

Skakautomat eller 'mechanical turk' syndromet for modeller med fremadskuende forventninger

Papiret påpeger et helt generelt og principielt problem ved at hævde at en økonomisk makromodel (automatisk) inddrager fremadskuende forventninger. I hvilken forstand er det muligt?

{printet 2021-10-15 17:22}

{ Dokument navn: MOL11d19_v0r08.docx }

¹ seneste revision: d. 15. oktober 2021.

MOL08119

Nøgleord: fremadskuende forventninger, modeller

Modelgruppepapirer er interne arbejdsrapporter. De konklusioner, der drages i papirerne, er ikke endelige og kan være ændret inden opstillingen af nye modelversioner. Det henstilles derfor, at der kun citeres fra modelgruppepapirerne efter aftale med Danmarks Statistik.

Modeller i økonomisk praksis

Når modeller anvendes af økonomer, så indgår der otte elementer:

1. **modelfil**, der definerer de matematiske relationer, der gælder mellem variablerne, der måler den økonomiske virkelighed
2. **historiske data**, der fastlægger værdierne af de enkelte variabler over en historisk periode
3. **fremskrivning**, der fastlægger værdierne af de enkelte variabler over en fremtidig periode
4. **simuleringssystem**, der gør det muligt for *brugeren* at "køre" modellen på de foreliggende data, samt eventuelle alternative forløb, og præsentere resultaterne af disse "kørsler" på informative måder
5. **dokumentation**, der definerer alle elementer af modellen, bl.a. variablerne så de kan måles; den skaber også forbindelsen til den litteratur som modellens grundlag forholder sig til
6. **brugeren**, der benytter modellen til at få svar på spørgsmål om hvad der ville ske (i den økonomiske virkelighed) hvis en eller flere variabler bliver påvirket på en nærmere angivet måde.
7. **opgaven**, som brugeren søger at finde løsninger på ved at tage afsæt i modellen, og data for den periode som opgaven vedrører.
8. **modelfabrikanten**, som stiller modellen til rådighed for brugerne, og vedligeholder den.

Alle disse otte elementer indgår på en ikke uvæsentlig måde ved vurderingen af arbejdsdelingen mellem *brugere* og *modelfabrikant* om givne *opgaver*.

Modelfilen rummer de matematiske ligninger som modelkonstruktøren har fundet bedst opsummerer den økonomiske virkelighed. Den er typisk afstemt efter den historiske erfaring og indrettet så den kan rumme de udviklinger som økonomien forventes at tage over de kommende år. Den konkrete modelfil formuleres så den er tilpasset de muligheder som simulationssystemet rummer.

Datagrundlaget er delt i "før-nu", dvs. fortidens eller det historiske datagrundlag, og "nu-og-efter-nu", dvs. nu-og fremtiden. Mens fortiden kendes fra statistiske og andre kilder, kan fremskrivningen tage mange veje, og økonomiens "spor" er grundlæggende ukendt (før den udfolder sig som historie), så fremskrivningens talværdier for nu- og fremtiden opstilles med afsætning i et samlet sæt (scenariebeskrivende) hypoteser.

Ekspirimeter med modeløkonomien gennemføres ved at indlægge "påvirkningen" (ændringer i et udvalg af variabelers forløb), simulere modellen, og sammenligne det resulterende forløb, med den fremskrivning som er udnævnt til at være "grundforløbet". Opløsningen af ændringerne efter agentnære betragtninger, der kan vise at økonomisk rimelig adfærd (hos et tilstrækkeligt antal agenter) faktisk kan understøtte de (makro-) modelafledte ændringer er stærkt efterspurgt blandt økonomer, der ellers kalder resultatet (potentielt) "ad hoc".

*Tolkningen af hvordan "påvirkningen" af økonomien skal indlægges i modellens variable er brugerens opgave. Ligeledes skal brugeren vurdere om den forventelige, fornuftige agentadfærd allerede er modelleret (og indbygget) i modelfilens ligninger, eller den skal håndteres (delvist) separat (ved etablering af hjælpe-ligninger). Det er denne arbejdsdeling der gør det muligt at få grundmodeller, der er udviklet under og for en historisk periode, til at kunne give fornuftige resultater, også for eksperimenter som mere eller mindre grundlæggende ændrer på den økonomiske virkelighed.² Dokumentation af høj kvalitet er nødvendig for at gøre denne vurdering realistisk mulig. *Eksempelsamlinger* er ligeledes afgørende redskaber for at hjælpe brugeren til at kunne foretage kvalificerede eksperimenter på egen hånd.*

Fremadskuende forventning i økonomisk teori

Generelt udtrykker (at der foreligger) en *økonomisk forventning for en agent*, at agenten på et (tidligt) tidspunkt t_1 har en opfattelse af (at mindst) en variabel på et senere tidspunkt t_2 har en vis værdi.

