

INPUT - OUTPUT MODELLENS ANVENDELSESMULIGHEDER

Af P. NØRREGAARD RASMUSSEN

I en tidligere artikel¹⁾ er den åbne, statiske input-output model blevet gennemgået. Modellen er i sin opbygning overordentlig simpel og kan kort refereres som følger:

Lad X_i ($i = 1, 2 \dots m$) betegne totalproduktionen i given periode i hver af de m ikke-autonome sektorer; lad videre x_{ij} betegne salg i samme periode af råmaterialer og hjælpestoffer fra sektor nr. i til sektor nr. j , idet i og j her uafhængig af hinanden kan antage værdierne $1, 2 \dots m$. Idet x_{ia} betegner salg i perioden fra sektor nr. i til den autonome sektor får man, at

$$X_i = x_{ia} + \sum_{j=1}^m x_{ij} \quad (i = 1, 2 \dots m) \quad (1)$$

hvilket sæt af ligninger blot udtrykker, at hver sektors totalproduktion er lig dens salg til den autonome sektor plus salget til de ikke-autonome sektorer, herunder eventuelt salget til sektoren selv.

Det blev nu videre antaget, at sektor nr. j 's køb fra sektor nr. i er ligefrem proportional med sektor nr. j 's totalproduktion. Kaldes proportionalitetsfaktoren a_{ij} bygger modellen da på den antagelse, at

$$x_{ij} = a_{ij} X_j \quad (i \text{ og } j = 1, 2 \dots m). \quad (2)$$

Indsættes nu (2) i (1) får man

$$X_i = x_{ia} + \sum_{j=1}^m a_{ij} X_j \quad (i = 1, 2 \dots m). \quad (3)$$

I (3) indgår m endogene variable (X 'erne), $m \times m$ parametre (a 'erne) samt m exogene variable (x_{ia}). Man kan da løse ligningssystemet m. h. t. de endogene variable. Løsningerne vil give disse variable (X 'erne) udtrykt dels ved de exogene variable (x_{ia}) dels ved et sæt af koefficienter, som alene vil afhænge

¹⁾ »Om input-output analysen«, *Nationalekonomisk Tidsskrift*, 92. bind, 1.—2. hefte, 1954.

INPUT - OUTPUT MODELLENS ANVENDELSESMULIGHEDER

Af P. NØRREGAARD RASMUSSEN

I en tidligere artikel¹⁾ er den åbne, statiske input-output model blevet gennemgået. Modellen er i sin opbygning overordentlig simpel og kan kort refereres som følger:

Lad X_i ($i = 1, 2 \dots m$) betegne totalproduktionen i given periode i hver af de m ikke-autonome sektorer; lad videre x_{ij} betegne salg i samme periode af råmaterialer og hjælpestoffer fra sektor nr. i til sektor nr. j , idet i og j her uafhængig af hinanden kan antage værdierne $1, 2 \dots m$. Idet x_{ia} betegner salg i perioden fra sektor nr. i til den autonome sektor får man, at

$$X_i = x_{ia} + \sum_{j=1}^m x_{ij} \quad (i = 1, 2 \dots m) \quad (1)$$

hvilket sæt af ligninger blot udtrykker, at hver sektors totalproduktion er lig dens salg til den autonome sektor plus salget til de ikke-autonome sektorer, herunder eventuelt salget til sektoren selv.

Det blev nu videre antaget, at sektor nr. j 's køb fra sektor nr. i er ligefrem proportional med sektor nr. j 's totalproduktion. Kaldes proportionalitetsfaktoren a_{ij} bygger modellen da på den antagelse, at

$$x_{ij} = a_{ij} X_j \quad (i \text{ og } j = 1, 2 \dots m). \quad (2)$$

Indsættes nu (2) i (1) får man

$$X_i = x_{ia} + \sum_{j=1}^m a_{ij} X_j \quad (i = 1, 2 \dots m). \quad (3)$$

I (3) indgår m endogene variable (X 'erne), $m \times m$ parametre (a 'erne) samt m exogene variable (x_{ia}). Man kan da løse ligningssystemet m. h. t. de endogene variable. Løsningerne vil give disse variable (X 'erne) udtrykt dels ved de exogene variable (x_{ia}) dels ved et sæt af koefficienter, som alene vil afhænge

¹⁾ »Om input-output analysen«, *Nationalekonomisk Tidsskrift*, 92. bind, 1.—2. hefte, 1954.

af a 'erne. Dette blev vist i detaljer i den forudgående artikel, hvor løsninger af (3) blev givet på formen

$$X_i = \sum_{j=1}^m A_{ij} x_{ja} \quad (i = 1, 2 \dots m) \quad (4)$$

Det bemærkes, at ovenfor refererer de variable sig til totalstørrelser. Man kunne imidlertid lige så godt nøjes med at lade modellen have gyldighed for (små) marginale ændringer.

Exempler på modellens anvendelse.

Det følger umiddelbart af modellens opbygning, herunder løsningerne givet ved (4), at ved denne model vil man kunne beregne den samlede produktion, der skal præsteres i de enkelte sektorer, hvis der skal stå givne mængder af sektorenes produktion til rådighed for en autonom efterspørgsel. Hermed er imidlertid umiddelbart en meget vigtig anvendelse af input-output modellen givet. Det betyder nemlig, at man ved hjælp af denne kan undersøge konsekvensen for totalproduktionen af bestemte økonomisk-politiske indgreb. Man kan således benytte modellen ved en økonomisk planlægning. Hvis man f. eks. ønsker at forøge det offentlige efterspørgsel på en nærmere angivet måde — det være sig til øgede sociale foranstaltninger eller til genoprustning — vil modellen kunne angive, hvilken indflydelse dette direkte og indirekte vil få for de enkelte sektorer. Man kan således herved undersøge, om den planlagte efterspørgsel overhovedet kan tilfredsstilles med den eksisterende »kapacitet«, for så vidt denne kendes fra oplysninger uden for modellen. Sagt på anden måde vil dette betyde, at modellen er velegnet til eftersporing af flaskehalse i produktionen.

Det må dog her huskes, at for så vidt konsumet indgår i den autonome efterspørgsel, vil modellen ikke automatisk tage hensyn til den extra udvidelse, som kommer fra forbrugermultiplikatoren — for slet ikke at tale om eventuelt heraf induceret investeringsstigning via en accelerationsvirkning. Dette betyder, at modellen må suppleres med en anden model, som explicit behandler dette. Fremgangsmåden må da blive, at man først får »udleveret« ændringen i den autonome efterspørgsel. Denne ændring indsættes derefter i en »konjunkturmodel« for at beregningen af den totale virkning af omtalte ændring kan finde sted. Denne totale virkning — hvor der er taget hensyn til forbrugsmultiplikatoren og en eventuel accelerationsvirkning over for investeringen — indsættes derefter som ændringen i den autonome efterspørgsel (autonom i relation til input-output analysen) i input-output modellen. Denne viser da de totale konsekvenser under hensyntagen til »den interne multiplikator«.

