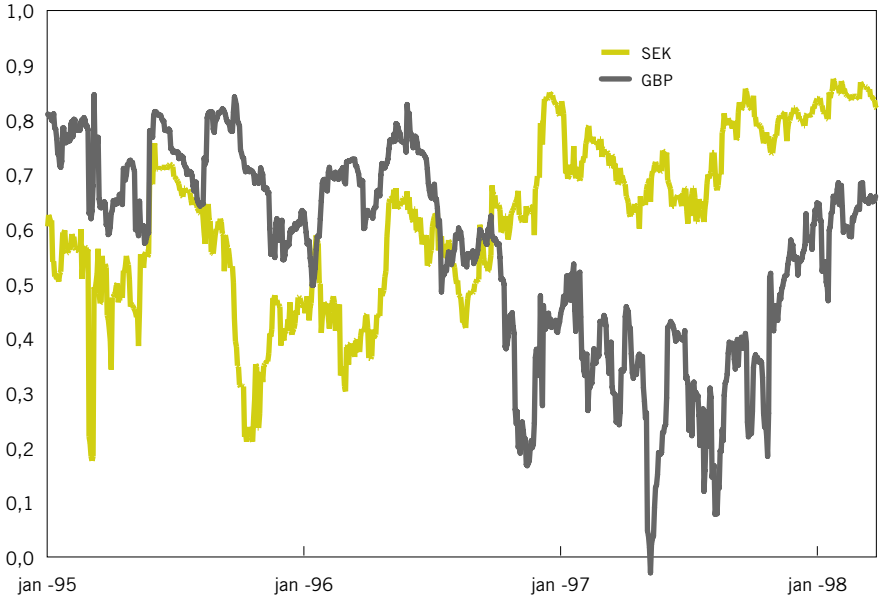


Diagram 4. Historisk korrelation (enligt GARCH) mellan SEK/USD och DEM/USD, samt mellan GBP/USD och DEM/USD, januari 1995–5 maj 1998



Sammanfattningsvis kan man dra slutsatsen av ovanstående exempel att man kan använda tidsseriemodeller för att ta fram indikatorer för marknadens förväntningar. Genom att utnyttja informationen i växelkurs, volatilitet och korrelation med D-marken kan man tolka förändringar i det historiska mönstret i termer av sannolikheten för EMU-medlemskap och förväntade konverteringskurser.

Genom att utnyttja informationen i växelkurs, volatilitet och korrelation med D-marken kan man tolka förändringar i det historiska mönstret i termer av sannolikheten för EMU-medlemskap och förväntade konverteringskurser.

Informationen i valutaoptioner

Implicit korrelation

Den typ av tidsseriemodeller som beskrivits hittills är främst användbara för att ge en bild av hur utvecklingen har varit fram till skattningsdatumet, men de gör det även möjligt att dra slutsatser om den framtida utvecklingen. Valutaoptioner, däremot, är mer framåtblickande till sin natur eftersom deras priser innehåller in-

Valutaoptioner är framåtblickande till sin natur eftersom deras priser innehåller information om marknadens förväntningar om växelkursen under optionens löptid.

formation om marknadens förväntningar om växelkursen under optionens löptid. Till exempel kan optionspriser ge information om vad marknaden tror att den framtida volatiliteten kommer att bli. Detta görs genom att lösa ut volatiliteten ur en prismodell såsom Black-Scholes (1973) modell om priset på optionen är givet. Vad man får fram är den volatilitet som impliceras av marknaden, dvs. den implicita volatiliteten, givet att modellen och dess antaganden gäller.

Fakta: Optioner

Optioner är finansiella instrument som ger innehavaren en rättighet, men inte en skyldighet, att köpa eller sälja en viss underliggande tillgång till ett förutbestämt pris (lösenpriset) i framtiden. Som namnet antyder så ger en köpoption innehavaren rätten att köpa den underliggande tillgången, medan en säljoption ger rätten att sälja tillgången. Optioner kan delas in i två klasser: europeiska och amerikanska optioner. Om en option är av europeisk typ innebär detta att rättigheten att köpa eller sälja den underliggande tillgången till det förutbestämda priset enbart får utnyttjas på optionens förfallodag, dvs. den i förväg bestämda tidpunkten som stipuleras av optionskontraktet. En amerikansk option ger däremot innehavaren möjligheten att utnyttja sin rättighet att lösa in optionen och köpa eller sälja den underliggande tillgången när som helst under optionens löptid fram till förfallodagen.

Exempel: En europeisk köpoption på USD/GBP med lösenpris 1,70 USD/GBP och 6 månaders löptid ger innehavaren rätten att köpa ett brittiskt pund för 1,70 US-dollars om exakt 6 månader. Eftersom optionskontraktet inte innebär någon skyldighet från innehavarens sida kommer optionen att lösas in endast om ett pund är värt mer än 1,70 dollar på förfallodagen.

En option som är *at-the-money* har ett lösenpris som är lika med det nuvarande värdet på den underliggande tillgången. Om lösenpriset för en köpoption är större än priset på den underliggande tillgången säger man att optionen är *out-of-the-money*. (En säljoption är *out-of-the-money* om lösenpriset är mindre än marknadspriset). En köpoption är *in-the-money* om lösenpriset är mindre än den underliggande tillgångens pris (och omvänt för en säljoption).

Det vanligaste sättet att prissätta optionskontrakt teoretiskt är att använda en värderingsformel som tagits fram av Black och Scholes (1973). De visar att

om den underliggande tillgångens pris, S, följer en viss process,[8] kan priset på en europeisk köpoption C med lösenpriset X och löptiden $T–t$ skrivas som:

$$C = SN(d_1) - Xe^{-r(T-t)}N(d_2),$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

där r betecknar den riskfria räntan under löptiden, σ är volatiliteten i den underliggande tillgångens avkastning, och $N(\cdot)$ betecknar den kumulativa normalfördelningen.[9] Den enda variabeln i Black-Scholes formel som inte är observerbar är volatiliteten, och det är därför viktigt att prognostisera volatiliteten under optionens löptid så tillförlitligt som möjligt. Alternativt kan man vända på problemet och betrakta optionens marknadspris som optionens ”sanna” värde, vilket gör att man kan lösa ut volatiliteten ur prissättningsformeln. Resultatet kallas för den *implicita volatiliteten*.

