

Den nye makroøkonomiske model MAKRO

Temanummer: Finansministeriet som vagt- og overhund

Udviklingen af den nye makroøkonomiske model MAKRO, finansieret af Finansministeriet og DREAM, blev påbegyndt for knapt tre år siden. Modeludviklingsprojektets overordnede målsætning er at skabe en makromodel baseret på nyere økonomisk litteratur og med fokus på en bred empirisk tilgang. Modellen skal kunne anvendes til både konjunkturvurderinger, mellem- og langfristede fremskrivninger og konsekvensvurderinger af økonomisk-politiske tiltag og eksogene stød. I artiklen beskrives denne model og udviklingen af den.

Indledning

Udviklingen af den nye makroøkonomiske model MAKRO blev påbegyndt for knapt tre år siden. Udviklingen finansieres af Finansministeriet og DREAM, og udviklingsarbejdet udføres af en modelgruppe placeret i DREAM.

MAKRO vil i Finansministeriet især blive anvendt i forbindelse med

1. konjunkturvurderinger (primært som ramme, jf. nedenfor)
2. mellem- og langfristede fremskrivninger
3. konsekvensvurderinger af økonomisk-politiske tiltag og eksogene stød

Modeludviklingsprojektets overordnede målsætning er at skabe en makromodel baseret på nyere økonomisk litteratur og med fokus på en bred empirisk tilgang, der kan rumme disse tre funktioner i en og samme model.

De modegenskaber, der er i fokus i forbindelse med udviklingen af MAKRO, er særligt økonomiens samlede tilpasning til dens strukturelle niveauer på kort- og mellemfristet sigt, herunder ved forskellige typer af stød til økonomien. Hertil kommer modellering af virksomhedernes investeringsbeslutninger og husholdningernes forbrugs- og opsparingsbeslutninger på baggrund af nyere økonomisk forskning mv.

MAKRO tager højde for betydningen af forventninger. Modellen kan således håndtere, at konsekvenserne af et stød til økonomien på kort sigt kan afhænge af, om stødet er permanent eller midlertidigt. Eksempelvis vil en indkomstfremgang hos husholdningerne i et givet år kunne slå forskelligt igennem på forbruget, alt efter om indkomstfremgangen bortfalder igen året efter eller er varig. Dette kræver, at virksomheder og husholdninger i et vist omfang har fremadskuende forventninger.



**PETER
STEPHENSEN**
Forskningschef, ph.d.
DREAM

Modelleringen af adfærd er teoretisk velfunderet, således at virksomhedernes og husholdningernes økonomiske adfærd afspejler deres bestræbelser på at opnå det for dem bedst mulige resultat givet de rammevilkår og eventuelle begrænsninger (fx kreditbegrænsninger, ufuldstændig information mv.), de står over for. Der gives en eksplicit beskrivelse af husholdningernes forbrugs- og opsparingsbeslutninger over livsforløbet, og der tages højde for demografiens betydning herfor.

Modellen indeholder gab og strukturelle niveauer for bl.a. beskæftigelse og output. Dette bidrager til, at der gives en eksplicit beskrivelse af økonomiens tilpasning til det (evt. nye) strukturelle niveau efter et stød.

Det har været et eksplicit mål, at modellen skal baseres på en bred empirisk tilgang. I traditionelle makroøkonomiske modeller er de enkelte ligninger empirisk funderet på baggrund af tidsserie-estimationer af enkeltligninger. Det empiriske fundament for MAKRO skal være bredere, således at forskellige typer af empiriske tilgange og resultater i højere grad supplerer hinanden. Herunder skal modellens beskrivelse af økonomiens kortsigtstilpasning til forskellige typer af stød være mere direkte baseret på empirisk analyse af den relevante tilpasningstid. I næste afsnit gives en mere grundig beskrivelse af dette.

