RAMSES – en ny allmän jämviktsmodell för penningpolitisk analys

Malin Adolfson, Stefan Laséen, Jesper Lindé
och Mattias Villani[1]
Författarna är alla verksamma på APP; Adolfson och Villani på FOE och Laséen och Lindé på ME.

1. Inledning

Sveriges riksbank använder sedan något år tillbaka en ny makroekonomisk allmän jämviktsmodell av svensk ekonomi som går under namnet RAMSES (Riksbankens Aggregerade Makromodell för Studier av Ekonomin i Sverige). RAMSES används i arbetet med att göra prognoser, tolka den ekonomiska utvecklingen och till exempel beräkna effekter av olika penningpolitiska antaganden. Modellen har anpassats för att beskriva utvecklingen av ett antal centrala makroekonomiska tidsserier med hjälp av de bästa tillgängliga ekonometriska metoderna, och metodmässigt ligger modellen i den vetenskapliga frontlinjen. Med allmän avses att modellen i princip försöker förklara "hela" ekonomin och inte bara en viss del, t.ex. privat konsumtion eller arbetsmarknad. Det betyder dock inte att RAMSES beskriver alla väsentliga delar av svensk ekonomi lika väl.[2]

Modeller ger en helhetsbild

Innan vi går in mer i detalj på modellen i fråga, kan det dock vara på sin plats att fråga sig varför Riksbanken använder sig av formella modeller i den penningpolitiska analysen. Eftersom verkligheten är oerhört komplex är en modell, hur omfattande den än må vara, alltid en förenklad beskrivning av hur ekonomin fungerar. Icke desto mindre finns det stora fördelar med att använda sig av formella modeller som utnyttjar lärdomar från både ekonomisk teori och empiri. Det stora antalet korsberoenden mellan ekonomins olika delar och sektorer gör det svårt, för att inte säga omöjligt, att prognostisera den framtida ekonomiska utvecklingen, eller

[1] Vi har haft givande diskussioner och erhållit värdefulla kommentarer på artikeln av Kerstin Mitlid, Stefan Palmqvist, Staffan Viotti och Anders Vredin. För återstående fel och oklarheter faller dock ansvaret endast på författarna.

[2] Finanspolitiken och kreditmarknaden är exempelvis inte särskilt sofistikerat modellerade i RAMSES. Därför används i prognosarbetet även partiella modeller som fokuserar på en enskild variabel eller sektor – både ekonomisk-teoretiska modeller och sådana som främst bygger på statistiska samband.

att analysera hur en störning påverkar ekonomin, genom att separat studera enskilda samband. Genom att använda sig av en modell kan man istället skapa ett sammanhängande ramverk som ger en helhetsbild av de olika ekonomiska beståndsdelarna, och kan på så sätt undvika en fragmentarisk analys som kanske inte är förenlig i alla delar. En modell gör det sålunda lättare att göra en konsistent bedömning av den framtida utvecklingen av de olika ekonomiska komponenterna. Speciellt viktigt blir detta när alternativa antaganden om penningpolitikens utformning ska analyseras. Hur en ränteförändring påverkar inflationen beror inte bara på vilka effekter den får på efterfrågan, utan även på hur växelkursen berörs av en sådan förändring och vilka återverkningar detta får på exempelvis konsumtionsmönster och importerad inflation.

En annan fördel är att modellen kan fungera som ett redskap för att förstå den aktuella ekonomiska situationen och den kommande utvecklingen. Om man till exempel observerar ett minskat inflationstryck idag kommer det inte per automatik att leda till att den lämpliga ränteförändringen är en omedelbar sänkning. Hur penningpolitiken bör reagera beror på vad det är för faktorer som har förorsakat den lägre inflationen. Om inflationsnedgången exempelvis beror på utbudsfaktorer och således är förknippad med stigande BNP-tillväxt blir ränteresponsen naturligen svagare och mer gradvis än om inflationsnedgången skulle bero på efterfrågefaktorer och drivas av en snabbt fallande BNP-tillväxt. Ett annat exempel är en positiv löneutveckling. Räntan bör höjas endast om lönerna förväntas öka i snabbare takt än vad som bedöms vara förenligt med produktivitetsutvecklingen. En stark produktivitetsutveckling kan däremot motivera höga löneökningar som är förenliga med inflationsmålet utan att reporäntan behöver höjas.

Ytterligare fördelar är att man genom att ge struktur åt analysen med hjälp av modeller bättre kan förklara sina prognoser, och att en modell kan fungera som ett kommunikationsverktyg för att hålla ihop de interna analyserna och diskussionerna. Detta systematiska synsätt gör det även lättare att utvärdera de prognosfel som uppstår.

RAMSES innehåller trögheter och rationellt beteende

Vi återgår nu till att beskriva modellen i mer detalj. Att en modell är en allmän jämviktsmodell innebär att den utgår från att marknadsmekanismer skapar balans mellan utbud och efterfrågan på ekonomins olika marknader. Det finns andra prognosmodeller som är "allmänna" i den meningen att de beskriver sambanden mellan flera sektorer i ekonomin, utan att för den skull vara jämviktsmodeller. Det gäller exempelvis modeller som består av ett system av statistiska samband med begrän-

sat stöd i ekonomisk teori, t.ex. vektorautoregressiva (VAR) modeller.[3] Moderna allmän jämviktsmodeller utgår däremot normalt från vissa bestämda antaganden om de ekonomiska motiven bakom individers och organisationers beteende.[4] Enskilda individer och hushåll antas sträva efter att maximera sin "nytta" över livscykeln och företagen antas önska maximera det diskonterade nuvärdet av alla sina framtida vinster. Det rationella beteendet innebär också att individerna och företagen bygger sitt handlande på så bra prognoser om framtiden som det står i deras makt att göra. De har vad man kallar för rationella förväntningar. När Riksbanken använder RAMSES för att göra prognoser över den privata sektorns beteende, utgår man alltså från att t.ex. effekterna av penningpolitiken också påverkas av den privata sektorns prognoser för Riksbankens agerande.

Före 1980-talet var inte allmän jämviktsmodeller så vanliga i analyser och prognoser för inflationens och konjunkturens utveckling. De modeller som istället användes var s.k. keynesianska modeller. I denna typ av modeller antogs aktörerna i ekonomin styras av olika tumregler. Förväntningarna om framtiden antogs vanligen inte heller bildas på något rationellt sätt, utan istället vara enkla framskrivningar av tidigare mönster i data.

Att man valde att beskriva ekonomin på detta sätt berodde delvis på att man inte hade de tekniska verktyg (teorier och datorer) som behövdes för att kunna lösa komplicerade system av ekvationer med framåtblickande förväntningar. Men det berodde också på att de första årgångarna av allmänna jämviktsmodeller som användes i syfte att studera makroekonomiska förlopp tycktes stå i dålig samklang med data. Till exempel har Kydland och Prescotts (1982) grundläggande reala konjunkturcykelmodell som betonade utbudssidans betydelse för att förstå makroekonomiska förlopp kritiserats för bristande empirisk realism.[5] Ekonomin verkade präglas av mycket större trögheter än vad man borde förvänta sig om det vore marknadsmekanismer och rationella hushåll och företag som styrde utvecklingen.

De keynesianska modellerna, som istället betonade efterfrågans betydelse för att förstå konjunkturcykler, lyckades dock inte bibehålla sin relativt goda beskrivning av data under 1970-talet och framåt då stagflationen (låg tillväxt i kombination med hög inflation) gjorde sin entré i västvärlden och en rad strukturella skift inträffade som dessa modeller inte förmådde fånga upp.[6] En omfattande akademisk forskning med

[3] Se t.ex. Sims (1980).
[4] Se Kydland och Prescott (1982).
[5] Se exempelvis Cogely och Nason (1995).
[6] Se t.ex. Lucas (1976).

nya tekniska verktyg till sitt förfogande har under det senaste årtiondet utvecklat en ny generation av makroekonomiska allmänjämviktsmodeller. Där ligger tonvikten på utbudsfaktorer för att förklara den ekonomiska utvecklingen, men även efterfrågan har betydelse på kort sikt genom att det förekommer olika marknadsimperfektioner i kombination med nominella och reala trögheter. Marknadsimperfektionerna och trögheterna gör att modellernas förlopp efter olika störningar sker mer gradvist. Denna andra generation av makroekonomiska allmänjämviktsmodeller går under samlingsnamnet ny-keynesianska modeller, och har dokumenterat goda empiriska egenskaper.[7] Riksbankens nya modell RAMSES faller inom denna kategori.

Artikeln beskriver RAMSES struktur och egenskaper

Syftet med denna artikel är att ge en enkel men ingående beskrivning av modellens teoretiska struktur och dess empiriska egenskaper, samt att ge ett par exempel på hur modellen används i den löpande penningpolitiska analysen.[8] Artikeln har följande upplägg. I nästa avsnitt beskrivs RAMSES hörnstenar och modellens teoretiska egenskaper både på lång och kort sikt, med särskild betoning på Riksbankens beteende i modellen. Därefter exemplifierar vi modellens användningsområden på två sätt. Först beskrivs hur effekterna av två alternativa scenarier med högre löner skulle kunna undersökas i modellen. Sedan låter vi modellen tolka inflationsutvecklingen under 2003-2006 för att förstå de underliggande orsakerna till den låga inflationen under denna tidsperiod. Vi undersöker även vilken roll penningpolitiken spelade för att stabilisera och etablera inflationen på en lägre nivå under 1990-talet. I avsnitt 4 förklaras hur modellen estimeras på svenska data och RAMSES prognosförmåga jämförs med några andra alternativa prognosverktyg samt Riksbankens historiska bedömningar. Till sist redogör vi för några avslutande reflektioner.

2. Modellens teoretiska egenskaper

I detta avsnitt beskriver vi modellens teoretiska struktur och de mekanismer som bestämmer hur penningpolitiken påverkar resursutnyttjandet och inflationen på kort och lång sikt.

---

7 Se t.ex. Christiano, Eichenbaum och Evans (2005) samt Smets och Wouters (2003).

8 En detaljerad beskrivning av modellens teoretiska struktur ges i uppsatsen av Adolfson, Laséen, Lindé och Villani (2005). En mer utförlig empirisk utvärdering finns i artikeln av Adolfson, Laséen, Lindé och Villani (2007).

2.1 RAMSES HÖRNSTENAR

RAMSES består av en mängd olika hushåll och företag som samverkar på varu-, kapital- och arbetsmarknaderna. Liksom i många andra moderna ny-keynesianska allmän jämviktsmodeller antas att varu- och arbetsmarknaderna kännetecknas av vad som kallas monopolistisk konkurrens. Det innebär att företag och arbetstagare inte tar priser och löner för givna utan är medvetna om att de kan påverka sina egna priser och löner genom sitt beteende. Priserna och lönerna antas dock vara trögrörliga vilket innebär att penningpolitiken på kort sikt har reala effekter (dvs. påverkar exempelvis produktion och arbetsutbud) eftersom de nominella priserna och lönerna inte fritt kan anpassa sig vid en nominal ränteförändring.

I modellen finns en centralbank som bestämmer den korta räntan och en statlig sektor som antas finansiera sina konsumtionsutgifter med hjälp av skatter på arbete och konsumtion. Det finns en fristående utländsk ekonomi som antas inte påverkas av den inhemska, svenska, ekonomiska utvecklingen eftersom Sverige är en liten öppen ekonomi. Från omvärlden importeras både konsumtions- och investeringsvaror i modellen, och en del av den inhemska produktionen går på export till utlandet.

Utan de nominella trögheterna skulle RAMSES vara lik den första generationens makroekonomiska allmän jämviktsmodeller som t.ex. den reala konjunkturcykelmodell som presenterats av nobelpristagarna Kydland och Prescott (1982). I så fall skulle penningpolitikens utformning vara irrelevant för konjunkturcykelanalys, eftersom penningpolitikens effekter på realekonomin är mycket begränsade när priser och löner är helt flexibla, och penningpolitiken skulle då reduceras till att vara ett verktyg för att påverka inflationsnivån. En pedagogisk introduktion till en enkel real konjunkturcykelmodell och hur ny-keynesianska aspekter kan införlivas i en sådan ges av Goodfriend (2007). Den rekommenderas till läsning för den som vill få ökad förståelse för de grundläggande mekanismer som finns i allmän jämviktsmodeller. Beskrivningen som vi ger här begränsar sig till de viktigaste aspekterna i RAMSES.

Hushållen

Låt oss börja med att beskriva hushållens beteende i modellen. Hushållen antas maximera sin nytta av konsumtion och fritid över tiden, givet en begränsad budget där de får inkomster från både arbete och kapital. Hushållen har tillgång till en internationell kreditmarknad där de kan investera eller låna till de korta nominalräntor som bestäms av den inhemska och utländska centralbanken. Hushållen bestämmer hur mycket

de vill konsumera idag jämfört med imorgon och hur de ska fördela sin tid mellan arbete och fritid. Det senare sker genom att de bestämmer den lön de är villiga att jobba för under antagandet att lönerna är trögrörliga.[9] Givet lönen bestämmer sedan företagen efterfrågan på arbetskraft. Eftersom hushållen också är kapitalägare fattar de även beslut om hur mycket de ska investera i kapitalstocken som sedan lånas ut till företagen.[10]

Förutom de nominella trögheterna i modellen förekommer också reala trögheter. Hushållen vill inte ändra sitt konsumtionsmönster för snabbt och för företagen är det kostsamt att ändra sina investeringsplaner. På detta sätt kan modellen ta hänsyn till de trögheter man tycker sig se i data, men ändå utgå från att rationellt beteende och marknadsmekanismer styr vart ekonomin tar vägen på sikt. Man ska dock komma ihåg att de reala trögheterna i sig inte får till följd att penningpolitiken har kortsiktiga effekter, det är enbart de nominella trögheterna som åstadkommer detta. Men de reala trögheterna är likväl viktiga för att de påverkar hur penningpolitiken slår igenom.

