

DREAM

Danish Research Institute for
Economic Analysis and Modelling

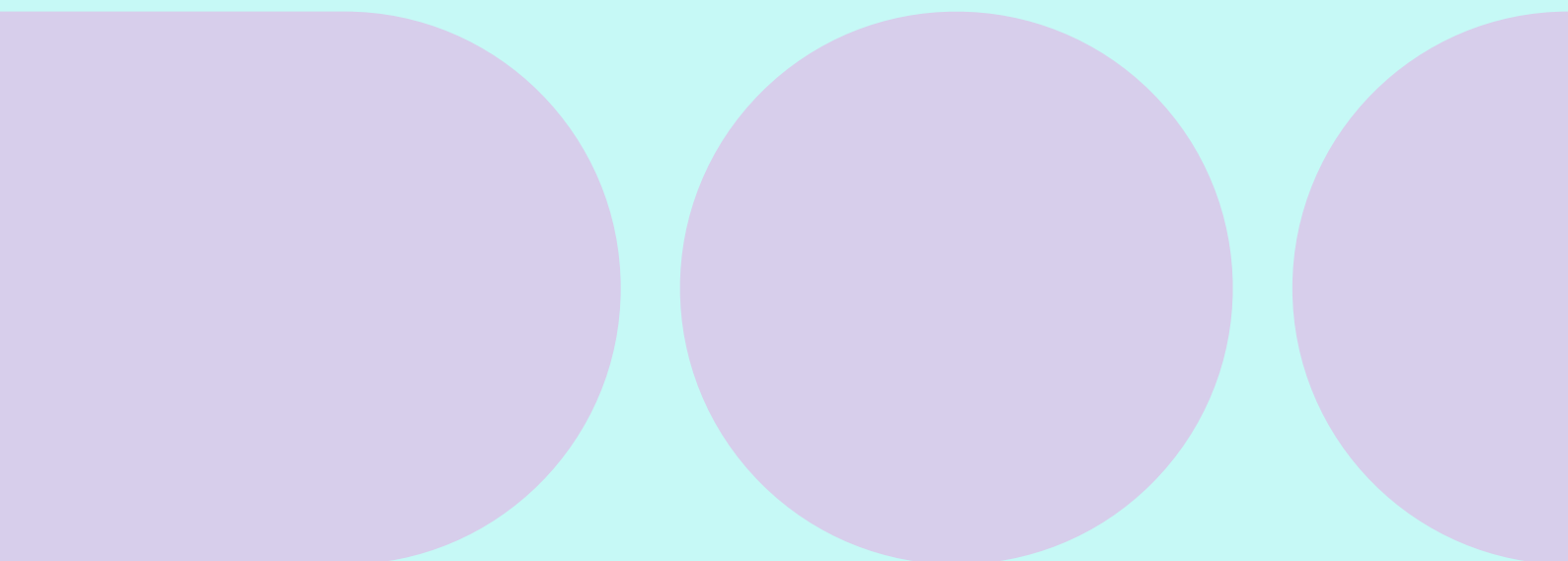


MAKRO-modellen

Peter Stephensen, Martin Bonde, Joao Ejarque, Grane Høegh og Anders Kronborg

8. december 2021

www.dreamgruppen.dk



1. Indledning

MAKRO er en stor empirisk funderet makroøkonomisk model, der skal kunne anvendes til flere formål. Den skal anvendes til fremskrivninger af dansk økonomi på mellemlang og lang sigt. Den skal anvendes til makroøkonomiske konsekvensvurderinger, herunder økonomiens kort- og mellemsigtede tilpasning i forbindelse med økonomisk-politiske tiltag. Den skal anvendes til vurdering af den finanspolitiske holdbarhed. På sigt skal den kunne anvendes som ramme for kortsigtede konjunkturfremskrivninger.

MAKRO er udviklet af en modelgruppe i DREAM. Gruppen består af 4 økonomer og 3 studenter. MAKRO-gruppen har i skrivende stund arbejdet på udviklingen af modellen i 4 år.

MAKRO-modellen offentliggøres i første omgang som en betaversion i december 2021. Formålet med offentliggørelsen af en betaversion er at sikre åbenhed og transparens omkring modellen, herunder dens teoretiske og empiriske grundlag, samt sikre eksterne interessenters mulighed for at indgå i en faglig debat om modellen forud for ibrugtagningen af modellen i Finansministeriet.

Fokus for betaversionen af MAKRO er at give et indblik i modellens egenskaber ved politik-eksperimenter og øvrige stød til økonomien. Betaversionens grundforløb er derfor stiliseret og tjener alene som et grundlag for at foretage marginaleksperimenter.

I forlængelse af offentliggørelsen af betaversionen følger en implementeringsperiode, hvor Finansministeriet, modelgruppen i Danmarks statistik, og MAKRO-gruppen i samarbejde vil gøre modellen klar til fuld ibrugtagning til fremskrivninger mv. I denne implementeringsperiode vil brugerne også have lejlighed til at opbygge praktisk erfaring med anvendelse af modellen.