Det sidste skridt tages under anvendelse af relationerne givet ved (4), idet man jo af »konjunkturmodellen« har beregnet x_{ia} ($i = 1, 2 \dots m$), som derpå

indsat i (4) giver de ubekendte produktionsmængder (X_i , $i = 1, 2 \dots m$). Dette forudsætter »kun«, at man har beregnet A 'erne, hvilket imidlertid i praksis, hvor man ønsker at operere med et forholdsvis stort antal sektorer, vil give meget store beregningsproblemer.

Bestemmelse af beskæftigelsen.

En speciel, men meget vigtig anvendelse af modellen er bestemmelsen af beskæftigelsen eller den ændring i beskæftigelsen, som følger med (automt) givne ændringer i den exogene efterspørgsel. Modellen kan besvare sådanne spørgsmål såfremt arbejdsstyrkens fordeling på sektorerne specificeres. Da det drejer sig om en af modellens vigtigste anvendelser, synes det på sin plads at give spørgsmålet en lidt mere indgående behandling¹⁾.

Betragter man en input-output tabel (som tabel 1 i artiklen i det sidste nummer af dette tidsskrift), vil det bemærkes, at de samlede lønudbetalinger i hver sektor her er angivet. Som før nævnt kan man nu som (fysisk) enhed vælge den mængde, som kan købes for een pengeenhed. Man måler således opfattet ikke beskæftigelsen i så og så mange arbejdstimer. Er pengeenheden f. eks. 1 mill. kr., vil man for en sådan enhed kunne købe f. eks. 250.000 arbejdstimer, og dette bliver da enheden i beskæftigelsesmålingen. På denne måde kan man påstå, at en input-output tabel, som specificerer sektorernes lønudbetalinger eo ipso specificerer beskæftigelsen. (I flere input-output tabeller opgiver man dog beskæftigelsen direkte i arbejdstimer eller antal beskæftigede helårsarbejdere).

Betegner man nu beskæftigelsen i de enkelte sektorer med $x_{n1}, x_{n2} \dots x_{ni} \dots$ op til x_{nm} , er disse strømme således registreret i tabellen og man kan da beregne et sæt af »tekniske koefficienter« ved forholdet mellem beskæftigelsen og sektorens totalproduktion.

Vi får således et sæt af koefficienter:

$$a_{n1} = \frac{x_{n1}}{X_1}, \quad a_{n2} = \frac{x_{n2}}{X_2}, \quad \dots \quad a_{ni} = \frac{x_{ni}}{X_i}, \quad \dots \quad a_{nm} = \frac{x_{nm}}{X_m}$$

eller kortere udtrykt

$$a_{ni} = \frac{x_{ni}}{X_i} \quad (i = 1, 2 \dots m) \quad (5)$$

idet man analogt med de strukturelle strøm-koefficienter a_{ij} , i og $j = 1, 2 \dots m$ forudsætter, at de således definerede kvotienter er konstante, d. v. s. kan

¹⁾ Jfr. Leontief, *The Structure of American Economy 1919—1939*, 1951, Part IV, A, hvor en artikel om dette emne af Leontief fra *Quarterly Journal of Economics*, 1944, er genoptrykt.

benyttes som parametre. Disse parametre fortolkes åbenbart som beskæftigelsen pr. enhed produceret i de enkelte sektorer — eventuelt som stigningen i beskæftigelsen ved en stigning i totalproduktionen med een enhed.

Nu kan a_{ni} umiddelbart beregnes af input-output tabellen. Men heraf følger, at hvis man først har bestemt de enkelte sektorer totalproduktion ved given autonom efterspørgsel, vil man kunne beregne den samlede beskæftigelse (fordelt på de enkelte sektorer), som er nødvendig for at opfylde den autonome efterspørgsels ønsker.

Man finder iøvrigt let den samlede beskæftigelse explicit udtrykt ved den autonome efterspørgsel.

Af (5) fås:

$$x_{ni} = a_{ni} X_i \quad (i = 1, 2 \dots m)$$

heraf fås den samlede beskæftigelse som

$$\sum_{i=1}^m x_{ni} = \sum_{i=1}^m a_{ni} X_i \quad (6)$$

hvorefter man ved at substituere med (4) får

$$\sum_{i=1}^m x_{ni} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m a_{ni} A_{ij} x_{ja} \quad (7)$$

Man kan her standse op et øjeblik og analysere (7). På venstre side står den samlede beskæftigelse (eventuelt fortolket som beskæftigelsesstigningen) som summen af beskæftigelsen i hver af de m ikke-autonome sektorer, Højre side består af $m \times m$ led, hvor det karakteristiske led er $a_{ni} A_{ij} x_{ja}$. Her er a_{ni} beskæftigelsen (eller beskæftigelsesstigningen) i sektor nr. i pr. produktenhed. For fortolkningen af A_{ij} er det hensigtsmæssigt at skrive den i 'te ligning i (4) ud:

$$X_i = A_{i1} x_{1a} + A_{i2} x_{2a} + \dots + A_{ij} x_{ja} + \dots + A_{im} x_{ma}. \quad (8)$$

Man vil heraf se, at hvis den autonome efterspørgsel efter de af sektor nr. 1 producerede goder (d. v. s. x_{1a}) vokser med een enhed¹⁾, vil dette medføre, at produktionen af sektor nr. i 's goder skal forøges med A_{i1} enheder. Mere generelt vil man åbenbart kunne fortolke A_{ij} som den stigning i sektor nr. i 's produktion, der er nødvendig ved en stigning i den autonome efterspørgsel efter sektor nr. j 's produkter med een enhed.

Det følger nu af fortolkningen af a_{ni} og A_{ij} , at produktet $a_{ni} A_{ij}$ er beskæftigelsen (eller beskæftigelsesstigningen) i sektor nr. i , der følger af en

¹⁾ Her, som før, er enhederne den mængde, der kan købes for een pengeenhed. Een pengeenhed kan f. eks. være 1 mill. kr.

kommer ved en ændring på een enhed i den autonome efterspørgsel efter sektor nr. j 's produkt.

Det er formentlig værd at fremhæve disse sammenhænge, idet de betyder, at man vil kunne benytte modellen ikke alene til bestemmelse af flaskehalse, som måtte opstå — ved given autonom efterspørgsel — på grund af knaphed på råmaterialer og hjælpestoffer, men tillige vil kunne opdage de på langt sigt vel vigtigere flaskehalse, som følger af en mangel på arbejdskraft. At input-output analysen således vil være af stor interesse ved udarbejdelsen af arbejdskraftsbudgetter er indlysende.