Det er således meningsfuldt/veldefineret at tale om hvad en agents forventninger er til en given variabels værdi (over tid).

I det følgende præciseres konsekvenserne af denne situation for modelanvendelsen

Hvordan håndteres denne situation i forbindelse med en konkret model, der er konkretiseret i en veldefineret modelfil?

Lad os bevæge os fra virkelighed til modellens univers i trin.³

Opgave

Brugeren overvejer på statens vegne at indføre en ændring af folkepensionsalderen. I bilag kommer nogle mere konkrete overvejelser, men her nævnes de principielle elementer, der gøre sig gældende i alle eksperimenter.

Hvordan skal dette eksperiment indlægges i modeluniverset?

Omtanke

Først gennemtænkes situationen af brugeren. Hvordan vil det påvirke agenternes forventninger, adfærd og reaktioner? Hvilke håndtag er tilgængelige? I forhold til grundforløbet som allerede er lagt tilrette, herunder de antagelser der er nedlagt bag dette. Hvor tidligt er det rimeligt at forvente at der er effekter på

² Dette kræver modelanvendelseskompetencer, der mere er et håndværk, som universitetsansatte økonomer sjældent har, og derfor desværre ikke er en fastdel af enhver økonoms universitets ballast.

³ Se også case om tilbagetrækningsalder i bilag.

faktisk adfærd (faktiske beslutningssituationer), og op til dette tidspunkt hvordan påvirker denne viden den løbende adfærd?

Al den relevante viden om situationen samles og struktureres. Essentielt for arbejdet er også viden om hvad der er inddraget (og automatiseret) i modellen, og hvad som må håndteres af brugeren, eventuelt via redskaber som modelkonstruktøren stiller til rådighed.

Forventninger

Agenternes virkelige forventninger ville *principielt* kunne konfronteres med de teoretisk betingede forventninger for at undersøge om sidstnævnte er retvisende (for faktiske agents forventninger) på tidspunktet (ved en ekstraordinær målingsindsats), og efterfølgende om hvilke af disse forventninger der bedst viser sig at blive opfyldte.

Generelt måles agenternes forventninger (svarende til variabelers fremtidige forventede værdier) faktisk ikke. ***De forventninger som tillægges agenterne er i bedste fald teoretisk betingede, og har derfor karakter af hypoteser.***

Principielt kan forventninger til variabelers værdier tænkes som funktioner over tiden. Hvis der er en forventningsfunktion til hver agent for hver variabel, så bliver informationsmængden hurtigt overvældende. Hvis vi samtidigt ikke har data for faktiske forventninger, så giver det praktisk mening at erstatte dem af stokastiske "systemforventninger". Men det er en nødløsning, der egentlig peger på at vi afsløres i at mene at vi ikke kan opstille aggregerede ligninger, der encompasser rationel agentadfærd, på en operationel måde. Hvilket netop er det centrale krav til at en model opfylder "rationelle forventninger", jf. sidste bilag.

Hvis hele forventningsprojektet (med indarbejdelse af fremadrettede forventninger) gør makromodeller uoperationelle, så må kravet om at grundmodellen i det mindste kan rumme ("tracke") økonomiens faktiske spor være et nødvendigt krav at stille for at disse makromodeller kan betragtes som relevante rammer for økonomisk-politisk indsats-virkningsanalyser.

Formodel

Mange kompleksiteter på det agentnære niveau kan håndteres på en mere dækkende og tilfredsstillende måde hvis det sker ved hjælp af en *formodel* som modelkonstruktøren stiller til rådighed for modelbrugeren. Denne skaber en ramme for arbejdet med at tilrettelægge eksperimentet og bestemmer hvordan "påvirkningen" oversættes til (formodel-) uddata der lige passer til den aggregerede models variabler. *Ikke mindst specielle forhold omkring det påtænkte eksperiment kan håndteres uden at øge kompleksiteten af den aggregerede model.* Ligeledes kan forskellige eksperimentbestemte behov forfølges hver for sig, og tilpassede variationer udarbejdes.