MAKRO er en relativt stor makromodel, som skal være både teoretisk og empirisk velfunderet. Med henblik på ikke at gøre opbygningen af MAKRO vanskeligere eller mere kompliceret end højst nødvendigt har det derfor været væsentligt at holde sig for øje, hvad der *ikke* er en del af formålet med udviklingen af en ny model. Det drejer sig blandt andet om, hvilke elementer i fremskrivningerne og konsekvensvurderingerne, der (fortsat) vil blive udarbejdet uden for MAKRO-modellen, fx ved anvendelse af andre – og til formålet mere velegnede – modeller.

Det er ikke et mål, at MAKRO grundlæggende skal kunne mere eller anvendes anderledes i forbindelse med konjunkturvurderingerne, end det er tilfældet med ADAM i dag. Udviklingen af MAKRO er eksempelvis ikke sket med det formål, at konjunkturprognoserne i stort omfang skal baseres på modelgenererede kortsigtsforecasts. MAKRO vil således primært udgøre en konsistent ramme for udarbejdelse af konjunkturprognosen. Selve skønnet over udviklingen i dansk økonomi for prognoseårene – både detaljeret og aggregeret set – vil fortsat i vid udstrækning blive foretaget eksplicit af modelbrugerne på baggrund af en lang række indikatorer og skøn foretaget uden for modellen.

Det er ikke et mål, at MAKRO skal anvendes til fremskrivning af befolkningsudviklingen og strukturel beskæftigelse. Fremskrivningen af demografi og strukturel beskæftigelse i grundforløbet for de mellemfristede fremskrivninger vil fortsat ske i en separat (for)model, som er udviklet til netop denne opgave (Finansministeriets befolkningsregnskab). Denne fremskrivning vil – som det også er tilfældet med ADAM i dag – udgøre et eksogent input til MAKRO.

Det er ikke et mål, at MAKRO skal kunne anvendes til at vurdere strukturelle beskæftigelsesvirkninger af specifikke regelændringer eller konkrete økonomisk-politiske tiltag. Dette er heller ikke tilfældet med andre danske makro-økonomiske modeller. Det skyldes, at fastlæggelsen af strukturelle beskæftigelsesvirkninger kræver, at der kan tages højde for karakteren og virkningerne af det økonomisk-politiske tiltag samt i øvrigt inddrages informationer på et detaljeringsniveau, som ikke kan indbygges direkte i en makroøkonomisk model.

Overordnet set vil selve overgangen fra ADAM til MAKRO ikke repræsentere en grundlæggende omvæltning af hverken anvendelsen af makroøkonomiske modeller eller de fremskrivninger og konsekvensvurderinger, der udarbejdes i Finansministeriet. Det skal snarere ses som et led i den udvikling af metoder og arbejdsredskaber, som løbende finder sted.

På trods af de forbedringer, som opnås, vil der heller ikke med MAKRO være tale om en perfekt eller entydigt rigtig model. En sådan model eksisterer ikke. Også med MAKRO vil modelbrugeren have det endelige ansvar for de beregninger, der foretages, herunder de forudsætninger, der lægges til grund. Ligeledes vil der – præcis som det også har været tilfældet med ADAM og andre store modeller – være behov for løbende at udvikle modellen, efterse egenskaber mv.

Empirisk strategi

MAKRO-gruppens empiriske strategi tager udgangspunkt i en opdeling af modellens parametre i tre typer:

1. Kortsigtede adfærdsparametre. Disse parametre er centrale for hastigheden, hvormed modellen bevæger sig mod sit strukturelle langsigtsniveau. Dette kan f.eks. være parametre, der definerer trægheden i priser og lønninger, eller graden af vanedannelse hos husholdningerne.
2. Langsigtede adfærdsparametre. Disse parametre bestemmer agenternes strukturelle adfærd. Dette kan f.eks. være CES-substitutionselasticiteter i udbuds- eller efterspørgselssystemer eller arbejdsudbudselasticiteter.
3. Parametre, der definerer økonomiens struktur. Dette kan f.eks. være fordelingsparametre i CES-funktioner. Disse parametre sikrer, at modellen på et disaggregeret niveau svarer til data – f.eks. nationalregnskabet. Parametrene spiller derfor en central rolle i store disaggregerede modeller.