Det hävdas av många att implicit volatilitet speglar marknadens förväntningar om volatiliteten, och därför är ett bättre mått på framtida volatilitet än olika prognoser baserad på tidsserier. Forskningen inom det här området är ganska omfattande. Många studier pekar på att implicit volatilitet har bättre prognosförmåga än olika tidsseriemodeller såsom GARCH modeller, åtminstone på kortare sikt.[10]

Med hjälp av implicit volatilitet kan man räkna fram den så kallade implicita korrelationen.[11] Detta är, som namnet antyder, den korrelation som impliceras av optionspriserna, vilket kan tolkas som den förväntade genomsnittliga korrelationen under optionens löptid. Den implicita korrelationen mellan två valutor kan tas fram ur optionspriser för tre valutapar. Detta följer av arbitrageprincipen och definitionen av korrelationskoefficienten. Exempelvis kan den implicita korrelationen mellan den svenska kronan och D-marken relativt US-dollarn tas fram genom att använda optioner för SEK/DEM, SEK/USD och DEM/USD (se appendix 2). Vi använder genomgående US-dollarn som jämförelsevaluta eftersom detta är den viktigaste valutan utanför EU-området.

[8] Närmare bestämt en geometrisk Brownsk rörelse (GBM). Se t.ex. Hull (1993) för detaljer.
[9] För att värdera valutaoptioner måste Black-Scholes formel justeras så att man tar hänsyn till räntedifferensen mellan de två länder vars valutor optionskontraktet gäller. Se Garman och Kohlhagen (1983).
[10] Se Jorion (1995) och Galati och Tsatsaronis (1995).
[11] Detta är en teknik som Bank of England använder som EMU-indikator; se Butler och Cooper (1997).

En följd av att två valutor bildar en valutaunion är att deras växelkurser korrelerar perfekt (mot en tredje valuta) när unionen väl har startat, eftersom växelkurserna då låses mot varandra.

En följd av att två valutor bildar en valutaunion är att deras växelkurser korrelerar perfekt (mot en tredje valuta) när unionen väl har startat, eftersom växelkurserna då låses mot varandra. Exempelvis måste FRF/USD korrelera perfekt med DEM/USD när EMU har startat, om både Frankrike och Tyskland ingår i EMU. Om marknaden förväntar sig att två valutor kommer att ingå i EMU bör därför den implicita korrelationen, dvs. den genomsnittliga förväntade korrelationen i framtiden gå mot ett allteftersom tidpunkten för valutaunionens start närmar sig. Implicit korrelation innehåller således information om marknadens förväntningar om sannolikheten att två valutor ska ingå i valutaunionen. När den implicita korrelationen mellan en viss valuta och D-marken ökar trendmässigt kan man därför tolka detta som att marknadens förväntningar att denna valuta kommer att ingå i EMU blir allt högre.

Implicit korrelation borde vara en lättolkad och pålitlig indikator eftersom det är svårt att finna argument för att två valutor skulle uppvisa en korrelation nära ett om de inte förväntas bilda en valutaunion.[12] Ett undantag är om en valuta är med i ERM och även förväntas vara med i ERM2 utan att delta i EMU.[13] Man bör emellertid notera att det faktum att en valuta korrelerar perfekt med D-marken är ett nödvändigt men inte tillräckligt villkor för att dessa två valutor ingår i en valutaunion. Man måste naturligtvis därför alltid ta hänsyn till annan information när man tolkar implicit korrelation som EMU-indikator.

Fakta: OTC-marknaden

De optionsnoteringar som används i den här artikeln består av noteringar som har hämtats från den så kallade ”over-the-counter” (OTC) marknaden. OTC-optioner handlas direkt mellan banker och har icke-standardiserade löptider till skillnad från optioner som handlas via börs. Det innebär att det varje dag går att handla en option med exempelvis tre månaders löptid. Optioner som handlas via börs noteras för standardiserade lösenpriser och förfal-

[12] Under förutsättning att implicit volatilitet är en väntevärdesriktig skattning av den förväntade framtida volatiliteten.

[13] Danmark tycks vara ett bra exempel på ett sådant fall. Trots att Danmark inte kommer att ingå i EMU från start har den implicita korrelationen mellan den danska kronan och D-marken varit mycket nära ett under de senaste åren.

lodagar, oftast med förfall i mars, juni, september och december. Men bara en bråkdel, av valutaoptionshandeln sker via börs.[14]

En av fördelarna med att använda statistik från OTC-marknaden är att likviditeten är bättre eftersom merparten av optionshandeln sker på OTC-marknaden. På OTC-marknaden handlas också fler valutapar med mindre valutor som exempelvis den svenska kronan. Ytterligare en fördel är att priserna på OTC-marknaden noteras direkt i termer av volatilitet, vilket innebär att man inte behöver backa ut den implicita volatiliteten ur optionspriset. På detta sätt undviker man fel som kan uppstå om man använder data för avista växelkurser och optionspriser som inte är simultana, dvs. inte har samlats in vid exakt samma klockslag. Dessutom är de optioner som handlas på OTC-marknaden till övervägande del europeiska vilket förenklar den teoretiska värderingen av optionerna avsevärt.

I artikeln används dagliga volatilitetsnoteringar för valutaoptioner med löptider på mellan en vecka och ett år. Längre löptider har inte utnyttjas då dessa derivat oftast är illikvida och skulle kunna ge en missvisande bild av marknadens förväntningar. Alla noteringar för implicit volatilitet kommer från så kallade at-the-money optioner. Datan har tillhandahållits av Citibank, SBC Warburg Dillon Read och S-E-Banken, och den undersökta perioden löper från januari 1995 till och med den 5 maj 1998.

Implicit terminskorrelation

Den implicita korrelationen ger ett mått på den förväntade genomsnittliga korrelationen under optionskontraktens löptid.

Som framgår av föregående avsnitt ger den implicita korrelationen ett mått på den förväntade genomsnittliga korrelationen under optionskontraktens löptid. Genom att beräkna den implicita korrelationen för ett antal optioner med olika löptid kan man få en viss uppfattning om hur den förväntade korrelationen förändras över tiden. Om man till exempel jämför den implicita korrelationen för 12-månaders optioner med den korrelation som erhålls ur optioner med en löptid på 6 månader, får man en uppfattning om skillnaden mellan den förväntade genomsnittliga korrelationen under det närmaste halvåret respektive året.

