

DREAM

Danish Research institute for
Economic Analysis and Modelling



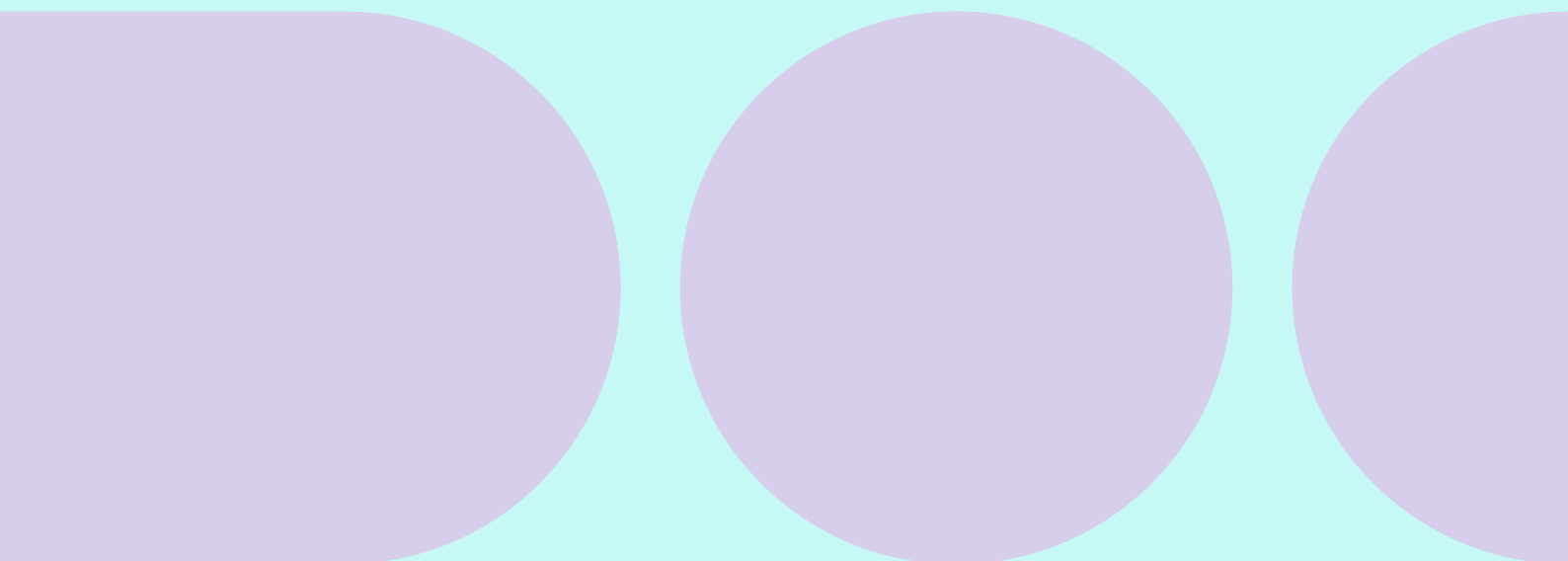
Miniudgave af MAKRO

Grane H. Høegh

Baggrundsnotat

16. november 2020

www.dreamgruppen.dk



Miniudgave af MAKRO

Grane H. Høegh

November 2020

Indhold

1	Overblik over MAKRO	2
1.1	Kort beskrivelse af MAKRO	2
1.2	Opbygning af modellen	3
2	Virksomhederne	5
2.1	Miniudgave af virksomhederne	7
3	Husholdningerne	9
3.1	Miniudgave af husholdningerne	11
4	Arbejdsmarkedet	13
4.1	Miniudgave af arbejdsmarkedet	16
5	Den offentlige sektor	19
5.1	Miniudgave af den offentlige sektor	19
6	Eksporten	21
6.1	Miniudgave af eksporten	21
7	Import, produktion og IO-system	22
7.1	Miniudgave af IO-systemet	22
8	Lille komprimeret model	24
8.1	Model	24
8.2	Data	26
8.3	Kalibrering	27
8.4	Analyse - øget eksportmarkedsvækst	32

1 Overblik over MAKRO

MAKRO er en stor empirisk funderet makroøkonomisk model, som skal anvendes til fremskrivninger af dansk økonomi på mellem- og lang sigt, samt konsekvensvurderinger af økonomisk-politiske tiltag. Endvidere skal den på sigt integrere regeringens kortsigtede konjunkturprognose. Den strukturelle udvikling i økonomien indgår som en integreret del, og modellen skal benyttes i forbindelse med kortsigtsanalyser, holdbarhedsberegninger og til konsekvensvurderinger af strukturpolitiske tiltag.

Modellen har fire agenter: husholdningerne, virksomhederne, det offentlige og udlandet. Udgangspunktet er, at disse agenter er rationelle og optimerende med fremadskuende forventninger, hvilket resulterer i dynamisk adfærd. En detaljeret beskrivelse af deres objektivfunktioner, teknologi og budgætsæt er beskrevet i den detaljerede engelske dokumentation. Dette papir er beregnet til undervisningsbrug i faget Anvendt Økonomisk Modellering. Fokus i dette papir er at give et overblik over MAKRO og få opskrevet den i en miniudgave, hvor flere principielle mekanismer er bevaret.

MAKRO er opbygget på samme måde som de øvrige modeller, der kigges på i kurset Anvendt Økonomisk Modellering. Kapitel 1 giver en kort ikke-teknisk introduktion til modellen. Virksomhederne i MAKRO består af 8 private brancher, som hver har deres produktionsfunktion. Disse er beskrevet i kapitel 2. Husholdningerne er overlappende generationer i alderen 0-100 år. Deres forbrug- og opsparingsbeslutning er endogen for de 18-100-årige og beskrevet i kapitel 3. Beskæftigelsen bliver fastlagt på et søgearbejdsmarked med træge lønninger, hvilket beskrives i kapitel 4. Den offentlige sektor er meget omfattende modelleret i MAKRO. En kort beskrivelse af denne gives i kapitel 5. Eksportmodelleringen beskrives i kapitel 6, mens IO-systemet, som fastlægger import og produktion, beskrives i afsnit 7. I hver af kapitlerne 2-7 opstilles simple ligninger for relevante relationer i disse delområder. Disse relationer samles i afsnit 8 til en lille komprimeret model. Først i dette kapitel kommer en kort overordnet beskrivelse af modellen og dens opbygning.

1.1 Kort beskrivelse af MAKRO

MAKRO giver et modelteknisk bud på samfundsøkonomiske størrelser som BNP, udenrigshandel, forbrug, offentlige udgifter og skatteindtægter i dag og frem i tid. Desuden kan modellen beregne effekterne af specifikke politikindgreb. Både strukturelle indgreb: Hvad sker der på langt sigt, når fx pensionsalderen justeres i takt med udviklingen i levetiden? Og konjunkturrelle indgreb: Hvordan vil fx fremrykkede offentlige investeringer eller midlertidige skatteændringer påvirke beskæftigelsen de nærmeste år?

Et vigtigt fokus for Finansministeriet som opdragsgiver er udviklingen i de offentlige finanser, og der er således lagt vægt på en detaljeret beskrivelse af den offentlige økonomi herunder den finanspolitiske holdbarhedsindikator. For at kunne give en god beskrivelse af udviklingen i de offentlige finanser (både på kort og langt sigt) har MAKRO en detaljeret modellering af arbejdsmarkedet, husholdningerne og virksomhederne såvel som den offentlige sektor. Dette inkluderer en detaljeret beskrivelse af de strukturelle faktorer, som har betydning for økonomiens udvikling: den aldrende befolkning, tilbagetrækning fra arbejdsmarkedet, udviklingen i uddannelsesniveaue, olie og gas i Nordsøen mv., såvel som en beskrivelse af de friktioner på bl.a. arbejdsmarkedet og hos virksomhederne, som giver

anledning til fx ufrivillig ledighed.

På langt sigt vil den økonomiske udvikling i høj grad være bestemt af udviklingen i befolkningens størrelse, teknologisk udvikling, uddannelsesniveau, erhvervsdeltagelse, pensionsopsparing osv. MAKRO benytter bl.a. Befolkningsregnskabet fra Finansministeriet og Pensionsmodellen fra DREAM til at fremskrive disse forhold. På kort sigt (2-3 år) vil fremskrivningen af MAKRO, når modellen er implementeret i Finansministeriet, være baseret på regeringens konjunkturprognoser.

Strukturelle forhold som aldersfordeling og uddannelsesniveau bestemmer den strukturelle beskæftigelse, mens konjunkturrelle forhold påvirker den faktiske beskæftigelse. På kort sigt vil højere efterspørgsel give højere beskæftigelse, og lønnen vil tilpasse sig trægt. Dette giver anledning til en eksplicit vurdering af den offentlige saldo under påvirkning af konjunktur. Holdbarhedsindikatoren, som udtrykker om forventede fremtidige offentlige indtægter er tilstrækkelige til at dække forventede fremtidige offentligt udgifter, kan også i et vist omfang påvirkes af konjunkturen. Har staten i en midlertidig periode behov for ekstra låntagning vil de fremtidige renteudgifter kunne påvirke finanspolitikens holdbarhed. Sådanne effekter på holdbarhedsindikatoren medregnes, sammen med de mere grundlæggende strukturelle forhold, i MAKRO.

1.2 Opbygning af modellen

MAKRO er grundlæggende set en strukturmodel udbygget med reale og nominelle friktioner. Den bygger på state-of-the-art økonomisk teori. Udgangspunktet er (mange) repræsentative mikrofunderede agenter med modelkonsistente forventninger. De vigtigste agenter er virksomhederne fordelt på brancher og husholdningerne fordelt på alder, hvor en vis andel er lånebegrænsede.

Husholdningerne er modelleret ved en såkaldt overlappende generationsmodel. Det betyder, at hver årgang er specifikt modelleret, og således kommer ud på arbejdsmarkedet og får en strukturel arbejdsmarkedstilknytning i overensstemmelse med arbejdsmarkedetsfremskrivningen. Den enkelte generation sparer op og forbruger ud fra deres formue, nuværende indkomst samt forventninger til fremtidig indkomst. Deres opsparing består af pension, aktier, obligationer og frie midler. Endvidere investerer de i bolig og optager realkreditlån. Husholdningernes arbejdsudbud afhænger af deres alder og fastsættes i en formodel på baggrund af aldersfordelt uddannelse, tilbagetrækningsregler mv., herunder hvis der fx er ændringer i marginalsat eller kompensationsgrad. Deres faktiske beskæftigelse afhænger dog også af konjunktursituationen, da den ufrivillige ledighed afhænger af efterspørgslen i samfundet.