Då Sverige är en liten öppen ekonomi med relativt omfattande handel med omvärlden måste sådana aspekter införlivas i modellen på något sätt. Vi har antagit att hushållens varukorgar består av både inhemskt tillverkade varor och importerade produkter. Inflationstakten mätt med UND1X omfattas därför i RAMSES av både en inhemskt genererad del, inflation på inhemska varor π_t^d, och av en utlandsrelaterad del, inflation på importerade konsumtionsvaror $\pi_t^{m,c}$. UND1X-inflationen (π_t) kan därför i log-linjäriserad form uttryckas som

$$\hat{\pi}_t = (1-\tilde{\omega}_c)\hat{\pi}_t^d + \tilde{\omega}_c\hat{\pi}_t^{m,c}, \tag{1}$$

där $\tilde{\omega}_c$ är vikten på importerade varor. Ungefär 35 % av varorna i UND1X-korgen brukar Statistiska centralbyrån hänföra som importerade. Man ska dock komma ihåg att priserna på dessa produkter till viss del består av inhemskt genererade förädlingskostnader, såsom exempelvis distributionskostnader i transport- och butiksled. Därför är den slutliga vikten i RAMSES satt till ca 27 %. Hur π_t^d och $\pi_t^{m,c}$ bestäms återkommer vi strax till när vi förklarar företagens beteende i modellen.

---

[9] Varje enskilt hushåll kan inte fritt välja sin lön varje period vilket gör att löneutvecklingen för ekonomin som helhet blir trögrörlig. Detta modelleras med hjälp av s.k. Calvo-sannolikheter (se Calvo, 1983), vilket innebär att vissa individer får välja exakt den lön som de vill ha medan andra individer istället får en uppräkning av sin tidigare lön med en schablon som inte tar hänsyn till de nya störningar som inträffat i ekonomin.

[10] Att hushållen äger företagen genom t.ex. direkta aktieinnehav, pensionsfonder eller annat fondsparande torde inte vara orimligt, även om dessa nivåer inte modelleras direkt. Detta förenklande antagande har dock ingen större betydelse för den analys som görs med modellen.

Eftersom RAMSES är en modell för en liten öppen ekonomi bör den också beskriva hur den nominella växelkursen bestäms. Utgångspunkten i modellen är ett så kallat ränteparitetsvillkor där kronan förutsätts flyta fritt. Som tidigare nämnts har hushållen tillgång till en internationell kreditmarknad där de kan investera i både inhemska och utländska ränteobligationer, men där de inhemska hushållen måste betala en riskpremie utöver den utländska korta räntan om de lånar kapital i utlandet. Det verkar rimligt att utgå från att växelkursen anpassar sig så att den förväntade avkastningen i SEK blir likadan oavsett vilket tillgångsslag hushållen placerar i, s.k. öppen ränteparitet. Det är dock välkänt att ett sådant villkor har relativt begränsat empiriskt stöd, varför vi har förändrat det så att de korrelationer man tycker sig ha funnit i data mellan riskpremien och den förväntade växelkursutvecklingen omfattas av räntevillkoret.[11,12]

Företagen

Vi fortsätter nu med att beskriva hur företagen agerar i RAMSES. Varumarknaden kännetecknas av monopolistisk konkurrens där varje inhemskt företag producerar en särskild sorts vara med hjälp av arbetskraft och kapital som de hyr in från hushållen. Varje företag har således en viss monopolställning vilket gör att de kan sätta sitt pris som ett påslag över sina nominella marginalkostnader.[13] Hur stort påslaget är på lång sikt beror på hushållens villighet att byta mellan de olika producenternas varutyper. Ju mer benägna konsumenterna är att ersätta en varutyp med en annan, desto mindre kommer företagens vinstmarginaler att bli på lång sikt. När företagen finner anledning att ändra sina påslag påverkar detta gradvis inflationen och med viss tidseftersläpning eftersom det i RAMSES antas att priserna är trögrörliga. Vanliga argument till att priser är trögrörliga är förekomsten av s.k. menykostnader, att det är kostsamt för företagen att inhämta ny information om efterfrågan eller om kostnadsstrukturen för en viss vara, och att företagen inte vill störa sina kundrelationer genom att ändra priset alltför ofta.[14] När det skett en förändring i ekonomin anpassas därför inte de nominella priserna omedelbart till en ny långsiktig och stabil jämvikt utan istället sker en gradvis anpassning. Skillnaden absorberas istället av påslaget som varierar när förutsättningarna ändras.

---

11 Se t.ex. Fama (1984) och Duarte och Stockman (2005) för test av öppen ränteparitet.

12 Se Adolfson, Laséen, Lindé och Villani (2007) för en närmare beskrivning av det modifierade ränteparitetsvillkoret och hur detta påverkar växelkursens bestämning och modellens empiriska egenskaper.

13 Matematiskt kan detta uttryckas som $P_t = \lambda_t^d MC_t$, där λ_t^d betecknar påslaget och MC_t företagets nominella marginalkostnader.

14 Att priser och löner är tröga är också något man finner i empiriska studier över svenska företags prissättningsbeteende (se t.ex. Apel, Friberg och Hallsten, 2005).

Företagen antas maximera det diskonterade nuvärdet av alla sina framtida vinster under antagandet att priserna inte fritt kan anpassas vid varje tidpunkt.[15] Att priserna är trögrörliga gör att förväntningar om framtida inflation spelar roll för företagens prissättning idag. Den framtida inflationen avspeglar hur marginalkostnaderna kan tänkas utvecklas framgent och företagen bestämmer därför sitt pris idag utifrån dessa förväntningar. Företagens vinstmaximering leder fram till den s.k. ny-keynesianska Phillipskurvan för inhemsk inflation som i en förenklad (log-linjäriserad) form kan uttryckas som:

$$\hat{\pi}_t^d = E_t(\hat{\pi}_{t+1}^d) + \gamma(mc_t + \hat{\lambda}_t^d), \tag{2}$$

där inflationen, $\hat{\pi}_t^d$, beror på den framtida förväntade inflationen, $E_t(\hat{\pi}_{t+1}^d)$, företagens reala marginalkostnader, mc_t, vilka motsvarar löneandelen i produktionskostnaderna (dvs. den reala enhetsarbetskraftskostnaden), och där $\hat{\lambda}_t^d$ ska tolkas som en störning som påverkar det önskade prispåslaget (t.ex. en förändrad konkurrenssituation). Parametern γ styr graden av trögheter i företagens prissättning: ju mer sällan företagen ändrar sina priser desto mindre värde antar γ vilket innebär att förändringar i kostnader och påslag inte får så stort genomslag på inflationen.

Ekvation (2) kan också skrivas som att inflationstakten $\hat{\pi}_t^d$ idag är en diskonterad summa av alla framtida reala marginalkostnader. Det innebär att om företagen ser att de reala marginalkostnaderna i framtiden ökar (exempelvis genom att nominallönerna ökar utöver tillväxten i produktiviteten), så kompenserar de delvis för detta genom att höja sina priser redan idag. Det gör att de reala marginalkostnaderna så småningom återgår till sitt jämviktsläge och inflationen likaså. Företagens beteende när de sätter sina priser är alltså framåtblickande i den här modellen, till skillnad från Phillipskurvorna i de tidiga keynesianska modellerna där företagen antogs vara mestadels bakåtblickande.

I RAMSES antas också att det finns särskilda importföretag som importerar konsumtions- och investeringsvaror från utlandet. Dessa köper upp intermediära varor på världsmarknaden som förädlas och säljs vidare till hushållen. Marginalkostnaden motsvarar därför inköpskostnaden uttryckt i svenska kronor. Ett exempel på sådana varor skulle kunna vara textilbeklädnad eller matvaror som återförpackas och därefter distribueras till konsumentledet. Importföretagen gör alltså sin specifika slutprodukt annorlunda jämfört med konkurrenterna vilket innebär att de har en viss monopolställning och sålunda kan sätta priset som ett påslag över

[15] Detta modelleras med hjälp av s.k. Calvo-sannolikheter, se Calvo (1983).

sina marginalkostnader. I en värld med flexibla priser skulle det optimala priset på importvaror därför ges av:

$$(3) \qquad P_t^m = \lambda_t^m P_t^* S_t ,$$

där λ_t^m är påslaget (vinstmarginalen), P_t^* världsmarknadspriset och S_t är den nominella växelkursen uttryckt som kostnaden i kronor för att köpa en enhet utländsk valuta. Importpriserna antas dock även de vara trögrörliga vilket gör att förväntningarna på framtida inflation spelar roll för prisbildningen. Trögheterna innebär också att importföretagen inte kan ändra sina priser fullt ut t.ex. när inköpskostnaderna stiger på grund av en svagare växelkurs. Modellen fångar därigenom på kort sikt vad man brukar kalla för ett ofullständigt växelkursgenomslag. Ett sådant innebär att företagen inte låter växelkursrörelser slå igenom till sina priser omedelbart och ett-till-ett, utan låter vinstmarginalerna absorbera en del av växelkursförändringen. Det kan bero på att man förväntar sig att förändringen i växelkursen endast ska bli tillfällig och att man då inte vill störa sina kundrelationer med återkommande prisförändringar. Det kan också bero på att företaget vill försvara sina marknadsandelar gentemot andra producenter som inte utsätts för samma påverkan av växelkursrörelser.

På liknande sätt exporteras de inhemskt producerade varorna till utlandet. I modellen ombesörjs detta av särskilda exportföretag som köper upp inhemska varor och därefter distribuerar dessa till de utländska hushållen. Exportföretagen sätter alltså sina priser på ett liknande sätt som importföretagen. Återigen antas att exportpriserna i utländsk valuta inte fritt kan ändras. Därför är växelkursgenomslaget ofullständigt även i exportsektorn (exempelvis innebär detta att priset på Volvobilar i USA inte stiger omedelbart då dollarn försvagas mot kronan).

Centralbanken

I RAMSES antas att Riksbanken bestämmer reporäntans nivå utifrån inflations- och BNP-utvecklingen. Detta är ett relevant sätt att beskriva penningpolitiken för de flesta länder med inflationsmål, men är givetvis en förenkling av verkligheten.[16] Ränteregeln i modellen har följande form

$$(4) \qquad R_t = f\left(\pi_t - \bar{\pi}_t, y_t, \Delta\pi_t, \Delta y_t, x_t, R_{t-1}\right) + \varepsilon_{R,t}$$

där *f* är en funktion som beskriver hur reporäntan (R_t) sätts i förhållande till gapet mellan den faktiska underliggande inflationen (se ekvation (1)) och inflationsmålet ($\pi_t - \bar{\pi}_t$), BNP-gapet i nivå (y_t)[17], förändringen i den

[16] I många ekonomiska modeller, liksom RAMSES, låter man penningpolitiken beskrivas med hjälp av en så kallad Taylor-regel, se Taylor (1993).

[17] BNP-gapet, y_t, definieras som den procentuella avvikelsen mellan faktisk BNP, Y_t, och den långsiktigt hållbara (steady-state) nivån på produktionen, $\bar{Y}_t$, dvs. $y_t = \ln Y_t - \ln \bar{Y}_t$.

underliggande inflationstakten ($\Delta\pi_t$), förändringen i BNP-gapet (Δy_t), det reala växelkursgapet (x_t)[18], och reporäntan i föregående period. Förekomsten av föregående periods reporäntenivå speglar trögheter i tolkningen av den nyinkomna informationen samt att man ogillar alltför snabba kast i räntesättningen. Riksbankens agerande enligt den föreslagna regeln blir då gradvist, ett beteende som vanligen benämns ränteutjämning (se t.ex. Woodford, 1999).

Parametrarna i den penningpolitiska regeln ovan är estimerade så att regeln ger en relativt god beskrivning av de räntebeslut Riksbanken faktiskt har fattat genom åren. Det betyder till exempel att man har höjt (sänkt) reporäntan om den underliggande inflationen har varit hög (låg) i förhållande till inflationsmålet eller om BNP-gapet har varit positivt (negativt). Avvikelser mellan de faktiska räntebesluten och de beslut som skulle ha fattats om modellens ränteregel följts exakt kan uppfattas som ett mått på penningpolitiska "överraskningar". Dessa överraskningar fångas av variabeln $\varepsilon_{R,t}$ som antas vara slumpmässig och oberoende över tiden. En del av dessa överraskningar kan sägas fånga tillfälliga förändringar i det penningpolitiska beteendet, medan en del kan tänkas bero på att Riksbanken i verkligheten höjer reporäntan i fasta steg om t.ex. 25 eller 50 punkter. Den penningpolitiska regeln i modellen har ju inte ett sådant trappstegsformat utseende.