Det är dock inte lika lätt att direkt avläsa exempelvis den förväntade korrelationen under den 6-månaders period som inleds om ett halvår, dvs. 6-månaders

[14] Se Bank of International Settlements, ”Central Bank Survey of Foreign Exchange and Derivatives Market Activity 1995”.

terminskorrelationen om 6 månader. På samma sätt som man studerar den implicita terminsräntekurvan för att undersöka förväntningarna om den framtida korta räntan, kan det därför vara intressant att beräkna den implicita terminskorrelationskurvan för att ta fram estimat på förväntningarna om korrelationen vid olika specifika tidpunkter i framtiden. För att kunna skatta implicita terminskorrelationer behöver man först ta fram den implicita terminsvolatiliteten för olika löptider. På samma sätt som man skattar implicita terminsräntor, kan den implicita terminsvolatilitetskurvan skattas genom att anpassa en kontinuerlig kurva till de volatilitetsnoteringar som observeras på marknaden.[15]

Efter att den implicita terminsvolatilitetskurvan skattats för tre olika valutapar, kan den implicita terminskorrelationen beräknas genom att utnyttja definitionen för korrelationen (se ekvation (3:5) i appendix 3). Till exempel beräknas den implicita terminskorrelationen om 6 månader genom att utnyttja den implicita terminsvolatiliteten för tre valutapar vid samma tidpunkt, dvs. om 6 månader. Den framräknade implicita terminskorrelationen kan tolkas som marknadens förväntning om korrelationen om precis 6 månader. Detta skiljer sig således från informationen i vanliga implicita korrelationer, som visar marknadens förväntning om den *genomsnittliga* korrelationen under en viss period, exempelvis de kommande 6 månaderna.

Implicita terminskorrelationer blir speciellt intressanta då marknaden börjar spekulera i att en viss valuta ska komma att anslutas till ett växelkurssamarbete eller ingå i en valutaunion inom en snar framtid.

Implicita terminskorrelationer blir speciellt intressanta då marknaden börjar spekulera i att en viss valuta ska komma att anslutas till ett växelkurssamarbete eller ingå i en valutaunion inom en snar framtid. Om marknaden är helt övertygad om att exempelvis land A kommer att ingå i EMU inom ett halvår, implicerar detta att korrelationen mellan land A:s valuta och D-marken (eller euron) ska vara 1 om ett halvår och därefter. Detta innebär att den implicita terminskorrelationen med löptider över 6 månader också måste vara 1.[16] I nästa avsnitt studerar vi implicit korrelation och implicit terminskorrelation för några utvalda valutor under de senaste åren.

[15] Bank of England använder också implicita terminskorrelationer som indikatorer. De skattar löptidsstrukturen för volatiliteten med hjälp av s.k. *cubic splines* (se Butler och Cooper (1997), medan vi använder oss av Nelson och Siegels (1987) metod. Se appendix 3 för detaljer.

[16] När man tolkar implicita terminskorrelationer som EMU-indikatorer bör man återigen vara medveten om att om korrelationen är lika med ett är detta ett nödvändigt men inte ett tillräckligt villkor för ett deltagande i valutaunionen.

Resultat: informationen i valutaoptioner

Diagram 5 visar att den implicita korrelationen mellan den italienska liran och D-marken har ökat i takt med att växelkursen närmat sig centralkursen. I likhet med resultaten från tidsseriemodellerna visar diagrammet tydligt att marknaden på senare tid har reviderat sina förväntningar om Italiens möjligheter att bli medlem i EMU. I dagsläget förväntar sig marknaden att D-marken och liran kommer att korrelera nästan fullständigt under det närmaste året, vilket är naturligt eftersom Italien fått klartecken att bli medlem i EMU från start.[17] Andra ERM-valutor, bl.a. den spanska pesetan, har haft en liknande utveckling även om den inte varit lika dramatisk som i det italienska fallet.

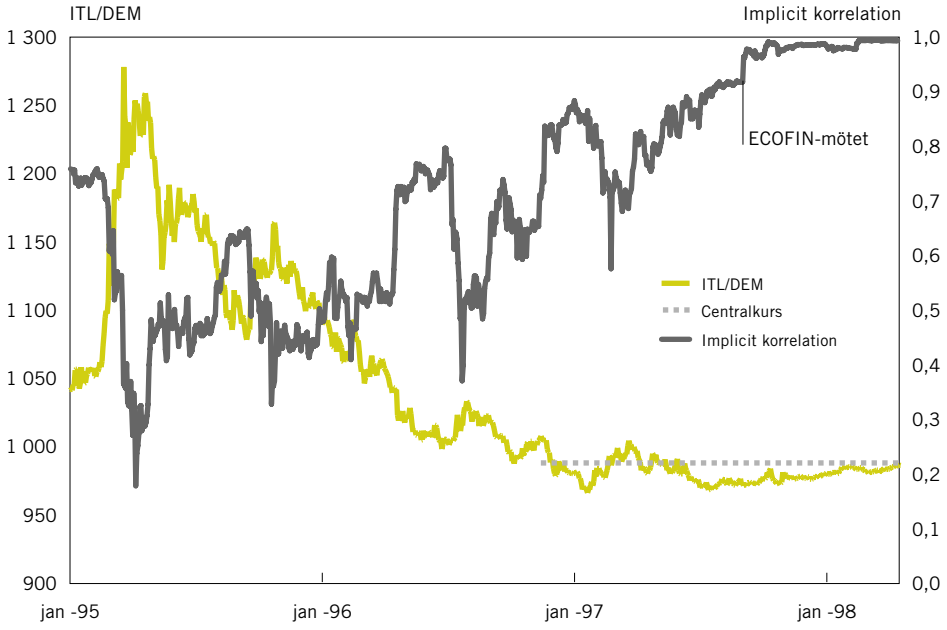
Ovanstående bild bekräftas också av den implicita terminskorrelationen mellan liran och D-marken. Diagram 6 visar hur den implicita terminskorrelationskurvan har sett ut vid fem olika tillfällen sedan september 1996. Innan den italienska liran anslöts till växelkurssamarbetet ERM den 25 november 1996, hade den implicita terminskorrelationen med D-marken varit relativt låg under en lång tid. Dagarna innan ERM-anslutningen hade emellertid marknaden börjat spekulera i att liran skulle delta i ERM, vilket även avspeglades i den implicita terminskorrelationen den 22 november 1996. En vecka senare, den 2 december, efter att ERM-anslutningen var ett faktum, hade korrelationen skiftat upp ytterligare till nivån 0,8–0,85. Under de kommande månaderna ökade terminskorrelationen gradvis i takt med att EMU-starten närmade sig, och allteftersom sannolikheten ökade för att Italien skulle klara konvergenskriterierna för EMU. Vid ett ECOFIN-möte 12–14 september 1997 beslutades att de bilaterala konverteringskurserna skulle förannonseras i samband med valet av medlemsländer i maj 1998. Marknaden tolkade beslutet som att Italiens möjligheter att bli medlem från start hade ökat betydligt vilket syns tydligt både i diagram 5 och 6 (jfr. kurvan för den 15 september 1997). I dagsläget (5 maj 1998) förväntas korrelationen vara mycket nära 1 under hela det kommande året, vilket inte är förvånande eftersom Italien kommer att ingå i EMU från och med den 1 januari 1999.