Lønnen fastsættes ud fra forhandlinger på arbejdsmarkedet og kan på kort sigt ikke ændre sig fuldt i takt med arbejdskraftefterspørgslen, hvilket sammen med stød til økonomien, fx efterspørgselsfluktuationer, er den primære årsag til konjunkturudsving i ledigheden i modellen.

Virksomhederne producerer på baggrund af input af materialer, kapital og arbejdskraft. Deres efterspørgsel efter diverse input bestemmes på baggrund af de relative priser og produktionen, som igen fastsættes ud fra efterspørgslen på varemarkederne givet priserne. Træghed i løn og priser gør, at den faktiske ledighed kan afvige fra den strukturelle, og at virksomhederne kan øge arbejdskraftinput ved øget efterspørgsel. Investeringerne fastsætter virksomhederne ud fra forventet fremtidig vareefterspørgsel og relative priser herunder rente og beskatning. Kvadratiske installationsomkostnin-

ger på investeringer gør, at tilpasningerne bliver gradvise. Virksomhederne ejes gennem aktier af bl.a. husholdningerne, pensionsselskaberne og udlandet. Kursen på indenlandske aktier afhænger af virksomhedernes fremtidige indtjening.

Efterspørgslen består af materialeefterspørgsel, privat forbrug, offentligt forbrug, investeringer og eksport. Materialeefterspørgslen følger som nævnt produktionen. Det private forbrug afhænger af husholdningernes formue, indkomst, forventede fremtidig indkomst og forbrugstilbøjelighed. Forbrugstilbøjeligheden afhænger blandt andet af alder – således at demografiske ændringer vil påvirke forbruget. Endvidere afhænger det private forbrug af beskæftigelsen, da indkomsten i høj grad afhænger af beskæftigelsen. Dette giver en feed-back mekanisme mellem beskæftigelse og vareefterspørgsel. Investeringerne består af både boliginvesteringer, offentlige investeringer og virksomhedernes investeringer. Eksporten afhænger af den danske konkurrenceevne, produktionskapaciteten og den økonomiske situation i udlandet.

Effekten fra de kortsigtede trægheder er tilpasset, hvad der empirisk passer bedst til den observerede økonomiske udvikling efter stød til økonomien. Dette foregår ved at matche modellens reaktioner til udvalgte stød til empiriske estimerede reaktioner. Dette er afgørende for modellens kortsigtsegenskaber, hvor konjunkturrelle forhold eller finanspolitiske tiltag typisk vil dominere udsving i økonomien.

2 Virksomhederne

Det antages, at alle virksomheder er aktieselskaber - noterede eller unoterede. Afkastet på indenlandske aktier købt i dag, $i_{t+1}^{aktie} V_t$, er lig dividendeudbetalinger i næste periode, Div_{t+1} , plus værditilvæksten i aktierne til næste periode, som er værditilvæksten, $V_{t+1} - V_t$, fratrasket næste periodes udstedelse af nye aktier:

$$i_{t+1}^{aktie} V_t = Div_{t+1} + (V_{t+1} - V_t - Udstedelser_{t+1})$$

Free Cash Flow to Equity, $FCFE_t$, er lig dividender fratrasket udstedelser. Hermed kan ovenstående relation skrives som:

$$i_{t+1}^{aktie} = \frac{FCFE_{t+1} + V_{t+1} - V_t}{V_t}$$

Virksomhedernes forventede afkast er givet ved:

$$E_t [i_{t+1}^{aktie}] = \frac{E_t [FCFE_{t+1}] + E_t [V_{t+1}] - V_t}{V_t}$$

hvor E_t er en forventningsoperator.

Virksomhederne har et afkastkrav. Hvis aktierne forventes, at give mindre afkast end afkastkravet, vil investorerne sælge aktier, og virksomhedens værdi vil falde, hvilket får det forventede afkast til at stige - og omvendt hvis aktierne forventes at give mere end afkastkravet. Hermed vil det forventede afkast blive lig virksomhedernes afkastkrav. Virksomhedernes afkastkrav er obligationsrenten, i_{t+1} , tillagt en risikopræmie, i_{t+1}^{prem} , altså fås $E_t [i_{t+1}^{aktie}] = i_{t+1} + i_{t+1}^{prem}$. Indsættes dette i relationen for det forventede afkast fås:

$$i_{t+1} + i_{t+1}^{prem} = \frac{E_t [FCFE_{t+1}] + E_t [V_{t+1}] - V_t}{V_t}$$

Den samlede værdi af indenlandske aktier er således givet ved:

$$V_t = \frac{1}{1 + i_{t+1} + i_{t+1}^{prem}} (E_t [FCFE_{t+1}] + E_t [V_{t+1}])$$

Udtrykket kan vækstkorrigeres. Her ganges alle mængder med $(1 + g)$ og priser med $(1 + \pi)$ pr. lead og alle værdier med begge, hvor g er steady-state-vækstraten og π er steady-state-inflationen. Da både V_t og $FCFE_t$ er værdier, skal de korrigeres med begge:

$$V_t = \frac{1}{1 + i_{t+1} + i_{t+1}^{prem}} ((1 + g) (1 + \pi) (E_t [FCFE_{t+1}] + E_t [V_{t+1}]))$$

Renten skal ikke korrigeres, da det hverken er en pris, mængde eller værdi, men vi kan definere et nyt begreb, som er den vækst- og inflationskorrigerede rente (eller vækst- og inflationskorrigerede afkastkrav til virksomhederne), r_{t+1} , og risikopræmie givet ud fra relationerne:

$$r_{t+1} = \frac{1 + i_{t+1}}{(1 + g) (1 + \pi)} - 1$$

$$r_{t+1}^{prem} = \frac{i_{t+1}^{prem}}{(1+g)(1+\pi)}$$

Hermed kan den vækst- og inflationskorrigerede definition af virksomhedens værdi opskrives som:

$$V_t = \frac{1}{1+r_{t+1}+r_{t+1}^{prem}} (FCFE_{t+1} + V_{t+1}) + J_t^V$$

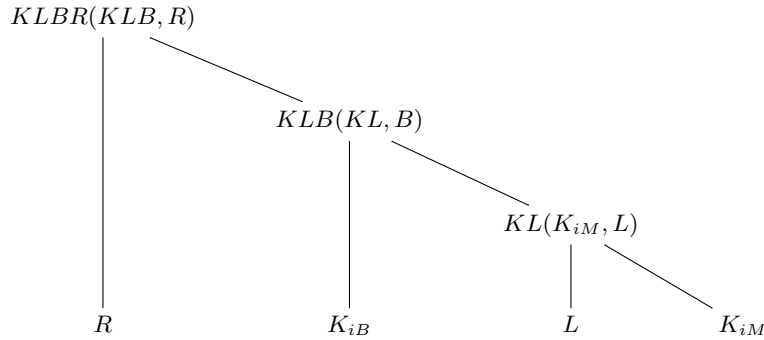
hvor $J_t^V \equiv (E_t[FCFE_{t+1}] + E_t[V_{t+1}] - FCFE_{t+1} - V_{t+1}) / (1+r_{t+1}+r_{t+1}^{prem})$ er den tilbagediskonterede værdi af forventningsfejlen på næste periodes afkast.

Free Cash Flow to Equity er givet ved driftsoverskuddet fra de 8 private brancher:

$$FCFE_t = \sum_{s \in private} [P_{s,t}^Y Y_{s,t} - P_{s,t}^R R_{s,t} - P_{s,t}^L L_{s,t} - P_{s,t}^I I_{s,t}] + J_t^{FCFE}$$

hvor $Y_{s,t}$ er produktionen i branche s , $P_{s,t}^Y$ er den tilhørende pris, $R_{s,t}$ er materialeinputtet, $P_{s,t}^R$ er den tilhørende pris, $L_{s,t}$ er arbejdskraftinput i effektive enheder, $P_{s,t}^L$ er lønomkostningen pr. effektiv enhed arbejdskraft inkl. lønsumsafgifter, $I_{s,t}$ er investeringer, $P_{s,t}^I$ er den tilhørende pris. Endelig dækker J_t^{FCFE} over virksomhedernes nettorenteindtægter fra deres finansielle portefølje, ændringer i deres finansielle portefølje, produktions- og virksomhedsskatter og nettotransfereringer fra det offentlige, som alle er eksplicit modelleret i MAKRO.

Hver sektor i MAKRO har en nestet CES-produktionsfunktion med input af materialer, kapital og arbejdskraft. Nestningsstrukturen for de private brancher er vist nedenfor:



Produktionsfunktionen i det øverste nest er givet ved:

$$K L B R_{s,t} = \left(\begin{array}{c} (\mu_{s,t}^R)^{1/\sigma_s^{K L B R}} R_{s,t}^{(\sigma_s^{K L B R}-1)/\sigma_s^{K L B R}} + \\ (\mu_{s,t}^{K L B})^{1/\sigma_s^{K L B R}} K L B_{s,t}^{(\sigma_s^{K L B R}-1)/\sigma_s^{K L B R}} \end{array} \right)^{\sigma_s^{K L B R}/(\sigma_s^{K L B R}-1)}$$

hvor $K L B R_t$ er samlet bruttoproduktion, $K L B_t$ er et aggregat af maskinkapital, arbejdskraft og bygningskapital, $\mu_{s,t}^R$ og $\mu_{s,t}^{K L B}$ er tekniske skalaparametre (som skal kalibreres), og $\sigma_s^{K L B R}$ er substitutionselasticiteten mellem materialer og K L B-aggregatet. For at komme fra bruttoproduktionen til den observerede produktion trækkes omkostninger til kapitalinstallation og kapitaludnyttelse, $Cost_{s,t}^{Prod}$, fra:

$$Y_{s,t} = K L B R_{s,t} - Cost_{s,t}^{Prod}$$

En løsning til virksomhedernes problem giver anledning til efterspørgsel efter, arbejdskraft, materialer og kapital, som afhænger af de relative priser (usercost for kapital) og teknologiparametre. For eksempel er efterspørgslen efter materialer og KLB-agregatet givet ved:

$$R_{s,t} = \mu_{s,t}^R \left(\frac{P_{s,t}^R}{P_{s,t}^{KLB}} \right)^{-\sigma_s^{KLB}} KLB R_{s,t}$$

$$KLB_{s,t} = \mu_{s,t}^{KLB} \left(\frac{P_{s,t}^{KLB}}{P_{s,t}^{KLB}} \right)^{-\sigma_s^{KLB}} KLB R_{s,t}$$

hvor $P_{s,t}^{KLB}$ er givet ud fra nul-profit-betingelsen:

$$P_{s,t}^{KLB} KLB R_{s,t} = P_{s,t}^R R_{s,t} + P_{s,t}^{KLB} KLB_{s,t}$$

Man skal ikke lade sig narre af ordet nul-profit-betingelse. Det dækker over, at der ikke er profit i dette specifikke element - ikke at virksomhederne samlet set har nul-profit. I MAKRO opererer virksomhederne under monopolistisk konkurrence, hvilket betyder, at de (i fravær af trægheder) sætter lønnen som et mark-up over marginal-omkostningerne. Det antages dog også, at der er trægheder i lønfastsættelsen. I indeværende papir ses bort fra disse trægheder, da de ikke er af afgørende betydning for modellens kvalitative egenskaber, når der også inkluderes løntrægheder.