MAKRO har udviklet metoder til at estimere disse tre parametertyper.

Som nævnt i indledningen betragtes det som værende vigtigt at give en god teorigenbaseret modellering af økonomiens kort- og mellemsigtede tilpasning til de strukturelle niveauer. Dette betyder, at modellens centrale makroøkonomiske variable skal have tilpasningstider ved stød, der kan genkendes fra historisk data. MAKRO er for stor til at estimere hele modellen i én system-estimation,

og vi ønsker heller ikke at basere os primært på estimation af enkeltligninger. Det sidste kan ses som en udløber af dele af de sidste 30-40 års akademiske litteratur, som har lagt vægt på, at der ved enkeltlignings-estimation kan opstå problemer (bias) som følge af simultanitet og udeladte variable (alle variable kan i princippet afhænge af alle andre variable) samt vanskeligheder ved at håndtere ikke-observerbare variable som fx forventninger eller risikopræmier.

Metoden vi anvender kaldes Impulse-Response-Matching (IR-Matching). Metoden består grundlæggende af to dele. Først estimeres en række SVAR-modeller, og der udledes Impulse-Response-funktioner (IR-funktioner) fra disse. IR-funktioner kan ses som empiriske mål for økonomiens typiske tilpasning ved forskellige stød. Metodens anden del består af en tilpasning af modellens kortsigtede adfærdsparametre (type 1 ovenfor), således at modellens tilpasning matcher de empiriske så godt som muligt.

En SVAR-model er en VAR-model, der er underlagt visse teoretiske restriktioner. En VAR-model er en lineær dynamisk model med flere variable (altså ikke estimation af en enkelt ligning, men et system af ligninger). Der estimeres en SVAR på kvartalsdata for en række vigtige stød (f.eks. stød til udenlandsk efterspørgsel, offentlige udgifter og rente). Hver af disse SVAR'er estimerer et lineært system bestående af seks-otte variable. Eksempelvis består SVAR'en til beskrivelse af stød til udenlandsk efterspørgsel af otte variable: udenlandsk efterspørgsel, BNP, privat forbrug, investeringer, inflation, løn-inflation, eksport og import. Hvilke variable og ikke mindst antallet af variable, der skal inkluderes, er en opvejning af det tab af frihedsgrader, flere variable medfører, samt ønsket om at medtage mest mulig relevant information. Herudover kommer ønsket om, at de inkluderede variable bidrager til identifikationen af de relevante parametre i MAKRO. Idet vi ønsker at sikre os, at de empiriske stød kan sammenlignes med stød i MAKRO, følger vi den nyere VAR-litteratur (fx Forni & Gambetti, 2014) og tester, om tilstrækkelig information er indeholdt i modellen. Dette gøres ved at opsummere den vigtigste information fra et stort datasæt (MONAs database) ved såkaldt principal komponent analyse og sikre, at udeladte variable ikke forudsiger impulsen.

Baseret på den estimerede SVAR kan såkaldte IR-funktioner beregnes. Disse IR-funktioner giver som nævnt et bud på det økonomiske systems tilpasning efter et stød. Der opnås både et bud på impulsen og responser. Hvis vi f.eks. betragter den estimerede SVAR i relation til stød til udenlandsk efterspørgsel, vil metoden give et bud på hvorledes et gennemsnitligt stød til den udenlandske efterspørgsel ser ud over tid (impulsen), samt et bud på hvilken tidsmæssig effekt dette har på BNP, privat forbrug, investeringer osv. (responser). At fastsætte nøgleparametre ved matching til IR-funktioner er ikke nyt, men er brugt i hvert fald siden Rotemberg & Woodford, 1997 og siden i en række papirer af Christiano og medforfattere, 2005 og 2016.