I implementeringsperioden vil der frem mod fuld ibrugtagning ske tilretning og yderligere udvikling af modellen og dens empiriske grundlag. Dette videre arbejde vil ske på baggrund af de gjorte erfaringer med modellen samt eksternt input i forlængelse af offentliggørelsen af betaversionen. Betaversionen er således en foreløbig modelversion. Det grundlæggende modelkoncept er imidlertid afspejlet i betaversionen, som ligeledes giver et billede af, hvordan modellens marginalegenskaber på nuværende tidspunkt forventes at se ud, når den tages i brug.

Formålet med dette papir er at give en helt overordnet beskrivelse af betaversionen af MAKRO, herunder formålet med modellen, de centrale modelleringsvalg og den empiriske strategi. Der findes separate notater, som indeholder nærmere beskrivelser af henholdsvis de centrale modelleringsvalg (Høegh et al. 2021a) og den empiriske strategi bag modellen (Kronborg et al. 2021a). Nærværende notat kan ses som et ikke-teknisk resumé af disse. En udførlig teknisk beskrivelse af modelleringen af alle agenter og markeder kan findes i den tekniske dokumentation (Ejarque et al. 2021).

Derudover eksisterer særskilte notater, som analyserer modellens egenskaber ved centrale stød (Høegh et al. 2021b) samt belyser overensstemmelsen imellem kortsigtsegenskaberne af den samlede model og central empiri på dette punkt (DREAM, 2021). En række arbejdsrapporter dokumenterer det øvrige empiriske grundlag for modellen (Kastrup & Kronborg, 2021, Kronborg, 2021, 2021a, Kronborg & Kastrup, 2021, Kronborg et al. 2019, 2021b, 2021c, 2021d, Kronborg & Stephensen, 2019).

Med henblik på at tydeliggøre konsekvenserne af den valgte modellering og empiriske strategi er de væsentligste forskelle i modelegenskaber mellem MAKRO og udvalgte makroøko-

nomiske modeller på danske data ved en række stød belyst i et særskilt papir (Finansministeriet, 2021c). Ligeledes er der foretaget en sammenligning af finanspolitiske multiplikatorer i betaversionen af MAKRO og en række internationale modeller (Røpke 2021).

Nærværende papir er opbygget som følger. I afsnit 1.1 gives en kort beskrivelse af formålet med MAKRO. I afsnit 1.2 beskrives de grundlæggende modelleringsvalg og der gives et overblik over modelleringen af forskellige hovedområder i MAKRO. Endelig gives i afsnit 1.3 en beskrivelse af den empiriske tilgang.

1.1 Kort om formål med MAKRO

MAKRO vil i Finansministeriet 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.

MAKRO skal således anvendes til de samme overordnede opgaver, som makromodellen ADAM i dag anvendes til i Finansministeriet. Det er derfor vigtigt, at MAKRO fastholder centrale styrker ved ADAM, såsom detaljeringsgraden af beskrivelsen af de offentlige finanser samt en omfattende databank af høj kvalitet.

Herudover har selve formålet med udviklingen af MAKRO været at bringe modellen på omgangshøjde med nyere empiriske metoder og resultater fra den økonomiske litteratur. Dette har krævet en ny tilgang til den empiriske fundering af modellen samt til modellering af forventningsdannelse og adfærd. Gevinsterne herved vil primært være relateret til punkt 2 og 3 ovenfor.

De modelegenskaber, 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, fx stigninger i arbejdsudbuddet. Hertil kommer modellering af virksomhedernes investeringsbeslutninger og husholdningernes forbrugs- og opsparingsbeslutninger på baggrund af nyere økonomisk forskning mv.

På den baggrund har der i udviklingen af MAKRO været lagt vægt på en række forhold.

For det første, at modellen er baseret på en bred empirisk tilgang. I økonometriske makromodeller er de enkelte ligninger empirisk funderet på baggrund af tidsserieestimationer. Det empiriske fundament for MAKRO er bredere end dette, således at forskellige typer af empiriske tilgange og resultater i højere grad supplerer hinanden. Herunder er modellens beskrivelse af økonomiens kortsigtstilpasning til forskellige typer af stød direkte baseret på empirisk analyse af den relevante tilpasningstid.

Det andet forhold der lægges vægt på er, at modellen tager højde for betydningen af forventninger. MAKRO er bygget til at kunne håndtere, at konsekvenserne af et stød til økonomien på kort sigt kan afhænge af, om stødet er permanent eller midlertidigt. Eksempelvis vil en regelændring der medfører 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.

For det tredje, at modelleringen af adfærd som udgangspunkt 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, tilpasningsomkostninger mv.), de står over for.

For det fjerde, at der gives en eksplicit beskrivelse af husholdningernes forbrugs- og opsparringsbeslutninger over livsforløbet, bl.a. for at tage højde for demografiens betydning for forbrug og opsparring.

Endelig for det femte er det vigtigt, at modellen indeholder gab og strukturelle niveauer for bl.a. beskæftigelse og output. Dette bidrager til, at modellen eksplicit kan beskrive økonomiens tilpasning til det (evt. nye) strukturelle niveau efter et stød.