Investeringer i de private brancher (ekskl. bolig) er givet ud fra efterspørgslen efter kapital. På grund af kvadratiske installationsomkostninger er der en vis træghed i kapitalbeholdningen.

To brancher er særbehandlet den ene er det offentlige, som beskrives nedenfor. Den anden er boligbranchen, som af tekniske årsager også er særbehandlet. Blandt andet har den ingen maskinkapital. Endvidere består den af kapital fra boligejere og fra boligudlejere, hvilket komplicerer modelleringen. I dette papir ses bort fra disse komplikationer.

2.1 Miniudgave af virksomhederne

Der foretages nu nogle indgreb for at få en meget simpel udgave af virksomhederne.

- Antallet af brancher reduceres nu til 2: En offentlig branche og en privat branche

$$FCFE_t = P_t^{YP} Y_t^P - P_t^{RP} R_t^P - P_t^{LP} L_t^P - P_t^{IP} I_t^P + J_t^{FCFE}$$

hvor toptegn P indikerer, at det er den private branche.

- Der ses bort fra kapitalinput
- Der ses bort fra materialeinput

$$FCFE_t = P_t^{YP} Y_t^P - P_t^{LP} L_t^P + J_t^{FCFE}$$

$$(1 - a_t^v) L_t^P = \mu_t^L Y_t^P$$

hvor a_t^v er den andel af de beskæftigede som ikke producerer output, men koncentrerer sig om at få hyret nye medarbejdere. Dette vil blive uddybet i arbejdsmarkedssektionen.

- Virksomhederne har ingen finansiell portefølje
- Der er ingen skatter og transfereringer på virksomhederne

$$FCFE_t = P_t^{YP} Y_t^P - P_t^L L_t^P$$

hvor $P_t^{LP} = P_t^{LG} = P_t^L$, da eneste forskel på P_t^{LP} og P_t^{LG} er forskelle i lønsumsafgiften. (Tøptegn G indikerer, at det er den offentlige branche.)

- Der antages perfekt konkurrence

$$FCFE_t = 0$$

$$P_t^{YP} Y_t^P = P_t^L L_t^P$$

- Der er ingen forventningsfejl på virksomhedens værdi

$$V_t = 0$$

De simple ligninger for de private virksomheder er givet ved:

$$(1 - a_t^v) L_t^P = \mu_t^L Y_t^P$$

$$P_t^{YP} Y_t^P = P_t^L L_t^P$$

3 Husholdningerne

Husholdningerne i MAKRO består af en række kohorter, som er alle personer i en given alder. De maksimerer deres livstidsnytte givet ved den tilbagediskonterede værdi af denne og alle fremtidige periode-nytter. Periode-nytterne, $U_{a,t}$, pr. person, $N_{a,t}$, er givet ved:

$$\frac{U_{a,t}}{N_{a,t}} = (1 - \Upsilon) \left(\frac{(C_{a,t}^R - \bar{C}_{a,t}^R)^{1-\eta}}{1-\eta} + U_{a,t}^B \right) + \Upsilon \frac{(Y_{a,t}^{Disp}/P_t^C)^{1-\eta}}{1-\eta}$$

hvor Υ er andelen af personer - som blot bruger deres indkomst, $Y_{a,t}^{Disp}$, hver periode - og herved opnår forbruget $Y_{a,t}^{Disp}/P_t^C$, hvor P_t^C er forbrugerprisen. η er en nytteparameter, $N_{a,t}$ er befolkningen og afspejler, at forbruget pr. person vægtes med befolkningen. $C_{a,t}^R$ er forbruget for den øvrige andel af befolkningen, og $\bar{C}_{a,t}^R$ er deres referenceforbrug, som afspejler, at de opnår meget stor disnytte, hvis de ikke som minimum opnår et forbrug givet ved:

$$\bar{C}_{a,t}^R = \lambda_a C_{a-1,t-1}^R$$

Forbrugerne betragter dette minimumsforbrug som eksogent. Bemærk, at ovenstående relation er vækstkorrigeret, da man påregner en relativ stigning ift. sidste periode lig vækstraten. Baggrunden for henholdsvis forbrugere, som ukritisk forbruger hele deres indkomst, og forbrugere, som ikke ønsker at afvige for meget fra forbruget i sidste periode, er at leve op til empiriske kendsgerninger. Rent empirisk følger forbruget indkomsten i en grad, som ikke er konsistent med perfekte kreditmarkeder. Endvidere tilpasser forbruget sig kun trægt til permanente ændringer i indkomsten.

Husholdningerne lever ikke evigt. Hver periode dør en andel (1-s) af husholdningerne. Disse får ikke nytte af forbrug, men de kan få nytte af den arv de efterlader. Arven deles ud på aldersgrupper på baggrund af empirisk observerede andele. Husholdningerne kan også få en anden nyttegevinst af formue ved at være sikret mod at gå helt bankerot ved uforudsete omstændigheder. Ledet $U_{a,t}^B$ er husholdningernes nytte af formue enten fra arv eller fra andre faktorer.

Den marginale gevinst ved at forbruge 1 kr. i dag skal være lig den direkte marginale gevinst ved at spare 1 kr. op (en rar følelse af sikkerhed enten i forbindelse med arvinge eller en selv) plus den marginale nytte af at bruge den opsparede og forrentede krone til næste år givet man overlever:

$$\frac{\partial U_{a,t}}{\partial C_{a,t}^R} = \frac{1 + i_{a,t}^H}{1 + \theta_{a,t}} \frac{P_t^C}{(1 + \pi) P_{t+1}^C} \frac{\partial U_{a+1,t+1}}{\partial C_{a+1,t+1}^R} s_{a,t} + \frac{\partial U_{a,t}^B}{\partial B_{a,t}^H}$$

Husholdningernes formue pr. person (ekskl. boligformue, pensionsformue og realkreditgæld), $B_{a,t}^H$, givet ved:

$$B_{a,t}^H = (1 + i_{a,t}^H) \frac{B_{a-1,t-1}^H}{(1 + g)(1 + \pi)} + Y_{a,t}^{disp} - P_t^C C_{a,t} + J_{a,t}^{BH}$$

hvor $J_{a,t}^{BH}$ består af arv modtaget fratrukket arv givet, overførsler mellem børn og voksne, boligomkostninger i form af skatter og vedligeholdelse samt boliginvesteringer. Alle disse led er eksplicit formuleret

i MAKRO. I dette papir ses bort fra boligejerskab og husholdningernes finansielle portefølje af aktier mv. Der defineres som for virksomhederne en vækst- og inflationskorrigeret rente for husholdningerne:

$$r_{a,t}^H = \frac{1 + i_{a,t}^H}{(1 + g)(1 + \pi)} - 1$$

Dette kan indsættes i relationen for husholdningernes formue:

$$B_{a,t}^H = (1 + r_{a,t}^H) \frac{B_{a-1,t-1}^H}{(1 + g)(1 + \pi)} + Y_{a,t}^{disp} - P_t^C C_{a,t} + J_{a,t}^{BH}$$

Husholdningernes disponible indkomst pr. person er givet ved:

$$Y_{a,t}^{disp} = \frac{W_{a,t} N_{a,t}^L}{N_{a,t}} + TR_{a,t} + J_{a,t}^{Ydisp}$$

hvor $W_{a,t}$ er årslønnen for en beskæftiget med alderen a , $N_{a,t}^L$ er antal beskæftigede med alderen a , $TR_{a,t}$ er indkomstoverførsler, og $J_{a,t}^{Ydisp}$ dækker over pensionsind- og udbetalinger, AM-bidrag, skatter inkl. kildeskat, vægtafgift, kirkeskat og medieskat. I MAKRO er elementerne i $J_{a,t}^{Ydisp}$ eksplicit modelleret og en del af offentlige indtægter. Årslønnen afhænger af, hvor mange timer kohorten arbejder i gennemsnit samt dens gennemsnitlige produktivitet, og er givet ved:

$$W_{a,t} = w_t \rho_{a,t}$$

hvor $\rho_{a,t}$ afspejler effektive arbejdskraftenheder pr. år udbudt af en gennemsnitlig beskæftiget med alderen a .

Husholdningerne i MAKRO efterspørger og ejer også bolig og optager realkreditlån i forbindelse med dette. Boliger produceres med blandt andet land som en ikke-reproducerbar produktionsfaktor. Hele denne del af MAKRO vil ikke blive beskrevet i dette papir. Forbruget af lejeboliger er eksogent givet. Det forbrug, som vi har kigget på indtil nu, er forbruget ekskl. bolig, hvilket dog i indeværende papir er det relevante forbrugsaggregat, da vi ikke kommer ind på boliger her. Det samlede forbrug (ekskl. bolig) er givet ved:

$$C_t^H = \sum_a \left[(1 - \Upsilon) C_{a,t}^R + \Upsilon \frac{Y_{a,t}^{Disp}}{P_t^C} \right]$$

Det samlede forbrug deles ud på underkomponenter via et nestet CES-efterspørgselssystem. Den øverste komponent i efterspørgselssystemet er fx givet ved:

$$C_{c,t}^H = \mu_{c,t} \left(\frac{P_{c,t}^C}{P_t^C} \right)^{-\sigma^C} C_t^H$$

hvor $C_{c,t}^H$ er forbruget af vare c (her forbrugsgruppen i det øverste nest), og $P_{c,t}^C$ er dens pris. Prisen for aggregatet P_t^C er givet ud fra en nul-profit-betingelse:

$$P_t^C C_t^H = \sum_c P_{c,t}^C C_{c,t}^H$$

modelleringen kompliceres i MAKRO af, at forbrugsgrupperne er inkl. turisters forbrug i Danmark, mens det samlede forbrug er ekskl. turisters forbrug i Danmark. Denne skelnen bliver dog ikke relevant i indeværende papir.

3.1 Miniudgave af husholdningerne

Der foretages nu nogle indgreb for at få en meget simpel udgave af husholdningerne.