Specifikationen av reaktionsfunktionen väcker åtminstone två viktiga frågor. Den första är varför Riksbanken inte antas reagera på de framtida inflationsutsikterna. Svaret är att reaktionsfunktionen ska betraktas som en s.k. "reducerad form" som innehåller det mesta av den relevanta information som bestämmer de framtida inflationsutsikterna. En annan viktig fråga är varför inte Riksbanken beaktar en större mängd variabler än vad som anges av ekvation (4), såsom huspriser och andra finansiella indikatorer. Svaret på denna fråga är att Riksbanken endast antas ta hänsyn till andra faktorer i den utsträckning de påverkar bankens uppfattning om resursutnyttjandet och inflationsutsikterna. Riksbanken antas således inte agera direkt på exempelvis en starkare husprisutveckling eller kredittillväxt.

Övriga delar

Eftersom RAMSES beskriver en liten öppen ekonomi påverkar den inhemska ekonomin inte utländsk BNP, inflation och ränta. De inhemska hushållen och företagen tar alltså de utländska variablerna för givna när de fattar sina beslut. Vi har därför låtit ett separat ekvationssystem beskriva hur dessa tre variabler samverkar.

[18] Det reala växelkursgapet x beräknas som den procentuella avvikelsen mellan den faktiska reala växelkursen och en antagen jämviktsnivå som är konstant i Adolfson m.fl. (2005, 2007) men tidsvarierande i den version av modellen som används i prognosarbetet.

Också den statliga sektorn modelleras med hjälp av ett separat ekvationssystem för de offentliga utgifterna, inkomstskatter, mervärdesskatter och arbetsgivaravgifter. Den statliga sektorn kan ha över- eller underskott i sin budget men detta över- eller underskott överförs direkt till hushållen. Hushållen ser alltså till att exempelvis ett statligt budgetunderskott kompenseras med ett ökat privat sparande, vilket gör att tillfälliga men varaktiga finanspolitiska interventioner har mycket begränsad roll i modellen.[19]

Det finns också en finansiell sektor i RAMSES, även om denna ger en synnerligen förenklad bild av verkligheten. Som tidigare nämnts har hushållen tillgång till en internationell kreditmarknad där de kan låna och investera. I modellen finns också en inhemsk finansiell intermediär där hushållen sätter in delar av sitt finansiella kapital och där företagen lånar kapital för att finansiera sina lönekostnader. En följd av detta är att ränteförändringar direkt påverkar företagens marginalkostnader. Detta är ett enkelt sätt att fånga att penningpolitiken har vissa effekter på utbudet i ekonomin genom att företagen ofta tar upp lån för att bedriva sin verksamhet.[20]

Förutom förändingar i omvärlden och finanspolitiken, påverkas konjunkturcykelfluktuationer även av vissa icke-observerbara stokastiska variabler, eller störningar, med olika sannolikhetsfördelningar. Dessa sannolikhetsfördelningar är utgångspunkten för estimering av modellen. Störningarnas storlek och förlopp över tiden bestäms när modellen estimeras utifrån sin koppling till de variabler som vi kan observera i data (se Appendix). Eftersom varje enskild störning träder in i modellens struktur på ett visst förutbestämt sätt kan var och en ges en bestämd tolkning. Dessa störningar, som antas vara exogena i modellen, fångar till exempel förändringar i produktivitet, preferenser eller företagens konkurrenssituation.[21]

Modellen kan formuleras som ett antal matematiska villkor som beskriver hur hushåll och företag uppträder utifrån antagandet om ett optimerande beteende med rationella förväntningar, och där Riksbanken reglerar den korta nominella räntenivån. RAMSES innehåller 24 sådana ekvationer. Tillsammans med ekvationerna som uttrycker de utländska förhållandena, hur finanspolitiken bedrivs, och hur störningarna till ekonomin fortlöper bildar de ett sammanhängande matematiskt system av icke-linjära differensekvationer som ganska väl beskriver hur ekonomin utvecklas över tiden.

---

[19] Man brukar kalla detta för att hushållen beter sig i enlighet med s.k. Ricardiansk ekvivalens. Detta innebär att hushållen bestämmer sina konsumtionsplaner utifrån den förväntade samlade inkomsten över hela sin livstid snarare än den faktiska inkomst de har just idag.

[20] En mer realistisk modell över interaktionen mellan penningpolitiken och den finansiella sektorn presenteras i Christiano, Rostagno och Motto (2007).

[21] Notera att detta sätt att se på störningar skiljer sig från keynesianska modeller där alla residualer uppfattas som "modellfel". Här kan de istället ges en strukturell tolkning.

2.2 MODELLENS LÅNGSIKTSDYNAMIK

Bland flertalet akademiskt verksamma nationalekonomer och i centralbanksvärlden råder sedan länge en utbredd syn att produktionens och sysselsättningens nivå på lång sikt inte påverkas av penningpolitiken utan styrs av utvecklingen av arbetskraft och teknologi. Detta synsätt präglar också RAMSES, och liksom i den etablerade litteraturen på området (se t.ex. Woodford, 2003) så antas inte penningpolitiken varaktigt kunna påverka vare sig produktionen eller nivån på sysselsättningen på lång sikt (dvs. i det s.k. steady-state).[22] Om Riksbanken skulle bestämma sig för att föra en mer expansiv politik skulle det på lång sikt bara leda till högre inflation.

Om vi betecknar den långsiktigt hållbara produktivitetstillväxttakten med μ_Y, så gäller att tillväxttakten i BNP per capita i steady-state ges av

$$(5) \qquad \frac{\bar{Y}_t - \bar{Y}_{t-1}}{\bar{Y}_{t-1}} \equiv \mu_Y ,$$

där $\bar{Y}_t$ indikerar att det är den långsiktigt hållbara nivån av BNP per capita i period t som avses.[23] Penningpolitiken kan inte varaktigt ge en högre produktionstakt och därmed högre sysselsättning. Inflationen är i detta perspektiv endast ett monetärt fenomen, vilket innebär att Phillips-kurvan – som visar sambandet mellan inflationen och något mått på resursutnyttjandet – är vertikal på lång sikt.

Riksbanken kan således inte påverka vare sig nivån på BNP eller tillväxttakten på lång sikt genom att ändra reporäntan. Däremot bestämmer centralbanken inflationstakten på lång sikt. Om inflationen ska vara 2 procent på lång sikt måste den korta nominalräntan på sikt uppgå till inflationsmålet (2 %) plus tillväxttakten i produktiviteten (säg 2,25 %), så att följande ekvation håller:

$$(6) \qquad \bar{R} = \bar{\pi} + \mu_Y ,$$

där avkastningen på den reala kapitalstocken, den s.k. realräntan, är approximativt lika med ekonomins produktivitetstillväxttakt, μ_Y.[24] Intuitionen bakom ekvation (6) är enkel: för att hålla en nominell obligation så krävs en avkastning i nominella termer som motsvarar den som hushållet skulle ha fått om det investerat i kapitalstocken istället (μ_Y) plus en kompensation för minskningen av tillgångens nominella köpkraft ($\bar{\pi}$).

---

[22] Med steady-state menar vi den jämvikt ekonomin befinner sig i då alla störningar har klingat av och då priser och löner är flexibla.

[23] På lång sikt bestäms BNP-nivån per capita av arbetsproduktivitetens utveckling (som i tillväxttakt sammanfaller med teknologins tillväxttakt). Tillväxttakten i BNP i sin tur ges av ökningen i BNP-nivån per capita plus tillväxttakten i arbetskraftsutbudet.

[24] Denna relation håller exakt i avsaknad av kapitalskatter och då diskonteringsfaktorn är lika med ett.

Eftersom RAMSES är en modell för en liten öppen ekonomi, bestäms även utvecklingen för den nominella växelkursen och den reala växelkursen på lång sikt i modellen. I den version av RAMSES som skattas och används i den interna analysen på Riksbanken, antas att det inhemska inflationsmålet är detsamma som i omvärlden och att den inhemska produktiviteten på lång sikt är densamma i Sverige och i omvärlden. Detta leder till att den reala eller nominella växelkursen varken apprecierar eller deprecierar på lång sikt (se fördjupningsrutan).

Den nominella växelkursen S_t mäter kostnaden i kronor för att köpa en enhet utländsk valuta. När S_t ökar (minskar) betyder detta att man får betala mer (mindre) per utländsk valutaenhet, dvs. kronan deprecierar (apprecierar). Valutakursen i modellen är ett vägt genomsnitt av olika valutakurser (TCW-index). Den reala växelkursen Q_t är per definition lika med $Q_t = S_t P_t^* / P_t$ där P_t^* betecknar utländskt konsumentprisindex och P_t inhemskt konsumentprisindex. På motsvarande sätt som för den nominella växelkursen sägs den reala växelkursen depreciera (appreciera) när Q_t ökar (minskar). Ett högre (lägre) värde på Q innebär således att kostnaden i kronor för att köpa en utländsk varukorg ökar i jämförelse med vad det kostar att köpa en svensk varukorg. Om vi låter μ_Y^* beteckna den utländska produktivitetstillväxten, så gäller att den nominella växelkursens utveckling på lång sikt bestäms enligt följande formel:

$$\text{(R.1)} \qquad \begin{aligned} \ln \bar{S}_{t+1} - \ln \bar{S}_t &= \bar{R} - \bar{R}^* \\ &= (\bar{\pi} + \mu_Y) - (\bar{\pi}^* + \mu_Y^*), \end{aligned}$$

där den andra likheten följer av ekvation (6) och där $\bar{\pi}^*$ betecknar den utländska inflationstakten och $\ln \bar{S}_{t+1} - \ln \bar{S}_t$ den procentuella förändringen i den nominella växelkursen.[25] Länder vars valutor försvagas på lång sikt bör således ha högre nominalräntor än omvärlden. En ytterligare implikation är att om den utländska och inhemska produktivitetstillväxten är densamma på lång sikt, så försvagas kronan på sikt om det inhemska inflationsmålet är högre än inflationsmålet i omvärlden.

[25] Ett implicit antagande i denna framställning är att de faktorer som styr riskpremiens kortsiktsdynamik inte har långsiktiga effekter på riskpremien och därför försvinner på lång sikt. Det innebär att den totala nettoförmögenheten gentemot utlandet som andel av BNP är irrelevant för växelkursens utveckling på lång sikt.

Om man använder definitionen på den reala växelkursen, relationen mellan den nominella växelkursen, inflationsmålet och produktivitetsdifferentialen i ekvation (R.1), så kan man härleda följande relation som bestämmer den reala växelkursens utveckling på lång sikt:

$$\text{(R.2)} \qquad \ln \overline{Q}_{t+1} - \ln \overline{Q}_t = \mu_Y - \mu_Y^* .$$

Vilket innebär att den reala växelkursens utveckling på sikt ytterst bestäms av produktivitetsdifferentialen mellan den inhemska ekonomin och omvärlden. Om den inhemska produktivitetstillväxten överstiger den utländska på lång sikt, kommer den reala växelkursen att depreciera på lång sikt.[26]

Resultatet, att ett lands växelkurs deprecierar om produktivitetstillväxten överstiger den i omvärlden, går stick i stäv med den s.k. Balassa-Samuelson-hypotesen (se Balassa, 1964, och Samuelson, 1964). Det finns visst empiriskt stöd för Balassa-Samuelson-hypotesen om man jämför utvecklingsekonomier och industrialiserade ekonomier, men stödet förefaller vara litet om man istället jämför reala växelkurser mellan välutvecklade ekonomier, se t.ex. Lee och Tang (2007) och referenserna däri. Eftersom TCW-index i huvudsak utgörs av växelkurser för industrialiserade länder verkar alltså RAMSES överensstämma någorlunda väl med vad man finner i data beträffande den reala växelkursen och produktivitetsskillnader.

2.3 EFFEKTER AV PENNINGPOLITIKEN PÅ KORT SIKT – EFTERFRÅGAN PÅVERKAS

Ovanstående beskrivning ger en bild av att penningpolitiken på lång sikt huvudsakligen verkar genom att stabilisera företagens och hushållens inflationsförväntningar till det kommunicerade inflationsmålet. Detta är en något annorlunda bild än den vardagliga, där man ofta hör argumentet att penningpolitiken påverkar inflationen genom sin påverkan på den samlade efterfrågan. Båda beskrivningarna är dock riktiga i RAMSES eftersom penningpolitiken har effekter på realekonomin på kort sikt när priserna och lönerna är trögrörliga.[27] Antagandet att penningpolitiken inte varaktigt kan påverka nivån på sysselsättningen eller produktionen är

[26] Rent logiskt måste den reala växelkursen depreciera i ett sådant tankeexperiment, för annars skulle till slut den inhemska ekonomin vara världsekonomin. Anledningen till att den reala växelkursen deprecierar är att priserna på svenska varor i utländsk valuta måste sjunka för att omvärlden ska vilja köpa den ökande exportvolymen i ett sådant fall. Ett alternativt sätt att tänka är att de svenska exportföretagen är mer produktiva än omvärlden i ett sådant fall och därför kan producera till en lägre kostnad. Därmed kan de också sälja till ett lägre pris jämfört med de utländska företagen utan att det resulterar i lägre vinster. Eftersom produktiviteten är direkt relaterad till realräntan i RAMSES, innebär ekvation (R.2) också att en högre realränta jämfört med omvärlden leder till en deprecierande real växelkurs i på lång sikt.

