

Hvad er en ligevægtsmodel og hvad kan den?

Abstract:

The various strengths and weaknesses in computable general equilibrium models stem from what underlying assumption have been made during the models' development. Many of these are common across CGE models, and are also present in the CGE part of IntERACT. However, these assumptions also limit the scope of analyses where CGE models can be applied. This paper gives a brief overview of these strengths and weaknesses as relevant to the IntERACT model. Most importantly, it must be stressed that the models are for long term analyses and they are poor tools to make short term conclusions.

The paper is in Danish.

Disclaimer: The views expressed in this Working Paper Series represent work in progress, and do not necessarily represent those of the Danish Energy Agency or policies of the Danish Ministry of Climate, Energy and Building. The papers do not themselves represent policy advice in any form.

The papers are internal working papers published in good faith to inform a wide audience. While every effort is made to keep available working papers current, the Danish Energy Agency, its employees or agents make no warranty, expressed or implied, as to the accuracy of the information presented herein.

The Working Paper Series include work undertaken by Danish Energy Agency staff as well as work undertaken by external researchers or consultants.

Please do not cite without permission.

Ligesom alle andre modeller har generelle ligevægtsmodeller – også kaldet CGE-modeller¹ – forskellige styrker og svagheder, som bunder i den måde modellerne er konstrueret på. Nogle af CGE modellernes vigtigste styrker er således:

- Eksplicit modellering af husholdningerne og virksomhedernes incitamenter og dermed hvordan den økonomiske politik formodes at virke.
- Eksplicit modellering af sammenhængene mellem sektorerne og dermed hvordan indgreb et sted i økonomien påvirker økonomiens andre markeder og aktører.
- Muligheden for at evaluere choks eller politiske tiltag, der ændrer økonomien fundamentalt i forhold til udgangspunktet.
- Muligheden for at beregne velfærdseffekterne af et politisk indgreb og dermed også muligheden for at evaluere den samlede virkning af dette indgreb, selv om det resulterer i modsatrettede effekter.

For at opnå disse analytiske muligheder er det i midlertidigt nødvendigt at gøre en række antagelser, hvoraf nogle af de væsentlige er:

- Teoretiske antagelser om rationelt optimerende agenter og relativt velfungerende markeder.
- Empiriske antagelser vedrørende økonomiens ligevægt i basisåret og skøn for modellens parametre.
- Teknologien antages som udgangspunkt at være konstant.²

Endvidere er det vigtigt at bemærke, at CGE modeller grundlæggende er langsigtsmodeller, dvs. de egner sig ikke til analyser af udviklingen på kort sigt.

Formålet med dette notat er at give et grundlæggende overblik over, hvad en generel ligevægtsmodel er og dermed hvad den kan, herunder uddybning af de ovenstående punkter. Selv om notatet også er rettet mod ikke-økonomer vil gennemgangen inddrage en række økonomiske termer. Dette sker for at få introduceret disse termer og sat dem ind i en generel ligevægtskontekst med henblik på facilitering af den videre diskussion om IntERACT.

I CGE modellen modelleres hele økonomien ud fra nyklassisk økonomisk teori

CGE modeller er i vid udstrækning baseret på såkaldt neoklassisk økonomisk teori, der i dag er helt central indenfor mainstream-økonomi. Nogle af den neoklassiske teoris grundlæggende antagelser er:

- At agenterne opfører sig rationelt efter deres præferencer
- At forbrugerne maksimerer deres nytte og virksomhederne maksimerer deres profit
- At alle handler uafhængigt af hinanden baseret på fuld og relevant information

Den neoklassiske økonomiske teori er generelt karakteriseret ved et stærkt fokus på markedskræfterne og prismekanismen. Et centralt omdrejningspunkt er således at prisjusteringer fun-

¹ CGE model er en forkortelse for ”computable general equilibrium model” hvilket på dansk oversættes til ”anvendt generel ligevægtsmodel”.

² Dette er ikke tilfældet for energi-delen af IntERACT, idet CGE-modellen her koblet til en teknisk model for energisystemet, der eksplicit tager højde for de teknologiske udviklingsmuligheder indenfor energisystemet.

gerer som signaler mellem markedsdeltagerne og – alt andet lige – sikrer en efficient allokering af økonomiens knappe ressourcer på tværs af de forskellige anvendelser.