- Alle aldersgrupper er ens
- Det antages, at alle boliger er lejeboliger
- $\eta = 1$

$$U_t = (1 - \Upsilon) \log(C_t^R - \bar{C}_t^R) + \Upsilon \log(\Upsilon \cdot Y_t^{disp} / P_t^C)$$

$$\bar{C}_t^R = \lambda C_{t-1}^R$$

- Husholdningerne har ingen finansiell portefølje, men kan alene købe (og udstede!) obligationer:

$$i_t^H = i_t$$

- Der spares op og efterlades arv, som svarer til evigt-levende husholdninger -> Ramsey

$$\frac{\partial U_t}{\partial C_t^R} = \frac{1 + i_{t+1}}{1 + \theta_{t+1}} \frac{P_t^C}{(1 + \pi) P_{t+1}^C} \frac{\partial U_{t+1}}{\partial C_{t+1}^R}$$

$$B_t^H = (1 + r_t) B_{t-1}^H + Y_t^{disp} - P_t^C C_t$$

$$C_t^R - \bar{C}_t^R = \left(\frac{1 + r_{t+1}}{1 + \theta_{t+1}} \frac{P_t^C}{P_{t+1}^C} \right)^{-1} (C_{t+1}^R - \bar{C}_{t+1}^R)$$

I terminalperioden kan ovenstående relation ikke benyttes. For $\theta_T > r_T$ er forbrugerne utålmodige. Hver periode vil de udnytte, at de kan låne til en fordelagtig rente. Den eneste mulige steady state er $C_t^R = 0$. For $\theta_T < r_T$ er situationen den modsatte. Forbrugerne vil spare mere og mere op, indtil de til sidst ejer så meget af verdens kapitalapparat, at de vil påvirke renten. Altså er denne situation ikke mulig. For $\theta_T = r_T$ fås:

$$C_T^R = C_{T-1}^R$$

- Der ses bort fra pension
- Der findes kun to skatter: En flad indkomstskat og en lump sum skat

$$Y_t^{disp} = (1 - t_t^w) (w_t \rho_t N_t^L + T R_t) - L S_t$$

hvor det udnyttes, at $W_t = w_t \rho_t$.

- Der er kun et forbrugsgode

$$C_t = C_t^R + \Upsilon \frac{Y_t^{Disp}}{P_t^C}$$

De simple ligninger for husholdningerne er givet ved:

$$C_t = C_t^R + \Upsilon \frac{Y_t^{Disp}}{P_t^C}$$

$$C_t^R - \bar{C}_t^R = \left(\frac{1 + r_{t+1}}{1 + \theta_{t+1}} \frac{P_t^C}{P_{t+1}^C} \right)^{-1} (C_{t+1}^R - \bar{C}_{t+1}^R)$$

$$\bar{C}_t^R = \lambda C_{t-1}^R$$

$$C_T^R = C_{T-1}^R$$

$$B_t^H = (1 + r_t) B_{t-1}^H + Y_t^{disp} - P_t^C C_t$$

$$Y_t^{disp} = (1 - t_t^w) (w_t \rho_t N_t^L + T R_t) - L S_t$$

4 Arbejdsmarkedet

Beskæftigelsen i ADAM er en ligevægt mellem arbejdsudbudet fra husholdningerne og arbejdskraftefterspørgslen fra virksomhederne. Lønnen giver som sædvanligt clearing på arbejdsmarkedet. Det grundlæggende set-up er, at husholdningerne søger efter arbejdskraft og bliver matchet med virksomhederne, som kommer med jobopslag. Husholdningerne har disnytte af at være aktive på arbejdsmarkedet, hvad enten det er i job eller som job-søgende, og virksomhederne har udgifter i forbindelse med jobopslag. Udbud og efterspørgsel bliver knyttet sammen via en matching teknologi.

En bestemt årgang øger sin søgeintensitet, indtil den marginale gevinst af at øge søgeintensiteten er lig den marginale omkostning. Den marginale gevinst består i, at husholdninger kan købe og forbruge flere vare - både i indeværende periode - og i næste periode, hvis jobbet fortsætter. Den marginale omkostning er en marginal disnytte, som stiger i søgeintensiteten. Søgeintensiteten, $s_{a,t}$, er blandt andet en funktion af den marginale kompensationsgrad, $b_{a,t}$:

$$s_{a,t} = s_{a,t}(b_{a,t})$$

Det samlede antal personer, som enten fastholder et job eller søger efter et nyt, er søgeintensiteten gange befolkningen i den alder: $s_{a,t}N_{a,t}$. Hver periode beholder en andel, $1 - \delta_{a,t}^L$, af dem, der var beskæftigede i sidste periode, $N_{a-1,t-1}$, deres job til næste periode. Herved er det antal, som søger job og ikke fastholder deres gamle job givet ved:

$$S_{a,t} = s_{a,t}N_{a,t} - (1 - \delta_{a,t}^L) N_{a-1,t-1}^L$$

Det samlede antal søgende er givet ved:

$$S_t = \sum_a S_{a,t}$$

Beskæftigelsen er givet ud fra hvor stor en andel af søgende, der finder job, x_t , og hvor mange, der beholder deres job fra sidste periode:

$$N_{a,t}^L = x_t S_{a,t} + (1 - \delta_{a,t}^L) N_{a-1,t-1}^L$$

Den samlede beskæftigelse er summen af den aldersfordelte:

$$N_t^L = \sum_a N_{a,t}^L$$

Andelen af søgende, der finder job, er givet ud fra matchingfunktionen:

$$x_t = \frac{v_t/S_t}{1 + v_t/S_t}$$

hvor v_t er antallet af jobopslag. Bemærk, at når der er mange opslag ift. søgende, finder næsten alle jobs, og når der er meget få opslag ift. søgende, finder næsten ingen jobs.

Virksomhederne slår jobs op, indtil den marginale gevinst ved et jobopslag er lig den marginale omkostning. Den marginale gevinst ved et jobopslag er sandsynligheden for at få et match på et opslag gange værdien af et match. Sandsynligheden for at få et match på et opslag er $x_t S_t / v_t$. Værdien af et match, V_t^{match} , er givet ved forskellen på marginalprodukt af arbejdskraft, MPL_t , og løn pr. effektiv arbejdskraftenhed, w_t , gange antallet af arbejdskraftenheder udbudt pr. match, ρ_t , i denne periode plus den tilbagediskonterede værdi af det i de kommende perioder, hvor matchet fastholdes:

$$V_t^{match} = \sum_{n=0}^{\infty} (1 - t_{t+n}^c) \rho_{t+n} (MPL_{t+n} - w_{t+n}) \prod_{m=1}^n \frac{1 - \delta_{t+m-1}^L}{1 + r_{t+m}}$$

hvilket kan omskrives til en Bellman-ligning:

$$V_t^{match} = (1 - t_t^c) \rho_t (MPL_t - w_t) + \frac{1 - \delta_t^L}{1 + r_{t+1}} V_{t+1}^{match}$$

Førsteordensbetingelsen til virksomhedens optimale opslagsomkostninger siger, at marginal gevinst er lig marginal omkostning og kan opskrives som:

$$V_t^{match} \frac{x_t S_t}{v_t} = (1 - t_t^c) \rho_t w_t \kappa_t$$

hvor højresiden er omkostningen til HR-medarbejdere i forbindelse med at slå et job op. HR-medarbejderne får lønnen w_t pr. effektiv arbejdskraftenhed og bruger $\rho_t \kappa_t$ effektive enheder arbejdskraft på at slå et job op. Omkostninger til HR-medarbejdere kan trækkes fra i skat - derfor ganges $(1 - t_t^c)$ på. Denne ligning kan omskrives til:

$$m_t^{NPV} x_t S_t = \kappa_t v_t$$

hvor m_t^{NPV} er værdien af et match målt i efter-skat-udgiften til en HR-medarbejder og er givet ved:

$$m_t^{NPV} = \frac{MPL_t - w_t}{w_t} + \beta_t^L m_{t+1}^{NPV}$$

Det samlede effektive arbejdskraftinput til produktion og jobopslag er givet ved:

$$\sum_s L_{s,t} = L_t = \sum_a \rho_{a,t} N_{a,t}^L$$

hvor $\rho_{a,t}$ er antallet af effektive arbejdskraftenheder udbudt pr. beskæftiget.

En del af de effektive arbejdskraftenheder bruges på produktion og en del bruges på at lave jobopslag. Andelen af effektive arbejdskraftenheder brugt på jobopslag er givet ved:

$$a_t^v = \frac{\rho_t \kappa_t v_t + \bar{c}_t}{L_t}$$

hvor \bar{c}_t er de faste omkostninger, som i princippet kan være negative.

Arbejdsudbuddet er ikke specielt volatilt og afhænger af kompensationsgraden. Der er en del træghed via bibeholdte jobs. Arbejdskraft efterspørgslen afhænger af forholdet mellem lønnen og marginalproduktet af arbejdskraft. Lønnen er givet ved en forhandling mellem lønmodtagere og arbejdsgivere. Hvis de kan blive enige om en løn kan de dele overskuddet. Det samlede overskud, for hver periode

kontrakten gælder, er marginalproduktet af arbejdskraft, MPL_t gange samlet mængde af effektive enheder arbejdskraft, L_t , efter skat. Lønmodtagerne får andelen, $1 - \omega$, af overskuddet udbetalt i løn, mens virksomheden beholder den resterende del. Det antages, at der er træghed i lønkontrakterne. Kun en andel, $1 - \gamma$, af dem genforhandles næste år. Hermed er værdien af en kontrakt den tilbagediskonterede værdi af marginalprodukterne af arbejdskraft gange sandsynligheden for, at kontrakten stadig gælder - kaldet MPL_t^{NPV} . Lønmodtagerne får den tilbagediskonterede værdi af den fastsatte løn for deres arbejdskraft - givet ved w_t^{NPV} - efter skat. Hermed er lønnen givet ved:

$$w_t^{NPV} = (1 - \omega) MPL_t^{NPV}$$

hvor det tilbagediskonterede marginalprodukt af arbejdskraft er givet ved:

$$MPL_t^{NPV} = \sum_{n=0}^{\infty} (1 - t_{t+n}^c) MPL_{t+n} L_{t+n} \prod_{m=1}^n \frac{\gamma}{1 + r_{t+m}}$$

hvilket kan omskrives til en Bellman-ligning:

$$MPL_t^{NPV} = (1 - t_t^c) MPL_t L_t + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} MPL_{t+1}^{NPV}$$

Den tilbagediskonterede værdi af aflønningen af arbejdskraft er givet ved:

$$w_t^{NPV} = \sum_{n=0}^{\infty} (1 - t_{t+n}^c) w_t L_{t+n} \prod_{m=1}^n \frac{\gamma}{1 + r_{t+m}}$$