Det italienska exemplet visar att både implicit korrelation och implicit terminskorrelation fungerat väl som EMU-indikator för ett land som kommer att ingå i EMU från starten. Nu är det emellertid mindre intressant att följa dessa länder, såvida inte något extraordinärt skulle inträffa under interimsperioden.[18] Om

[17] Man bör observera att resultaten i diagram 5 skiljer sig från de i diagram 3 eftersom den implicita korrelationen visar den förväntade genomsnittliga korrelationen under ett år framåt, medan GARCH-korrelationen i diagram 3 visar den skattade (dagliga) korrelationen vid varje tidpunkt.

[18] Interimsperioden är benämningen på perioden mellan tidpunkten då deltagarna i EMU samt konverteringskurserna offentliggjordes i maj 1998 och starten på EMU den 1/1 1999.

Diagram 5. Tolvmånaders implicit korrelation mellan ITL/USD och DEM/USD, ITL/DEM växelkurs samt centralkurs, januari 1995–5 maj 1998



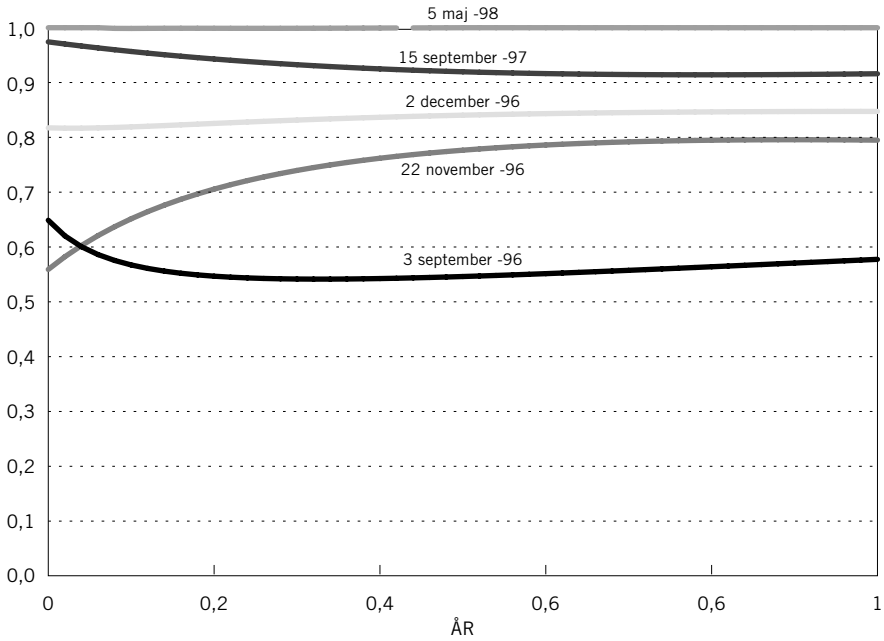
exempelvis någon kraftig yttre störning skulle leda till spekulationer att EMU-starten den 1 januari 1999 skulle vara i fara, kan korrelationerna ge en indikation om marknadens förväntningar att detta ska inträffa. Det förefaller dock högst osannolikt att ett sådant scenario skulle inträffa under 1998.

Det främsta användningsområdet för implicit korrelation och implicit terminskorrelation är som ERM/EMU-indikatorer för länder som inte ingår i den första gruppen av EMU-deltagare.

Det främsta användningsområdet för implicit korrelation och implicit terminskorrelation blir istället som ERM/EMU-indikatorer för länder som inte ingår i den första gruppen av EMU-deltagare. Eftersom ett av konvergenskriterierna kan tolkas som att ett lands valuta måste ha deltagit i ERM innan granskning inför ett EMU-medlemskap sker, är det sannolikt att marknaden kommer att spekulera i en ERM-anslutning så fort man anar att ett land ämnar söka medlemskap i EMU. I dag står både Sverige och Storbritannien utanför ERM och därför kan det vara intressant att följa utvecklingen i de implicita korrelationerna för dessa valutor.[19]

[19] Det skulle också vara intressant att studera utvecklingen för Grekland. Tyvärr är detta inte möjligt p.g.a. brist på data.

Diagram 6. Implicit terminskorrelation mellan ITL/USD och DEM/USD vid olika tillfällen



Som framgår av diagram 7 förväntar sig inte marknaden att Sverige kommer att ingå i valutaunionen från start, vilket inte är förvånande eftersom detta har beslutats av den svenska riksdagen. Den implicita korrelationen för kronan är i dag lägre än för de flesta ERM-länderna, och som framgår av diagram 9 förväntas korrelationen vara relativt stabil mellan 0,8 och 0,9 under det kommande året. Korrelationen förväntas därmed hålla sig på samma nivå som under de senaste månaderna.

Det är intressant att jämföra det svenska fallet med det brittiska eftersom Storbritannien, liksom Sverige har valt att stå utanför valutaunionen.