En generel ligevægtsmodel omfatter hele økonomien. Det ”generelle” består således i at alle markeder, og dermed også alle agenter og transaktioner, i princippet er inkluderet i modellen. Agenterne er inddelt i et mindre antal grupper, der typisk omfatter:

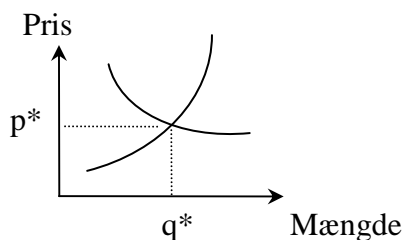
- En eller flere grupper private forbrugere
- En række virksomhedsgrupper (erhverv / sektorer)
- En offentlig sektor
- Udlandet³

CGE-modeller beskriver hver af disse gruppers økonomiske adfærd og derfor også handelsstrømmene og transaktionerne mellem. Dette er en af modellernes store styrker – at både de individuelle incitament og de strukturelle sammenhænge fanges og dermed vises, hvordan ændringer *et* sted i økonomien påvirker agenter og markeder i økonomien *andre* steder.

Priserne skaber ligevægt på markederne

”Ligevægten” i en generel ligevægtsmodel består i at alle markeder (typisk) antages at være i ligevægt. Et givent marked er i ligevægt når udbuddet af den pågældende vare er lig med efterspørgslen. Udbuddet af varen antages normalt at være en stigende funktion af prisen på varen, mens efterspørgslen efter varen antages at være en aftagende funktion. Ligevægten på markedet opnås ved at prisen på varen justeres indtil udbuddet er lig efterspørgslen – illustreret i figur 1 med det klassiske udbuds-efterspørgsels kryds.

Figur 1 – udbuds-efterspørgsels-kryds



En ligevægt er således karakteriseret ved, at ingen af agenterne har incitament til at ændre deres udbud eller efterspørgsel ved ligevægtsprisen. Hvis det ydermere antages at der er såkaldt perfekt konkurrence på markedet indebærer dette, at ingen af agenterne har mulighed for at påvirke markedspriserne, og alle agenterne har adgang til den nødvendige information om varer og priser.

³ Den generelle ligevægtsmodel indbygget i IntERACT er en national version. Nationale generelle ligevægtsmodeller er kendetegnet ved at bestemme ændringer i priser og mængder i den pågældende økonomi, mens forholdene i resten af verden tages for givet i den forstand, at de antages ikke at blive påvirket af hvad der sker i den indenlandske økonomi. Den forventede udvikling i de udenlandske priser indgår således i modellen, men antages at være uafhængig af udviklingen i den indenlandske økonomi.

Det er dog værd at bemærke, at CGE-modeller ikke behøver at følge den neoklassiske tilgang med clearende markeder og fuldkommen konkurrence. Det er således kun et udgangspunkt, hvor det ved større kompleksitet er muligt at modellere både såkaldt stive priser og ufuldkommen konkurrence i en CGE model. CGE modellerne kan således nuanceres i forhold til standard antagelserne når dette er relevant for analyserne.

Sammenhænge mellem markederne kommer fra nationalregnskabsstatistikken

Datagrundlaget for en generel ligevægtsmodel er en såkaldt input-output-tabel, der grundlæggende er en oversigt over sektorerne i økonomien og hvordan disse hænger sammen i et givet år. Input-output-tabellen viser for hver sektor hvilke varer og produktionsfaktorer, der anvendes i sektorens produktion (dvs. hvor inputtene til sektoren kommer fra), samt hvem der aftager det sektoren har produceret (dvs. hvor outputtet fra sektoren bliver anvendt).

Input-output tabellen konstrueres ud fra nationalregnskabsstatistikken for det valgte basisår. Da CGE-analyse bygger på en grundlæggende antagelse om, at økonomien er i ligevægt i udgangspunktet, indebærer dette i praksis en antagelse om at økonomien er i ligevægt i det historiske basisår. Principielt set er det sjældent rimeligt, at antage at en økonomi er i ligevægt på givet historisk tidspunkt. I praksis er det derfor vigtigt at overveje, om et muligt basisår giver en rimelig afspejling af "ligevægts-strukturerne" i økonomien eller om nogen helt særlige forhold gør sig gældende i dette år. Problematikken om at tage udgangspunkt i statistikken for et enkelt historisk år tackles nogen gange også ved at konstruere en input-output tabel som en form for gennemsnit over flere år. Dette gør det imidlertid vanskeligere at genkende tallene når man sammenligner med nationalregnskabsstatistikken.