Dette kan omskrives til:

$$w_t^{NPV} = w_t L_t^{NPV}$$

hvor L_t^{NPV} også kan omskrives til en Bellman-ligning:

$$L_t^{NPV} = (1 - t_t^c) L_t + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} L_{t+1}^{NPV}$$

Lønnen bestemmes hermed som:

$$w_t = (1 - \gamma) (1 - \omega) \frac{MPL_t^{NPV}}{L_t^{NPV}} + \gamma w_{t-1}$$

Den fulde models ligninger er givet ved:

$$s_{a,t} = s_{a,t} (b_{a,t})$$

$$S_{a,t} = s_{a,t} N_{a,t} - (1 - \delta_{a,t}^L) N_{a-1,t-1}^L$$

$$S_t = \sum_a S_{a,t}$$

$$N_{a,t}^L = x_t S_{a,t} + (1 - \delta_{a,t}^L) N_{a-1,t-1}^L$$

$$N_t^L = \sum_a N_{a,t}^L$$

$$x_t = \frac{v_t/S_t}{1 + v_t/S_t}$$

$$m_t^{NPV} x_t S_t = \kappa_t v_t$$

$$\sum_s L_{s,t} = L_t = \sum_a \rho_{a,t} N_{a,t}^L$$

$$a_t^v = \frac{\rho_t \kappa_t v_t + \bar{c}_t}{L_t}$$

$$m_t^{NPV} = \frac{MPL_t - w_t}{w_t} + \beta_t^L m_{t+1}^{NPV}$$

$$w_t = (1 - \gamma) (1 - \omega) \frac{MPL_t^{NPV}}{L_t^{NPV}} + \gamma w_{t-1}$$

$$MPL_t^{NPV} = (1 - t_t^c) MPL_t L_t + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} MPL_{t+1}^{NPV}$$

$$L_t^{NPV} = (1 - t_t^c) L_t + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} L_{t+1}^{NPV}$$

4.1 Miniudgave af arbejdsmarkedet

Der foretages nu nogle indgreb for at få en meget simpel udgave af arbejdsmarkedet.

- Søgeadfærden s_t eksogeniseres
- Alle aldersgrupper antages at have ens adfærd

$$S_t = s_t N_t - (1 - \delta_t^L) N_{t-1}^L$$

$$N_t^L = x_t S_t + (1 - \delta_{t-1}^L) N_{t-1}^L$$

- Der antages fuld separation $\delta_t^L = 1$

$$S_t = s_t N_t$$

$$N_t^L = x_t S_t = x_t s_t N_t$$

- Det kan ud fra definitionen af β_t^L vises, at fuld separation medfører $\beta_t^L = 1$

$$m_t^{NPV} = \frac{MPL_t - w_t}{w_t}$$

Indsættes for førsteordensbetingelsen $m_t^{NPV} x_t S_t = \kappa_t v_t$ i relationen $x_t = \frac{v_t/S_t}{1+v_t/S_t}$ fås:

$$x_t = 1 - \frac{\kappa_t}{m_t^{NPV}}$$

Indsættes i relationen for N_t^L fås:

$$N_t^L = \left(1 - \frac{\kappa_t}{m_t^{NPV}}\right) s_t N_t$$

- Antallet af brancher er reduceret til 2: En offentlig branche og en privat branche

$$L_t^P + L_t^G = L_t = \rho_t N_t^L$$

- Den faste omkostning til at hyre folk sættes lig nul: $\bar{c}_t = 0$

Indsættes i relationen for a_t^v , at $m_t^{NPV} x_t S_t = \kappa_t v_t$ og for $L_t = \rho_t N_t^L = \rho_t x_t S_t$ fås:

$$a_t^v = m_t^{NPV}$$

- Der beregnes også en strukturel beskæftigelse her gælder, at der ikke er nogen løntræghed:

$$w_t^* = (1 - \omega) MPL_t^*$$

$$x_t^* = 1 - \frac{w_t^* \kappa_t}{MPL_t^* - w_t^*} = 1 - \frac{1 - \omega}{\omega} \kappa_t$$

$$N_t^{L^*} = x_t^* S_t = \left(1 - \frac{1 - \omega}{\omega} \kappa_t\right) s_t N_t$$

Den strukturelle beskæftigelse afhænger af opslagsomkostningerne og den relative forhandlingsstyrke. Jo større forhandlingsstyrke virksomhederne har jo større andel af jobsøgende finder beskæftigelse, hvis de har hele forhandlingsstyrken, så finder alle jobsøgende job, da lønnen her vil være nul, og der vil være uendeligt mange jobopslag. Det er antaget, at søgeandelen er upåvirket af lønnen. Dette holder nok ikke, når lønnen bliver nul. Er opslagsomkostningerne nul, så vil der også være uendelig mange opslag, og alle jobsøgende finder job. what

- Ingen selskabsskat:

$$MPL_t^{NPV} = MPL_t (L_t^P + L_t^G) + \gamma_t \frac{1}{1 + r_{t+1}} MPL_{t+1}^{NPV}$$

$$L_t^{NPV} = (L_t^P + L_t^G) + \gamma_t \frac{1}{1 + r_{t+1}} L_{t+1}^{NPV}$$

Den simple models ligninger er givet ved:

$$N_t^L = \left(1 - \frac{\kappa_t}{m_t^{NPV}}\right) s_t N_t$$

$$L_t^P + L_t^G = \rho_t N_t^L$$

$$a_t^v = m_t^{NPV}$$

$$m_t^{NPV} = \frac{MPL_t - w_t}{w_t}$$

$$w_t = (1 - \gamma)(1 - \omega) \frac{MPL_t^{NPV}}{L_t^{NPV}} + \gamma w_{t-1}$$

$$MPL_t^{NPV} = MPL_t (L_t^P + L_t^G) + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} MPL_{t+1}^{NPV}$$

$$L_t^{NPV} = (L_t^P + L_t^G) + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} L_{t+1}^{NPV}$$

$$N_t^{L^*} = \left(1 - \frac{1 - \omega}{\omega} \kappa_t\right) s_t N_t$$

5 Den offentlige sektor

Den offentlige sektor i MAKRO producerer med input af materialer, kapital og arbejdskraft - ligesom de private brancher. Produktionen er opgjort ved input-metoden, hvilket betyder, at mængden af produktion ikke måles, men defineres som aggregatet af materialeinput, arbejdskraftinput og afskrivninger af kapital. Afskrivninger af kapital er givet på baggrund af investeringerne, som på kort sigt er eksogene og på langt sigt fastlagt for at give et fast forhold mellem kapital og arbejdskraft. Resten af produktionen sikres ved proportionalt at øge materielineinput og arbejdskraft. Offentlig produktion er som produktionen i alle andre brancher givet ud fra efterspørgslen. Langt den største efterspørgselskomponent er offentligt forbrug. Langt størstedelen af offentligt forbrug kommer fra offentlig produktion, men der er input fra fx praktiserende læger, som er private tjenester, som indgår i offentligt forbrug. Privat forbrug af tjenester inkluderer brugerbetaling til børnehaver. Hermed vil private tjenester trække på offentlig produktion. Den private efterspørgsel efter offentlig produktion er eksogeniseret i MAKRO. Hermed stiger offentlig produktion og beskæftigelse alene som følge af ændringer i offentligt forbrug. Offentligt forbrug ekskl. afskrivninger følger lønnen og demografien. Det betyder, at øgede offentlige investeringer og hermed kapital og afskrivninger giver et løft i offentligt forbrug, som svarer til løftet i produktionen.

De offentlige indtægter og udgifter er meget detaljeret formuleret i MAKRO. Dette giver en detaljeret beskrivelse af den offentlige saldo. Der er også defineret en strukturel saldo baseret på beregninger af strukturel BVT og beskæftigelse. I lighed med virksomhederne og husholdningerne har den offentlige sektor også en finansiell portefølje af aktier, obligationer og bankindeståender. Det antages dog, at den udelukkende udsteder obligationer.

5.1 Miniudgave af den offentlige sektor

Der foretages nu nogle indgreb for at få en meget simpel udgave af den offentlige sektor.

- Det antages, at offentligt forbrug alene har input fra offentlig produktion, og offentlig produktion alene leverer til offentligt forbrug

$$Y_t^G = G_t$$

- I fravær af kapital og materialer er beskæftigelsen eneste produktionsinput

$$(1 - \alpha_t^v) L_t^G = \mu_t^G Y_t^G$$

$$P_t^G G_t = w_t L_t^G$$

- Det offentlige forbrug er eksogent fastlagt
- Den offentlige sektor har ingen finansiell portefølje, men har alene udenlandske obligationer og udsteder statsobligationer - og dette til samme rente som virksomhederne

$$B_t^G = (1 + r_t) B_{t-1}^G + S_t$$

- Offentlige indtægter antages alene at komme fra indkomstskat (m. satsen t_t^w), afgifter på det private forbrug (m. satsen t_t^{CY}) samt lump sum transfereringer, LS_t , alle pålagt husholdningerne samt told. Offentlige udgifter antages alene at bestå i indkomstoverførsler og lønudgifter til offentligt forbrug. Dette giver den samlede saldo:

$$S_t = t_t^w (w_t \rho_t N_t^L + TR_t) + t_t^{CY} P_t^{YP} C_t^Y + t_t^{CM} P_t^M C_t^M + LS_t - TR_t - w_t L_t^G$$

De offentlige indkomstoverførsler til husholdningerne antages at følge lønnen og befolkningen:

$$TR_t = \gamma_t^{TR} w_t N_t$$

Ovenstående giver de simple ligninger for den offentlige sektor.

6 Eksporten

Eksporten i MAKRO, $X_{x,t}$, er opdelt i to: Eksport fra indenlandske brancher, $X_{x,t}^Y$, og import til reeksport, $X_{x,t}^M$. Eksport til reeksport er eksogent givet og eksport fra indenlandske brancher er givet ved en standard Armington-modellering:

$$X_{x,t}^Y = \phi_{x,t} \left(\frac{P_{x,t}^{XY}}{P_{x,t}^F} \right)^{-\sigma^X}$$

hvor $X_{x,t}$ er eksporten af varetype x, $P_{x,t}^X$ er den tilhørende eksportpris, $P_{x,t}^F$ er den udenlandske eksportkonkurrerende pris for en tilsvarende vare, σ^X er eksportpriselasticiteten, og $\phi_{x,t}$ er en kalibreret parameter, som bl.a. afspejler eksportmarkedets størrelse. Et problem ved Armington-formuleringen er, at hvis et lands økonomi vokser som følge af øget arbejdsstyrke, så vil det kræve øget import til investeringer og forbrug. Hermed skal eksporten også stige, hvilket kun kan forekomme, hvis de indenlandske eksportpriser falder. Der er i MAKRO indført en skalaparameter, som trægt følger den private produktion, således at eksporten på sigt vil stige med arbejdsudbuddet. Dette ser vi dog bort fra her.