[27] Graden av trögheter i priser och löner bestäms empiriskt med hjälp av de bästa skattningstekniker som finns tillgängliga, se avsnitt 4.1 nedan.

det förhärskande synsättet bland nationalekonomer, och likväl råder stor enighet om att ekonomins kortsiktiga – "konjunkturmässiga" – utveckling inte bara styrs av förändringar i t.ex. utbudet av arbetskraft eller i produktionstekniken utan även av hur penningpolitiken utformas.[28]

Förutom de nominella trögheterna i RAMSES (pris- och lönestelheter), som är nödvändiga för att penningpolitiken ska kunna inverka på resursutnyttjandet så påverkas det ekonomiska förloppet i modellen även av reala trögheter. De två viktigaste reala trögheterna är vanebildning i hushållens konsumtionsbeteende (s.k. habit formation) och anpassningskostnader för att förändra investeringsgraden.[29] Dessa två trögheter gör att en penningpolitisk åtstramning får ett mer gradvist genomslag i ekonomin än vad som annars skulle vara fallet. Det är alltså en kombination av nominella och reala trögheter i RAMSES som ger upphov till rimliga effekter av en ränteförändring, eller vad man brukar kalla för den monetära transmissionsmekanismen.

I RAMSES leder en *tillfällig* höjning av reporäntan till att efterfrågan på varor och tjänster faller på grund av att realräntan stiger när priser och löner är trögrörliga. Med *tillfällig* höjning avses här att $\varepsilon_{R,t}$ ökar med exempelvis 0,25 % och att räntebanan tillbaka mot den långsiktiga jämvikten på 4,25 % bestäms av den systematiska delen av ränteregeln (dvs. hur den oväntade höjningen idag påverkar banorna för inflationstakten och BNP-gapet framöver). Det är rationellt för hushållen att minska sin efterfrågan på konsumtionsvaror, eftersom en högre ränta gör det mer lönsamt att spara och skjuta upp sin konsumtion till framtiden. Den högre räntan gör också att det blir mer kostsamt att låna upp pengar för att investera, och därmed faller investeringarna. Den lägre efterfrågan gör att produktionen faller, och därmed minskar företagen efterfrågan på arbetskraft och kapital. Detta för med sig att priset på produktionsfaktorerna minskar, vilket leder till ett fall i företagens marginalkostnader. Fallande marginalkostnader leder till att företagen efterhand börjar sänka sina priser, och därmed faller inflationstakten. Detta är den traditionella *räntekanalen*.

Eftersom RAMSES är en modell för en öppen ekonomi leder också räntehöjningen till att kronans värde stiger i förhållande till andra valutor, vilket i sin tur leder till en försämrad handelsbalans. Detta förstärker fallet i efterfrågan i viss utsträckning. Även inflationstakten påverkas eftersom kronans högre värde leder till lägre priser på importerade varor samtidigt som den minskade nettoexporten leder till en minskning i inhemsk

[28] Eftersom penningpolitiken har reala effekter på kort sikt så påverkar koefficienterna i den systematiska delen av reaktionsfunktionen hur olika störningar påverkar ekonomin. Se t.ex. Giavazzi och Mishkin (2006) för en mer ingående diskussion.

[29] Relevansen av de två reala trögheterna har bestämts genom att man utvärderat modellens anpassning till den historiska variationen i data.

efterfrågan och därmed bidrar till en dämpning av den inhemska prisutvecklingen. Denna kanal för hur penningpolitiken påverkar ekonomin benämns vanligen *växelkurskanalen*.

Med tiden kommer både hushållen och företagen att justera sina priser och nominallöner neråt i allt högre grad till följd av att räntehöjningen resulterat i en minskning av den nominella penningmängden. Därmed minskar penningpolitikens genomslag på aktivitetsnivån i ekonomin. Till slut har alla företag och hushåll fullt ut anpassat priserna och lönerna och då återgår ekonomin till den prognosbana som förelåg om reporäntan inte hade höjts. Inflationen återgår till inflationsmålet, BNP-nivån återgår till steady-state jämviktsbanan $\overline{Y}_t$ och räntan är tillbaka vid utgångsläget. Den penningpolitiska åtstramningen påverkar alltså inte nivån eller tillväxtbanan för BNP på lång sikt i enlighet med ekvation (5) ovan. Ett alternativt sätt att tänka på detta är att BNP-nivån på lång sikt är helt utbudsbestämd och att penningpolitiken verkar som en efterfrågestörning som endast påverkar BNP-gapet på kort- och medelfristig sikt.

3. Modellens användningsområden

En viktig del i Riksbankens analys kring den framtida ekonomiska utvecklingen är så kallad scenarioanalys, där olika tänkbara framtida förlopp kring exempelvis löner, räntenivåer eller en annorlunda omvärldskonjunktur utreds. RAMSES kan användas för att analysera de sammantagna effekterna av ett föreslaget alternativscenario. Detta görs genom att man låter en eller flera exogena störningar generera en alternativ ekonomisk utveckling i modellen. Störningarna kan till exempel fånga ändrad produktivitet eller ändrade påslag hos företagen. Modellens övriga prognoser betingas därefter på den fastlagda utvecklingen för dessa variabler.[30] På samma sätt kan man också studera hur modellens dynamiska förlopp i de olika alternativscenarierna påverkas av alternativa antaganden om till exempel graden av nominella trögheter eller den förda penningpolitiken.

I nedanstående avsnitt exemplifierar vi hur två alternativscenarier kan analyseras inom ramen för RAMSES och hur modellen kan strukturera en sådan analys. Det första scenariot som analyseras är att hushållen driver igenom reallöneökningar utöver rådande produktivitetsutrymme (avsnitt 3.1), och det andra scenariot är en situation där tillfälliga men varaktiga produktivitetsökningar motiverar en högre reallöneutveckling än normalt (avsnitt 3.2). Det är alltså i båda fallen frågan om reallöneökningar men orsakade av olika typer av störningar.

[30] Störningarna i RAMSES beskriver, som tidigare har nämnts, förhållanden som inte kan förklaras inom modellen (se avsnitt 2.1) varför störningarna kan revideras så att den önskvärda banan för en viss variabel replikeras av modellen.

Men RAMSES kan inte bara användas som ett prognos- och scenarioverktyg. Riksbanken är också intresserad av att försöka förstå nuläget i ekonomin och vad som huvudsakligen har drivit utvecklingen under den senaste tiden. Detta är naturligtvis information som också hjälper till att bedöma den fortsatta ekonomiska utvecklingen. Med hjälp av en modell kan man analysera orsakerna till en viss ekonomisk utveckling. Eftersom störningarna i RAMSES kan ges en ekonomisk tolkning (ett exempel är störningen som fångar produktivitetsframsteg) kan man bilda sig en uppfattning om vilka störningar som har varit väsentliga för ekonomins historiska utveckling genom att en i taget utesluta dessa från modellen. Man kan då få en fingervisning om vad som hade hänt i ekonomin utan olika störningar. Exempelvis, vilken betydelse den höga produktiviteten har haft för den låga inflationen under 2000-talet och hur inflationsutvecklingen hade tett sig i frånvaro av den oväntat höga produktiviteten. I avsnitt 3.3 ger vi prov på en sådan övning, där vi låter modellen tolka orsakerna till den låga inflationen under de senaste tre åren.

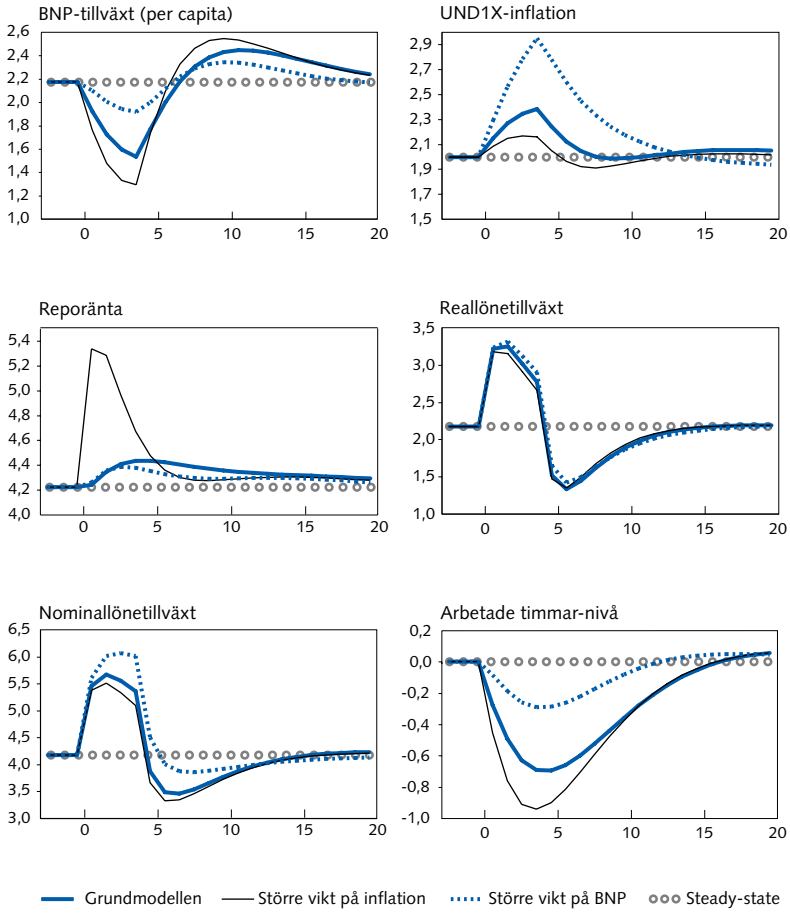
3.1 ALTERNATIVSCENARIO MED HÖGRE LÖNER – HÖGRE INFLATION OCH LÄGRE TILLVÄXT

I diagram 1 visas ett exempel på ett sådant alternativscenario med högre löner. Reallönernas ökningstakt antas tillfälligt höjas med ca en procentenhet från sin långsiktigt stabila tillväxttakt på 2,2 % till ca 3 %.[31] Figuren visar hur inflation, ränta, BNP, nominallön och arbetade timmar ändras i ett sådant scenario. Den högre löneökningstakten leder till att företagens efterfrågan på arbetskraft minskar och BNP-tillväxten faller under den långsiktigt stabila ökningstakten. Eftersom ökningen i reallönen ej motsvaras av en ökad produktivitet minskar företagen sin efterfrågan på arbetskraft vilket gör att antalet arbetade timmar faller. De högre löneökningarna leder också till att företagens marginalkostnader stiger vilket ökar inflationen.

Hur mycket och hur snabbt inflationen stiger beror på den förda penningpolitiken. Den heldragna linjen beskriver skeendet då Riksbanken sätter räntan ungefär i enlighet med sina historiska räntebeslut, dvs. man följer den estimerade ränteregeln. Enligt denna kommer Riksbanken att höja räntan med ca 20 punkter för att få inflationen att återgå till sin långsiktiga jämvikt på ungefär två års sikt. Räntehöjningen bidrar också till att BNP-tillväxten faller.

[31] Detta genereras i modellen med hjälp av en störning till arbetskraftsutbudet som minskar. Storleken på störningen som matas in i modellen är satt till 0,59 % vilket motsvarar den estimerade standardavvikelsen i densamma. Responsen i reallönen bestäms sedan i modellen utifrån hur reallönens övriga bestämningsfaktorer påverkas av exempelvis den penningpolitiska reaktionen på denna störning. Även om vi här utgår ifrån steady-state kan scenariot naturligtvis också läggas runt ett specifikt huvudscenario.

Diagram 1. Genomsnittlig ekonomisk utveckling med högre löner och varierande penningpolitisk åtstramning.
Årlig procentuell förändring



För att illustrera de penningpolitiska avvägningar Riksbanken ställs inför vid ett dylikt scenario har också två alternativa penningpolitiska responser ritats in figuren. Den tunna svarta linjen visar utvecklingen då Riksbanken lägger stor vikt vid inflationsmålet (och tar liten real hänsyn) medan den prickade linjen istället visar vad som händer när Riksbanken fäster större vikt vid den reala stabiliteten.[32] Då ingen nämnvärd real hänsyn tas, ser vi att Riksbanken kraftigt höjer räntan till dryga 5 % för att dämpa inflationstrycket i ekonomin. Detta får till följd att BNP-tillväxten dämpas ytterligare något mer än i huvudexemplet (heldragen linje).

[32] Scenariot med högre vikt vid inflationen (tunn svart linje) är genererat utifrån ränteregeln där responskoefficienterna till inflationsavvikelser från målet och förändringar i inflationen är satta till 5 respektive 2,5, och koefficienterna på nivån och förändringen i BNP-gapet satts till 0. Scenariot med högre vikt vid BNP (prickad linje) är genererat när koefficienterna på BNP-gapet och förändringen i BNP-gapet har ökats till 1 och 0,5. Detta ska jämföras med den heldragna blå linjen som är genererad utifrån modellens estimerade ränteregel. Koefficienterna på inflation och inflationsförändringar är 1,7 och 0,3 medan responsen till BNP-gapet och förändringar i BNP-gapet är 0,04 respektive 0,1.