MAKRO har udviklet en (ret beregningskrævende) matching-procedure, der indebærer, at flere kopier af modellen er ”i luften” på samme tid¹. Hvorfor

dette er nødvendigt, forstås bedst ved at tage udgangspunkt i en enkel kortsigtet adfærdsparameter (parameter af type 1 ovenfor). Lad os f.eks. betragte en parameter, der bestemmer tilpasningshastigheden i virksomhedernes prisfastsættelse, som er central i ny-keynesianske modeller. Pristilpasningen er vigtig for de fleste stød (f.eks. både i relation til ændret udenlandsk efterspørgsel, ændrede offentlige udgifter og ændret rente). Det er derfor nødvendigt at sætte denne parameter således, at en realistisk pristilpasning opnås i alle de betragtede stød. Hvis vi derfor f.eks. ønsker at matche til fem stød, er det nødvendigt at køre de fem stød samtidigt. I hver af de fem "parallel-universer" stødes med den ovenfor beskrevne gennemsnitlige impuls. Herefter måles responsen på de centrale makrovariable (BNP, privat forbrug, investeringer, inflation osv.). De kortsigtede adfærdsparametre bestemmes nu således, at en samlet kriterie-funktion minimeres. Denne kriteriefunktion afhænger af afstanden mellem modellens responser og de empiriske IR-funktioner.

MAKRO-gruppen estimerer de fleste af deres langsigtede adfærdsparametre. Dette gælder f.eks. de fleste CES-substitutionselasticiteter i produktionen og det private forbrug. I forhold til den klassiske måde at estimere substitutionselasticiteter, er der udviklet en mere robust og automatiseret metode. I denne del af modellitteraturen gøres der typisk antagelser om trends i estimationernes konstantled. I den akademiske litteratur kan som eksempel nævnes lineær trendantagelse som i Antras (2004) eller en Box-Cox transformation som i fx McAdam & Willman (2013). På dansk data har tidligere været anvendt højere-ordens polynomier (ADAM-gruppen) eller logistiske trapper (Thomsen, 2015). På denne måde fanges strukturelle skift, der ikke kan forklares af skift i relative priser. Denne metode er imidlertid relativt "håndholdt" og kan være tidskrævende. I MAKRO identificeres udviklingen i konstantledene ved at antage, at det enkelte konstantled i) følger en $I(2)$ -proces, og ii) at variansen i denne proces er "lav" relativt til variansen i den proces, der drives af de relative priser. På denne måde sikrer vi, at konstantleddene bevæger sig "smooth" over tid. Antagelsen om en $I(2)$ -proces svarer til den antagelse, der gøres i et HP-filter. MAKRO's metode kan derfor ses som værende et udvidet HP-filter. Variansrestriktionen i den anden antagelse svarer også helt til smoothningsparameteren i et HP-filter. Metoden er implementeret som en R-pakke og er let at bruge. De estimerede substitutionselasticiteter minder en del om tilsvarende elasticiteter estimeret af ADAM. Metoden er dokumenteret i et arbejdsrapport på MAKROs hjemmeside.

Som beskrevet i sidste afsnit, antager vi en smooth udvikling i konstantledene, når vi estimerer substitutionselasticiteterne. Dette er altså en antagelse vi gør i forhold til historisk data. I modellens grundforløb vil vi imidlertid også gerne give en fornuftig fremskrivning af disse konstantled. Det enkelte konstantled er i virkeligheden logaritmen til en CES-fordelingsparameter. Udviklingen i disse fordelingsparametre er udtryk for teknologisk udvikling i relation til produktionsfunktioner eller udtryk for præferenceskift i relation til privat forbrugsefterspørgsel. Disse parametre er derfor ret væsentlige for modellens langsigtede strukturelle udvikling – et forhold, som der i MAKRO er