6.1 Miniudgave af eksporten

Der foretages nu nogle indgreb for at få en meget simpel udgave af eksporten.

- Der er ingen import til reeksport:

$$\begin{aligned} X_{x,t} &= X_{x,t}^Y \\ P_{x,t}^X &= P_{x,t}^{XY} \end{aligned}$$

- Det antages, at der kun er et eksportgode, som kommer fra privat produktion

$$X_t = \phi_t \left(\frac{P_t^{YP}}{P_t^F} \right)^{-\sigma^X}$$

Ovenstående er den simple ligning for eksporten.

7 Import, produktion og IO-system

Alle efterspørgselskomponenter (materialer, privat forbrug, offentligt forbrug, investeringer og eksport) kan få input fra alle brancher. Andelen, der kommer fra de forskellige brancher, er eksogent givet. Leverancen fra branche s af underkomponent d er givet ved:

$$D_{d,s,t} = \mu_{d,s,t}^{IO} D_{d,t}$$

hvor $D_{d,t} = [R_{r,t}, C_{c,t}, G_t, I_{i,t}, X_{x,t}]$ og $\mu_{d,s,t}^{IO}$ er en fordelingsparameter. Prisen på efterspørgselskomponenter er givet ved nul-profit-betingelserne:

$$P_{d,t}^D D_{d,t} = \sum_s P_{d,s,t}^D D_{d,s,t}$$

De forskellige leverancer kan enten komme fra indenlandsk produktion, $D_{d,s,t}^Y$, eller import, $D_{d,s,t}^M$. Det antages, at $D_{d,s,t}$ er et CES-aggregat af $D_{d,s,t}^Y$ og $D_{d,s,t}^M$, som herved er givet ved:

$$D_{d,s,t}^Y = \mu_{r,s,t}^{IO-y} \left(\frac{(1 + t_{d,s,t}^{DY}) P_{s,t}^Y}{P_{d,s,t}^D} \right)^{-\sigma_d^{IO}} D_{d,s,t}$$

$$D_{d,s,t}^M = \mu_{r,s,t}^{IO-m} \left(\frac{(1 + t_{d,s,t}^{DM}) P_{s,t}^M}{P_{d,s,t}^D} \right)^{-\sigma_d^{IO}} D_{d,s,t}$$

hvor $\mu_{r,s,t}^{IO-y}$ og $\mu_{r,s,t}^{IO-m}$ er kalibrerede skalaparametre, $t_{d,s,t}^{DY}$ er afgiften på indenlandske input fra branche s til efterspørgselskomponent d , og $t_{d,s,t}^{DM}$ er afgiften på tilsvarende import dvs. inkl. told, σ_d^{IO} er importpriselasticiteten, og $P_{d,s,t}^D$ er prisen på aggregatet af import og egenproduktion og er givet ved nul-profitbetingelsen:

$$P_{d,s,t}^D D_{d,s,t} = (1 + t_{d,s,t}^{DY}) P_{s,t}^Y D_{d,s,t}^Y + (1 + t_{d,s,t}^{DM}) P_{s,t}^M D_{d,s,t}^M$$

7.1 Miniudgave af IO-systemet

Der foretages nu nogle indgreb for at få en meget simpel udgave af IO-systemet. Nogle af antagelser er allerede opskrevet tidligere.

- Antallet af brancher er reduceret til 2: En offentlig branche og en privat branche
- Offentligt forbrug har alene input fra offentlig produktion, og offentlig produktion leverer alene til offentligt forbrug
- Der ses bort fra materiale- og kapitalinput -> Der er ingen investeringer, og der er alene importindhold i privat forbrug

$$D_{d,t} = [C_t, G_t, X_t]$$

- Prisen på import fra udlandet er lig prisen på eksportkonkurrerende produkter

$$P_t^M = P_t^F$$

$$Y_t^P = C_t^Y + X_t$$

$$C_t^Y = \mu_t^{C.y} \left(\frac{(1 + t_t^{CY}) P_t^{YP}}{P_t^C} \right)^{-\sigma^{IO}} C_t$$

$$C_t^M = \mu_t^{C.m} \left(\frac{(1 + t_t^{CM}) P_t^F}{P_t^C} \right)^{-\sigma^{IO}} C_t$$

$$P_t^C C_t = (1 + t_t^{CY}) P_t^{YP} C_t^Y + (1 + t_t^{CM}) P_t^F C_t^M$$

8 Lille komprimeret model

Nu har vi opstillet og udledt en lille simpel udgave af MAKRO. Den er tænkt som en dynamisk udgave af modellen fra Anvendt Økonomisk Modellerings om den offentlige sektor i en lille åben økonomi udvidet med løn- og forbrugstrægheder.

8.1 Model

De samlede ligninger for modellen er givet ved:

Efterspørgselssystem for den private sektor:

$$L_t^P = \frac{\mu_t^L}{(1 - m_t^{NPV})} Y_t^P$$

$$P_t^{YP} Y_t^P = w_t L_t^P$$

Efterspørgselssystem for den offentlige sektor:

$$L_t^G = \mu_t^G G_t$$

$$P_t^G G_t = w_t L_t^G$$

De offentlige finanser:

$$B_t^G = (1 + r_t) B_{t-1}^G + S_t$$

$$\begin{aligned} S_t = & t_t^w (w_t \rho_t N_t^L + TR_t) + t_t^{CY} P_t^{YP} C_t^Y \\ & + t_t^{CM} P_t^M C_t^M + LS_t - TR_t - w_t L_t^G \\ TR_t = & \gamma_t^{TR} w_t N_t \end{aligned}$$

Ligevægt på arbejdsmarked:

$$L_t^P + L_t^G = \rho_t N_t^L$$

$$N_t^L = \left(1 - \frac{\kappa_t}{m_t^{NPV}} \right) s_t N_t$$

$$m_t^{NPV} = \frac{MPL_t - w_t}{w_t}$$

Lønnen:

$$w_t = (1 - \gamma) (1 - \omega) \frac{MPL_t^{NPV}}{L_t^{NPV}} + \gamma w_t$$

$$MPL_t^{NPV} = MPL_t (L_t^P + L_t^G) + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} MPL_{t+1}^{NPV}$$

$$L_t^{NPV} = (L_t^P + L_t^G) + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} L_{t+1}^{NPV}$$

Strukturel beskæftigelse:

$$N_t^{L^*} = \left(1 - \frac{1 - \omega}{\omega} \kappa_t\right) s_t N_t$$

Husholdningernes disponible indkomst og formue:

$$Y_t^{disp} = (1 - t_t^w) (w_t \rho_t N_t^L + TR_t) - LS_t$$

$$B_t^H = (1 + r_t) B_{t-1}^H + Y_t^{disp} - P_t^C C_t$$

Forbrugernes efterspørgselssystem:

$$C_t = C_t^R + \Upsilon \frac{Y_t^{Disp}}{P_t^C}$$

$$C_t^R - \bar{C}_t^R = \left(\frac{1 + r_{t+1}}{1 + \theta_{t+1}} \frac{P_t^C}{P_{t+1}^C} \right)^{-1} (C_{t+1}^R - \bar{C}_{t+1}^R)$$

$$\bar{C}_t^R = \lambda C_{t-1}^R$$

$$C_T^R = C_{T-1}^R$$

$$C_t^Y = \mu_t^{C.y} \left(\frac{(1 + t_t^{CY}) P_t^{YP}}{P_t^C} \right)^{-\sigma^{IO}} C_t$$

$$C_t^M = \mu_t^{C.m} \left(\frac{(1 + t_t^{CM}) P_t^F}{P_t^C} \right)^{-\sigma^{IO}} C_t$$

$$P_t^C C_t = (1 + t_t^{CY}) P_t^{YP} C_t^Y + (1 + t_t^{CM}) P_t^F C_t^M$$

Armington lukning:

$$X_t = \phi_t \left(\frac{P_t^{YP}}{P_t^F} \right)^{-\sigma^X}$$

Varemarkedsligevægten:

$$Y_t^P = C_t^Y + X_t$$

For hver tidsperiode er der 24 endogene variable (MPL_t , P_t^{YP} , L_t^G , P_t^G , B_t^G , S_t , TR_t , L_t^P , N_t^L , m_t^{NPV} , w_t , MPL_t^{NPV} , L_t^{NPV} , $N_t^{L^*}$, Y_t^{disp} , B_t^H , C_t , C_t^R , \bar{C}_t^R , C_t^Y , C_t^M , P_t^C , X_t , Y_t^P) og 24 ligninger.

Ovenstående modelligninger kan sammenlignes med modellen for en offentlig sektor i en lille åben økonomi fra side 31-32 i noten 'Anvendte generelle ligevægtsmodeller'. Den grundlæggende struktur

er ens, men der er nogle forskelle. Den nuværende model kan reduceres til en model med samme egenskaber som den i noten, hvis man 1) endogeniserer LS_t samt sætter $S_t = 0$ og $B_0^G = 0$, 2) sætter $B_0^H = 0$ og $\Upsilon = 1$, og 3) sætter $\gamma_t = 0$.

Der antages ikke budgetbalance - dvs. det offentlige kan have overskud eller underskud på saldoen. Dette giver en offentlig formue/gæld. I denne model er der intet, som sikrer, at den offentlige formue opfører sig pænt på sigt. I MAKRO sikres en uændret finanspolitisk holdbarhed gennem øgede indkomstskatter. Dette ville svare til at have endogen t_t^w , en relation for holdbarhedsindikator (HBI) og en eksogen HBI. Senere i kurset gennemgås HBI. En endogen mekanisme, som sikrer en fornuftig udvikling i den offentlige formue, kaldes en finanspolitisk reaktionsfunktion. Den nuværende version køres altså uden finanspolitisk reaktionsfunktion.

Husholdningerne er ikke alle hand-to-mouth-forbrugere, som evt. pga. en høj diskonteringsfaktor og ingen lånemuligheder bruger hele deres indkomst hver periode. En del af forbrugerne kan låne eller spare op i udenlandske værdipapirer til den gældende rente. Dette vil give en mere glat udvikling i forbruget, da forbrugerne kun gradvist ændrer deres forbrug. Endelig vil trægheden i lønnen gøre, at beskæftigelsen i modellen ikke alene afhænger af udbuddet, men også af efterspørgslen. Det betyder, at der beskæftigelsen vil bevæge sig ved stød til økonomien. I de fleste tilfælde vil den midlertidigt stige (ved øget efterspørgsel) eller falde (ved mindsket efterspørgsel) og derefter bevæge sig tilbage mod sit steady state niveau i takt med, at lønnen finder sit nye leje.