Om Riksbanken däremot lägger större vikt vid den reala stabiliteten än vid inflationsmålet kommer detta att innebära att räntan endast marginellt ändras när inflationen stiger. För att undvika ett stort fall i den reala tillväxten låter man alltså inflationen skjuta i höjden och motverkar därigenom de realekonomiska löneökningarna. På lite längre sikt kommer ökningstakten i reallönen temporärt att avta och sjunka under den långsiktigt hållbara tillväxten, så att reallönenenivån kan återgå till sin långsiktiga utvecklingslinje. Eftersom störningen är av tillfällig karaktär återgår också BNP-nivån till den långsiktigt uthålliga banan.

Diagrammet visar alltså att Riksbanken vid ett dylikt scenario inte samtidigt kan stabilisera både inflationen och BNP. En avvägning mellan nominell och real volatilitet måste därför göras.

3.2 ALTERNATIVSCENARIO MED HÖGRE PRODUKTIVITET – LÄGRE INFLATION OCH HÖGRE TILLVÄXT

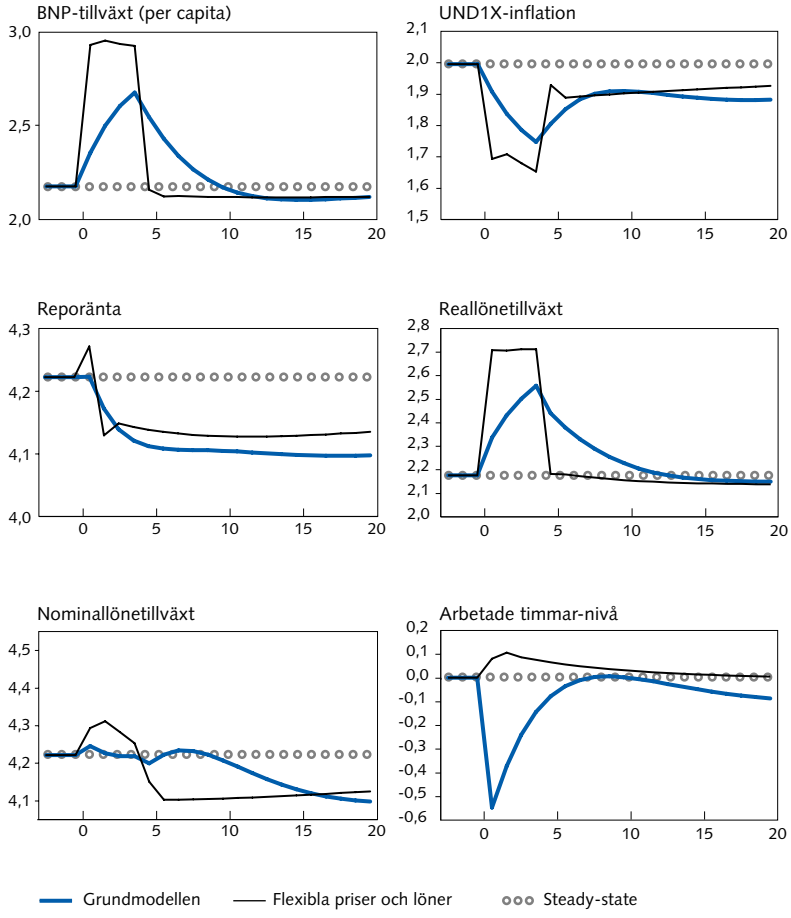
I vårt andra experiment antar vi istället att reallönerna ökar på grund av att totalfaktorproduktiviteten (TFP) ökar varaktigt men inte permanent. Varaktigheten i ökningen ges av modellens skattning, och är således en välgrundad gissning, på basis av den information som är tillgänglig idag, av den genomsnittliga varaktigheten i teknologiskt drivna produktivitetsförbättringar.

Precis som tidigare redovisar vi resultat för flera varianter av modellen i diagram 2. För det första redovisas resultaten för den modell som faktiskt används i analysen på Sveriges riksbank (grundmodellen). Förutom denna redovisas också en variant där vi har tagit bort de nominella och reala friktionerna ur RAMSES så att modellen blir en real konjunkturcykelmodell, liknande Kydland och Prescotts (1982), för en liten öppen ekonomi.

Som framgår av diagram 2 så stiger reallönen kraftigt efter en positiv störning till TFP, i likhet med experimentet i diagram 1. Men till skillnad från i diagram 1, så faller inflationen eftersom ökningen i reallönen är mindre än den underliggande ökningen i produktiviteten på grund av att lönerna justeras gradvis. Detta resulterar i ett fall i företagens marginalkostnader. Prisökningarna och reallöneökningarna går åt motsatt håll varför nominallönen endast förändras lite i förhållande till den långsiktiga tillväxtbanan. BNP-tillväxten per capita stiger trots att antalet arbetade timmar minskar. Även om BNP-tillväxttakten stiger sänker Riksbanken räntan eftersom inflationsnedgången tillmäts större vikt i den penningpolitiska reaktionsfunktionen i modellen. Eftersom störningen är mycket varaktig sker sedan anpassningen tillbaka till den långsiktiga jämvikten (steady-state) relativt långsamt.[33]

[33] Varaktigheten i TFP-ökningen är sådan att 60 % av ökningen i TFP kvarstår efter 5 år, dvs. roten i den underliggande AR(1)-processen för den tillfälliga ökningen i TFP uppgår till 0.975.

Diagram 2. Genomsnittlig ekonomisk utveckling med högre produktivitet, med och utan nominella och reala friktioner.
Årlig procentuell förändring



Om man jämför responserna i grundmodellen med dem som man får om de nominella och reala friktionerna tas bort ur modellen ser man att effekterna uppstår och klingar av betydligt snabbare i den senare. I den reala konjunkturcykelmodellen stiger reallönen så snabbt att även nominallönen ökar inledningsvis. Eftersom störningen är tillfällig kommer ekonomin att återföras till de tidigare prognosbanorna för nivån på de reala variablerna (såsom t.ex. BNP per capita). Därför blir tillväxttakten lägre jämfört med den långsiktiga tillväxten (steady-state) under lång tid framöver.

En viktig skillnad mellan de två modellerna ligger i responsen för antalet arbetade timmar. I modellen utan några nominella eller reala friktioner stiger utbudet av arbetskraft medan det faller kraftigt i grundmodellen. Att utbudet av arbetskraft stiger efter en produktivitetsstörning är i linje med förutsägelsen från enkla reala konjunkturcykelmo-

deller (Goodfriend, 2007; Kydland och Prescott, 1982), och beror på att hushållen och företagen drar nytta av att de är mer produktiva under en period. I modellen med de nominella och reala friktionerna finner hushållen inte att det är lönt att arbeta mer. I RAMSES kan därför en sådan här ökning av produktiviteten generera en hög BNP-tillväxt som samtidigt är förknippad med en minskning av antalet sysselsatta och antalet arbetade timmar. Detta förefaller att väl spegla utvecklingen i den svenska ekonomin under 2003-2005.

Av dessa övningar och alternativscenarier framgår att en modell som RAMSES kan ge mycket värdefull information om aktuella penningpolitiska problem. Vi har belyst konsekvenserna av en snabb produktivitetsutveckling, något som utmärkt svensk ekonomi under senare år, och konsekvenserna av snabba lönestegringar, ett riskscenario som många har i åtanke när man blickar framåt ett par år.

3.3 VARFÖR SÅ LÅG INFLATION 2003-2006?

RAMSES kan också utnyttjas för att belysa drivkrafterna i den tidigare ekonomiska utvecklingen genom att man spjälkar upp modellens prognoser i dess underliggande komponenter. För att åskådliggöra hur detta görs låter vi modellen filtrera ut orsakerna till den låga inflationen under de senaste åren.

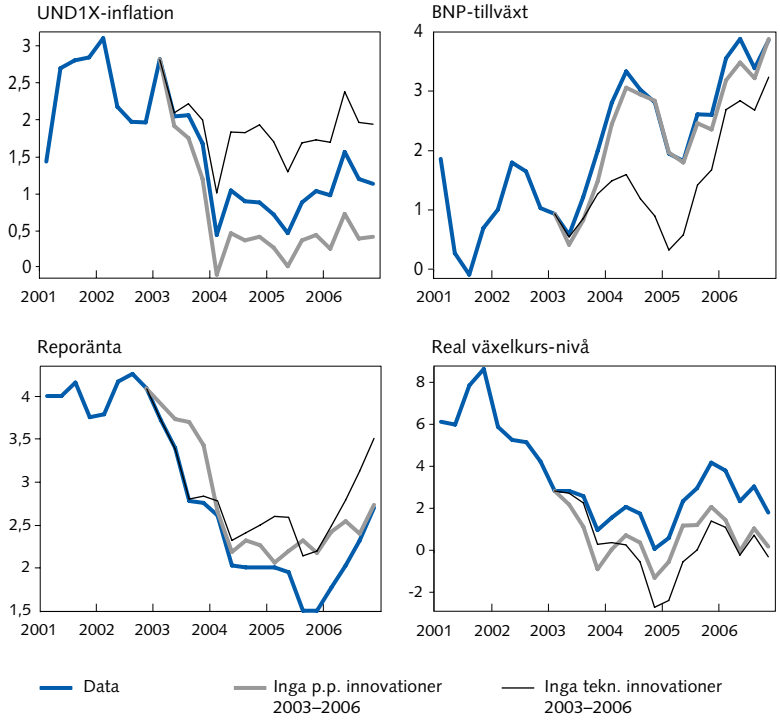
Diagram 3 visar utfall och modellprognoser över inflation, BNP-tillväxt och ränta under 2003-2006. Den blå linjen markerar verkliga utfallsdata. Den svarta linjen visar modellens prognoser för vad inflationen skulle ha blivit om inga nya produktivitetsstörningar hade förekommit under prognosperioden. Ekonomin antas alltså inte utsättas för några teknologiska förbättringar (eller försämringar) utöver den årliga tillväxten om 2,2 %. Den grå linjen i sin tur visar hur modellprognoserna (inklusive produktivitetsförbättringarna) skulle ha utvecklats om Riksbanken strikt hade följt den estimerade ränteregeln.

Av diagrammet framgår att BNP-tillväxten föll ut högre än modellen hade förespått i avsaknad av produktivitetsstörningar. Modellen tolkar alltså skillnaden mellan den blå och den svarta linjen som att en rad teknologiska innovationer förbättrade produktiviteten under 2003-2006 vilket i sin tur resulterade i hög BNP-tillväxt och höga reallöneökningar. Den högre produktiviteten ledde också till att företagens marginalkostnader sjönk varför inflationen föll ut lägre än man kunde ha förväntat sig utan dessa produktivitetsförbättringar. Räntan kunde alltså hållas lägre än vad som annars skulle ha blivit fallet (skillnaden mellan den blå och den svarta linjen).

Diagrammet visar också att penningpolitiken under samma period har varit ovanligt expansiv. Att den grå reporäntebanan ligger över utfallsdata

ska tolkas som att en rad expansiva "ränteöverraskningar", jämfört med det genomsnittliga historiska mönstret, inträffade under denna tidsperiod. Inflationen skulle sålunda ha varit ännu lägre om inte Riksbanken under 2003-2006 kontinuerligt hade sänkt räntan något mer än den estimerade ränteregeln förebådade. Det i sin tur ledde till att den reala växelkursen deprecierade något mer än vad annars skulle ha varit fallet. Sammantaget hade detta dock ganska små effekter på BNP-tillväxten under denna period.

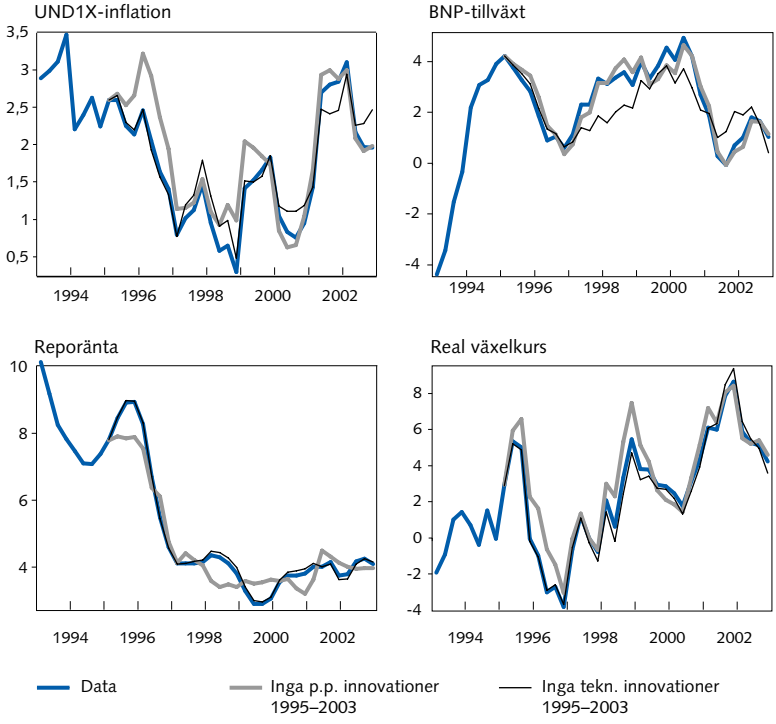
Diagram 3. Utfall och modellprognoser 2003–2006 med olika antaganden om de ekonomiska störningarna under prognosperioden.
Procent



Modellens tolkning av händelseutvecklingen under 2003-2006 är sålunda att högre produktivitet drev ner inflationen under dessa år, men att inflationen hade kunnat vara ännu lägre om inte penningpolitiken samtidigt blivit mer expansiv än vanligt. Är det då så att RAMSES alltid översätter en låg inflation till produktivitetsförbättringar? För att svara på detta visar vi i diagram 4 en liknande analys där modellprognoserna har spjälkats upp i samma två komponenter (produktivitet och penningpolitik) redan från 1995. Diagrammet åskådliggör att det under exempelvis 1997-1998 inte förelåg någon större skillnad mellan modellens prognoser utan produktivitetsinnovationer (svart linje) och det faktiska inflationsutfallet (blå linje). Enligt RAMSES var det alltså inte förändringar i produktiviteten som orsakade den låga inflationen vid detta tillfälle.