Det är intressant att jämföra det svenska fallet med det brittiska eftersom Storbritannien, liksom Sverige har valt att stå utanför valutaunionen. Det är därför inte förvånande att digram 8 visar att den implicita korrelationen mellan GBP/USD och DEM/USD är väsentligt lägre än ett. Marknaden förväntar sig med andra ord inte att Storbritannien kommer att gå med i EMU under det närmaste året. Däremot visar diagram 8 att den implicita korrelationen ökade kraftigt under hösten 1997. När den nya labourregeringen tillträdde uppkom en rad spekulationer att den enligt

Diagram 7. Tolvmånaders implicit korrelation mellan SEK/USD och DEM/USD, samt SEK/DEM växelkurs, januari 1995–5 maj 1998

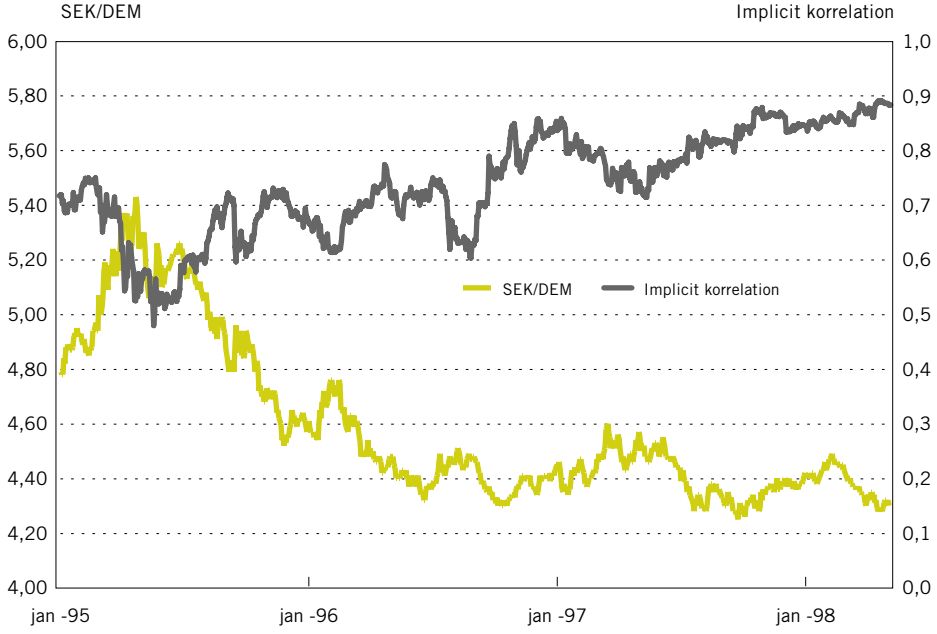
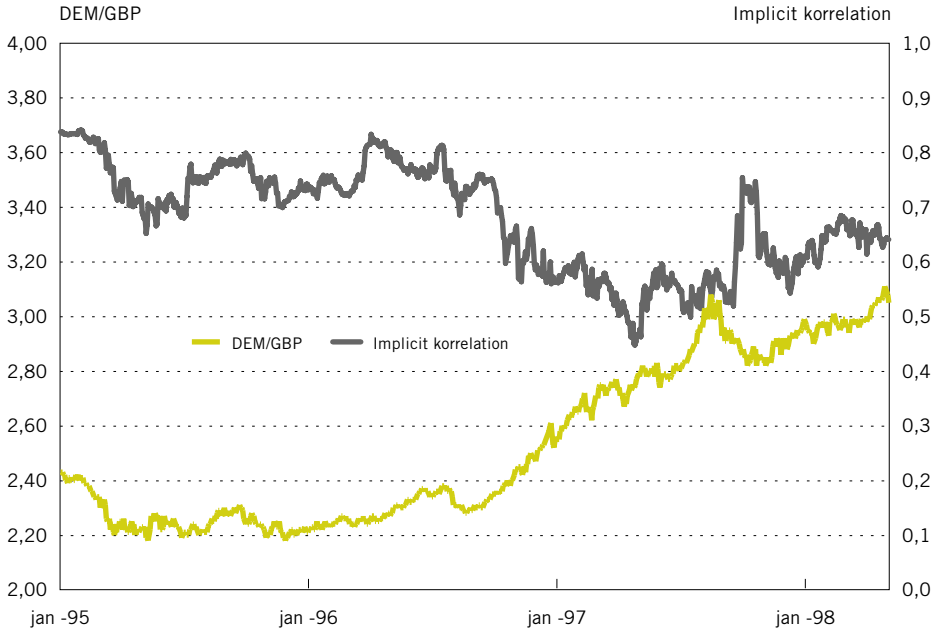


Diagram 8. Tolvmånaders implicit korrelation mellan GBP/USD och DEM/USD, samt DEM/GBP växelkurs, januari 1995–5 maj 1998



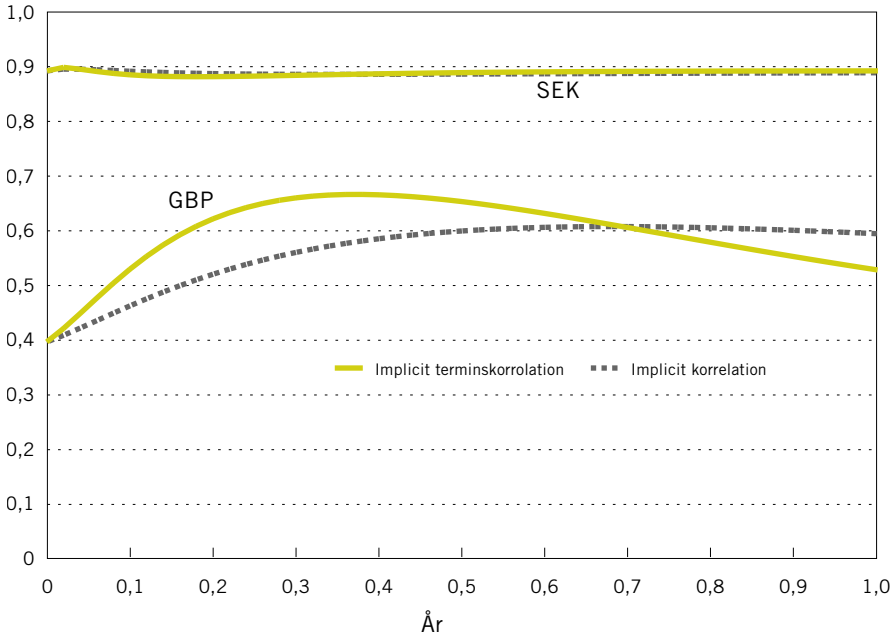
marknaden EMU-positiva regeringen skulle se till att Storbritannien kom med i EMU tidigare än förväntat. När regeringen sedan dementerade dessa rykten föll den implicita korrelationen lika kraftigt tillbaka till samma nivå den befann sig på innan spekulationerna kom igång.