Idet både husholdninger og det offentlige kan låne og spare op i udlandet behøver handelsbalancen ikke være i ligevægt. Betalingsbalancen skal ifølge Walras' lov gælde:

$$C_t^M - X_t = S_t + \left(Y_t^{disp} - P_t^C C_t \right)$$

Hvis husholdningerne eller det offentlige bruger mere end de tjener (ekskl. renter), så skal importere mere fra udlandet end de eksporterer.

8.2 Data

Antag, at vi har et nationalregnskab for økonomien givet ved:

	Privat Sektor	Offentlig sektor	Privat forbrug	Off. forbrug	Eksport	Ialt
Privat sektor			500		200	700
Off. sektor				300		300
Import + told			200 + 20			220
Afgifter			70			70
Lønsum	700	300				1000
Ialt	700	300	790	300	200	

Herudover antages yderligere

- Afgifter på told er 20 mia. kr.
- Afgifter udover told har samme sats for indenlandsk og udenlandsk forbrug
- Provenuet fra indkomstskat er 300 mia. kr.

- De samlede transfereringer er 100 mia. kr.
- Beskæftigelsen er 2,5 mio. personer
- Befolkningen er 5 mio. personer, hvilket antages uændret fremover
- Den vækstkorrigerede realrente er på 1 pct., hvilket antages uændret fremover
- Husholdningernes formue er 1000 mia. kr. (både primo og ultimo)
- Det offentlige formue er -1000 mia. kr. (både primo og ultimo)
- Den offentlige primære saldo er 10 mia. kr.

I MAKRO benyttes Danmarks Statistiks tal for løn og priser. Alternativt kan man normere dem til 1, hvilket gøres i det følgende. Vi har altså i kalibreringsåret databelagt følgende eksogene variable: G_t, r_t, N_t og P_t^F og følgende endogene variable: $P_t^{YP}, L_t^G, P_t^G, B_t^G, S_t, TR_t, L_t^P, N_t^L, w_t, Y_t^{disp}, B_t^H, C_t, C_t^Y, C_t^M, P_t^C, X_t, Y_t^P$. Følgende endogene variable er ikke identificeret i data: $MPL_t^{NPV}, L_t^{NPV}, N_t^{L*}, C_t^R, \bar{C}_t^R$, hvilket skyldes, at disse variable er syntetiske og ikke direkte observerbare størrelser - defineret ud fra vores ligninger.

8.3 Kalibrering

Følgende parametre skal kalibreres eller eksogent fastsættes: $\mu_t^G, \rho_t, \gamma_t^{TR}, t_t^w, t_t^{CY}, t_t^{CM}, \mu_t^{C-y}, \mu_t^{C-m}, \phi_t, \theta_t, \kappa_t, \mu_t^L, s_t, LS_t, r_t, N_t, P_t^F$ samt $\omega, \gamma, \Upsilon, \lambda, \sigma^{IO}$ og σ^X . Nogle af disse er dybe parametre, som sættes på baggrund af estimationer foretaget udenfor modellen:

$$\omega = 0,01$$

$$\gamma = 0,505$$

$$\Upsilon = 0,5$$

$$\lambda = 0,5$$

$$\sigma^{IO} = 0,5$$

$$\sigma^X = 5$$

Andre af de eksogene variable er direkte (eller indirekte) givet ud fra data:

$$G_t = 300$$

$$r_t = 0,01$$

$$N_t = 2500$$

Den udenlandske pris normaliseres gennem hele perioden. Fortolkningen er, at alle priser og værdier er inflationskorrigeret i forhold til udviklingen i udenlandske priser:

$$P_t^F = 1$$

Tilbage er at skulle kalibrere 14 eksogene variable (μ_t^G , ρ_t , γ_t^{TR} , t_t^w , t_t^{CY} , t_t^{CM} , μ_t^{C-y} , μ_t^{C-m} , ϕ_t , θ_t , κ_t , μ_t^L , s_t , LS_t) og fastlægge 6 endogene variable (m_t^{NPV} , MPL_t^{NPV} , L_t^{NPV} , N_t^{L*} , C_t^R , \bar{C}_t^R) ud fra 24 ligninger. Da vi har flere ligninger end ubekendte variable er systemet overidentificeret. Det skyldes, at nogle af vores relationer fx $Y_t^P = C_t^Y + X_t$ er overflødige i kalibreringen, da vi rent datamæssigt kender alle tre, og relationen er overholdt i data. Ligningssystemet er dog endnu mere overidentificeret, da vi i princippet har givet ekstra information i forbindelse med data: 1) De samlede afgifter er 70 mia. kr., 2) toldafgiften er 20 mia. kr., 3) afgifter udover told har samme sats for indenlandsk og udenlandsk forbrug, og 4) provenuet fra indkomstskat er 300 mia. kr.. Dette giver os relationerne:

$$T_t^{CY} = t_t^{CY} (P_t^{YP} C_t^Y + P_t^F C_t^M)$$

$$T_t^{CM} = (t_t^{CM} - t_t^{CY}) P_t^F C_t^M$$

$$T_t^w = t_t^w (w_t \rho_t N_t^L + TR_t)$$

hvor T_t^{CY} er de samlede afgifter, T_t^{CM} er det samlede toldprovenu, og T_t^w er de samlede indkomstskatter. Disse ligninger indgår alene i kalibreringen til bestemmelse af t_t^{CM} , t_t^{CY} og t_t^w . De kan løses udenfor modellen, hvilket betyder, at t_t^{CM} , t_t^{CY} og t_t^w er direkte datadækket og ikke skal kalibreres, eller de kan inkluderes som såkaldte kalibreringsligninger, hvilket der er nogle stykker af i MAKRO. Vi vælger at inkludere dem her som kalibreringsligninger. Hermed får vi 3 ekstra ligninger i stedet for 3 færre endogene variable - resultatet er det samme for forskellen på antal ligninger i forhold til ubekendte, hvor der nu er 7 ligninger flere end ubekendte.

I GAMS er det ikke hensigtsmæssigt at have et overidentificeret system. I princippet kan den løse det, da den smider overflødige relationer ud, men hvis der er en afrundning, så relationen ikke gælder på 10. decimal, giver den en inkonsistensfejl. Den bedste løsning er at eksakt identificere systemet og beregne 8 af de variable, som er bestemt af data, og tjekke, at man får det samme. Det er dog ikke ligegyldigt, hvilke der bestemmes endogent. For at hjælpe med at holde styr på tælleriet tildeler vi en endogen variabel til en ligning, både når modellen løses normalt og i kalibreringen. Den normale model er opskrevet, så vi altid tænker i, at relationen bestemmer variabelen længst til venstre fx tænker vi i, at P_t^{YP} bestemmes i relationen $P_t^{YP} Y_t^P = w_t L_t^P$. Dette er lidt arbitrært, men hjælper til at holde overblik. (Der er dog den enkelte undtagelse, at MPL bestemmes i relationen for arbejdsmarkedsclearing $L_t^P + L_t^G = \rho_t N_t^L$). Når der kalibreres er det nye variable, der bestemmes af de samme relationer. Hvis man tildeler disse 15 relationer til de variable/parametre, som skal kalibreres, samt 6 til de ikke datadækkede ubekendte, så får man 7 relationer til overs, som endogent bestemmer datadækkede variable:

$$\mu_t^L : L_t^P = \frac{\mu_t^L}{(1 - m_t^{NPV})} Y_t^P$$

$$Y_t^P : P_t^{YP} Y_t^P = w_t L_t^P$$

$$\mu_t^G : L_t^G = \mu_t^G G_t$$

$$G_t : P_t^G G_t = w_t L_t^G$$

$$B_t^G : B_t^G = (1 + r_t) B_{t-1}^G + S_t$$

$$LS_t : \begin{aligned} S_t &= t_t^w (w_t \rho_t N_t^L + TR_t) + t_t^{CY} P_t^{YP} C_t^Y \\ &\quad + t_t^{CM} P_t^M C_t^M + LS_t - TR_t - w_t L_t^G \\ \gamma_t^{TR} : TR_t &= \gamma_t^{TR} w_t N_t \end{aligned}$$

$$\rho_t : L_t^P + L_t^G = \rho_t N_t^L$$

$$\kappa_t \text{ eller } s_t : N_t^L = \left(1 - \frac{\kappa_t}{m_t^{NPV}}\right) s_t N_t$$

$$m_t^{NPV} : m_t^{NPV} = \frac{MPL_t - w_t}{w_t}$$

$$MPL_t^{NPV} : w_t = (1 - \gamma) (1 - \omega) \frac{MPL_t^{NPV}}{L_t^{NPV}} + \gamma w_t$$

$$MPL_t : MPL_t^{NPV} = MPL_t (L_t^P + L_t^G) + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} MPL_{t+1}^{NPV}$$

$$L_t^{NPV} : L_t^{NPV} = (L_t^P + L_t^G) + \gamma \frac{1}{1 + r_{t+1}} L_{t+1}^{NPV}$$

$$N_t^{L^*} : N_t^{L^*} = \left(1 - \frac{1 - \omega}{\omega} \kappa_t\right) s_t N_t$$

$$Y_t^{disp} : Y_t^{disp} = (1 - t_t^w) (w_t \rho_t N_t^L + TR_t) - LS_t$$

$$B_t^H : B_t^H = (1 + r_t) B_{t-1}^H + Y_t^{disp} - P_t^C C_t$$

$$C_t^R : C_t = C_t^R + Y_t^{Disp} \frac{Y_t^{Disp}}{P_t^C}$$

$$\theta_{t+1} : C_t^R - \bar{C}_t^R = \left(\frac{1 + r_{t+1}}{1 + \theta_{t+1}} \frac{P_t^C}{P_{t+1}^C} \right)^{-1} (C_{t+1}^R - \bar{C}_{t+1}^R)$$

$$C_T^R : C_T^R = C_{T-1}^R$$

$$\bar{C}_t^R : \bar{C}_t^R = \lambda C_{t-1}^R$$

$$\mu_t^{C-y} : C_t^Y = \mu_t^{C-y} \left(\frac{(1 + t_t^{CY}) P_t^{YP}}{P_t^C} \right)^{-\sigma^{IO}} C_t$$

$$\mu_t^{C-m} : C_t^M = \mu_t^{C-m} \left(\frac{(1 + t_t^{CM}) P_t^F}{P_t^C} \right)^{-\sigma^{IO}} C_t$$

$$C_t : P_t^C C_t = (1 + t_t^{CY}) P_t^{YP} C_t^Y + (1 + t_t^{CM}) P_t^F C_t^M$$

$$X_t : X_t = \phi_t \left(\frac{P_t^{YP}}{P_t^F} \right)^{-\sigma^X}$$

$$C_t^Y : Y_t^P = C_t^Y + X_t$$

$$t_t^{CY} : T_t^{CY} = t_t^{CY} (P_t^{YP} C_t^Y + P_t^F C_t^M)$$

$$t_t^{CM} : T_t^{CM} = (t_t^{CM} - t_t^{CY}) P_t^F C_t^M$$

$$t_t^w : T_t^w = t_t^w (w_t \rho_t N_t^L + T R_t)$$

Ud fra ovenstående ligninger kan vi se, at vi ikke kan identificere både s_t og κ_t . De er med til at bestemme beskæftigelsen fra henholdsvis udbudssiden og efterspørgselsiden. Selvom uendelig mange kombinationer giver en løsning, er det ikke ligegyldigt for modellens egenskaber, hvilken der vælges. Det bør afgøres ud fra empiriske kriterier. Her i noten sættes $\kappa_t = 0,01$, hvilket svarer til, at det tager en procent af en fuldtidsansat persons arbejdsindsats, at lave et jobopslag (inkl. jobsamtaler mv.).