Agenterne opfører sig rationelt og optimerende

Agenterne i en CGE model antages generelt at opføre sig rationelt og optimerende. For de private forbrugeres vedkommende betyder dette, at de antages at maksimere deres egen nytte ved at forbruge varer og tjenester mv. givet deres præferencer for disse varer og priserne på dem. De private forbrugere antages hver især at være underlagt en budgetrestriktion, der indebærer, at værdien af deres efterspørgsel ikke kan overstige værdien af deres indtægter. Forbrugernes indtægter stammer normalt fra deres ejerskab til produktionsfaktorerne (dvs. arbejdskraften og kapitalen).

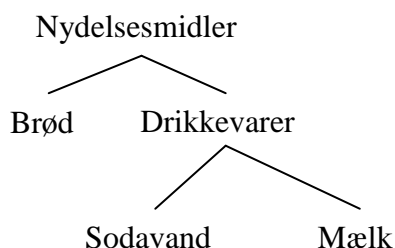
For virksomhederne indebærer antagelsen om rationel og optimerende adfærd, at de maksimerer deres profit givet deres tekniske produktionsmuligheder og priserne på deres inputs og outputs. Virksomhederne er også underlagt en budgetrestriktion i den forstand, at deres omkostninger ikke kan overstige deres omsætning.

Som nævnt tidligere indebærer denne eksplicitte modellering af forbrugernes og virksomhedernes beslutninger, at CGE-modellen tager eksplicit højde for den grundlæggende incitamentsstruktur. Det bliver derved også muligt at analysere, hvordan politiske tiltag (fx en afgift på visse brændsler) påvirker disse beslutninger. Et eksempel kunne således være at man lagde en ekstra afgift på diesel, hvilket alt andet lige vil gøre diesel dyrere og give forbrugerne og virksomhederne incitament til at bruge mindre diesel.

Agenternes valgmuligheder er strukturerede i modellen

Både forbrugerne og virksomhederne skal træffe en lang række valg når de skal sammensætte henholdsvis deres forbrug og produktion optimalt. Ofte vælger de imidlertid ikke frit mellem alt på én gang, og i modelleringen vælger man normalt at strukturere deres beslutninger i en form for beslutningshierarki, også kaldet nestingsstruktur.

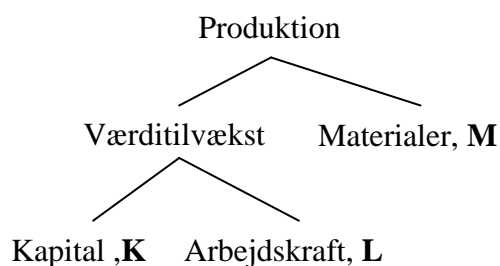
Figur 2. Skitse på et simpelt forbrugssystem for mad



Figur 2 viser et meget simpelt eksempel på en forbrugers nestede nyttefunktion. Forbrugeren forbruger tre varer – brød, vand og mælk. Ved at benytte bestemte funktionsformer (CES funktorer) kan forbrugsbeslutningen deles op i to del-beslutninger – dels hvor meget vand henholdsvis mælk forbrugeren ønsker at drikke, dels hvor meget brød henholdsvis drikkevarer han ønsker at konsumere. Der antages med andre ord at være uafhængighed mellem valget mellem brød og det fiktive kombinations-gode ”drikkevarer” og så valget mellem den ene eller anden type drikkevare i forbrugers nyttefunktion. Der benyttes en substitutionselasticitet til at beskrive valget mellem komponenterne. Elasticiteten udtrykker hvor mange procent forbrugeren vil kræve ekstra af den ene vare for at opgive 1 pct. af den anden vare.