Diagram 9 visar att korrelationen mellan pundet och D-marken förväntas vara omkring 0,6–0,7 under det kommande året. Eftersom man inte kan observera någon större ökning av korrelationen i diagrammet, kan man dra slutsatsen att marknaden inte förväntar sig någon snar anslutning av pundet till ERM, eller en snar ansökan om att gå med i EMU.

Man kan även notera den relativt stora skillnaden mellan kronans och pundets implicita terminskorrelation med D-marken. Den svenska valutan väntas samvariera med marken i betydligt högre grad än vad pundet gör. Till viss del beror detta på att skillnaderna i ekonomiska fundamenta mellan Storbritannien och Tyskland är större än mellan Sverige och Tyskland. Den svenska kronan är dessutom en betydligt mindre valuta i skuggan av den för Sverige viktiga D-marken.

Den mest slående skillnaden är den mellan den italienska lirans implicita terminskorrelation och motsvarande korrelationer för SEK och GBP, vilket tyder på att implicita terminskorrelationer kan fungera som en pålitlig EMU-indikator.

Diagram 9. Implicit terminskorrelation mellan SEK/USD och DEM/USD, respektive DEM/GBP och DEM/USD den 5 maj 1998



Även om de implicita terminskorrelationerna för kronan och pundet mot D-marken skiljer sig åt en del, är den mest slående skillnaden den mellan den italienska lirans implicita terminskorrelation och motsvarande korrelationer för SEK och GBP. Detta tyder på att implicita terminskorrelationer kan fungera som en pålitlig EMU-indikator.

Slutsatser

I samband med att EMU-starten närmat sig har det på markanden spekulerats kraftigt om vilka länder som skulle bli medlemmar i första omgången. Ett antal så kallade EMU-indikatorer som framför allt bygger på räntedifferenser har tagits fram av olika marknadsaktörer i syfte att förstå marknadens förväntningar. I den här artikeln presenteras hur olika egenskaper i växelkurser och valutaoptioner kan utnyttjas som EMU-indikatorer. Att studera tidsserieegenskaperna i växelkursnivån och växelkursvolatiliteten samt korrelationen mellan olika valutor har visat sig vara ett enkelt sätt att skapa sig en bild av marknadens förväntningar om vilka länder som kommer att bli medlemmar i EMU.

Från valutaoptioner, som ger mer framåtblickande information än tidsserie-metoder, kan man lätt ta fram den korrelation mellan två växelkurser som impliceras av optionspriserna. Både implicit korrelation och implicit terminskorrelation är lättolkade som indikatorer på markandens förväntningar. Genom att studera dessa indikatorer för länder som vi idag vet kommer att ingå i EMU 1999 kan vi konstatera att de fungerar på ett tillfredsställande sätt. I framtiden kommer det att vara av stort intresse att följa utvecklingen för de länder som inte kommer att gå med i EMU från start med hjälp av dessa indikatorer. I första hand handlar det om de fyra EU-länderna Storbritannien, Sverige, Danmark och Grekland. Blickar man än längre fram i tiden kan det bli intressant att studera de östländer som i dag har sökt EU-medlemskap och som kan tänkas komma att söka EMU-medlemskap i framtiden.

Appendix 1: GARCH modeller

Antag att vi vill modellera volatiliteten i SEK/DEM växelkursen. Låt s_t beteckna den logaritmerade prisförändringen (dvs. avkastningen) i växelkursen mellan tiden t och t–1, dvs. $s_t = \ln(SEK/DEM_t) - \ln(SEK/DEM_{t-1})$. Antag vidare att en konstant μ på bästa sätt beskriver den förväntade växelkursförändringen mellan två tidpunkter. Vi kan då modellera volatiliteten i växelkursförändringarna med hjälp av exempelvis en GARCH(1,1) modell enligt[20]:

$$s_t = \mu + \varepsilon_t, \qquad Var\left(\varepsilon_t \mid Information(t-1)\right) = \sigma_t^2, \tag{1:1}$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2. \tag{1:2}$$

På motsvarande sätt som man låter (1:1) och (1:2) beskriva avkastningen och variansen för en tillgång, kan man använda en multivariat GARCH modell för att simultant modellera varians-kovariansmatrisen för fler tillgångar. Om man exempelvis låter förändringarna i SEK/USD och DEM/USD växelkurserna ingå, kan varians-kovariansmatrisen för dessa modelleras på följande vis[21]:

$$\mathbf{H}_t = \mathbf{C}'\mathbf{C} + \mathbf{A}'\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}\mathbf{A} + \mathbf{B}'\mathbf{H}_{t-1}\mathbf{B}, \tag{1:3}$$

där **A**, **B** och **C** 2×2 är parametermatriser, $\varepsilon'_{t-1} = [\varepsilon_{SEK/USD,t-1} \;\; \varepsilon_{\mathrm{DEM/USD},t-1}]$ är en 1×2 residualvektor från ekvationen för det betingade medelvärdet, och

$$H_t = \begin{bmatrix} \sigma^2_{SEK/USD,t} & Cov_t(SEK/USD, DEM/USD) \\ Cov_t(SEK/USD, DEM/USD) & \sigma^2_{DEM/USD,t} \end{bmatrix} \tag{1:4}$$

är varians-kovariansmatrisen för förändringarna i SEK/USD och DEM/USD, betingat på tillgänglig information i föregående period.