Diagrammet visar också att räntehöjningen under 1995 delvis berodde på en penningpolitisk åtstramning. Reporäntans faktiska utfall var högre än vad modellen hade prognostiserat utifrån den estimerade ränteregeln (utan några penningpolitiska "överraskningar"). Värt att notera är dock att om Riksbanken inte hade fört denna relativt strama penningpolitik så skulle den underliggande inflationen enligt modellen ha uppgått till dryga 3 procent i början av 1996 (grå linje). Enligt modellen kom dock den penningpolitiska åtstramningen lite sent vilket gjorde att denna intervention bidrog till ett något lågt inflationstryck under främst 1998.

Diagram 4. Utfall och modellprognoser 1995–2003 med olika antaganden om de ekonomiska störningarna under prognosperioden.
Procent



4. Modellens empiriska egenskaper

I detta avsnitt ger vi en beskrivning av modellens empiriska egenskaper och hur modellens parametrar har skattats på svenska data. I likhet med Adolfson m.fl. (2006) anser vi att det är viktigt att utvärdera RAMSES empiriska egenskaper för att det säger något om i vilken utsträckning modellens förutsägelser ovan förtjänar att tas på allvar. Eftersom RAMSES används i en prognosmiljö faller det sig naturligt att utvärdera modellens prognosegenskaper snarare än att fokusera på modellens

förmåga att anpassa sig till historiska data. För att kunna säga huruvida RAMSES har goda prognosegenskaper eller ej, jämför vi modellens prognoser med Riksbankens egna prognoser samt ett antal statistiska prognosverktyg som har dokumenterat goda prognosegenskaper. Detta upplägg är detsamma som i Adolfson m.fl. (2006).

4.1 ESTIMERING AV MODELLEN MED BAYESIANSKA METODER

Målet i estimeringsfasen av modellarbetet är att hitta de värden på parametrarna där RAMSES ger bäst anpassning till den historiska utvecklingen av ett antal makroekonomiska tidsserier. RAMSES teoretiska *modellvariabler* länkas genom s.k. *mätekvationer* till statistiska mätningar av produktion, priser, löner, räntor etc. (se även Appendix). Det är inte nödvändigt att inkludera en mätvariabel för varje modellvariabel. En del modellvariabler saknar i princip empiriska motsvarigheter (såsom t.ex. några av störningarna) medan andra endast kan mätas på ett icke tillfredställande sätt.[34] Estimeringsproceduren använder då RAMSES modellstruktur i kombination med de valda mätvariablerna för att skapa sig en uppfattning om de modellvariabler som vi inte har några mätningar på.[35] Det är dock viktigt att inkludera en tillräckligt informativ uppsättning mätvariabler för att möjliggöra *identifikation* av modellens parametrar och de underliggande icke-observerbara modellvariablerna såsom t.ex. kapitalstocken. Vid estimationen av RAMSES används för närvarande följande 15 makroekonomiska variabler: BNP-deflatorn, konsumtion, investeringar, reallöner, real växelkurs, reporäntan, arbetade timmar, BNP, export, import, UND1X, investeringsdeflatorn, utländsk BNP, utländsk inflation samt utländsk ränta.

Vid estimationen av RAMSES används data från och med första kvartalet 1986 till idag.[36] Vid valet av estimationsperiod står man inför en konflikt mellan kvantitet och kvalitet: å ena sidan vill vi ha mycket data för att öka precisionen i parameterskattningarna, men data bör samtidigt vara insamlade under en period utan större strukturella förändringar. Man kan argumentera för att huvuddelen av avregleringarna på de finansiella marknaderna var genomförda först vid ingången av 1986 och att detta datum därför är en rimlig bortre gräns för estimationsperioden. Nästa stora strukturella förändring av svensk ekonomi kan dateras till slutet av 1992, när Sverige övergav den fasta växelkursen och Riksban-

[34] Exempel på den senare typen av variabler är kapacitetsutnyttjandet och kapitalstocken. Dessa två variabler är behäftade med stora mätfel eftersom det är svårt att värdera en effektiv kapitalstock och då det vid enkätundersökningar om kapacitetsutnyttjandet är svårt att veta vad företagen egentligen svarar på.

[35] Den tekniska beskrivningen är att modellen sätts upp på s.k. *state-space form* och *Kalman-filtret* används för att uppskatta de modellvariabler som inte har ekvivalenter i mätekvationerna.

[36] Ytterligare 5 år av data från perioden 1980-1985 används initialt för att skapa en uppfattning om var det ekonomiska systemet befann sig vid ingången av estimationsperioden, dvs. vid 1986 kvartal 1.

ken snart därefter annonserade en övergång till inflationsmålspolitik. Istället för att ytterligare krympa datamängden till perioden efter 1992 modelleras denna strukturförändring i modellen via olika penningpolitiska handlingsregler under perioderna 1986-1992 och 1993-idag.

Vid estimationen av RAMSES har Riksbanken använt sig av s.k. *Bayesianska metoder*. Bayesiansk metodik kombinerar informationen i mätvariablerna med s.k. *apriori-information* om modellens parametrar.[37] Apriori-information är kunskap om modellens parametrar som härrör från andra källor än de valda mätvariablerna. Det kan röra sig om information från andra studier av liknande modeller för andra länder, eller olika typer av mikroekonomiska data, eller t.o.m. information av institutionell karaktär som uppgifter om avtalsperioder i lönerörelsen.[38] Bayesiansk metodik använder *Bayes sats* för att på ett optimalt sätt väga samman informationen i data med apriori-informationen. Utöver möjligheten att komplettera informationen i data med annan information, så ger den Bayesianska metodiken en bättre empirisk utvärdering av modellen och har fördelen att estimationsosäkerheten kan införlivas i t.ex. prognosintervall på ett naturligt sätt.

4.2 DEN ESTIMERADE MODELLENS PROGNOSEGENSKAPER

Som tidigare har nämnts kan RAMSES användas för att på ett konsistent sätt göra prognoser om den framtida ekonomiska utvecklingen samt tolka och förstå denna. För att illustrera modellens prognosegenskaper jämför vi i detta avsnitt RAMSES prognoser med andra prognosmodeller samt Riksbankens officiella bedömningar i inflationsrapporterna. Vi jämför också träffsäkerheten i de olika prognosverktygen genom att utvärdera den genomsnittliga prognosförmågan.

[37] För den som är intresserad av en bra introduktion av Bayesiansk analys rekommenderas Koop (2003). An och Schorfheide (2007) ger en introduktion till Bayesiansk estimation av allmänjämviktsmodeller.

[38] Ett bra exempel på använd apriori-information är enkätundersökningen av Apel, Friberg och Hallsten (2005) som studerar hur ofta svenska företag ändrar sina priser. Dessa mikroekonomiska data ger alltså vägledning om den lämpliga graden av priströgheter i modellen.

Faktiska inflationsprognoser från olika modeller

Diagram 5 visar faktiska utfall för den årliga UND1X-inflationen och prognoser åtta kvartal framåt, gjorda vid ett tjugotal olika tidpunkter mellan 1999K1 och 2006K2. Det första diagrammet visar RAMSES prognoser, det andra prognoser från en Bayesiansk VAR (BVAR) modell[39], och det sista diagrammet visar Riksbankens historiska inflationsprognoser.[40]

Av figuren framgår att mönstret i de olika prognoserna skiljer sig något åt mellan de olika metoderna.[41] RAMSES prognoser innehåller relativt stor spridning jämfört med det faktiska inflationsutfallet över tiden. BVAR-modellen verkar däremot göra ganska bra inflationsprognoser överlag, men dessa är ofta enkla framskrivningar av inflationen i innevarande kvartal vilket gör det svårt att lära sig något ytterligare om den framtida inflationsutvecklingen. Det är dock värt att notera att tidsseriemodellen vid prognosmissar snabbt plockar upp förändringar i inflationens rörelsemönster (se t.ex. de första två kvartalen 2003). Slutligen verkar Riksbankens egna inflationsprognoser återgå något snabbare till inflationsmålet om 2 procent jämfört med de två modellprognoserna. Man ska dock komma ihåg att Riksbanken fram till tredje kvartalet 2005 betingade sina prognoser på en oförändrad reporänta under prognoshorisonten. Därför haltar jämförelsen mellan Riksbankens egna prognoser och modellerna något eftersom vi inte låtit betinga modellernas prognoser på en konstant reporäntebana. Givet den höga grad av bedömningar som präglar Riksbankens officiella prognoser verkar det dock inte orimligt att anta att dessa faktiskt legat närmare en obetingad prognos än en betingad.[42]

---

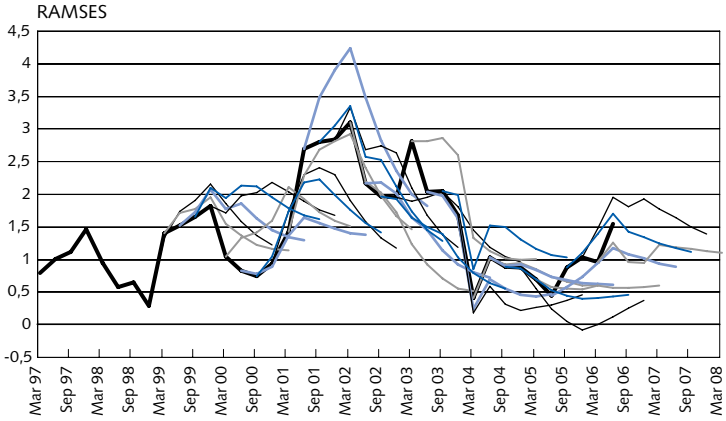
[39] BVAR-modellen består av sju variabler: UND1X-inflationstakt, BNP-tillväxttakt, reporänta, real växelkurs samt omvärldens (TCW-viktad) KPI-inflationstakt, BNP-tillväxttakt, och ränta (3-månadsränta). Det är en ren tidsseriemodell som fångar historiska korrelationer i data utan närmare koppling till ekonomisk teori. BVAR-modellens parametrar har skattats med Bayesianska tekniker där apriori-information om variablernas långsiktiga medelvärde har utnyttjats (se Villani, 2005).

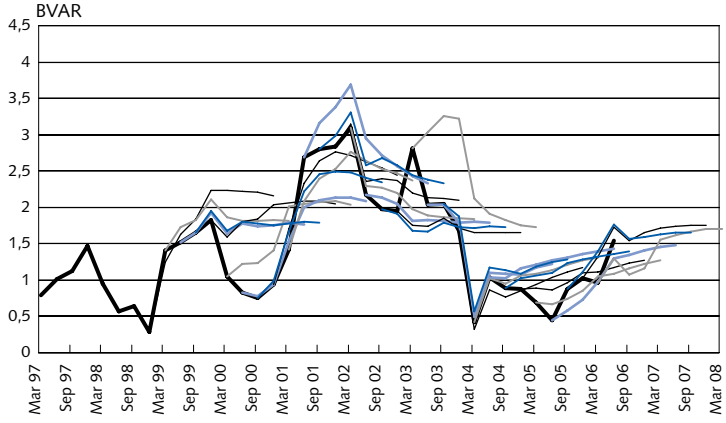
[40] BVAR-modellen och RAMSES introducerades i Riksbankens prognosarbete vid olika tidpunkter under 2005. I någon mening blir därför jämförelsen mellan de officiella Riksbanksprognoserna och modellprognoserna något svårtolkad under de sista kvartalen i utvärderingsperioden eftersom modellprognoserna delvis är inkorporerade i Riksbankens officiella prognoser under dessa kvartal. Man ska dock komma ihåg att Riksbankens prognoser till stor del består av bedömningar varför vi ändå har inkluderat 2006 i analysen.