lagt kræfter i mhp. at styrke modelbrugerens udgangspunkt for udarbejdelse af fremskrivninger. MAKRO-gruppen har derfor udviklet en metode der gør det muligt at fange disse strukturelle udviklinger på en systematisk måde. Metoden består af to dele. Det antages, at vi kender substitutionselasticiteterne (de er estimeret som beskrevet ovenfor). For givne substitutionselasticiteter kan man kalibrere CES-fordelingsparametrene på historisk data. Dette gøres for så mange år som muligt. I mange tilfælde haves data for hele perioden 1966-2017. Metodens anden del består af at fremskrive disse tidsserier med en ARIMA-tidsserieanalyse. Dette kan i dag udføres på en computer uden menneskelig indblanding. Det er derfor muligt at udføre mere end tusind af disse analyser. Det er vores erfaring, at metoden er ret ”konservativ”, og at de historiske data skal være meget tydeligt trendede, før fremskrivningen bliver trendet. I de fleste tilfælde gives ”forsigtige” statistiske fremskrivninger². Der vil dog naturligvis (fortsat) være behov for, at modelbrugeren forholder sig til, om udviklingerne er fornuftige, da fremskrivningen i sidste ende er dennes ansvar.

For at få et empirisk velfunderet arbejdsmarked har MAKRO-gruppen lavet særskilte empiriske analyser, der bl.a. ser på tilpasningstiden ved et øget arbejdsudbud. Der vil blive lagt vægt på, at MAKRO også på dette punkt er i overensstemmelse med direkte empiri på økonomiens tilpasningstid. Ved at bruge detaljeret registerdata har vi set på, hvordan konjunktur og demografi påvirker sandsynligheden for at bevæge sig mellem beskæftigelse og ledighed samt ind og ud af arbejdsstyrken. Denne tankemåde er konsistent med et søge- og matching-arbejdsmarked, som anvendes i MAKRO samt i størstedelen af den nyere makroøkonomiske litteratur inden for empiri (se fx Shimer, 2012) og teori (influeret af nobelpristagerne Diamond, Mortensen og Pissarides). Vores resultater indikerer, at langt størstedelen af tilpasningen til et øget arbejdsudbud sker inden for fire-fem år. Konjunktursituationens påvirkning på tilpasningstiden kan være op til 25 procent. Analysen ligger som et arbejds-papir på MAKROs hjemmeside.

Overblik over den nuværende model

MAKRO er en meget detaljeret model ligesom f.eks. ADAM og DREAM. Der findes et fuldt specificeret IO-system med otte private brancher, en offentlig branche, seks private forbrugsgrupper, tre typer investeringer, offentligt forbrug og eksport. Modellens ni brancher er:

- Landbrug og fiskeri
- Byggeri og anlæg
- Energi
- Udvinning
- Bolig
- Fremstilling og fødevarer
- Søtransport
- Private tjenester ekskl. søtransport
- Offentlig branche

Der er estimeret detaljerede produktionsfunktioner for de otte private brancher med input af materialer, maskin- og bygningsinvesteringer samt arbejdskraft. Herudover indeholder modellen blandt andet:

- Detaljerede offentlige indtægter og udgifter.
- Opdeling af privat forbrug på seks forbrugsgrupper ud fra relative priser og forbrugeradfærd.
- Detaljeret beskrivelse af porteføljer for husholdninger, virksomheder, offentlig sektor og udland fordelt på aktier fordelt på indenlandske og udenlandske, obligationer opdelt på realkredit og øvrige, bankindeståender opdelt på opsparing og gæld samt boligformue.
- Opdeling af boliger på ejer- og lejeboliger med fokus på boligprisen og dens påvirkning af boligformuen.
- Pensionsformuen samt pensionsind- og udbetalinger, som er modelleret.
- Indenlandske aktiers værdi, afhænger af virksomhedernes indtjening.