Et særligt fokus for anvendelsen af modellen i Finansministeriet er udviklingen i de offentlige finanser, herunder den finanspolitiske holdbarhedsindikator, og der er således endvidere lagt vægt på en detaljeret beskrivelse af de offentlige finanser og øvrige forhold, som er væsentlige for den finanspolitiske holdbarhed. Dette omfatter de strukturelle faktorer, som har betydning for økonomiens udvikling: den aldrende befolkning, tilbagetrækning fra arbejdsmarkedet, udviklingen i uddannelsesniveaut, olie og gas i Nordsøen mv. Til MAKRO benyttes fortsat bl.a. Befolkningsregnskabet fra Finansministeriet og Pensionsmodellen fra DREAM til at fremskrive disse forhold.¹

MAKRO er en relativt stor makromodel. Med henblik på ikke at gøre opbygningen af MAKRO mere kompliceret end højst nødvendigt, har det derfor fra starten været væsentligt at holde sig for øje, hvad der *ikke* er en del af formålet med udviklingen af en sådan 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.

I udviklingen af MAKRO er der derfor foretaget en række fravalg.

For det første er det 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 kortsigtsfremskrivninger. 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.

For det andet er det 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.

Endelig for det tredje er det ikke et mål, at MAKRO skal kunne anvendes til at vurdere strukturelle beskæftigelsesvirkninger af specifikke regelændringer/konkrete økonomisk-politiske tiltag. Dette er heller ikke tilfældet med andre danske makroøkonomiske modeller. Det skyldes, at fastlæggelsen af strukturelle beskæftigelsesvirkninger kræver, at der kan tages detaljeret højde for karakteren og virkningerne af det økonomisk-politiske tiltag, herunder inddrages informationer på et detaljeringsniveau, som ikke kan indbygges direkte i en makroøkonomisk model. Strukturelle beskæftigelsesvirkninger af økonomisk-politiske tiltag vil som udgangspunkt fortsat blive opgjort uden for MAKRO og lagt ind via ovennævnte separate formodel.

¹ I forbindelse med beta-versionen indgår et stiliseret og foreløbigt grundforløb, der udelukkende tjener som grundlag for marginalstød for at illustrere modellens egenskaber. Der er ikke tale om en egentlig fremskrivning af dansk økonomi ved gældende eller vedtagen politik, og der er bl.a. ikke taget højde for corona-krisen.

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

På trods af de forbedringer, som søges opnået, 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 – som det også har været tilfældet med ADAM og andre store modeller – være behov for løbende at udvikle modellen, efterse egenskaber mv.

1.2 Overordnet om centrale modelleringsvalg og modellens opbygning

Fremadskuende forventninger og teoretisk konsistent modellering udgør de helt grundlæggende modelleringsvalg i MAKRO. Derfor uddybes disse først, hvorefter der gives et overordnet overblik over modelleringen af forskellige områder af økonomien i betaversionen af MAKRO.

Fremadskuende forventninger

Med fremadskuende forventninger menes, at virksomheder og husholdninger inddrager information om kommende ændringer i deres rammevilkår og økonomien mere generelt i deres forventningsdannelse (i det omfang sådanne ændringer er kendt på forhånd). Det kan være ændringer i forhold såsom skattesystemet, folkepensionsalderen, finanspolitikken i øvrigt, uddannelsesniveaue, demografien mv. Fremadskuenhed i forventningsdannelsen er blandt andet afgørende for, at modellen kan give et bud på forskellen i virkningerne af midlertidige og permanente stød til økonomien.

Fremadskuende forventninger står i modsætning til såkaldte statiske eller adaptive forventninger, hvor agenterne alene danner deres forventninger til fremtiden på baggrund af den hidtil observerede udvikling i rammevilkår og økonomien i øvrigt (bagudskuende forventninger). Rent empirisk er der en række tegn på relevansen af fremadskuenhed i forventningsdannelsen, herunder at husholdninger reagerer på forhånd på kendte indkomstændringer, at virksomhedernes ansættelses- og investeringsbeslutninger afhænger af forventninger til fremtidige rammevilkår samt at aktivpriser reagerer på nyheder om kommende ændringer i det effektive afkast.² Fremadskuenhed i forventningsdannelsen vurderes at være et centralt element i forbindelse med modelleringen af en økonomi, som udsættes for en række forventede stød og undergår strukturelle udviklinger – eksempelvis den demografiske udvikling, indeksering af pensionsalderen mv.

I MAKRO er *afsættet* for modelleringen af virksomhedernes og forbrugernes fremadskuende forventninger, at disse dannes modelkonsistent (eller rationelt). Dvs. at agenternes forventninger er i overensstemmelse med modellens forudsigelser, og at der i forhold hertil ikke begås systematiske forventningsfejl. Denne type af fremadskuende forventninger er meget udbredt i moderne makroøkonomiske modeller. Der er imidlertid en række årsager til, at en fuldt modelkonsistent forventningsdannelse i sin rene form ikke er realistisk. Agenternes for-

² Der findes en lang række af danske og udenlandske studier, der indikerer at fremadskuende forventninger er relevant. For Danmark drejer det sig blandt andet om ændringer i renteudgifter (Druedahl et al, 2021) og kapitaliseringseffekter af boligbeskatning (Høj & Schou, 2018). På amerikansk data finder studier bl.a., at annoncerede skatteændringer påvirker investeringer m.v. (Mertens & Ravn, 2012) og aktiekurser (Lang & Shackelford, 2000) efter de bliver vedtaget, men før de er implementeret.

ventningsdannelse kan fx være underlagt forskellige typer af friktioner i forhold til tilegnelsen af præcis information om aktuelle eller fremtidige økonomiske forhold, eller agenterne kan være begrænset i deres evne til at danne modelkonsistente forventninger på baggrund af denne information. Modeller med fuldt modelkonsistent forventningsdannelse har da typisk også udfordringer med at matche empiriske resultater vedrørende økonomiens tilpasning til stød.