Ser vi stadig bort fra udenrigshandlen, kommer arbejdskraften til at indtage en ret speciel stilling i modellen. Den betragtes nemlig som en sektor uden for det øvrige system af (m) indbyrdes afhængige sektorer — et forhold som følger af, at vi betragter en åben model. Arbejdskraften bliver således — som det normalt udtrykkes i input-output litteraturen — en *primær produktionsfaktor*. I den statiske model vil iøvrigt investeringen på samme måde være en primær produktionsfaktor. Ofte betragtes også offentlige ydelser som primære faktorer, d. v. s. at disse sektorer flyttes ud af det endogene system. Det karakteristiske for de primære produktionsfaktorer er da åbenbart, at man ikke angiver nogen strukturel relation mellem input i disse sektorer og deres output. F. eks. antager man ikke i den åbne model, at output af arbejdskraft afhænger af den del af produktionen, som går til konsum. Men man kan naturligvis som lige vist beregne anvendelsen af de primære faktorer ved given autonom efterspørgsel ved explicit forudsætning om en funktionel forbindelse (som f. eks. (5)) mellem samlet output og input af disse faktorer¹).

I visse tilfælde vil man foretrække at udelade de direkte tjenesteydelser fra det ikke-autonome system. Man må da til den ved (7) bestemte beskæftigelse addere den af direkte tjenesteydelser afledte beskæftigelse. Dette må naturligvis også ske ved gennem en konjunkturmodel at tage hensyn til de indirekte virkninger.

Det skal endelig bemærkes det selvfølgelig (men vigtige), at den her omtalte beregning af beskæftigelsen naturligvis kommer til at lide af de samme store mangler, som er hæftet på hele denne analyse. Ved (5) er jo »indsmuglet« en forudsætning om fastfrossen input-struktur, som vel næppe er mere realistisk her end over for al andet input. Når man tager i betragtning, hvor stor vægt der — med eller uden god grund — i den almindelige økonomiske teori lægges på f. eks. spørgsmålet om substitution mellem arbejde og kapital, er det jo rigtignok med store betænkeligheder, man sætter (5) på papiret.

¹) Hertil kommer så naturligvis den (»bogholderimæssige«) forudsætning om, at samlet input af primære faktorer er lig samlet efterspørgsel efter disse.

Afvielser mellem modellen og virkeligheden.

Foreløbig har vi betragtet input-output analysen som et instrument ved forudsigelse af totalproduktionen (evt. beskæftigelsen) i de enkelte sektorer. Nu hænder det jo, at forudsigelsen ikke slår til, hvilket i dette tilfælde vil vise sig derved, at udviklingen faktisk viser, at der ikke kræves den totalproduktion fra de enkelte sektorer til opfyldelse af en given autonom efterspørgsel som forudsat i modellen. Spørgsmålet er nu, hvad der kan forårsage sådanne afvielser mellem modellen og den faktiske udvikling.

Der synes her tre muligheder. For det første kan man tænke sig, at der er sket en ændring i den struktur, som er forudsat med modellen¹⁾. For det andet kan man tænke sig, at modellen slet og ret er uegnet (i hvert fald til dette formål). For det tredje kan man tænke sig en kombination af disse to muligheder. Disse tilfælde skal nu behandles i angiven rækkefølge.

Man tænker sig således, at man på grundlag af en input-output tabel, som refererer sig til et givet år (periode 1) bestemmer, hvor stor totalproduktion, der i et andet år (periode 2) er nødvendig for at tilfredsstille en for periode 2 given autonom efterspørgsel. Denne analyse forudsætter, at de for periode 1 gældende sammenhænge — og det vil i denne forbindelse sige de strukturelle strøm-koefficienter (*a*'erne) — også har gyldighed for periode 2. Den således ud af modellen bestemte totalproduktion i periode 2 kan nu — efter at periode 2 er forløbet med en autonom efterspørgsel som forudsat — sammenlignes med den totale produktion i de enkelte sektorer, man faktisk havde i periode 2. (For at muliggøre en sammenligning, må man naturligvis deflatere produktionsværdien i periode 2 til periode 1's priser). Lad os tænke os, at man herved finder, at det faktisk var muligt at tilfredsstille den autonome efterspørgsel i periode 2 med en mindre totalproduktion end den ved modellen bestemte.

Hvis man nu forudsætter, at modellen er velegnet til sit formål, d. v. s. man udelukker den anden (og dermed også den tredje) af de ovenfor givne muligheder, kan et sådant resultat fortolkes som et kvantitativt mål for en stedfunden strukturel ændring i de tekniske koefficienter (*a*'erne). Det er åbenbart, at da a_{ij} som før nævnt kan fortolkes som inputmængde fra sektor nr. *i* til sektor nr. *j* per outputenhed i sektor nr. *j*, vil disse strøm-

¹⁾ For en præcis definition af en models struktur og variable henvises til Tjalling C. Koopmans »Identification Problems in Economic Model Construction«, *Econometrica*, Vol. 17, No 2, April 1949 — senere genoptrykt i Wm. C. Hood and Tjalling C. Koopmans (ed.), *Studies in Econometric Methods*, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 14, John Wiley and Sons, Inc., New York and Chapman and Hall, Limited London, 1953, kap. II. Et endnu mere generelt sæt af definitioner er givet i J. Marschak, »Statistical Inference in Economics: An Introduction«, offentliggjort som kap. I i Tjalling C. Koopmans (ed.), *Statistical Inference in Dynamic Economic Models*, Cowles Commission, Monograph No 10, (samme forlag som Monograph No. 14), 1950.

koefficienter kunne opfattes løst sagt som et sæt af absolutte »produktivtetskoefficienter«. Ændringer af a 'erne er åbenbart ensbetydende med ændringer i »produktiviteten« eller rettere i »produktivtetsstrukturen«¹⁾.

Det vil nu være åbenbart, at forholdet mellem den af modellen afledte totalproduktion i periode 2 og den faktiske totalproduktion i samme periode vil kunne anvendes som et totalt mål — et index — for ændringerne i de tekniske vilkår fra periode 1 til periode 2²⁾. Dette index bliver faktisk et mål for den samlede »produktivtetsændring«. Når man således, som her forudsat, finder, at det lykkes at tilfredsstille den autonome efterspørgsel i periode 2 med en mindre totalproduktion end forudsat ved modellen, så vil dette da betyde, at den samlede »produktivitet« er steget, og det anførte index vil give et mål for denne stigning.

Tilmed vil man nu umiddelbart ved beregningerne ikke alene finde eet totalt index, som måske, fordi det dækker over så mange forskellige ting, er af begrænset interesse, men man vil få et index for hver enkelt (ikke-autonom) sektor. Hvis de bag beregningerne liggende forudsætninger holder stik — og herom kan man naturligvis have velbegrundet tvivl — synes dette at være et særdeles tiltrækkende resultat af input-output analysen.

Både i sidste del af 1951-bogen og — især — i 1953-bogen³⁾ har Leontief gennemført ganske omfattende beregninger over disse forhold. Nu skæmmes dette afsnit i 1953-bogen (kap. 2.) ganske vist af ubehagelige trykfejl i tabellerne — og i flere tilfælde kræver det et meget stort arbejde at kontrollere og finde disse trykfejl. Tilmed mangler næsten fuldstændig den omhyggelige redegørelse for beregningerne, som ville lette forståelsen af det vanskeligt tilgængelige stof⁴⁾. Heil bortset herfra er de forudsætninger, der ligger bag beregningerne, jo ganske tvivlsomme. Der synes således god grund til at

1) Man kan let forestille sig, at der kan ske forskydninger i værdierne af a 'erne, som »ophæver hinanden« i den forstand, at »den samlede produktivitet«, jfr. nedenfor, vil være uændret.