Alle ovenstående elementer indgår også i ADAM. De nye elementer i MAKRO er:

- Husholdningernes adfærd baseres, for en andel af husholdningerne, på optimerende adfærd med fremadskuende forventninger, således at de bl.a. fordeler forbrug og opsparing over livet.
- Husholdningerne og arbejdsstyrken er opdelt på aldersgrupper, hvilket styrker grundlaget for analyser af ændringer i demografien.
- Virksomhederne er fremadskuende. Værdien af aktier er afhængig af virksomhedens fremtidige indtjening.
- Boligpriserne påvirkes af land, som er en begrænset faktor, hvilket gør, at fx ændret boligefterspørgsel kan have permanente prisseffekter.

Ovenstående elementer indgår også i DREAM. De nye elementer i forhold til DREAM er:

- Søge- og matchingarbejdsmarked.
- Løn- og pristrægheder samt trægheder i eksport.
- Kreditrestrikerede forbrugere, vanedannelse samt en andel af ikke-fremadskuende forbrugere med henblik på at sikre kortsigtede forbrugsreaktioner i overensstemmelse med empirien.

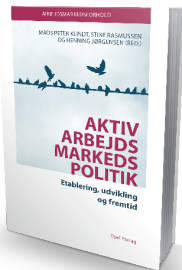
Der findes i skrivende stund en fuldt specificeret model med ovenstående elementer. Dette betyder imidlertid ikke, at modellen er færdig. En række af elementerne er fortsat foreløbige, og der arbejdes fortsat på en række modeleringsudeståender, estimation af SVAR-modeller og IR-matching.

Noter

1. I DSGE-modeller log-lineariseres typisk omkring en steady-state. IR-Matching er derfor i DSGE-modeller grundlæggende en lineær metode. I MAKRO foretages IR-Matchingen i den ikke-lineære model. Dette komplicerer sagen noget.
2. Herudover har vi nogle koder, der fortæller os, hvis "fortolkningen" af en serie skifter, fx ved tilføjelse af eet nyt dataår.

Litteratur

- D. Altig, L.J. Christiano, M. Eichenbaum & J. Linde (2011), Firm-specific capital, nominal rigidities and the business cycle. *Review of Economic Dynamics*.
- P. Antras (2004), Is the U.S. Aggregate Production Function Cobb-Douglas? New Estimates of the Elasticity of Substitution. *Contributions in Macroeconomics*.
- L.J. Christiano, M. Eichenbaum, & C.L. Evans (2005), Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy. *Journal of Political Economy*.
- L.J. Christiano, M. Trabandt & K. Walentin (2010). DSGE Models for Monetary Policy Analysis. Chapter in *Handbook of Monetary Economics*.
- L.J. Christiano, M.S. Eichenbaum & M. Trabandt (2016), Unemployment and Business Cycles. *Econometrica*, 2016.
- M. Forni & L. Gambetti (2014) Sufficient information in structural VARs. *Journal of Monetary Economics*, 66:124–136.
- M. Iacoviello (2005), House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle. *American Economic Review*.
- P. McAdam & A. Willman (2013), Medium Run Redux. *Macroeconomic Dynamics*.
- J. Rotemberg & M. Woodford (1997), An Optimization-Based Econometric Framework for the Evaluation of Monetary Policy. Chapter in *NBER Macroeconomics Annual 1997*.
- R. Shimer (2012), Reassessing the ins and outs of unemployment. *Review of Economic Dynamics*, 2012.
- T. Thomsen (2015), KLEM-estimationer 1968-2013. *IntE-RACT Working Paper*.



Aktiv arbejdsmarkedspolitik præsenterer en omfattende analyse af de seneste ti års arbejdsmarkedsreformer kendt som aktiv arbejdsmarkedspolitik. Danske og internationale arbejdsmarkedsforskere analyserer i bogen arbejdsmarkedspolitikens skiftende indretning og funktionsmåde samt krav til fornyelse i 2020'erne.

<https://www.djoef-forlag.dk/book-info/aktiv-arbejdsmarkedspolitik>