Derfor indeholder modelleringen af adfærden i betaversionen af MAKRO elementer, som (eksplicit eller implicit) kan bidrage til, at agenternes adfærd afspejler mindre end fuld modelkonsistent forventningsdannelse. Det drejer sig eksempelvis om, at den aktuelle indkomst og formue har direkte indvirkning på husholdningernes forbrugsbeslutning (blandt andet via en andel såkaldte hånd-til-mund forbrugere) samt at den aktuelle indtjening har direkte betydning for virksomhedernes investeringsbeslutning (via en såkaldt finansiel accelerator). Den kvantitative betydning af disse elementer fastlægges som en del af matchingen af modellen til empiriske resultater for økonomiens samlede tilpasning til stød, jf. også Kronborg et al. (2021a).

Behandlingen af forventninger i MAKRO vil indgå i den videre udvikling af modellen og dens empiriske grundlag, herunder for at afdække et eventuelt behov for i højere grad at indarbejde eller tage højde for mindre end fuldt modelkonsistente forventninger.³

Teoretisk konsistens

I MAKRO tilstræbes det som nævnt ovenfor, at modelleringen af adfærd som udgangspunkt er teoretisk velfunderet, således at virksomhedernes og husholdningernes økonomiske adfærd udledes af eksplicite optimeringsproblemer. Det vil sige, at adfærden afspejler deres bestræbelser på at opnå det for dem bedst mulige resultat givet de rammevilkår og eventuelle begrænsninger (fx kreditbegrænsninger, tilpasningsomkostninger mv.), som de står over for.

Af og til fremføres i dele af litteraturen om empiriske makromodeller, at der kan være et generelt *trade-off* mellem den vægt, der i modelbygningen lægges på teori henholdsvis empiri (jf. fx Wren-Lewis, 2019). I Pagan (2003) er præsenteret en afvejning mellem hensynet til empirisk grundlag og teoretisk stringent og konsistent modellering.

Seriøse policy-modeller vægter empiri højt og forsøger samtidig i videst muligt omfang at være teoretiske stringente. Vægten på de to kan dog variere. Nogle nyere makroøkonomiske modeller (fx såkaldte DSGE-modeller) har et meget stort fokus på teoretisk konsistens, mens traditionelle modeller (såkaldte makroøkonometriske modeller) har primært fokus på den historiske forklaringsgrad (fx høj R^2) af de enkelte ligninger i modellen, der beskriver husholdningernes og virksomhedernes adfærd.

Et stort fokus på en høj forklaringsgrad for historiske data kan trække i retning af mange enkeltevis estimationer af forskellige adfærdsligninger, som ikke direkte udledes fra eksplicite optimeringsproblemer men specificeres mere frit, hvorefter disse adfærdsligninger kombineres til en samlet model.

En væsentlig udfordring for denne tilgang er imidlertid, at mens forventningsdannelsen hos husholdninger og virksomheder er central for økonomiens funktionsmåde og reaktion på stød, så eksisterer der ikke gode data for husholdningernes og virksomhedernes forventninger. Disse er i det store og hele ikke observerbare. Da det ikke med rimelighed kan lægges til

³ Modelbrugeren kan vælge at foretage stød til betaversionen af MAKRO på en måde, som kan afspejle mindre end fuld information eller opmærksomhed omkring stødets karakter (fx dets varighed).

grund, at husholdningernes og forventninger historisk set og i alle tilfælde har været nøjagtige (det ville svare til at de aldrig er blevet overraskede over udviklingen i økonomien⁴), "løses" problemet med mangel på gode data for forventninger typisk med en antagelse om bagudskuende (statisk eller adaptiv) forventningsdannelse, som den makroøkonomiske model efterfølgende arver. Som nævnt ovenfor vurderes fuldstændig fravær af fremadskuenhed imidlertid heller ikke at være en rimelig beskrivelse af forventningsdannelsen, og en tilsyneladende høj historisk forklaringsgrad i en adfærdsligning estimeret med denne forudsætning kan derfor være misvisende.

Derudover er tilgangen (dvs. uden adfærdsligninger udledt fra eksplicite optimeringsproblemer) ikke robust over for den såkaldte Lucas-kritik, dvs. at adfærden kan ændre sig ved stød, der ligger uden for det historiske erfaringsområde, eller ved strukturelle ændringer af fx politik-regimet.⁵

Omvendt kan et stort fokus på teoretisk konsistens i adfærdsmodelleringen kræve udstrakte forsimplinger, som risikerer at ende i forklaringer på historiske udviklinger, der i nogle tilfælde kan fremstå konstruerede eller over-forsimplede, hvilket der er eksempler på i DSGE-litteraturen. Dertil kommer, at empiriske metoder, som er fuldt konsistente med en helt stringent teoretisk model med fremadskuende forventninger, og som derfor tager udgangspunkt i modellens egenskaber som samlet system, i praksis ikke kan inddrage tilstrækkelig information til at sikre pålidelig estimation af alle modellens adfærdsparametre, *jf. også nedenfor*.