Det bemærkes, at der i det følgende opereres med ordet »produktivitet« uden angivelse af nogen præcis definition. Det ville føre meget vidt om denne løsagtighed i sprogbrugen her skulle undgås. I bredeste almindelighed tænkes der med ændringer i »produktiviteten« på ændringer i forholdet mellem output og input — at f. eks. samme output kan produceres med mindre eller større input af en bestemt produktionsfaktor.

2) Naturligvis kan man her få et »Laspeyres ctr. Paasche« problem i den forstand, at man kan udgå fra periode 2 — altså beregne de tekniske koefficienter på grundlag af en input-output tabel for denne periode. Dernæst kan man indsætte den autonome efterspørgsel i periode 1 og endelig sammenholde den således bestemte totale produktion med den faktiske totale produktion i periode 1 — alt bestemt i periode 2's priser.

3) *Studies in the Structure of the American Economy*, Oxford University Press, New York, 1953.

4) Det er eksempelvis praktisk taget umuligt på grundlag af kapitlet alene at finde harmoni mellem tabellerne 3 og 7.

være yderst forsigtig i bedømmelsen af resultaterne — og måske i første række opfatte disse beregninger som illustrerende regneeksempler. Men dette hindrer selvfølgelig ikke, at der er god grund til at henlede opmærksomheden på den teknik, som måske med et bedre statistisk fundament vil kunne blive af stor konkret, praktisk interesse.

Man må imidlertid huske på, at produktionsfaktoren arbejdskraft (såvel som iøvrigt kapitalapparatet) er holdt udenfor — den er primært input, jfr. ovenfor. Dette er vigtigt at huske. Thi det betyder, at man meget vel kan finde f. eks. en stigning i »produktiviteten«, uden at dette samfundsmæssigt set behøver at indebære en total »produktivitetsstigning«. Det fundne index for »produktiviteten« ændring refererer sig jo til de endogene sektorer, d. v. s., det er »produktiviteten« m. h. t. råmaterialer og hjælpestoffer. Hvis man således gennemfører tekniske ændringer i produktionsprocessen, som gør det muligt at opretholde samme produktion med et lavere forbrug af råmaterialer, så virker det angivne mål godt nok. En sådan ændring betyder en ændring i »produktiviteten« og vil godt nok vise sig i det beskrevne index. Tilmed er der det ikke uvæsentlige at bemærke, at ved denne beregning laves ingen af de dobbeltregninger, som ellers plager de gængse produktivitsberegninger.

Men det kan jo tænkes, at man gennemfører besparelsen i råmaterialeforbruget ved til gengæld ved samme produktion at forøge indsatsen af arbejdskraft. Det kan så være, at den samlede »besparelse« stadig er positiv, men det kan også gå lige op, eller »besparelsen« kan være negativ. Det afgørende er, at man for at få et fuldstændigt billede ikke kan nøjes med at gennemføre den omtalte beregning alene for de endogene sektorer. Man må tillige trække primær input ind. For arbejdskraftens vedkommende betyder dette, at man må beregne den samlede beskæftigelse i periode 2 ved hjælp af modellen — d. v. s. relationen (7) ovenfor — og sammenligne dette resultat med den faktiske beskæftigelse i perioden. På denne måde kan man finde ændringer i den primære faktors »produktivitet«. Dette er et uomgængeligt supplement til den anførte beregning af »produktivitsændringen« for de enkelte sektorer.

Nu er der imidlertid den mulighed, at den ved modellen bestemte totalproduktion i de enkelte sektorer afviger fra den faktiske totalproduktion, fordi modellen er ganske uegnet til at besvare det stillede spørgsmål. Hvis man således finder, at den autonome efterspørgsel i periode 2 faktisk kan tilfredsstilles med en totalproduktion, som er mindre end den af modellen beregnede, så kan dette betyde, at »produktiviteten« m. h. t. råmaterialer og hjælpestoffer er steget. Men det kan også betyde, at modellen ikke kan besvare det stillede spørgsmål — det vil m. a. o. sige, at den faktisk ikke er i stand til at beskrive virkeligheden, således som den prætenderer at gøre. Hvis dette er tilfældet, er man naturligvis på gyngende grund. Man kan da

eksempelvis risikere i tillid til modellen at fortolke et beregnet index som en »produktivitetstigning« i relation til en periode, hvor der måske faktisk var et »produktivitetssvælg«.

Der kan være mange grunde til, at modellen svigter overfor konkret materiale. Således kan det anvendte statistiske grundlag være for spinkelt eller de benyttede produktionsfunktioner kan svigte i den forstand, at man ikke kan forudsætte, at inputstrukturen er fastlåst og bevæger sig ligefrem proportionalt med output. Det kan endelig tænkes, at man arbejder med en alt for grov sektoropdeling¹⁾.

Det værste er, at man er ikke i stand til at afgøre, om modellens svar afviger fra virkeligheden på grund af de omtalte ændringer i de tekniske koefficienter, eller afvigelsen skyldes modellens ufuldkommenheder. I virkeligheden er den tredje ovenfor nævnte mulighed — at modellen er ufuldkommen samtidig med, at de tekniske produktionsbetingelser ændres — sikkert den mest relevante. Men man står da i den yderst beklagelige situation, at man ikke kan afgøre, om det fundne index giver en (blot svag) indikation af ændringer i de tekniske produktionsbetingelser. *Man har faktisk ingen mulighed for at teste modellen direkte.* Modellens ypperstepræster vil blot påstå, at når modellen giver et svar som afviger fra virkeligheden, så er dette ikke på grund af modellens ufuldkommenheder, men simpelthen modellens måde at fortælle om ændringer i produktionens struktur. Dette kan påstås — og det kan benægtes. Men dermed har man faktisk i skarp form fået en uimodsigelig svaghed frem. Thi selv de mest fanatiske tilhængere vil næppe kunne påstå, at det er særlig heldigt, når det alene bliver en påstand, at »modellen er god«. Dette spørgsmål burde være henvist til den normale fremgangsmåde: testing.

Direkte bestemmelse af produktionsstrukturen.

Der synes imidlertid at være veje ud af dette, omend man må gå uden for modellen. Man kan tænke sig, at man ved direkte iagttagelser af de enkelte produktionsprocesser forsøger at teste modellens resultat. Fremgangsmåden må her være den, at man (ved et samarbejde med ingeniører) forsøger en direkte undersøgelse af de enkelte produktionsprocesser og ændringer heri. Dette er da også en metode, som har interesseret input-output forskningen meget i de sidste år. Herom vidner Part IV hos Leontief (1953), hvor hele dette spørgsmål tages op. Efter en mere generel undersøgelse²⁾ samt et afsnit om klassifikation og summationsproblemerne³⁾ præsenteres der to

¹⁾ Jfr. Leontief (1951), p. 158.