Økonomiens tilstand

Ligninger for tidsrækkevariabler er den centrale test for indkredsning af hvor godt den enkelte model kan rumme makroøkonomiens variabelers faktiske spor.

Så må tolkningen af det faktiske forløb, som kan iagttages, overlades til kommentatorer, såvel med teoretisk afsæt, som med dyb empirisk erfaringsafsæt.

Operationelle forslag til forbedringer kan så overvejes, og hvordan de kunne indarbejdes evalueres.

Valget modelkonstruktøren står med

Når en model skal bruges i en situation som den ikke er helt designet til har en modelkonstruktør fire valg:

1. Formulere en *vejledning med løsningsskabelon*, udvidet med eksempler; altså formulere en anbefaling til hvordan brugeren selv kan skabe den nødvendige tilpasning af modellen, så den er bedre afstemt til opgaven, og hvordan brugeren selv frembringer den tilpassede analyse.
2. Supplere *valg 1 med supplerende redskaber*, der kan hjælpe brugeren på vej frem mod en tilfredsstillende tilpasning, evt. i form af formodeller o.l..
3. *Modelkonstruktøren foretager tilpasningen*, fra opgave til opgave. Især relevant hvor der er mangel på en generel automatiserbar løsning.
4. Indbygge en *automatiseret generel løsning* i selv modellen.

| Tilpasningsbehov klares ved | modelfil | effekt på antal variabler | modelbruger udfordring |
|--|--|---|---|
| Vejledning | veldefineret | nul i modelfil, et passende antal i tilpasning | Rundt om aktuell problemstilling: Danner ide om virkeligheden, og om hvordan modellen forholder sig til denne. Kan afprøve alternativer selv. |
| Vejledning samt ekstra redskaber | veldefineret | nul i modelfil, et passende antal i tilpasning | Hjælpes yderligere. Må selv tage ansvaret. |
| Modelkonstruktør tilpasser fra gang til gang. | ej veldefineret apriori | uvist, formodentlig forskelligt fra gang til gang | Forlader sig på at modelkonstruktøren får det relevante med. |
| Indbygget automatiseret løsning | veldefineret; implicit store ekstra komplikationer | Antallet kan både gå op eller ned. | Hjælpes yderligere. Må alligevel forstå om den indbyggede version passer til egen forståelse. |

Indbyggede rationelle forventninger

Hvis modelfilen skal være veldefineret, og brugeren ønsker at kunne slå en forventningsdannelse til og fra efter eget ønske, overalt hvor der kunne være interesse for det (i de fleste muligvis relevante situationer), så vil det belaste modelfilen markant såvel mht. antallet af indgående variabler, som nødvendige støtteligninger, hvilket vil gøre modellen uoverskuelig.

Ønsket om overskuelighed tilsiger at brugeren må tage ansvaret på sig, og selv blive dygtig til at lave de nødvendige tilpasninger, der skræddersys til den problemstilling der skal analyseres. Derved lægges byrden ved at gennemføre sofistikerede svært generaliserbare betragtninger på brugeren, og grundmodellen aflastes, så grundmodellen kan fastholdes som en veldefineret og overskuelig modelfil.

Har brugeren ikke mulighed for at tage denne kompetenceudvikling på sig, så kan opgaven med tilpasningen overlades til modelkonstruktøren, der jo apriori har de stærkeste modelhåndteringskompetencer (sammenlignet med en tilfældig bruger). Men derved bliver modelfilen ikke apriori veldefineret, og det bliver svært for brugeren at tjekke at modelkonstruktøren laver tilpasningen som brugeren har behov for at det bliver gjort. Konsekvensen er at modellen ikke mere er veldefineret, og modellen kan lignedes med den historiske skakautomat, der kun virkede fordi, der sad et menneske (en medarbejder hos modelkonstruktøren) i maskinen og førte "hånden". Hvilket præcist kan kaldes "Mechanical Turk"-tilfældet, hvor en delvist rationel medarbejder forsøger at forudse økonomiens fornuftige agents dispositioner, og indlægge tolkningen i form af data eller støtteligninger! "Det automatiske" går via et menneske i kød og blod, og med begrænset rationalitet i forhold til økonomien under et. Det er de facto **ikke** lykkedes at automatisere fænomenet.