Virksomhedens beslutning om hvilke outputs, der skal produceres med hvilke inputs, bliver ligeledes normalt beskrevet ved hjælp af en nested produktionsfunktion. Figur 3 viser et eksempel på en nested produktionsfunktion for en virksomhed der kun producerer én vare.

Figur 3 – skitse virksomheds nestingsstruktur (KLM)



Et af de væsentlige spørgsmål i IntERACT-projektet er, hvordan energi antages at indgå i produktionsfunktionen, idet nestingsstrukturen vil påvirke modellens egenskaber. Valget af funktionsform til at beskrive produktionsfunktionerne (og nyttefunktionerne) har ligeledes betydning for modellens egenskaber. I praksis vil man i CGE-modeller ofte anvende såkaldte

nestede CES-funktioner, der indebærer at man "blot" skal angive én substitutions-elasticitet for hvert nest.

Anvendelsen af "dybe" elasticiteter er både en styrke og – måske – en svaghed...

Modelleringen af både forbrug og produktion alene ud fra de "dybe" parametre i henholdsvis nytte- og produktionsfunktionen er både en af CGE-modellernes store styrker og nogen gange også en af deres svagheder.

Fordelen ved at modellere økonomien ud fra de dybe parametre er, at CGE-modellerne bliver immune overfor den såkaldte Lukas-kritik. Lukas-kritikken går kort fortalt ud på, at makro-økonometriske modeller principielt ikke kan bruges til analyse af situationer, der er fundamentalt forskellige fra økonomiens udgangspunkt. Årsagen er, at de estimerede parametre i de makroøkonometriske modeller ikke kan antages at være uafhængige af den økonomiske politik, da folks forventninger tager højde for denne. De dybe substitutionseleasticiteter i nyttefunktionerne og produktionsfunktionerne er derimod uafhængige af folks forventninger. CGE-modellerne siges derfor at være immune overfor Lukas-kritikken.

Selv om det principielt er en fordel at CGE-modeller formuleres ud fra dybe parametre, kan der i praksis også være nogle problemer forbundet hermed. Substitutionseleasticiteterne har stor indflydelse på resultater, idet de i høj grad styrer, hvor kraftigt modellen reagerer på et stød til økonomien. Det kan imidlertid være vanskeligt at få gode skøn for størrelsen af substitutionseleasticiteterne, ikke mindst fordi disse parametre netop er "dybe" og derfor kan være vanskelige at observere. Dette skal man følgelig tage i betragtning når man fortolker og konkluderer ud fra CGE-modellens resultater.

Elasticiteternes rolle i modelleringen af handlen med udlandet

Udover de allerede nævnte substitutionseleasticiteter indeholder CGE-modeller typisk endnu en type substitutionseleasticiteter, nemlig de såkaldte Armington elasticiteter. En Armington elasticitet er en substitutionseleasticitet mellem en indenlandsk-produceret vare og den tilsvarende udenlandsk producerede varer, der angiver hvor nære substitutter disse vare er.

Baggrunden for at anvende Armington elasticiteter er, at statistikkerne for international handel viser at et land ofte både importerer og eksporterer den samme vare. Denne handel mellem samme erhverv (*intra-industry trade*) kan ikke forklares ud fra den traditionelle handelsteori, hvor international handel alene forklares ud fra hvem der kan producere varen billigst. Den måde man normalt håndterer denne handel i CGE-modeller er derfor at anvende Armington antagelsen om at indenlandsk- og udenlandsk-producerede varer ikke er perfekte substitutter for hinanden. Armington elasticiteterne styrer i høj grad hvor store de internationale handelseffekter er i modellerne og dermed hvor meget landets konkurrenceevne påvirkes af choks og politik-tiltag. Det er derfor igen vigtigt at være opmærksom på betydningen af disse elasticiteter i fortolkningen af modellens resultater.

CGE modellen kan svare på "hvad-nu-hvis..."

Som betegnelsen "generel ligevægtsmodel" mere end antyder, er formålet med disse modeller grundlæggende at undersøge, hvordan økonomiens generelle ligevægt ser ud i forskellige situationer, herunder især hvordan ligevægten ændrer sig som følge af fx politik-tiltag eller ude-

frakommende choks til økonomien. CGE modeller bruges derfor normalt til såkaldt kontra-faktiske analyser, dvs. de giver svar på spørgsmål af typen ”hvad-nu-hvis...”.