²⁾ Kap. 8: Hollis B. Chenery, »Process and Production Function from Engineering Data«; jfr. også samme forf., »Engineering Production Functions«, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. LXIII, No. 4, Nov. 1949.

³⁾ Kap. 9: Mathilda Holzman, »Problems of Classification and Aggregation«.

detaillerede undersøgelser¹⁾ over produktionsprocesserne, hvor grundlaget er direkte iagttagelse af den enkelte produktionsproces.

Denne teknik har ikke alene interesse som en test på »produktivitetsændringer«, der er blevet fundet ved hjælp af modellen. Den kan også direkte benyttes, når modellen anvendes til forudsigelser. Det er jo nemlig åbenbart, at i reglen vil arbejdet med indsamling af input-output tabeller være så stort, at det ikke — med de nuværende ressourcer og det eksisterende statistiske råmateriale — er praktisk overkommeligt at udarbejde en ny tabel hvert år. Man kan således udmærket risikere at skulle benytte en 5—10 år gammel tabel. Men i reglen vil man da have en velbegrundet mistanke om, at disse flere år gamle tekniske koefficienter er ændret afgørende for visse sektorer, hvor den tekniske udvikling var været kraftig.

I denne situation kan man ved direkte iagttagelse tage hensyn til disse ændringer og indsætte de således fundne mere op to date tekniske koefficienter i modellen — idet de øvrige data iøvrigt lades uændrede. Denne teknik er faktisk allerede nået ud over det rent teoretiske stade. I en undersøgelse²⁾ i U. S. A. benyttede man således input-output tabellen for 1939 i et forsøg på at forudsige den samlede beskæftigelse — samt dennes fordeling på industrier - - i 1950, idet man først skønnede (uafhængig af input-output modellen) over den autonome efterspørgsel. Under hensyntagen til ændringer i produktionsprocessen fra 1939 til 1950 korrigerede man imidlertid de på grundlag af input-output tabellen for 1939 fundne tekniske koefficienter.

Det må fremhæves, at det kan være en særdeles vanskelig vej at gå fra de tekniske, direkte indsamlede data frem til den åbne statiske input-output analyses tekniske koefficienter. Forholdet er det, at en direkte iagttagelse vil baseres på denne enkelte, specielle produktionsproces; men selv i store input-output tabeller vil sektoropdelingen være så grov, at hver sektor kommer til at dække over en lang række forskellige produktionsprocesser. Derfor er en summation og gennemsnitsberegning af de enkelte produktions-iagttagelser nødvendig. Og denne summationsproces er sikker på at skabe store vanskeligheder, som ikke kan løses alene ved en direkte iagttagelse. Det synes svært at undgå, at nissen flytter med. — Hvorom alting er, så vil man kunne vente et godt udbytte af et sådant samarbejde med teknikerne til testing af produktionsfunktionerne. Helt bortset fra input-output model-

1) Anne P. Grosse, »The Technological Structure of the Cotton Textile Industry« og Allen R. Ferguson, »Commercial Air Transportation in the United States«.

2) Jerome Cornfield, W. Duane Evans and Marvin Hoffenberg, »Full Employment Patterns, 1950«, *Monthly Labor Review*, Vol. 64, Februar og Marts 1947. Jfr. iøvrigt også Paul G. Clark, »The Italian Input-Output Table«, p. 37 og samme forfatter, »The Structure of the Italian Economy in 1956«, p. 64 — begge afhandlinger er offentliggjort i *The Structure and Growth of the Italian Economy*, Rom 1953, (stencileret).

len vil dette være et arbejde af stor interesse for produktionsteorien i almindelighed.

Flaskehalse i produktionen.

Det er allerede foran blevet forklaret, at modellen i princippet skulle være i stand til at give oplysninger om flaskehalse, hvad enten disse skyldes svigtende tilførsler af råmaterialer og hjælpestoffer eller de skyldes et utilstrækkeligt udbud af de primære produktionsfaktorer som arbejdskraft eller import. Man opnår imidlertid en særdeles frugtbar og konkret problemstilling, hvis man vender spørgsmålet om og i stedet formulerer det derhen¹⁾: Hvilke produktionsmuligheder findes, når der er givne hånd på udbuddet af de primære produktionsfaktorer? Lad os sige, at importen er absolut begrænset. Hvor meget kan vi da opnå at producere, og hvad bliver beskæftigelsen?

Dette spørgsmål er naturligvis væsentligt og af stor praktisk interesse. Det er også relevant i relation til modellen. Thi enhver vil let indse, at når man betragter importen som en primær produktionsfaktor ganske på linie med arbejdskraften, vil dette blot være en anden måde at formulere det ovenfor stillede spørgsmål: Hvor stor beskæftigelse får vi ved given autonom efterspørgsel?

Ved en videre analyse²⁾ af dette spørgsmål, når man frem til en række overordentlig relevante problemstillinger. Der nævnes blot som illustration: Hvilke export-kvanta kan præsteres med givne hånd på importen og på udbuddet af arbejdskraft? Hvad betyder givne hånd på udbuddet af arbejdskraft for exportoverskuddet? o. s. v.

Substitution.

Den vægtigste indvending mod den almindelige, d. v. s. den åbne, statiske model, er uden tvivl rejst mod de forudsatte produktionsfunktioner, jfr. (2) ovenfor. Det er jo en så heroisk abstraktion, at man med rette kan være skeptisk.

Det kan anføres, at forudsætningen bliver mindre abstrakt, såfremt man alene anvender modellen på tilfælde, hvor det drejer sig om små *ændringer* i de variable. Dette — som ikke mindst Ragnar Frisch har fremhævet — er sikkert meget væsentligt og betyder, at man alene lader modellen have gyldighed, når de variable bevæger sig inden for intervaller om-

¹⁾ Dette er bl. a. problemstillingen i Ragnar Frisch's forelæsninger over »Økonomisk Kryssløpsanalyse«, refereret af Mette Rømming og Bjørn Thalberg og udsendt som Memorandum fra Universitetets Socialøkonomiske Institut, 12., 15., 21. og 26. september 1950.

²⁾ Jfr. Ragnar Frisch's forelæsninger.

kring baseårets værdier. En sådan indskrænkning af variationsområdet er ensbetydende med inden for det givne interval at erstatte »den rigtige produktionsfunktion« med en ret linje¹⁾.

Ganske vist løser denne fortolkning til en vis grad spørgsmålet om funktionsformen. Men tilbage står substitutionen — eller rettere: den manglende substitution. Diskussionen herom bliver let en gold »frem- og tilbage« debat al den stund vi ikke ved så forfærdelig meget herom. Man må således afvente yderligere undersøgelser på mikroplanet, d. v. s. direkte iagttagelser.

Leontief argumenterer imod substitution på flere måder. For det første gør han opmærksom på det ret selvfølgelig, men ikke desto mindre for modellen meget vigtige, at det er

»... not the fundamental validity of the principle of substitution but its quantitative significance which is important from the point of view of empirical analysis. The smaller the variation in production coefficients induced by any given range of changes in factor prices, the smaller obviously will be the empirical error introduced in our computations by the assumption of invariable input ratios.«²⁾

I en anden forbindelse uddyber Leontief dette som følger:³⁾

»Even if, by employing an additional amount of any one factor, output can be somewhat increased, a proportional allround addition to all the factors involved might bring about so much better results that actually the second mode of procedure will be given preference, to the practical exclusion of the first. In other words, the different factors of production can be substitutable, but at the same time the degree of complementariness might be so high that even a most violent variation in their relative prices could affect the relative amounts of their inputs only slightly.