Man kan derfor spørge om de "rationelle forventninger" som modellen trækker på afspejler fornuftige forventninger som agenterne i økonomien gør sig, eller om de alene er modelkonstruktørens fortolkninger. I sidste tilfælde indbærer det at adfærden i modellen ikke kan blive mere rationel/fornuftig end medarbejderen formår, hvilket generelt må forventes at være utilstrækkeligt i forhold til at foregribe den agentadfærd, der ikke lader sig tage ved næsen af det offentlige eller "systemet".

Er det med denne forståelse af situationen rimeligt at brugeren antager at et sådant setup kan give et praj om hvad rationelle forventninger hos økonomiens agenter har af konsekvenser for økonomien? Nærværende forfatter mener Afgjort ikke!

Dilemmaet

Brugeren må enten

- acceptere at modelkonstruktøren løbende laver/skal lave tilpasningen på brugerens vegne⁴ (hvilket svarer til ”Mechanical Turk”-syndromet), og dermed acceptere at modellen ikke er veldefineret (men kan ændres løbende, eller efter behov/modelkonstruktørens forgodtbefindende), eller
- ”slå forventningsautomatikken fra”, bruge den veldefinerede modelfil og acceptere ansvaret for selv at fastlægge konsekvenserne for variabelernes værdier for de relevante tilfælde af agents fremadskuende forventninger som brugeren forventer er relevante for kørselssituationen.

Modeller der eksplicit anviser hvordan brugeren kan indarbejde hypotesen om fremadskuende forventninger i sine kørselss eksperimenter, vil generelt være at foretrække.⁵ Da forventninger generelt ikke måles, så er det risikabelt at inkludere mange variabler og støtteligninger der trækker på disse uobserverede variabler, til forklaring af variabler hvis værdier er observerede. Ikke mindst da de manglende observationer skaber plads til forskellige teori-baserede hypoteser om hvordan forventningerne er eller burde være, som ikke kan funderes objektivt rent empirisk.

Arbejde med en makroøkonomisk model for dansk virkelighed kræver visse grundlæggende vilkår overholdes:

- transparens;
 - omkring den konkrete modelfil, som modelkonstruktøren byder ind med som en god opsummering af virkeligheden; omkring dens udvikling og overvejelserne bag (dens teoretiske grundlag).
 - omkring den gode anvendelse af modellen i konkrete sammenhænge
 - omkring datagrundlaget, for den historiske periode
 - omkring fremskrivningsscenarierne

Det forekommer mig uomgængeligt at der først opbygges en fælles viden (i form af et eksempelmateriale) om hvordan ”rationelle” forventninger inddrages ved modelkørsler, forud for at der opstilles og eventuelt indbygges automatiseringer i modelfilen. Dels for at skabe konsensus om hvordan forventningerne skal forstås og håndteres, og dels for at afklare om nogle få håndtag kan tages i anvendelse på mange måder for at give modellens svar på betydningen af forventningerne for eksperimenter og forløb.

De nævnte anvisninger synes nødvendige, også hvis der indarbejdes ”automatiserede” forventninger, så en bruger selv kan tjekke og på den måde være sikker på at hendes egen forståelse af agenternes rationelle forventninger svarer til den som er nedlagt i modellen, eller ej.

⁴ Hvilket også har økonomiske konsekvenser for adgangen til resultaterne (da modelkonstruktøren kan tage sig godt betalt; i et marked uden konkurrence), og for muligheden for at sikre at alle politiske brugere har lige adgangen til modellen og dens (potentielle) resultater.

⁵ Hvis der ønskes åbenhed om hvilken virkelighedsforståelse der er fastindarbejdet i modellen af den makroøkonomiske virkelighed, og hvilke virkelighedsforståelser der ikke kan fastindarbejdes, men må håndteres af brugeren.

Konklusion

Modeller der hævder at rumme fremadskuende forventninger udfordrer brugeren med følgende dilemma.

Helt kort: enten 1) acceptere ”Mechanical Turk”-syndromet hvor modellen faktisk ikke er veldefineret, eller 2) slå automatikken fra og selv håndtere hvordan hypoteser om agents fremadskuende forventninger indarbejdes.

Formuleret lidt mere præcist: enten

- at acceptere at modelkonstruktøren løbende gør/skal gøre det på brugers vegne (MT-syndromet), og dermed acceptere at modellen ikke er veldefineret (men kan ændres løbende, eller efter behov/modelkonstruktørens forgodtbefindende), eller
- at slå forventningsautomatikken fra og acceptere ansvaret for selv at fastlægge konsekvenserne for variabelernes værdier for de relevante tilfælde af agents fremadskuende forventninger som brugeren forventer er relevante for kørselssituationen.