Matris (1:4) ger alltså en skattning av den betingade variansen i (log-differensen av) SEK/USD och i DEM/USD, samt den betingade kovariansen mellan dessa båda växelkursavkastningar för varje tidpunkt. Korrelationen mellan den svenska kronan och D-marken relativt US-dollarn vid en viss tidpunkt t beräknas sedan ur (1:4) genom att utnyttja definitionen för en korrelationskoefficient:

$$\rho_t(SEK/USD, DEM/USD) = \frac{Cov_t(SEK/USD, DEM/USD)}{\sqrt{\sigma_t^2(SEK, USD)\sigma_t^2(DEM, USD)}} \tag{1:5}$$

[20] Modellen kan även generaliseras till en GARCH(p,q) specifikation, där fler laggade kvadrerade residualer och betingade varianser adderas till (1:2). I allmänhet är det dock tillräckligt att låta p = q = 1.

[21] Detta är en bivariat BEKK GARCH(1,1) modell som garanterar att den betingade varians-kovariansmatrisen är positivt definit; se Engle och Kroner (1995).

Appendix 2: Implicita korrelationer

Ett nödvändigt villkor för att kunna beräkna den implicita korrelationen är att det finns derivatinstrument vars priser är relaterade till korrelationen mellan två variabler. Valutaoptioner ger en unik möjlighet att beräkna implicit korrelation eftersom de underliggande tillgångarna, dvs. två valutor, direkt kan handlas mot varandra. Priset på en valutaoption är med andra ord i sig självt relaterat till förhållandet mellan de två valutorna.

För att arbitrage inte ska uppstå på avistamarknaden för valutor måste följande relation gälla mellan tre växelkurser vid en viss tidpunkt t:

$$\frac{SEK}{DEM_t} = \frac{SEK}{USD_t} \cdot \frac{USD}{DEM_t} = \frac{SEK}{USD_t} \Big/ \frac{DEM}{USD_t}. \tag{2:1}$$

Genom att logaritmera ovanstående uttryck får vi:

$$\ln\left(\frac{SEK}{DEM_t}\right) = \ln\left(\frac{SEK}{USD_t}\right) - \ln\left(\frac{DEM}{USD_t}\right). \tag{2:2}$$

Låt s beteckna differensen i log-växelkurserna mellan t och t–1:

$$s_{SEK/DEM} = \ln(SEK/DEM_t) - \ln(SEK/DEM_{t-1}), \tag{2:3}$$

dvs. den kontinuerliga avkastningen. Detta ger följande relation mellan avkastningarna för de tre valutaparen:

$$s_{SEK/DEM} = s_{SEK/USD} - s_{DEM/USD}. \tag{2:4}$$

Med hjälp av ekvation (2:4) kan variansen i SEK/DEM avkastningarna uttryckas som:

$$\sigma^2_{SEK/DEM} = \sigma^2_{DEM/USD} + \sigma^2_{SEK/USD} - 2Cov(DEM/USD, SEK/USD), \tag{2:5}$$

vilket följer av definitionen för variansen. Detta är ekvivalent med

$$\sigma^2_{SEK/DEM} = \sigma^2_{DEM/USD} + \sigma^2_{SEK/USD} - 2\sigma_{DEM/USD}\sigma_{SEK/USD}\rho_{DEM/USD,SEK/USD} \tag{2:6}$$

eftersom

$$\rho_{x,y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y}. \tag{2:7}$$

Genom att lösa ut korrelationskoefficienten ur (2:6) får man följande uttryck för korrelationen mellan SEK och DEM, relativt USD:

$$\rho_{DEM/USD,SEK/USD} = \frac{\sigma^2{}_{DEM/USD} + \sigma^2{}_{SEK/USD} - \sigma^2{}_{SEK/DEM}}{2\sigma_{DEM/USD}\sigma_{SEK/USD}}. \tag{2:8}$$

Om man ersätter standardavvikelsen i (2:6) med den implicita volatiliteten får man fram den implicita korrelationen.

Appendix 3: Implicita terminskorrelationer

För att kunna skatta implicita terminskorrelationer måste man först skatta löptidsstrukturen för volatiliteten för de tre valutapar som används. Löptidsstrukturen skattas vanligtvis genom att man anpassar någon slags ekvation till de observerade volatilitetsnoteringarna.[22] Bank of England använder en s.k. ”cubic spline”, dvs. ett tredjegradspolynom, för detta ändamål. Den här metoden är väldigt flexibel i den meningen att den anpassade kurvan kan anta komplicerade former med flera svängningar i olika riktningar. Detta är dock inte enbart en fördel, eftersom avvikande observationer som kan bero på temporära felprissättningar eller icke-simultana priser får stor genomslagskraft på den skattade kurvans utseende. Ytterligare en nackdel är att volatilitetskurvan tenderar att gå mot plus eller minus oändligheten då löptiden ökar mot oändligheten.

En alternativ metod som kan användas är Nelson och Siegels (1987) metod för modellering av terminsräntekurvor. Det här kan ses som ett naturligt val eftersom implicita terminsvarianser förhåller sig till genomsnittliga varianser precis som implicita terminsräntor förhåller sig till nollkupongräntor, dvs.

$$\bar{\sigma}^2(t,T) = \frac{1}{T-t}\int_t^T \sigma^2(\tau)d\tau. \tag{3:1}$$

[22] För de flesta europeiska valutor finns det kontinuerligt uppdaterade optionsnoteringar med löptider på en vecka, 1, 2, 3, 6, och 12 månader som kan användas för att skatta löptidsstrukturen.

Campa och Chang (1995) visar att, givet vissa antaganden, ovanstående relation även gäller approximativt för de kvadrerade volatiliteter som impliceras av Black-Scholes formel, även om variansen följer en stokastisk process av typen Hull-White (1987).

Enligt Nelson och Siegels modell ges den momentana terminsräntan, eller i vårt fall terminsvariansen med löptiden m av följande utryck:

$$\sigma^2(m) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \frac{m}{\tau_1} \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right), \tag{3:2}$$

där $\beta_0, \beta_1, \beta_2$, och τ_1 är konstanta parametrar som skattas. De tre termerna i högerledet av (3:2) kan i tur och ordning tolkas som de långsiktiga, kortsiktiga, respektive medelfristiga komponenterna i terminsvariansen.