Paradoxical as it may seem, some instances of extreme substitutability will often be more favorable to our assumption of rigid proportions than even cases of high complementariness. Take the example of two metals which from a technical point of view are equally well adapted to some particular productive use. Obviously one critical price ratio must exist at which the relative costs of using one or the other will be exactly the same. In all other cases, the relatively cheaper material will be used exclusively. The most violent price fluctuation cannot have even the slightest effect on the resulting factor combination so long as it does not swing the balance to the other side of the critical price ratio. In all numerous cases in which every

1) Da det konstante led i denne lineære funktion er forudsat lig nul, må den rette linje gå gennem origo, hvilket betyder en ekstra indskrænkning: jfr. her P. Nørregaard Rasmussen, »Om estimeringsproblemer for makromodeller«, *Nationaløkonomisk Tidsskrift*, 87. bind, 1.—2. hæfte, 1949, p. 62 ff. Man kan også udtrykke denne forudsætning således, at modellen »passer bedst« ved variationer lige omkring optimal kapacitetsudnyttelse.

2) Leontief (1951), p. 201.

3) Leontief (1951), pp. 40 f.

cost factor has an unlimited range of possible substitutes, the actual price variations are safely removed from such critical points, so that the assumption of constant proportions is for all practical purposes entirely justified.«

Leontief fortsætter nu videre her med at nævne, at hvor der ofte sker forskydninger mellem to produktionsfaktorer, kan man tage hensyn hertil ved at addere dem, således at de optræder under ét i input-output-analysen. Man kan således ved sin summation af råmateriale frem til den anvendte sektoropdeling tage hensyn til substitutionen.

På den anden side kan den faktisk foretagne summation »fremkalde« en (tilsyneladende) substitution, som i virkeligheden blot er en ændring af væglene i summationen. Det hedder hos Leontief (1951, pp. 39 f.) — og ikke mindst på grund af den klare fremstilling fortjener også dette at citeres i sin helhed —:

»A large number of phenomena, which in economic discussion are referred to as instances of factor substitution, prove upon closer examination to be of a quite different nature. The conventional interpretation of the marginal productivity theory is very often linked with the rather broad, not to say indiscriminating use of the term »factor of production«. The venerable trinity of »land, labor, and capital« seems still to dominate the field of theoretical discussion. It is closely linked with the traditional approach to the system of national economy as if the latter were a single tremendously complicated production process absorbing the services of land, labor, and capital on one side and throwing out the national product on the other. If further differentiation is introduced at all, it rarely goes beyond a conventional distinction between consumers' and producers' goods industries. Now, if we compare this simplified scheme with the more realistic picture of our economic system, which instead of one, two, or three would include dozens of separate industries, it becomes evident that the concept of technical substitution and the law of variable proportions — if applied to aggregative industries — have in the main no other function than to conceal the non-homogeneous character of the conventional industrial classification. If two heterogeneous subdivisions of the consumption goods industries — for example, foodstuffs as contrasted with the automobile industry — are using land, labor, and capital in fixed but significantly different proportions, any change in their relative size will necessarily be accompanied by a variation in the relative amounts of land, labor, and capital absorbed by the consumption goods industry as a whole. Many an economist will interpret this phenomenon as a change in the factor combination within the consumption goods industry.

This example shows how many cases of so-called factor substitution can be traced back to simple inter-industrial shifts, without any reference to variable factor combinations within separate strictly defined industrial setups*).

*) The apparent substitution of factors through shifts from one industry to another has been occasionally referred to as product substitution. The term is somewhat misleading. It seems to indicate that such a process implies a real substitution of one product for another, at least within the expenditure setup of the consumer's budget, that it essentially consists in a simple shift of the necessary readjustment

The preceding argument indicates that in many cases frequent reference to substitutability of factors is made simply to offset a certain blurredness of our aggregative concepts. This does not dispose, however, of the fact that even a most detailed and minute differentiation among various branches of production fails to eliminate the problem of real technical substitutability.

The assumption of fixed coefficients of production necessarily entails the existence of some disparity between our theoretical scheme and the actual industrial setup it is intended to represent. Empirical investigation alone can reveal how significant this disparity actually is^{*)}.

Disse argumenter refererer sig alene direkte til de strukturelle strøm-koefficienter (α 'erne). Analoge argumenter kan vel anføres i relation til kapital-koefficienterne¹⁾.

Som før nævnt er det dog i sidste ende et rent empirisk spørgsmål — og det er alene på det plan en frugtbar diskussion kan føres. Der er imidlertid endnu for lidt empirisk materiale til, at en virkelig afvejning kan finde sted²⁾.

I denne forbindelse må det nævnes, at der har været tilløb til en mere præcis analyse af, hvor begrænsende forudsætningen om den fastfrosne inputstruktur kan siges at være i modellen. Herom foreligger offentliggjorte undersøgelser af Paul A. Samuelson og Tjalling C. Koopmans³⁾. Samuelson viser, at hvis der kun er een primær produktionsfaktor (som arbejdskraft), hvis man kan gennemføre forudsætningen (eller konstruktionen) om, at hver sektor alene producerer een vare, og hvis der er »constant return to scale in each industry«, så vil hver industri (sektor) faktisk kun benytte een af de mulige produktionsmuligheder. Samuelson anskueliggør forholdet ved at illustrere med de alternative sæt af isoquanten for produktionen, således som

process into the next stage. This is not correct. The whole phenomenon can take place without necessitating the slightest variation in the cost structure of *any* industry or household. The economic system can adjust itself, f. ex., to an increase in the productivity of any one industry through appropriate variation in the size of other industries«

*) Existence of some degree of substitutability can be established on the basis of much more limited factual information than that which would be necessary for an attempt to derive the actual form of non-linear production functions . . .«

1) Man savner dog en sådan diskussion hos Leontief (1953).

2) Uden at ville foruddiskontere den endelige konklusion kan man (af bibliografiske grunde) nævne, at en empirisk undersøgelse af Burgess Cameron, »The Production Function in Leontief Models«, *Review of Economic Studies*, Vol. XX (1), No. 51, 1952—53, ikke synes at udelukke anvendelsen af disse produktionsfunktioner; jfr. også samme forf., samme tidsskrift, Vol. XIX, 1951—52, »The Construction of the Leontief System«.