Modeller der rummer variable for forventninger til værdierne af centrale variable (på forskellige tidspunkter i fremtiden) og via forslag til løsningskabeloner eksplicit anviser hvordan brugeren kan indarbejde hypotesen om fremadskuende forventninger i sine kørselss eksperimenter, vil generelt være at foretrække.

Litteratur

Osterwald-Lenum, Michael: ”Which Rational Expectations?”, Arbejdsrapport, Økonomiske modeller, Danmarks Statistik, dateret 25. august 2017.⁶

Bilag: Eksempel på fremadskuende forventninger

Case: tilbagetrækningsalder

Et hyppigt anvendt eksempel på en *fremadskuende forventning* i dansk økonomisk diskussion, er de enkeltes borgers forventning til den pensionsalder der vil være gældende på tidspunktet for egen tilbagetrækning.

At denne *forventning er fremadskuende* tænkes at komme til udtryk ved at når politikerne fastlægger en (annonceret) ændring i de lovgivningsmæssige rammer for (de økonomiske konsekvenser af) tilbagetrækningsalderen (for forskel-

⁶ Papirkode: eMOL25817. Senest opdateret 19. september 2017.

lige årgange), så retter de enkelte agenter deres egne forventninger til deres tilbagetrækningsalder ind efter denne udmelding.⁷

Variabelmæssigt kan vi tænke på situationen ved at der i modellen indgår en variabel, aktuel folkepensionsalder, X_t . Når politikerne beslutter at X_t fra tidspunkt t_2 sættes op med et år, så vil en livscyklus-forbrugs tilgang (til modellering af borgeres forbrug) tilsige at de borgere der påvirkes af ændringen allerede fra annonceringstidspunktet vil kunne tage ændringen i betragtning ved tilrettelæggelsen af deres adfærd.

Helt overordnet så er det nødvendigt at overveje om det er nødvendigt at følge en mikrosimulationstilgang, hvis vi vil følge dele af befolkningen, og hvordan de påvirkes af tiltag, eller om vi kan nøjes med at inddrage at en andel af befolkningen påvirkes. Der er argumenter i begge retninger.

Vil vi et detaljeret befolkningsregnskab, underopdelt på årgange og andre underopdelinger, så forlader vi makromodellering, og giver os i kast med mange-agent-systemmodellering. Vil brugeren fastholde overblikket og ikke blive holdt op på et overvældende antal detaljer, så er det nødvendigt at fastholde en mere aggregeret tilgang. Sidstnævnte vil tilsige at modelkonstruktøren etablerer såkaldte *formodeller*, der kan rumme det fornødne antal detaljer, med underopdelinger langt under dem der indgår i den aggregerede makro model. Formodellerne vil så kunne bruges som et automatiseret redskab til at bestemme ”påvirkningen” af den aggregerede models variable, på grundlag af meget detaljerede opgørelser. Eksempler på formodeller der allerede findes i DK er: for demografi, for detaljerede skatter og afgifter, for ordninger omkring arbejdsmarkedet, for pensioner.

Bilag: om rationelle forventninger

I arbejdsrapporten ”Which Rational Expectations?” overvejes forskellige forslag til definition af ”rationelle forventninger”, med præciseringer der gør det muligt at konstatere om en given model udviser egenskaber som med rimelighed burde have den betegnelse. En definition, der fanger noget centralt i forhold til nærværende papir, har følgende præcisering:

1. The aggregate specification encompasses **all relevant rational micro behaviour** of sufficient impact quantitatively, for the analysis which uses it. The macro consequences of agents acting rationally at the micro level (to the considered policy changes) should be allowed for, in the specifications of equations covering the macro economy,
2. Stochastic variables representing expectations have probability distributions which reflect historical experience of the entire system, and also reflect economists’ understanding (including the model universe within which the expecta-

⁷ Borgerne behøver ikke nødvendigvis at rette deres forventning til egen tilbagetrækningsalder ind 100 pct. efter udmeldingerne, i det omfang de har muligheder for andet, eksempelvis via tilstrækkelig pensionsopsparing.

tions are part). The expectations of the agents (at the micro level) are “Muth rational”, and

3. Estimation of model parameters requires knowledge of which expectations the agents had over the estimation period.