Den genomsnittliga variansen under hela löptiden m kan erhållas genom att integrera (3:2) från 0 till m, och dividera resultatet med m, vilket ger följande uttryck för den genomsnittliga variansen mellan tiden t och t + m:

$$\bar{\sigma}^2(t, t+m) = \beta_0 + \beta_1 \frac{1-\exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)}{\frac{m}{\tau_1}} + \beta_2 \left[\frac{1-\exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)}{\frac{m}{\tau_1}} - \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right) \right]. \tag{3:3}$$

Rent praktiskt skattas de fyra parametrarna i modellen genom att man minimerar avståndet mellan observerade kvadrerade volatilitetsnoteringar och de värden som fås ur (3:2), exempelvis genom att minimera summan av kvadratavvikelserna:

$$\{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\tau}_1\} = \arg\min \sum_{i=1}^{N} (\sigma_i^2 - \bar{\sigma}^2(m_i))^2, \tag{3:4}$$

där σ_i^2 betecknar den kvadrerade implicita volatiliteten för option i, som noteras på marknaden. När parametrarna skattats kan den implicita terminsvolatilitetskurvan beräknas med hjälp av (3:2).

Som ett exempel på hur volatilitetsstrukturen kan se ut, visar diagram 3:1 de skattade implicita avista- och terminsvolatilitetskurvorna för SEK/DEM, den 5 maj 1998. Av diagrammet framgår det att volatiliteten i SEK/DEM växelkursen un-

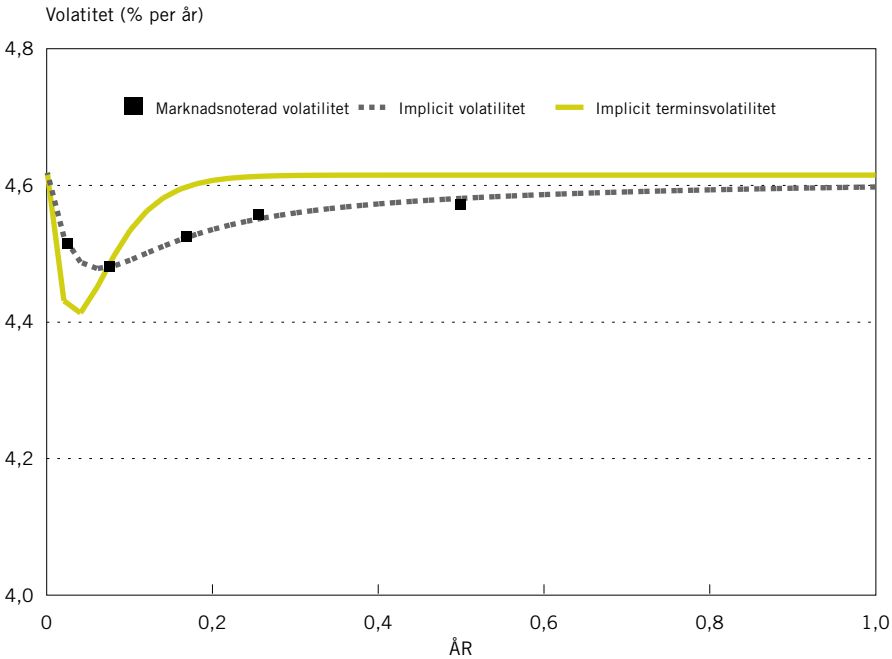
der det kommande året förväntas vara relativt stabil på samma nivå som idag (jfr. diagram 2).

Slutligen beräknas de implicita terminskorrelationerna med hjälp av de implicita terminsvolatiliteterna på samma sätt som vanliga implicita korrelationer. Den implicita terminskorrelationen med löptid m mellan exempelvis SEK/USD och DEM/USD blir således:

$$\rho_{SEK/USD,DEM/USD}(m) = \frac{\sigma^2_{SEK/USD}(m) + \sigma^2_{DEM/USD}(m) - \sigma^2_{SEK/DEM}(m)}{2\sqrt{\sigma^2_{SEK/USD}(m)\sigma^2_{DEM/USD}(m)}}. \qquad (3:5)$$

Resultatet kan tolkas som marknadens förväntning om korrelationen mellan den svenska kronan och D-marken gentemot US-dollarn vid en viss given tidpunkt m i framtiden.

Diagram 3:1. Löptidsstrukturen för SEK/DEM volatilitet, per den 5 maj 1998



Referenser

Bank of International Settlements, (1995), ”Central Bank Survey of Foreign Exchange and Derivatives Market Activity”

Black, F. och M. Scholes, (1973), ”The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, *Journal of Political Economy*, 81, 637–59.

Bollerslev, T. (1986), ”Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity”, *Journal of Econometrics*, 31, 307–327.

Butler C. och N. Cooper, (1997), ”Implied Exchange Rate Correlations and Markets Perceptions of European Monetary Union”, *Bank of England Quarterly Bulletin*, November 37, Number 4.

Campa J.M. och P.H.K. Chang, (1995), ”Testing the Expectations Hypothesis on the Term Structure of Volatilities in Foreign Exchange Options”, *Journal of Finance*, 50, 529–547.

Campa J.M. och P.H.K. Chang, (1996), ”The Forecasting Ability of Correlations Implied in Foreign Exchange Options”. NBER Working Paper 5974.

David F. Derosa ”Options on Foreign Exchange”, (1992), IRWIN Professional Publishing.

Dillén H. och M. Edlund, (1997), ”Förväntningar om EMU och ränteutvecklingen”, *Penning- och Valutapolitik*, 2, 26–39.

Engle, R.F. (1982), ”Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation”, *Econometrica*, 50, 987–1007.

Galati, G. och T. Kostas, (1996), ”The Information Content of Implied Volatility from Currency Options”, Bank of International Settlements.

Garman, M.B. och S.W. Kohlhagen (1983), ”Foreign Currency Option Values”, *Journal of International Money and Finance*, 2, 231–237.

Hull, J. och A. White, (1987), ”The Pricing of Options on Assets with Stochastic Volatilities”, *Journal of Finance*, 42, 281–300.

Jorion P., (1995), ”International Currency Relationship Information Revealed by Cross-Option Prices”, *The Journal of Futures Markets*, Vol. 17, No. 4, 369–384.

J.P. Morgan (1996) ”The EMU Calculator”.