Selvom det teoretiske fundament for MAKRO er mere stringent og konsistent end traditionelle makroøkonomiske modeller, vægtes hensynet til empirien derfor højere end fuldkommen teoretisk konsistens. I den forbindelse lægges også vægt på en bred empirisk tilgang, som omfatter – men ikke begrænses til – at modellens egenskaber som samlet system holdes op imod empiri for økonomiens tilpasning til relevante stød.

Overordnet om modellens opbygning

Som nævnt ovenfor, har der i udviklingen af MAKRO været fokus på både dens kortsigtede og langsigtede egenskaber. Derfor er MAKRO opbygget som en langsigtet strukturmodel, der er udvidet med reale og nominelle friktioner, som primært har betydning for de kortsigtede egenskaber.

De langsigtede strukturelle egenskaber i MAKRO bygger på (mange) repræsentative agenter – de vigtigste er husholdninger fordelt på alder og virksomheder fordelt på brancher – med mikrofunderet adfærd samt et element af fremadskuende forventninger. Tilsvarende er kortsigtstræghederne så vidt muligt mikrofunderede og baseret på agenternes fremadskuende forventninger.

Da MAKRO er en omfattende model med megen institutionel detalje, er det valgt at se bort fra eksplicit modellering af usikkerhed (stokastik), som det ellers kendes fra nogle moderne makroøkonomiske modeller (DSGE-modeller). Af hensyn til modellens overensstemmelse med det empiriske grundlag, er dette imidlertid indarbejdet ved specifikke elementer som f.eks. risikopræmier i virksomhederne og et element af forsigtighedsopsparing i husholdninger, som kan medvirke til at husholdninger og virksomheders adfærd alligevel i et vist omfang afspejler usikkerhed om fremtiden (der kan være en vigtig faktor).

⁴ Eksempelvis indikerede spørgeskemabaserede forbruger- og erhvervstillidsindikatorer, at forventningerne til den makroøkonomiske udvikling var alt for positiv inden finanskrisen i 2008.

⁵ En tilgang med enkeltvise estimationer af frit specificerede adfærdsligninger rummer endvidere kendte risici for ad hoc tilpasninger, evt. overfitting og ustabile relationer. Erfaringerne både i Danmark og internationalt har ikke sjældent været, at relationer, der oprindeligt virkede godt vurderet på historisk forklaringsgrad, efterfølgende er brudt ned og har måttet justeres, genestimeres eller helt ændres. Dette er en almindelig del af arbejdet med traditionelle makroøkonometriske modeller.

Adfærds modelleringen på hovedområderne i MAKRO kan kortfattet opsummeres som følger:

- Husholdningerne er modelleret som separate generationer (en såkaldt OLG-model), som hver især deltager på arbejdsmarkedet i overensstemmelse med fremskrivningen i finansministeriets befolkningsregnskab, arver, sparer op i både pensionsordninger og fri opsparing samt forbruger henover livsforløbet. Husholdningerne fordele deres forbrug på boligforbrug samt 4 andre forbrugsgrupper, hvoraf boligformuen i vidt omfang gældsfinansieres. Forbrugsniveauet fastlægges delvist på baggrund af den aktuelle indkomst (via en andel hånd-til-mund husholdninger) og delvist på baggrund af den forventede fremtidige indkomst mv. (via en andel fremadskuende husholdninger). Centrale elementer i modelleringen af forbruget rettet mod modellens kortsigtsegenskaber omfatter vanedannelse, et element af forsigtighedsopsparing (via direkte nytte af formue), en træghed i belåning af friværdis samt nedvægtning af forventede boligprisændringer i valget af boligforbrug.
- Udbuddet af boliger er givet på helt kort sigt, og tilpasses via investeringer i nye boliger, som består af en kombination af land og boligkapital. Centrale elementer i modelleringen af boligudbuddet rettet mod modellens kortsigtsegenskaber omfatter at investeringer i boliger er underlagt kvadratiske installationsomkostninger samt at en fast andel af den samlede landmængde svarende til afskrivningsraten på boligkapitalen "frigives" til nybyggeri (investeringer i boliger) hver periode. Boligprisen fastlægges således at efterspørgslen og udbuddet på boligmarkedet mødes, og kortsigtsegenskaberne af boligpriserne påvirkes dermed af træghederne på begge sider af dette marked.
- Produktionen er opdelt på otte private brancher og en offentlig branche. Virksomhederne i de private brancher producerer ved hjælp af arbejdskraft, bygnings- og maskinkapital samt materialeinput således at omkostningerne minimeres. Kapital opbygges via investeringer og prisen på kapitalinput udgøres af en såkaldt usercost, som repræsenterer omkostningerne ved at anvende yderligere kapital i produktionen på et givent tidspunkt (herunder finansiering mv.). Outputprisen fastsættes mhp. profitmaksimering under monopolistisk konkurrence. Centrale elementer i modelleringen af virksomhederne rettet mod modellens kortsigtsegenskaber omfatter for det første, at ændringer i stigningstakten af outputprisen er forbundet med tilpasningsomkostninger. For det andet, at justeringer af antallet af ansættelser eller omfanget af investeringer er forbundet med (kvadratiske) tilpasningsomkostninger. For det tredje er virksomhedernes afkastkrav ifm. investeringer påvirket af den aktuelle indtjening (en såkaldt finansiel accelerator). For det fjerde kan virksomhederne midlertidigt justere produktionen ved at variere kapacitetsudnyttelsen af kapital og arbejdskraft.
- Arbejdsmarkedet er modelleret som en søgemodel, hvor jobsøgning kræver en indsats fra arbejdstagernes (husholdningernes) side og besættelse af ledige stillinger er forbundet med en omkostning for arbejdsgiverne (virksomhederne). Søgfriktio-
nerne betyder at det tager tid at finde job og besætte stillinger, hvorfor der til et