3) Kap. VII, »Abstract of a Theorem Concerning Substitutability in Open Leontief Models« og kap. VIII, »Alternative Proof of the Substitution Theorem for Leontief Models in the Case of Three Industries«, i Tjalling C. Koopmans, (ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation, Proceedings of a Conference*. Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 13, John Wiley and Sons, Inc., New York, og Chapman and Hall, Limited, London, 1951.

angivet ved fig. 1 og fig. 2. Det hævdes nu almindeligt, at Leontief's model betyder et sæt af isoquanter som angivet ved fig. 1 — mod det mere generelle tilfælde i fig. 2¹⁾). Det afgørende er imidlertid ifølge Samuelson, at alene de med en bolle angivne punkter i figurerne bliver aktuelle, d. v. s.

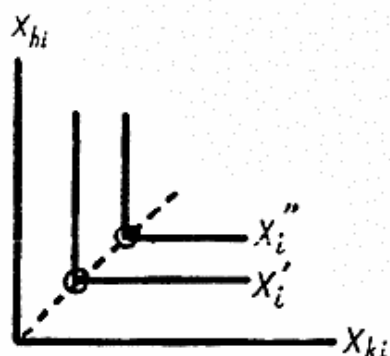


Fig. 1

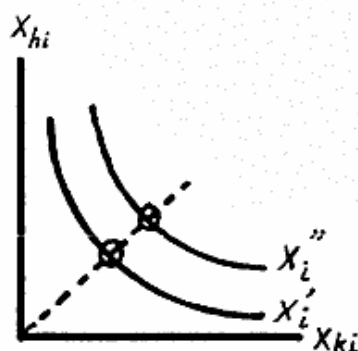


Fig. 2

» ... all desirable substitutions have already been made by the competitive market and no variation in the composition of final output or in the total quantity of labor give rise to price change or substitution. Only the circled points in Figure 1 b [2)] will ever be observed.«³⁾.

Koopmans⁴⁾ udtrykker forholdet således:

»... Samuelson finds that, even if each industry has choice of many alternative processes of the production of its commodity, it is compatible with efficiency of production as a whole that each industry uses only one of the processes available to it, and this game process can be used regardless of the commodity composition of the net output of all industries taken together and regardless of the amount of labor available«.

I Koopman's version generaliseres dette nu noget, idet dog beviserne gennemføres alene for tre ikke-autonome sektorer.

De autonome sektorer.

Der har været indvendt, at input-output modellen forudsætter rent »tekniske sammenhænge« — nemlig ved beregning af strøm-koefficienterne — hvor sådanne faktisk ikke findes. Det er indvendt, at for mange sektorer — som f. eks. handlen (der optræder i tabellen med sine avancer), finansinstitutter, tjenesteydelser, forlystelser og restaurationer — vil der ikke være en klar forbindelse mellem input og output; i det mindste vil det — hævdes der — være urimeligt at vente, at en sammenhæng bestemt for et år vil

1) Betegnelsen er som før, idet X_i' og X_i'' betegner alternative niveauer for totalproduktionen, $X_i'' > X_i'$. En »tilfældig« sektor, nr. i , betragtes, med input-strømmene x_{ki} og x_{hi} ,

2) [Her fig. 2].

3) Op. cit., p. 143.

4) Op. cit., p. 147.

kunne anvendes på et andet år, idet disse forbindelser (a 'erne) vil svinge kraftigt.

Dette er vel muligt, men man kan så på den anden side anføre, at der i så fald er den mulighed at overføre disse sektorer til de autonome sektorer. Når man på denne måde vinder — ved ikke at skulle gennemføre den strikse produktionsfunktion for disse sektorer — må man imidlertid huske, at man samtidig sætter noget til ved således at indskrænke modellen. Den autonome sektor bliver i så fald forøget, og dermed bliver det yderst kildne problem om bestemmelsen af den autonome efterspørgsel så meget mere aktuelt — og vanskeligt.

Dette overordentlig vigtige spørgsmål er kun antydnet ovenfor under gennemgangen af modellen og dens anvendelsesmuligheder. Og denne tavshed er — så vidt det er mig bekendt — i god overensstemmelse med al input-output litteratur. Man finder praktisk taget intet herom bortset fra 5. del hos Leontief (1953), hvor forbrugsfunktionen behandles.

Man kan imidlertid med god grund spørge, og dette ikke er at skyde et meget væsentligt problem til side. Man kan tænke sig at dele den autonome efterspørgsel i to dele. En gruppe er »virkelig autonom« i den forstand, at det ikke med den nuværende tradition for arbejdsdelingen mellem videnskaberne kan være økonomiens opgave at »forklare« denne. Et eksempel er her den politisk bestemte investering. Den anden gruppe refererer sig til den del af den autonome efterspørgsel, som man normalt ville hævde »burde kunne forklares« ved økonomisk teori. Denne gruppe er kun »betinget autonom«, idet den alene er autonom i relation til input-output analysen, mens det ikke kan betragtes som autonomt variable i relation til økonomisk teori i almindelighed. Et eksempel er her det private konsum og et andet eksempel — relevant i relation til det ovenfor anførte — er de sektorer, som overføres til de autonome sektorer p. g. af frygt for »utilstrækkelig« stabilitet i de tekniske koefficienter.

Nu kan gode grunde godt tale for det standpunkt, som ligger implicit bag input-output litteraturens behandling af den autonome efterspørgsel — og da specielt den sidste af de to nævnte grupper (den »betinget autonome« efterspørgsel) — at en arbejdsdeling er nødvendig indenfor økonomisk teori. Derfor må input-output analysen kunne tillade sig at henvise visse problemers behandling til andre dele af økonomisk teori.

Der er imidlertid det at huske, at hvis input-output analysen klarer visse problemer med at overføre sektorer fra den ikke-autonome til den autonome gruppe, så er dette kun en betinget løsning al den stund denne »lættelse« betyder et tilsvarende forøget krav til økonomisk teori udenfor input-output modellerne, som skal levere input-output analysen værdierne af de »betinget autonomt« variable. Man kan ikke hermed anklage input-output analysen, fordi den opererer med åbne modeller, d. v. s. stiller krav til andre dele af økonomisk teori. Men man kan understrege, at input-output ana-

lysen stiller store krav til andre dele af økonomisk teori, og at man ikke uden betænkeligheder kan forøge de autonome sektors omfang. Når Leontief i 5. del (kap. 12) af 1953-bogen lader Duesenberry og Kistin undersøge forbrugsfunktionen, må dette imidlertid opfattes som et indicium for, at i hvert fald analysens fader fuldstændig erkender dette problem¹⁾, og i indledningen anfører Leontief (1953) endog (p. 15), at kap. 12

»represents essentially the first exploratory sally into the field which will be given major attention in the research program of the Harvard Economic Research Project in the coming years«.

Alternative modeller.

I en artikel offentliggjort i *American Economic Review, Papers and Proceedings*, (1949)²⁾, har Leontief forsøgt at teste input-output analysens effektivitet. Af *metodiske* grunde — men som det nedenfor skal argumenteres næppe så meget af *praktiske* grunde — er der grund til kort at referere dette forsøg.