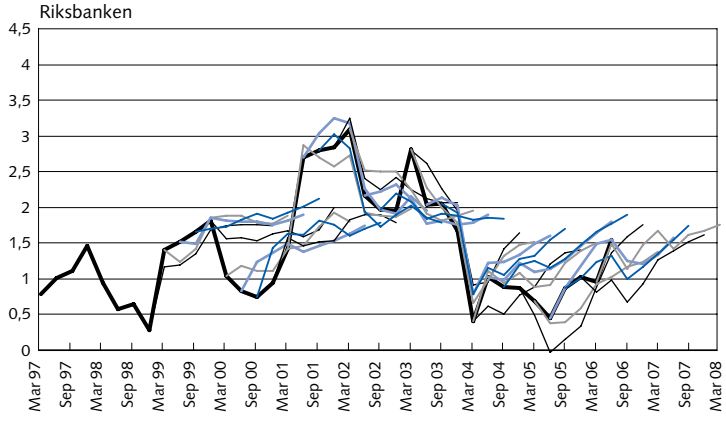
[41] Notera att varje enskild kvartalsprognos är visad i samma färg för att underlätta jämförelsen mellan de olika modellerna.

[42] Om man tänker sig att Riksbankens prognoser i verkligheten faktiskt var betingade på en konstant ränta (vilken under 2003-2005 skulle ha legat över den ränta som sedermera realiserades) borde rimligen överskattningen av inflationen ha blivit ännu större under denna period eftersom ränteutfallet understeg de konstanta räntebanorna. Konstanta räntebaneprognoser skulle alltså ha haft en åtstramande snarare än expansiv effekt under denna period.

Diagram 5. Utfall och historiska prognoser över UND1X-inflation från olika prognosmodeller.
Årlig procentuell förändring







Träffsäkerhet i olika prognoser

För att utvärdera modellernas genomsnittliga prognosförmåga beräknar vi träffsäkerheten i prognoserna över årlig UND1X-inflation, årlig BNP-tillväxt och reporäntan, med hjälp av kvadratroten ur prognosernas medelkvadratfel.[43] Detta görs för prognoser på en till åtta kvartals sikt under perioden 1999K1-2006K2 för inflation och ränta och mellan 2000K1 och 2006K2 för BNP-tillväxten. I utvärderingen nyttjas endast information tillgänglig vid det aktuella prognostillfället.[44] Det bör dock noteras att ingen realtidsdatabas har sammanställts. Därför kan Riksbankens prognoser för BNP-tillväxten antas vara något sämre än modellernas då de senare får utnyttja reviderade BNP-data. Vi utvärderar dock Riksbankens BNP-prognoser både mot realtidsdata och mot den senaste revideringen (dvs. 2006K2) av BNP-utfallet. Realtidsproblematiken är dock inte lika vansklig när det gäller att jämföra modellernas inflationsprognoser mot Riksbankens egna inflationsbedömningar, eftersom inflationsserierna inte revideras över tiden. Det kan till och med vara så att när inflationsrapporten har publicerats i slutet av ett kvartal har Riksbanken ibland ett litet informationsövertag jämfört med modellerna eftersom det då finns data för t.ex. inflation och räntor tillgängliga för de första två månaderna.

Diagram 6 visar det årliga procentuella medelkvadratfelet för prognoser ett till åtta kvartal framåt över UND1X-inflation, BNP-tillväxt och reporänta från RAMSES, BVAR-modellen och Riksbanken. I figuren visas också träffsäkerheten i prognoser från ett enkelt statistiskt samband, en s.k. autoregression (AR(1)).[45] Återigen, eftersom Riksbanken inte hade börjat publicera en egen reporäntebana under utvärderingsperioden utan baserade sina prognoser på en oförändrad reporänta jämför vi modellernas ränteprognoser med träffsäkerheten i den implicita terminsräntekurvan. Modellerna har alltså inte betingats på en oförändrad reporäntebana. Detta kan förstås även påverka träffsäkerheten i exempelvis inflationsprognoserna. Åt vilket håll är dock svårt att säga. Man ska också komma ihåg att den oförändrade reporäntebanan endast gällde under själva prognoshorisonten.

Diagrammet åskådliggör att tillförlitligheten i de olika prognosverktygen skiljer sig något åt mellan de prognostiserade variablerna. För

---

43 Kvadratroten ur medelkvadratfelet (RMKF) beräknas för variabel *i* och horisont *h* som $RMKF_i(h) = \sqrt{(1/N_h)\sum_{t=T}^{T+N_h-1}(x_{i,t+h} - \hat{x}_{i,t+h|t})^2}$, där N_h är antalet prognostillfällen, x_i det faktiska utfallet för variabel *i* och $\hat{x}_i$ prognosen givet information upp till och med prognostillfället *t*.

44 Den första kvartalsvisa prognosen beräknas alltså med hjälp av information tillänglig 1998:4 (1999:4 för BNP-prognosen). Därefter utökas datamaterialet med ytterligare en observation, 1999:1 (2000:1), och prognosen en till åtta kvartal framåt beräknas på nytt. BVAR-modellens parametrar skattas om varje kvartal men eftersom RAMSES-estimationen är mer tidskrävande har vi endast uppdaterat RAMSES modellparametrar årsvis i denna övning.

45 De autoregressiva processerna har skattats separat för varje variabel i första differenser för BNP och KPI. Reporäntan modelleras i nivå. Prognoserna har sedan konverterats till årliga tillväxttakter.

den underliggande inflationen har RAMSES och BVAR-modellen något större prognosfel på korta horisonter jämfört med Riksbankens egna bedömningar. Att träffsäkerheten i Riksbanken inflationsprognoser under det första kvartalet är mycket god är inte förvånande då Riksbanken i flera fall faktiskt redan har data för 2/3 av det innevarande kvartalet. Däremot verkar modellerna fungera bättre än Riksbankens bedömning för inflationsprognoser på lite längre horisonter (sex till åtta kvartal). Sammantaget tycker vi att modellernas prognosförmåga för den underliggande inflationen står sig förvånansvärt väl med Riksbankens kapacitet att bedöma inflationen. Tillförlitligheten i RAMSES inflationsprognoser jämfört med BVAR-modellens är överlag något sämre under utvärderingsperioden. Skillnaden i prognosfel uppgår dock som mest till ungefär 15 punkter. Att träffsäkerheten är lite sämre i RAMSES är i och för sig inte särskilt överraskande eftersom RAMSES innehåller nästan dubbelt så många variabler som BVAR-modellen. RAMSES kan alltså prognostisera en mycket större uppsättning markoekonomiska variabler än den BVAR-modell vi har valt att använda här.

Diagram 6 visar också tillförlitligheten i modellernas och Riksbankens prognoser över BNP-tillväxten. Överlag verkar tillförlitligheten i RAMSES BNP-prognoser stå sig relativt väl jämfört med BVAR-modellen och Riksbankens bedömningar eller för den delen en autoregression för BNP-tillväxten. Jämförelsen med Riksbankens BNP-prognoser haltar visserligen något eftersom Riksbanken inte hade tillgång till reviderade BNP-data när inflationsrapporterna publicerades, och Riksbanken verkar ha ganska god tillförlitlighet i sina BNP-prognoser när dessa utvärderas i förhållande till realtidsdata.[46] På lite längre horisonter, säg två års sikt, verkar det dock som om det inte finns någon större skillnad i tillförlitlighet mellan de olika prognosverktygen.

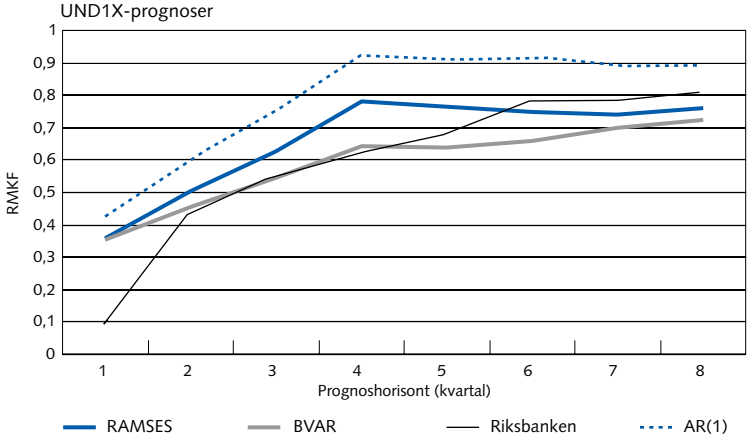
Eftersom Riksbanken före januari 2007 inte publicerade någon egen ränteprognos visar vi istället prognosfelen för den implicita terminsräntekurvan beräknad utifrån marknadens förväntningar om den framtida ränteutvecklingen i diagram 6.[47] Värt att notera är att RAMSES ränteprognoser har något sämre träffsäkerhet än BVAR-modellens. På horisonter upp till ett år har den implicita terminsräntebanan större förmåga att prognostisera den framtida räntebanan, medan däremot modellerna tycks ha bättre genomsnittlig tillförlitlighet på lite längre horisonter (fem till åtta kvartal framåt).

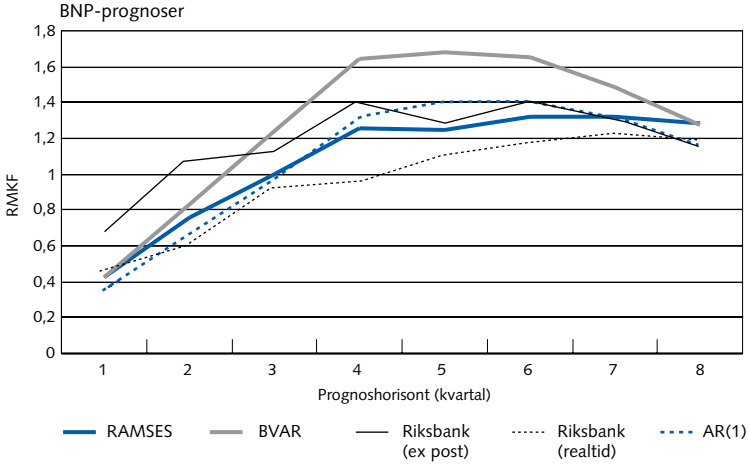
---

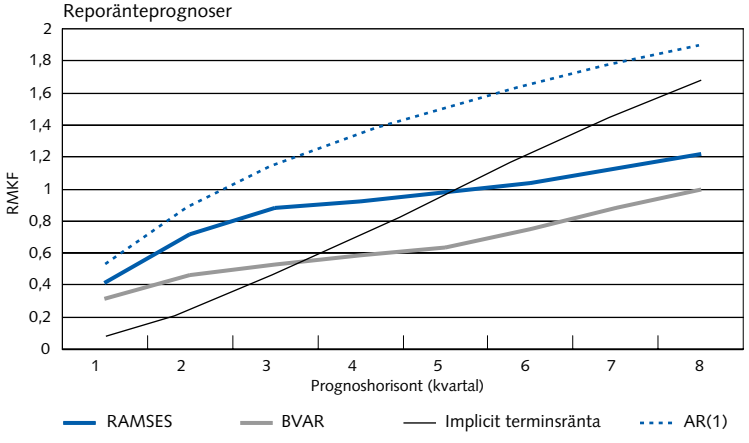
[46] Värt att notera är också att modellerna använder sig av säsongsjusterad BNP per capita medan Riksbanken prognostiserar den totala (årliga) BNP-tillväxten.

[47] Den implicita terminsräntekurvan är beräknad utifrån ett kvartalsgenomsnitt av de dagliga observationerna för ett spektrum av olika statspapper med varierande löptid. Man ska komma ihåg att terminsräntekurvan inte perfekt avspeglar marknadens förväntningar om den framtida penningpolitiken. Terminsräntorna innehåller till exempel både löptidspremier och riskpremier.

Diagram 6. Träffsäkerhet i prognoser över UND1X-inflation, BNP-tillväxt och reporänta från olika modeller.
Procent







Anm. RMKF betecknar roten ur medelkvadratfelet för prognoserna.

5. Avslutande kommentarer

Vi har i denna artikel försökt att ge en relativt enkel beskrivning av de viktigaste egenskaperna i RAMSES-modellen, som är ett viktigt verktyg för penningpolitisk analys på Riksbanken idag. Vi har också jämfört RAMSES empiriska egenskaper med andra, mer statistiska, modeller och Riksbankens egna prognoser under perioden 1999-2006. Vi har försökt att argumentera för att empiriska utvärderingar av modeller är mycket viktiga för att kunna utröna i vilken utsträckning modellens förutsägelser förtjänas att tas på allvar.

Eftersom alla modeller är förenklade beskrivningar av verkligheten måste modellanalysen kompletteras med bedömningar av saker som händer i ekonomin och som modellen inte kan fånga på ett tillfredsställande sätt. RAMSES är inget undantag i detta avseende. Vi har därför med ett par exempel visat hur man kan analysera olika alternativscenarier där modellen kan användas i kombination med sektorexperternas mer detaljerade kunskap.

Det finns många aspekter av ekonomin som är alltför enkelt modellerade i RAMSES och som gör modellen olämplig att använda för en del syften. En viktig aspekt är att modellen inte inkluderar några finansiella friktioner, fastän det finns en omfattande litteratur om betydelsen av dessa för att förstå den penningpolitiska transmissionsmekanismen. Ett annat exempel är finanspolitiken som har en mycket begränsad roll i RAMSES. Det sker dock en kontinuerlig modellutveckling på Riksbanken där man försöker lära av de tillkortakommanden som alltid kommer att finnas hos olika modeller. I detta arbete är det förstås också av stor vikt att dokumentera de olika modellernas empiriska egenskaper.