hvert givent tidspunkt vil være ufrivillig ledighed og ubesatte stillinger. Lønninger forhandles mellem repræsentanter for henholdsvis arbejdstagerne og arbejdsgiverne, hvor det forventede overskud ved de berørte ansættelsesforhold deles. Centrale elementer i modelleringen af arbejdsmarkedet rettet mod modellens kortsigtsegenskaber omfatter – ud over de nævnte søgefriktioner og tilpasningsomkostningerne ved justering af antallet af ansættelser på virksomhedssiden (jf. foregående punkt) – for det første, at det kun er en andel af alle ansættelseskontrakter, der genforhandles hver periode, hvilket giver anledning til træghed i (gennemsnits)lønningen samt fremadskuenhed i løndannelsen.

- Udlandet spiller for det første en rolle på dels produktmarkederne via udenrigshandlen dels kapitalmarkederne. Modelleringen tager udgangspunkt i Danmark som en lille åben økonomi, der ikke påvirker udlandet. Eksportkonkurrerende priser, importpriser, det udenlandske renteniveau og eksportmarkedets størrelse tages således for givet. Eksport- og importefterspørgslen antages at have eksogent give priselasticiteter (en såkaldt armingtonmodellering), dog påvirkes eksportefterspørgslen af den strukturelle produktionskapacitet (i betaversionen konkret strukturel beskæftigelse) i den indenlandske private sektor (en såkaldt skalaeffekt i eksporten). Centrale elementer i modelleringen af udenrigshandlen rettet mod modellens kortsigtsegenskaber omfatter en træghed i skalaeffekten i eksporten samt trægheder på gennemslaget af ændringer i størrelsen af eksportmarkedet samt træghed i gennemslaget af de relative priser. Dette betyder eksempelvis at de *effektive* eksportpriselasticiteter er lavere på kort sigt end på langt sigt. På kapitalmarkederne er udlandet den marginale investor, der stiller kapital og investeringsmuligheder til rådighed for henholdsvis virksomheder og husholdninger til et givent afkastkrav (knyttet til renteniveauet).

Modelleringen af de forskellige områder er nærmere beskrevet i Høegh et al. (2021a) og Ejarque et al. (2021).

1.3 Empirisk tilgang

Den empiriske strategi for MAKRO har til formål at sikre, at både kortsigtsegenskaberne for modellen som samlet system (især tilpasningshastigheder) og langsigtsegenskaberne er empirisk velunderbyggede. Som det fremgår af ovenstående, er det et centralt hensyn, at de anvendte estimationsmetoder i praksis kan anvendes til solid empirisk fundering af en omfattende model med et udbygget teoretisk fundament og fremadskuende adfærd.

Med MAKRO tilstræbes derfor bedst mulig overensstemmelse med tilgængelig empiri ud fra en bred tilgang. I formuleringen "bred tilgang" ligger, at der både trækkes på anerkendte resultater fra litteraturen, egne særskilte estimationer af bestemte adfærdsparemetre og en empirisk fundering af de samlede modelegenskaber vedrørende økonomiens tilpasningstid ved centrale stød. Der er således hverken tale om, at hele MAKRO estimeres som et samlet simultant system, eller at modellen er opstillet som en kombination af enkeltvist estimerede adfærdsligninger.

En bred empirisk tilgang

Modellens kortsigtsegenskaber sikres ved at fastsætte modellens kortsigts- eller træghedsparametre, så økonomiens reaktioner på en række stød i MAKRO bedst muligt matcher tilsvarende empirisk estimerede reaktioner.⁶ De estimerede reaktioner stammer fra empiriske modeller (primært såkaldte SVAR-modeller), der i høj grad er ateoretiske og derfor tillader data at tale relativt frit i forhold til økonomiens reaktion på og tilpasning efter stød.

Denne tilgang til empirisk fundering af MAKRO's samlede kortsigtsegenskaber vurderes at have en række fordele fsva. transparens og fortolkning. Den tydelige skillelinje mellem modellen (MAKRO) og de empiriske resultater (primært fra SVAR-modeller), der matches til, gør valget af den centrale empiri transparent. Metoden tillader endvidere umiddelbar visuel inspektion af, hvor godt matchingen af de empiriske resultater lykkes – herunder på hvilke områder den lykkes godt, og på hvilke den lykkes mindre godt. Endeligt kan man fortolke de empiriske resultater og modellen både i sammenhæng og hver for sig med henblik på at vurdere om afvigelser primært kan henføres til udfordringer i estimationen eller modelleringen.