Det er i ovenstående ligninger valgt, at Y_t^P , B_t^G , Y_t^{disp} , B_t^H , C_t , X_t og C_t^Y bestemmes endogen. Således er løn og priser normeret til 1: $P_t^{YP} = P_t^G = P_t^C = w_t = 1$, og følgende variable er givet ud fra data (betinget på normeret løn og priser): $L_t^G = 300$, $S_t = 10$, $T R_t = 100$, $L_t^P = 700$, $N_t^L = 2500$, $C_t^M = 200$.

De fleste parametre fastsættes ved såkaldt statisk kalibrering. Det betyder, at de kan fastsættes ved alene at løse modellen i kalibreringsåret. Grundlæggende kan relationer med leads ikke løses statisk, så θ_{t+1} samt MPL_t og L_t^{NPV} kan kun bestemmes ved dynamisk kalibrering. Fastlæggelse af MPL_t er nødvendig for at få kalibreret μ_t^L og fastlægge m_t^{NPV} , og fastlæggelse af m_t^{NPV} er nødvendig for at kalibreret s_t . Bortset fra θ_t , μ_t^L og s_t kan de resterende parametre løses ved statisk kalibrering. Disse løses lettest i GAMS, men kan som udgangspunkt løses i hånden:

$$P_t^{YP} Y_t^P = w_t L_t^P = 700 \rightarrow Y_t^P = L_t^P = 700$$

$$P_t^G G_t = w_t L_t^G = 300 \rightarrow G_t = L_t^G = 300$$

$$L_t^G = \mu_t^G G_t \rightarrow \mu_t^G = 1$$

$$B_t^G = (1 + r_t) B_{t-1}^G + S_t = 1,01 \cdot (-1000) + 10 = -1000$$

$$\begin{aligned} S_t &= t_t^w (w_t \rho_t N_t^L + TR_t) + t_t^{CY} P_t^{YP} C_t^Y \\ &\quad + t_t^{CM} P_t^M C_t^M + LS_t - TR_t - w_t L_t^G = 10 \rightarrow \\ LS_t &= 10 + 300 + 100 - 300 - 70 - 20 = 20 \\ TR_t &= \gamma_t^{TR} w_t N_t = 100 \rightarrow \gamma_t^{TR} = \frac{100}{5000} = 0,02 \end{aligned}$$

$$L_t^P + L_t^G = \rho_t N_t^L = 1000 \rightarrow \rho_t = \frac{1000}{2500} = 0,4$$

$$T_t^w = t_t^w (w_t \rho_t N_t^L + TR_t) = 300 \rightarrow t_t^w = \frac{300}{1 \cdot 0,4 \cdot 2500 + 100} = \frac{3}{11}$$

$$T_t^{CY} = t_t^{CY} (P_t^{YP} C_t^Y + P_t^M C_t^M) = 70 \rightarrow t_t^{CY} = \frac{70}{500 + 200} = 0,1$$

$$T_t^{CM} = (t_t^{CM} - t_t^{CY}) P_t^M C_t^M = 20 \rightarrow t_t^{CM} = 0,1 + \frac{20}{200} = 0,2$$

$$Y_t^{disp} = (1 - t_t^w) (w_t \rho_t N_t^L + TR_t) - LS_t \rightarrow$$

$$Y_t^{disp} = \left(1 - \frac{3}{11}\right) (0,4 \cdot 2500 + 100) - 20 = 780$$

$$Y_t^P = C_t^Y + X_t \rightarrow C_t^Y = 700 - 200 = 500$$

$$P_t^C C_t = (1 + t_t^{CY}) P_t^{YP} C_t^Y + (1 + t_t^{CM}) P_t^F C_t^M \rightarrow$$

$$C_t = 1,1 \cdot 500 + 1,2 \cdot 200 = 790$$

$$B_t^H = (1 + r_t) B_{t-1}^H + Y_t^{disp} - P_t^C C_t = 1,01 \cdot 1000 + 780 - 790 = 1000$$

$$C_t = C_t^R + \Upsilon \frac{Y_t^{Disp}}{P_t^C} = 790 \rightarrow$$

$$C_t^R = 790 - 0,5 \cdot 780 = 400$$

$$\bar{C}_t^R = \lambda C_{t-1}^R = 0,5 \cdot 400 = 200$$

$$C_t^Y = \mu_t^{C-y} \left(\frac{(1 + t_t^{CY}) P_t^Y}{P_t^C} \right)^{-\sigma^{IO}} C_t = 500 \rightarrow$$

$$\mu_t^{C-y} = \frac{500}{790} \left(\frac{1,1}{1} \right)^{0,5} = 0,6638$$

$$C_t^M = \mu_t^{C-m} \left(\frac{(1 + t_t^{CM}) P_t^F}{P_t^C} \right)^{-\sigma_C^{IO}} \quad C_t = 200 \rightarrow$$

$$\mu_t^{C-m} = \frac{200}{790} \left(\frac{1,2}{1} \right)^{0,5} = 0,2773$$

$$X_t = \phi_t \left(\frac{P_t^{YP}}{P_t^F} \right)^{-\sigma^X} = 200 \rightarrow \phi_t = 200$$

Tilbage er at kalibrere μ_t^L , s_t og θ_t ved dynamisk kalibrering. Det kan ses, at vi initialt er i en steady state:

$$\theta_{t+1} = 0,01$$

$$L_t^{NPV} = 2000$$

$$MPL_t^{NPV} = 2020,202$$

$$MPL_t = 1,010101$$

$$m_t^{NPV} = 0,010101$$

$$\mu_t^L = 0,989899$$

$$s_t = 50$$

$$N_t^{L*} = 2500$$

8.4 Analyse - øget eksportmarkedsvækst

Der kigges nu på et stød hvor eksportmarkedsvæksten, ϕ_t , permanent øges med 1 pct. Denne indgår kun i relationen $X_t = \phi_t \left(\frac{P_t^{YP}}{P_t^F} \right)^{-\sigma^X}$, hvor den giver et pres opad på eksporten. Eksporten giver ifølge relationen $Y_t^P = C_t^Y + X_t$ et øget pres på indenlandsk produktion, hvilket ifølge $L_t^P = \frac{\mu_t^L}{(1-m_t^{NPV})} Y_t^P$ giver en øget efterspørgsel efter arbejdskraft og øget beskæftigelse. Øget beskæftigelse kræver flere jobopslag, hvilket betyder øget krav til virksomhedens nutidsværdi af et match m_t^{NPV} . Flere resurser brugt på jobopslag giver altså øget m_t^{NPV} , hvilket kræver endnu flere private ansatte (ifølge $L_t^P = \frac{\mu_t^L}{(1-m_t^{NPV})} Y_t^P$) til gengæld giver det øget beskæftigelse (ifølge $N_t^L = \left(1 - \frac{\kappa_t}{m_t^{NPV}} \right) s_t N_t$). Bemærk, at opslagsomkostningerne betyder, at der er faldende skalaafkast til arbejdskraft i virksomheden, da en øget del af de ansatte bliver brugt til at hyre folk. Det betyder, at virksomheden er nødt til at sætte prisen op for at dække sine øgede omkostninger (ifølge $P_t^{YP} Y_t^P = w_t L_t^P$). Dette bliver forstærket af, at det øgede krav til marginalproduktet af arbejdskraft (ifølge $m_t^{NPV} = \frac{MPL_t - w_t}{w_t}$) giver et opadgående

pres på lønnen (ifølge $MPL_t^{NPV} = MPL_t(L_t^P + L_t^G) + \gamma \frac{1}{1+r_{t+1}} MPL_{t+1}^{NPV}$ og $w_t = (1 - \omega) \frac{MPL_t^{NPV}}{L_t^{NPV}}$). Den højere løn presser yderligere virksomhedens omkostninger og hermed priserne op.

De øgede priser virker afdæmpende på eksportstigningen ($X_t = \phi_t \left(\frac{P_t^{YP}}{P_t^F} \right)^{-\sigma^X}$). Endvidere øger de forbruget af importerede varer og mindsker forbruget af indenlandsk producerede varer. Sidstnævnte lemper presset på indenlandsk produktion og beskæftigelse. Om reallønnen stiger eller falder afhænger af løntrægheden i forhold til importandelen og substitutionselasticiteten for import. Højere løntræghed mindsker stigningen i lønnen, mens højere substitutionselasticitet og importandel for import gør det muligt at substituere over til udenlandske varer, hvilket mindsker stigningerne i priserne. Uagtet om reallønnen stiger eller falder, så stiger husholdningernes disponible indkomst, da stigningen i beskæftigelsen mere end modvirker et evt. fald i reallønnen. Jo mindre lønningerne er steget, jo mere er beskæftigelsen steget. Den højere disponible indkomst trækker forbruget op - dog med lidt forsinkelse, da en andel af forbrugerne ikke ønsker store skift i forbruget. Trægheden i lønnen gør, at marginalproduktet af arbejdskraft på kort sigt stiger mere end lønnen, hvilket øger beskæftigelsen. På sigt stiger lønnen gradvist og beskæftigelsen vender tilbage til sit strukturelle niveau. Privatforbruget og importen er permanent højere, og de indenlandske priser og lønninger er steget. Produktionen og beskæftigelsen er uændret. Om eksporten er steget eller faldet afhænger af modellens parametre.