Vi vill avslutningsvis betona att även om vi inte anser att formella modeller såsom RAMSES kan ersätta det omfattande analysarbete som görs av sektorsexperter och andra, så har den nya generationen av makroekonomiska allmänjämviktsmodeller idag rönt så pass stora framgångar på olika håll att de förtjänar en framträdande plats i en centralbanks verktygslåda.

6. Referenser

Adolfson M., S. Laséen, J. Lindé och M. Villani, 2005. "Bayesian Estimation of an Open Economy DSGE Model with Incomplete Exchange Rate Pass-Through", Working paper No. 179, Sveriges Riksbank, under utgivning i *Journal of International Economics.*

Adolfson M., M. Andersson, J. Lindé, M. Villani och A. Vredin, 2006. "Modern Forecasting Models in Action: Improving Macroeconomic Analyses at Central Banks", Working paper No. 188, Sveriges Riksbank.

Adolfson, M., S. Laséen, J. Lindé och M. Villani, 2007. "Evaluating An Estimated New Keynesian Small Open Economy Model", Working paper No. 203, Sveriges Riksbank, under utgivning i *Journal of Economic Dynamics and Control*.

An, S. och F. Schorfheide, 2007. "Bayesian Analysis of DSGE Models". *Econometric Reviews* 26(2-4), 113-172.

Anderson, G. och G. Moore, 1985. "A Linear Algebraic Procedure for Solving Linear Perfect Foresight Models", *Economics Letters* 17(3), 247-252.

Apel, M., R. Friberg och K. Hallsten (2005). "Microfoundations of Macroeconomic Price Adjustment: Survey Evidence from Swedish Firms", *Journal of Money Credit and Banking* 37, 313-338.

Balassa, B., 1964. "The Purchasing Power Parity Doctrine: A Reapprais-al", *Journal of Political Economy* 72, 584-596.

Calvo, G., 1983. "Staggered Prices in a Utility Maximizing Framework", *Journal of Monetary Economics* 12, 383-398.

Christiano L.J., M. Eichenbaum och C. Evans, 2005. "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy", *Journal of Political Econom*y 113(1), 1-45.

Christiano, L.J., R. Motto och M. Rostagno, 2007. "Shocks, Structures or Monetary Policies? The Euro Area and US After 2001", manuscript, Northwestern University.

Cogley, T. och J. Nason, 1995. "Output Dynamics in Real-Business Cycle Models", *American Economic Review* 85(3), 492-511.

Duarte, M. och A. Stockman, 2005. "Rational Speculation and Exchange Rates", *Journal of Monetary Economics* 52, 3-29.

Giavazzi, F. och F. Mishkin, 2006."En utvärdering av den svenska penningpolitiken 1995-2005", Rapporter från riksdagen 2006/07:RFR 1, Finansutskottet.

Goodfriend, M., (2007), "Penningpolitiken i den nya neoklassiska syntesen: en introduktion", *Penning- och valutapolitik* 2, Sveriges riksbank.

Fama, E., 1984. "Forward and Spot Exchange Rates", *Journal of Monetary Economics* 14, 319–338.

Koop, G., 2003. *Bayesian Econometrics*, Wiley, Chicester.

Kydland, F. och E. Prescott, 1982. "Time to Build and Aggregate Fluctuations", *Econometrica* 50, 1345-1371.

Lee, J. och M-K. Tang, 2007. "Does Productivity Growth Appreciate the Real Exchange Rate", *Review of International Economics* 15(1), 164-187.

Lucas, R., 1976. "Econometric policy Evaluation: A Critique", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 1, 19–46.

Samuelson, P., 1964. "Theoretical Notes on Trade Problems", *Review of Economics and Statistics* 46, 145-154.

Sims, C., 1980. "Macroeconomics and Reality", *Econometrica* 48, 1-48.

Smets F. och R. Wouters, 2003. "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area", *Journal of the European Economic Association* 1(5), 1123-1175.

Taylor, J., 1993. "Discretion Versus Policy Rules in Practice", *Carnegie-Rochester Series on Public Policy*, 39, 195-214.

Villani, M, 2005. "Inference in Vector Autoregressive Models with an Informative Prior on the Steady State", Working Paper No. 181, Sveriges Riksbank.

Woodford M., 2003. *Interest and Prices*, Princeton University Press, Princeton.

Woodford M., 1999. "Optimal Monetary Policy Inertia", *The Manchester School Supplement*.

Appendix

A.1 ESTIMERING AV RAMSES – STEG FÖR STEG

RAMSES matematiska form

RAMSES kan matematiskt formuleras som ett system av icke-linjära differensekvationer med rationella förväntningar. För att förenkla estimationen av modellens parametrar log-linjäriseras dessa ekvationer kring modellens steady-state. Ett förenklat exempel på en sådan linjäriserad ekvation är den s.k. ny-keynesianska Phillips-kurvan för inhemsk inflation i ekvation (2). Parametern γ i den ny-keynesianska Phillips-kurvan är en funktion av β (diskonteringsfaktorn) och ξ_d (graden av trögheter i prissättningen) vilka är två av RAMSES ca 50 strukturella parametrar.

Målet i estimationsfasen av modellarbetet är att hitta de värden på de strukturella parametrarna där RAMSES ger bäst anpassning till den historiska utvecklingen av ett antal makroekonomiska tidsserier. Den teoretiska modellen måste därför knytas till statistiska mätningar av produktion, priser, löner, räntor etc. Detta sker i steg som beskrivs nedan.

RAMSES I REDUCERAD FORM

I det första steget löses ovan nämnda ekvationssystem för en given parameteruppsättning i syfte att få fram RAMSES s.k. *reducerade form*.[48] Den reducerade formen är en beskrivning av modellens variabler som en funktion av exogena variabler och störningar. Följande system är ett förenklat exempel på en reducerad form i två godtyckliga endogena variabler π och R:

$$\text{(A.1)} \qquad \begin{aligned} \pi_t &= a_{11}\pi_{t-1} + a_{12}R_{t-1} + b_1 x_t + c_1\varepsilon_t \\ R_t &= a_{21}\pi_{t-1} + a_{22}R_{t-1} + b_2 x_t + c_2\varepsilon_t \end{aligned}$$

där x_t är en exogen variabel (t.ex. utländsk efterfrågan eller utländsk ränta), och ε_t är en exogen slumpvariabel. ε_t kan t.ex. vara λ_t^d -störningen i ekvation (2). Parametrarna i den reducerade formen är alla (icke-linjära) funktioner av modellens strukturella parametrar (t.ex. β och ξ_d i ekvation (2)). För givna värden på dessa strukturella parametrar kan den reducerade formen exempelvis användas för att simulera modellekonomins framtida utveckling. Om vi ger π_t och R_t tolkningen inflation och ränta och ε_t en kostnadsstörning, så innebär ekvationssystemet i (A.1) att Riksbanken höjer räntan när en varaktig (men inte permanent) kostnadsökning inträffar i ekonomin. Detta innebär att koefficienterna framför ε_t rimligtvis båda är positiva. Förloppet tillbaka mot den stabila

[48] Det log-linjäriserade ekvationssystemet löses numeriskt med den s.k. AIM-algoritmen som utvecklats av ekonomer vid Federal Reserve i USA (Anderson and Moore, 1985).

jämvikten styrs av *a*-koefficienterna, vilka i sin tur är (icke-linjära) kombinationer av Riksbankens agerande och ekonomins funktionssätt.

MÄTEKVATIONERNA

Variablerna π_t och R_t i ekvation (A.1) är teoretiska modellkonstruktioner. Det andra och sista steget för att koppla RAMSES till verkligheten består i att genom s.k. *mätekvationer* länka dessa *modellvariabler* till observerbara *mätvariabler*, som t.ex. BNP och inflation. Det är inte nödvändigt att inkludera en mätvariabel för varje modellvariabel. En del modellvariabler saknar i princip empiriska motsvarigheter, andra kan endas mätas på ett icke tillfredställande sätt.[49] Estimeringsproceduren använder då RAMSES modellstruktur i kombination med de valda mätvariablerna för att skapa sig en uppfattning om de modellvariabler som vi inte har mätningar på.[50] Det är dock viktigt att inkludera en tillräckligt informativ uppsättning mätvariabler för att möjliggöra *identifikation* av modellens parametrar och de underliggande icke-observerbara modellvariablerna såsom t.ex. kapitalstocken. Vid estimeringen av RAMSES används för närvarande 15 makroekonomiska variabler.

Likelihood

Den reducerade formen i kombination med mätekvationerna och sannolikhetsfördelningen för störningarna specificerar en simultan sannolikhetsfördelning för mätvariablerna. För olika val av värden på de strukturella parametrarna kan man alltså beräkna den sannolikhet som modellen ger till olika utvecklingar av de valda mätvariablerna. En rimlig skattning av modellens parametrar maximerar modellens sannolikhet för den historiska utveckling av mätvariablerna vi faktiskt har observerat. Denna skattning är alltså den uppsättning parametrar som maximerar modellens s.k. *likelihoodfunktion* $p(y \mid \theta)$, där y betecknar alla valda mätvariabler över den valda observationsperioden, θ innehåller modellens alla parametrar, och $p(y \mid \theta)$ är sannolikhetsfördelningen (tätheten) för y givet θ. Notera att likelihoodfunktionen betraktas som en funktion av parametern θ, data (y) är kända värden. Om vi antar att modellen innehåller endast en parameter så kan likelihoodfunktionen exempelvis se ut som den grå kurvan i diagram A.1. Likelihoodfunktionen visar här att ett värde på θ kring 0,75 ger den modellanpassning som bäst överensstämmer med historiska data. Vidare ser man också att värden på θ utanför intervallet från 0,5 till 0,9 ger en modell som inte är förenlig med data.

---

[49] Exempel på den senare typen av variabler är kapacitetsutnyttjandet och kapitalstocken.

[50] Den tekniska beskrivningen är att modellen sätts upp på s.k. *state-space form* och *Kalman-filtret* används för att uppskatta de modellvariabler som inte har ekvivalenter i mätekvationerna.

Bayesianska metoder

Vid estimationen av RAMSES har Riksbanken använt sig av s.k. *Bayesianska metoder*. Bayesiansk metodik använder sig också av likelihoodfunktionen, men kombinerar denna information med s.k. *aprioriinformation* om modellens parametrar. Aprioriinformation är kunskap om modellens parametrar som härrör från andra källor än de valda mätvariablerna. Det kan röra sig om information från andra studier av liknande modeller för andra länder, eller olika typer av mikrodata, eller t.o.m. information av institutionell karaktär som uppgifter om avtalsperioder i lönerörelsen. Denna typ av information kan vara mer eller mindre tillförlitlig, och sammanfattas därför i sannolikhetsfördelningar för respektive parameter, s.k. *aprioriförde lningar*. Riksbanken kan därför specificera det mest sannolika värdet för varje parameter, men även osäkerheten kring detta värde i termer av en sannolikhetsfördelning. Detta innebär inte att Riksbanken uppfattar modellens parametrar som slumpmässiga i traditionell mening, utan speglar endast att Riksbanken inte har fullständig information om parametern. Den svarta kurvan i diagram A.1 är ett exempel på en aprioriförde lning. Bayesiansk metodik använder *Bayes sats* för att på ett optimalt sätt väga samman informationen i likelihoodfunktionen med aprioriinformationen. Den sammanvägda fördelningen kallas för *aposteriorifördelningen* och sammanfattar alltså data- och aprioriinformationen. Den blå kurvan i figuren är aposteriorifördelningen för parametern θ. I detta exempel är datainformationen starkare än aprioriinformationen, och aposteriorifördelningen ligger därför närmare likelihoodfunktionen.

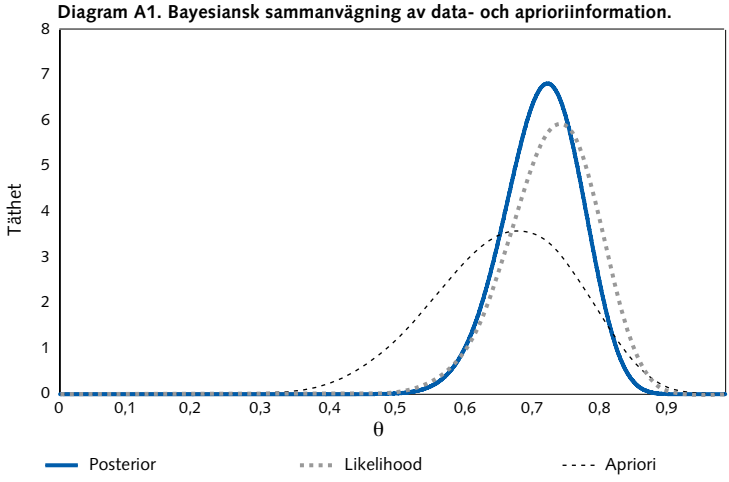



Diagram A1. Bayesiansk sammanvägning av data- och aprioriinformation.