Konkret er økonomiens reaktioner estimeret for efterspørgselsstød (offentligt forbrug og udenlandsk efterspørgsel), udbudsstød (arbejdsudbud) samt stød, der indeholder både udbuds- og efterspørgselselementer (oliepris og den pengepolitiske rente i euro-området), jf. også MAKRO (2021). Modellens kortsigtsparametre tilpasses, således at MAKRO har tilpasningsegenskaber, der svarer så godt som muligt til de empirisk estimerede reaktioner for dansk økonomi ved disse stød, jf. også MAKRO (2021). Modellens egenskaber verificeres herudover ved at holde dem op mod eksisterende mikroøkonometrisk litteratur om blandt andet kortsigtede marginale forbrugstilbøjeligheder ved midlertidige indkomststød mv. (Kronborg et al. 2021) samt såkaldte fortrængningseffekter ved tvungen pension (Høegh, 2021).

Modellens langsigtsegenskaber sikres blandt andet via særskilte estimationer af en lang række substitutionselasticiteter i virksomhedernes og husholdningernes efterspørgselsystemer samt udenrigshandelselasticiteter og den ovennævnte skalaeffekt i eksporten (Kastrup & Kronborg 2021). Ud over resultaterne fra disse konkrete estimationer inddrages generelt også relevante resultater og indsigter fra den eksisterende empiriske litteratur i fastlæggelsen af modellens parametre. Når substituionselasticiteterne er fastlagt, tages de for givet i den empiriske fundering af kortsigtsegenskaberne omtalt ovenfor.

Afvejninger i den empiriske strategi for MAKRO

Den empiriske tilgang i MAKRO står i modsætning til traditionelle makroøkonometriske modeller, hvor langsigtselecticiteter og tilpasningshastigheder ofte estimeres ved én samlet estimation. Det er vurderingen, at kombinationen af forskellige estimationsmetoder i MAKRO er hensigtsmæssig af flere årsager. For det første er det et kendt problem, at kvantitet og kvalitet af data kan gøre det vanskeligt at bestemme både langsigtselecticiteter og tilpasningshastigheder i samme estimation. Løsningen er relativt ofte at fastsætte enten tilpasningshastigheden eller en langsigtselecticitet eksogent, hvilket ikke nødvendigvis er tilfredsstillende i en model, der skal have empirisk velunderbyggede egenskaber på kort og langt sigt. For det andet vil kombinationen af enkeltvist estimerede adfærdsligninger ikke nødvendigvis give anledning til en retvisende beskrivelse af økonomiens samlede egenskaber (herunder pga. simultanitetsbias), og der har med denne tilgang sjældent været et sideløbende, udbygget grundlag for at evaluere de samlede modelegenskaber. For det tredje, er der et element af fremadskuende forventninger i mange af MAKRO's adfærdsligninger, som er et vigtigt element i moderne makroøkonomi. Det er som nævnt ovenfor vanskeligt at estimere sådanne relationer baseret på klassisk enkeltligningsestimation.

⁶ Dette kaldes også for impuls-respons matching og er en velkendt metode i DSGE-litteraturen, hvor den bruges som alternativ til såkaldt bayesiansk maximum likelihood estimation.

Den empiriske tilgang i MAKRO er ligeledes bredere end i typiske DSGE-modeller, hvor der er overvejende fokus på at estimere modellen i én samlet systemestimation. Sådanne systemestimationer kan håndtere fremadskuenhed i forventningsdannelsen – i det mindste rent teknisk – og modvirke eventuel forurening af parameterestimerer fra simultanitetsbias eller udeladte variable, som kan være et problem for modeller baseret på enkeltligningsestimationer. Systemestimation er dog typisk ikke tilstrækkelig informativ til at fastlægge alle parametre i (selv forholdsvis små) modeller, hvorfor tilgangen under alle omstændigheder ofte må suppleres med anden information (fx via såkaldte priors) – og er afhængig af kvaliteten heraf. Herunder kan det i estimationen være nødvendigt at lægge nogle relativt strenge begrænsninger på værdierne af nogle af parametrene (via såkaldte priors), hvilket gør estimationen af disse mindre datadrevet.

På tilsvarende vis er der også både fordele og ulemper ved den valgte tilgang til empirisk fundering af MAKRO. De relationer og parametre, der estimeres via enkeltligningsestimation, kan vise sig udsat for nogle af de ovennævnte problemer, eksempelvis med tendens til relationer, der viser sig at være ustabile over tid. De parametre, der fastlægges på baggrund den generelle litteratur, kan risikere at være påvirket af modelbyggerens subjektive holdninger og kvaliteten af de metoder, der er anvendt i de pågældende studier. Endeligt vil parametre, der fastsættes ud fra matching af modellens kortsigtsegenskaber til empiriske resultater for økonomiens tilpasning til stød (hvilket kan betragtes som en form for delvis systemestimation) naturligt være udsat for den usikkerhed, der knytter sig til estimationerne heraf.⁷ Endvidere kan den historiske forklaringskraft af de relationer, der indeholder parametre fastlagt på denne måde, typisk ikke evalueres enkeltvist på samme måde som det kan lade sig gøre med de enkeltvist estimerede adfærdsligninger i traditionelle makroøkonometriske modeller.