En kontra-faktisk analyse af et politik-tiltag består i princippet af to ligevægtsberegninger – én beregning af hvordan ligevægten ville se ud uden politik-tiltaget (”baseline-scenarie”) og én beregning af hvordan den vil se ud med politik-tiltaget (”politik-scenarie” eller ”alternativ-scenarie”). Resultatet af analysen præsenteres som en sammenligning af de to scenarier med en angivelse af hvor meget de forskellige variable i politik-scenariet adskiller sig fra variable-
ne i baseline-scenariet. Forskellene mellem scenariet opgøres normalt som procentvise ændringer, men kan også præsenteres i absolutte størrelser.

CGE modeller giver velfærd...

Når man laver analyser af forskellige politik-tiltag, præsenteres konsekvenserne af disse tiltag ofte i form af deres effekt på BNP. Det afgørende for borgerne er imidlertid ikke selve effekten på BNP, men derimod effekten på borgernes velfærd og denne er ikke nødvendigvis identisk med effekten på BNP. En af de store fordele ved at anvende CGE-modeller er, at man direkte kan regne på velfærdseffekterne af politik-tiltag. Dette indebærer også at man derved har mulighed for at evaluere politik-tiltag der resulterer i modsatrettede effekter.

Velfærdsberegningerne i en CGE-model tager udgangspunkt i agenternes nyttefunktion. Velfærdseffekten af et politik-tiltag opgøres konkret som pengeværdien af hver agents nytte efter politik-tiltaget fratrukket pengeværdien af agenternes nytte i udgangssituationen.⁴ Hvis pengeværdien af den enkelte agents nytte er større efter politik-tiltaget end i udgangssituationen vil vedkommende foretrække at politik-tiltaget bliver gennemført, da dette vil give ham større nytte.

En af de væsentlige pointer i at opgøre velfærdseffekten af et tiltag i penge er, at det er muligt at lave en samlet vurdering af politik-tiltaget på tværs af vindere og tabere ved simpelthen at summere over alle agenterne i økonomien. Hvis summen af velfærdsendringerne forbundet med et politik-tiltag er positiv, kunne vinderne rent hypotetisk kompensere taberne og stadig være bedre stillet end i udgangssituationen før tiltaget blev gennemført. Denne type velfærdsberegninger gør det således muligt at bruge CGE-modeller til velfærdsmæssige vurderinger af politik-tiltag, der har modsatrettede effekter som ikke kan evalueres alene på teoretisk plan.

CGE modeller kan både vurdere reale konsekvenser og behov

CGE modeller kan bruges til flere forskellige typer politik-analyser. De kan således vurdere konsekvensen af en given ændring i et politik-instrument, fx hvad er konsekvensen af at hæve energiafgifterne med 10 pct.? De kan også vurdere behovet for ændring af et politik-instrument for at nå en given målsætning, fx hvor meget skal benzinafgiften hæves for at sænke benzinforsbruget med 10 pct.? Mere teknisk formuleret, er en konsekvensvurdering en

⁴ Der findes to måder at opgøre velfærdseffekten på – *equivalent variation* og *compensating variation*. I *equivalent variation* opgøres minimums-udgifterne til at opretholde hhv. det nye og det oprindelige nytteniveau ud fra de oprindelige priser, mens disse minimums-udgifter i *compensating variation* opgøres ud fra de nye priser. *Equivalent variation* er typisk at foretrække, da status quo er et naturligt udgangspunkt for sammenligning af forskellige mulige udviklinger.

analyse med endogene mål og eksogene virkemidler, mens en behovsvurdering er en analyse med eksogene mål og endogene virkemidler.⁵

CGE modeller er konstrueret til at afspejle de dybere reale strukturer og sammenhænge i økonomien. Fokus er således på de reale dele af økonomien som produktion og forbrug af varer og tjenester og hvorledes disse ændrer sig som følge af fx et politik-tiltag. Ændringerne i værdien af vare- og tjenestestrømmene er opdelt i henholdsvis mængde- og prisændringer så det er muligt at se i hvilket omfang en stigning i fx nominelt BNP skyldes prisstigninger eller realvækst. Derimod indgår de finansielle markeders rolle og funktion normalt ikke i en CGE model, og analyserne kan ikke tage højde for, hvordan finansielle aspekter eventuelt måtte påvirke den reale del af økonomien.