Samlet gælder, at mens der i MAKRO generelt lægges et eksplicit teorigrundlag til grund – baseret på, hvad der anses for relativt bredt accepteret og gængs teori – så accepteres et trade-off mellem forskellige empiriske ønsker eller muligheder: Der accepteres således på visse stræk en mindre gennemskuelig historisk dataforklaring for en række centrale adfærdrelationer til gengæld for en tilgang, som kan håndtere eksplicit adfærdsmodellering med et element af fremadskuenhed i forventningerne og i højere grad er baseret på en direkte empirisk fundering af modellens tilpasningsegenskaber ved en række efterspørgsels- og udbudsstød. Hertil kommer en bred læsning af den økonomiske litteratur og empiri (fx i fastsættelsen af dybe parametre og modellering af adfærdsmekanismer).

På den baggrund er det en vigtig del af modeludviklingen, at de foretagne valg og konsekvenserne heraf lægges åbent frem og begrundes, hvilket offentliggørelsen af betaversionen af MAKRO er et centralt element i.

⁷ Denne usikkerhed knytter sig – lige som det er tilfældet ved andre estimationer – bl.a. til den generelle varians i data, valget af variable (og indflydelsen af udeladte variable), der indgår i de anvendte SVAR, de antagelser, der ligger til grund for identifikationen og fortolkningen af forskellige stød til økonomien, samt de ændringer i resultater, der kan fremkomme, når nye data bliver tilgængelige.

2. Referencer

J. Druedahl, E. B. Jensen and S. Leth-Petersen. The Intertemporal Marginal Propensity to Consume out of Future Persistent Cash-Flows: Evidence from Transaction Data. Arbejdsrapport, 2021.

J. Ejarque, M. Bonde, G. Høegh, A. Kronborg, and P. Stephensen. MAKRO model dokumentation. DREAM-arbejdsrapport, 2021.

Finansministeriet. Marginal forbrugstilbøjelighed ud af ændringer i boligformue i betaversionen af MAKRO. Finansministeriet notat, 2021a.

Finansministeriet. Husholdningernes rentefølsomhed i betaversionen af MAKRO. Finansministeriet notat, 2021b.

Finansministeriet. Sammenligning af stiliserede stød i betaversionen af MAKRO, ADAM og Nationalbankens DSGE-model. Finansministeriet notat, 2021c.

G. Høegh. Analyse af stød til pensionsindbetalinger - fortrængningseffekter i MAKRO. DREAM-arbejdsrapport, 2021.

G. Høegh, M. Bonde, J. Ejarque, A. Kronborg, and P. Stephensen. MAKRO: Oversigt over model og centrale modelleringsvalg. DREAM-arbejdsrapport, 2021.

G. Høegh, J. Røpke, A. Kronborg, and P. Stephensen. Grundlæggende stødanalyser i MAKRO. DREAM-arbejdsrapport, 2021.

A. K. Høj, M. R. Jørgensen and P. Schou. Lax tax changes and full capitalisation. Fiscal Studies, 2018.

C. Kastrup and A. Kronborg. Udbudseffekter i dansk eksport? DREAM-arbejdsrapport, 2021.

A. Kronborg. Estimating foreign shocks in a VAR model. DREAM-arbejdsrapport, 2021a.

A. Kronborg. Estimating government spending shocks in a VAR model. DREAM-arbejdsrapport, 2021b.

A. Kronborg, G. Høegh, P. Stephensen, M. Bonde, and J. Ejarque. Det empiriske grundland for MAKRO. DREAM-arbejdsrapport, 2021a.

A. Kronborg and C. Kastrup. Estimering af forbrugssystemet i MAKRO. DREAM-arbejdsrapport, 2021.

A. Kronborg, C. Kastrup, and P. Stephensen. Estimating the Constant Elasticity of Substitution when Technical Change is Time-Varying: A Kalman Filtering Approach. DREAM-arbejdsrapport, 2019.

A. Kronborg and K. Poulsen. Estimering af elasticiteterne i MAKROs produktionsfunktion. DREAM-arbejdsrapport, 2021b.

A. Kronborg, K. Poulsen, and C. Kastrup. Estimering af udenrigshandelselasticiteter i MAKRO. DREAM-arbejdsrapport, 2020c.

A. Kronborg, J. Røpke, M. Bonde, and P. Stephensen. Marginal propensity to consume. DREAM-arbejdsrapport, 2021d.

A. Kronborg and P. Stephensen. Decomposing the Ins and Outs of Unemployment: Cyclical, Structural, and Demographic Trends in the Danish Labor Market. DREAM-arbejdsrapport, 2019.

M. H. Lang and D. Shackelford. Capitalization of capital gains taxes: evidence from stock price reactions to the 1997 rate reduction. *Journal of Public Economics*, 2000.

MAKRO. Matching af impuls responser og øvrige kortsigtsmomenter: MAKRO ift. empirien. DREAM-arbejdsrapport, 2021.

K. Mertens and M. O. Ravn. Empirical evidence of the aggregate effects of anticipated and unanticipated us tax policy shocks. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2012.

A. Pagan. Report on modelling and forecasting at the Bank of England. *Bank of England Quarterly Bulletin*, 2003 (1-29).

J. Røpke, G. Høegh, and A. Kronborg. Finanspolitiske multiplikatorer i MAKRO. DREAM-arbejdsrapport, 2021.

P. Stephensen, M. Bonde, G. Høegh, J. Ejarque, and A. Kronborg. MAKRO-modellen. DREAM-arbejdsrapport, 2021.

S. Wren-Lewis. Ending the microfoundations hegemony. *Oxford Review of Economic Policy*, 2018.