Som man spørger, får man svar...

Det er vigtigt at holde sig for øje at resultaterne fra en CGE analyse i sagens natur er påvirket af den bagvedliggende økonomiske teori, herunder antagelsen om at markederne som udgangspunkt fungerer rigtig godt (perfekt), og at markedsmekanismen derfor sikrer en efficient allokering af økonomiens ressourcer. I en CGE analyse vil et politisk indgreb følgelig kun virke velfærdsforbedrende, såfremt det er rettet mod en markedsimperfektion eller anden "forvridning", der er blevet eksplicit inkluderet i modelleringen.⁶ Hvis der ikke er nogen imperfektioner eller forvridninger i modellen, vil et indgreb højst kunne frembringe det samme velfærdsniveau som markedet, og i langt de fleste tilfælde vil indgrebet føre til et lavere velfærdsniveau i modellen.

Alt er *relativt* og *langsigtet*...

CGE modellernes medfødte fokus på ligevægte har også betydning for hvilke typer analyser man (meningsfyldt) kan lave med CGE model. Det er således sjældent rimeligt at antage at en økonomi er i generel ligevægt på et givet – historisk – tidspunkt. Konceptet generel ligevægt er mere et benchmark, som økonomien antages at nå længere ude i fremtiden, såfremt den ikke udsættes for yderligere choks. Det betyder at CGE modeller først og fremmest kan bruges til analyser af, hvordan økonomien vil blive påvirket af et tiltag på længere sigt, mens de ikke egner sig til analyser af, hvilke effekter tiltaget vil have på kort sigt. CGE-modeller er heller ikke egnede til analyser af "kortsigtsfænomener" som konjunkturudsving og deslige.

En CGE-analyse er som nævnt baseret på en input-output tabel for et historisk år, men da analysen fokuserer på det længere sigte er man nødt til at tage højde for at den fremtidige økonomi vil adskille sig fra den historiske database på en række punkter. Rent praktisk gøres dette ved at man fastlægger en såkaldt baseline for hvordan centrale variable i økonomien vil ud-

⁵ "Endogen" og "eksogen" referer til hvorvidt den pågældende variable bestemmes i modellen eller tages som givet udefra. Matematisk set indeholder en CGE model altid flere variable end ligninger, så nogle variable er nødt til at fastsættes udenfor modellen (dvs. de er eksogene). Valget af hvilke variable, der er eksogene, og hvilke, der er endogene, kaldes for modellens "lukning". Valget af lukning påvirker modellens egenskaber (fx vil valget af hvorvidt kapitalapparatet antages at kunne flytte på tværs af sektorer eller ej klart påvirke modellens resultater). Valget af lukning er derfor et vigtigt element i specifikationen af en given analyse.

⁶ Et eksempel på en markedsimperfektion kan være manglende markeder for forurening. Når der ikke er et marked for fx den lokale luftkvalitet kan man stå i en situation, hvor en nedbringelse af forureningen faktisk har en højere værdi for de skadeslidende end hvad det koster at realisere denne forbedring. Men når der ikke er et marked, så kan en sådan velfærdsforøgende transaktion jo ikke realiseres via markedsmekanismen. I en sådan situation kan et politisk indgreb derfor virke velfærdsforøgende.

vikle sig, fx hvor stort befolkningstallet og BNP antages at være i det år man har valgt som året for analysen. Baseret på disse centrale variable for året, samt en antagelse om at økonomiens struktur i øvrigt svarer til strukturen i den historiske input-output tabel, kan man så kalibrere CGE-modellen, således at denne reproducerer baselinens værdier i det år man ønsker vurderet. Når modellen er kalibreret kan man så foretage den egentlige analyse af politiktiltaget og se hvilke ændringer tiltaget vil medføre i økonomien sammenlignet med udgangspunktet (dvs. baselinen).

Det er vigtigt at holde sig for øje at selv om man fastlægger en baseline for CGE-analysen, så er der ikke tale om en egentlig fremskrivning, og CGE-analysen kan følgelig ikke opfattes som en prognose for, hvordan økonomien vil se ud.