Udgangspunktet er input-output tabeller for årene 1919, 1929 og 1939. Disse er først gjort sammenlignelige ved dels at summere op til samme antal sammenlignelige sektorer (ialt 13) og dels ved at inflatere 1919 og 1929 tabellen til 1939 priser ved hjælp af ad hoc beregnede prisindex. Dernæst blev det til 1939-tabellen svarende ligningssystem løst, hvorefter man benyttede denne model til bestemmelse af de enkelte sektors totalproduktion i 1929 og 1919 på grundlag af den kendte autonome efterspørgsel i disse to år. Den således bestemte totalproduktion blev derefter for hver sektor sammenholdt med den faktiske — således som den kunne aflæses af input-output tabellerne for de to år. Afvigelsen mellem modellens resultat og virkelighedens blev derefter resumeret ved beregning af middelfvigelsen — d. v. s. kvadratroden af: kvadratafvigelsernes sum divideret med antal sektorer. Denne beregning gav 380 og 237 mill. dollars for henholdsvis 1919 og 1929.

Der blev nu gennemført to alternative beregninger. Først blev totalproduktionen i de enkelte sektorer i 1919 og 1929 bestemt ved at forudsætte, at forholdet mellem hver sektors totalproduktion og den samlede autonome efterspørgsel er en konstant, α_i , for den enkelte sektor:

$$\alpha_i = \frac{X_i}{\sum_{i=1}^m x_{ia}} \quad (i = 1, 2 \dots m)$$

1) Jfr. også Leontief (1953), kap. 12, p. 451: »... it is desirable if possible to take account of the relationships governing consumer behaviour in the systematic analysis of general interdependence rather than to take the outcome of those relations as data«.

2) »Recent Developments in the Study of Inter-industrial Relationships« — artiklen er senere genoptrykt som kap. D i 4. del hos Leontief (1951).

α_i bestemmes nu på grundlag af input-output tabellen for 1939, hvorefter man bestemmer X_i ($i = 1, 2 \dots m$) for 1919 og 1929 ud fra kendskab til $\sum_{i=1}^m x_{ia}$ for disse år. Endelig kvantificeres afvigelserne mellem denne model¹⁾ og virkeligheden igen ved beregning af middelafrvigelsen. Man finder henholdsvis 1363 og 1744 mill. dollars for 1919 og 1929.

Alternativt bestemtes totalproduktionen i 1919 og 1929 ved at forudsætte, at forholdet mellem de enkelte sektors totalproduktion og de enkelte sektors leveringer til den autonome sektor kan betragtes som en konstant for den enkelte sektor:

$$\beta_i = \frac{X_i}{x_{ia}} \quad (i = 1, 2 \dots m)$$

Efter at have bestemt β_i på grundlag af 1939-tallene bestemtes²⁾ totalproduktionen for de enkelte sektorer i 1919 og 1929, hvorefter middelafrvigelsen beregnedes til at være 2021 og 1539 mill. dollars henholdsvis for 1919 og 1929.

Sammenholder man disse tre metoder under eet³⁾, får man tabel 1. Den

Tabel 1.
Middelafrvigelsen ved de tre estimeringsmetoder.
(Mill. dollars)

| | 1919 | 1929 |
|--------------------------|------|------|
| Metode I ^{a)} | 380 | 237 |
| Metode II ^{b)} | 1363 | 1744 |
| Metode III ^{c)} | 2021 | 1539 |

^{a)} Input-output modellen.

^{b)} Forudsat konstant forhold (α) mellem totalproduktionen for hver sektor og samlet autonom efterspørgsel.

^{c)} Forudsat konstant forhold (β) mellem totalproduktionen for hver sektor og sektorens leveringer til den autonome sektor.

umiddelbare konklusion af tabel 1 er uden tvivl, at input-output analysen er betydelig bedre end de andre modeller, og det synes rent metodisk af interesse at analysere input-outputmodellen ved således ikke så meget at se på afvigelserne mellem virkeligheden og modellen som ved at sammenholde denne model med andre mulige.

Forinden man drager for vidt rækkende optimistiske konklusioner af tabel 1 er det imidlertid værd at spørge, om input-output modellen ikke har

¹⁾ I litteraturen kaldes disse estimater »the gross national product blow-ups«.

²⁾ Denne metode betegnes »the final demand blow-ups«.

³⁾ Jfr. Leontief (1951) p. 218.

haft for let spil i dette tilfælde. Sat på spidsen, så er forholdet dog det, at man næppe kan forsvare en model ved at fremhæve, at den er bedre end en anden med mindre denne alternative model er af en sådan karakter, at man virkelig kan tage den alvorlig. Og her kan man da spørge, om de to alternative foreslåede metoder ikke er så simple og grove, at det næppe kan have megen interesse at sammenligne med dem. Man må sikkert benytte ganske anderledes »gode« og raffinerede metoder som alternativer, før man kan drage nogen konklusion. Indtil dette er gjort, må problemet få stå hen¹⁾.

Total contra partiel analyse.

Leontief har flere gange fremhævet, at input-output analysens afgørende »fordel« er, at den tager hensyn til de simultane sammenhænge, som netop er så karakteristisk for den økonomiske videnskabs objekt. Det hedder således i indledningen til modellens teori i den første bog²⁾:

»In making the difficult decision concerning the type of theoretical scheme he is to use as a basis of his analysis, a present-day economist faces two pairs of fundamental alternatives: general equilibrium versus partial, and dynamics versus statics. Until recently, the most elementary — partial and static — approach was alone used in empirical statistical investigations.

¹⁾ Jfr. diskussionen om »Input-Output Analysis and Its Use in Peace and War Economics«, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol. XXXIX, No. 3, may 1949, p. 230, hvor Irwin Friend og Walter Jacobs anfører: »In Leontief's present paper, the input-output technique and two other procedures are compared with respect to their average errors in estimating total outputs of individual industries, given the components of final demand. In the limited space devoted to this comparison, it was not possible to present all the data necessary to appraise the full significance of the procedure followed. Certainly, however, the two other approaches which he finds inferior to the input-output technique -- viz., estimating total output of individual industries on the assumption of a constant ratio relationship to the gross national product or on the assumption of a constant ratio to the final demand for the products of that particular industry — can hardly be considered valid alternatives to the assumption of constant input ratios. It is difficult to conceive, for example, of anyone attempting to estimate total steel requirements for the economy on the basis of the ratio in some other period of total steel output to the almost insignificant amount of steel appearing as a component of final demand (or gross national product).

Presumably, a real alternative to the input-output technique for estimating the total output associated with a given final demand would be to set up a direct statistical relationship between total output (e. g., steel) and each of the components of final output (e. g., automobiles, construction etc.) to which it is most closely related. More complicated relationships, permitting the substitution of a few directly competing commodities, might also be set up. It is quite possible that even after such tests, with due regard both to degree of accuracy and expense, the verdict would still be in favor of the input-output technique, but this still remains to be proved.«

²⁾ Leontief (1951), p. 33.

The general, and at the same time dynamic, type of analysis still remains an unwritten chapter of economic theory, the claims of innumerable »model-builders« notwithstanding. Since the successful explanation of the famous hog cycle, the partial but dynamic scheme seems to dominate the field of applied economic theory. The fourth type of theoretical approach, based on the combination of the complexities of a general interdependent system with the simplifying assumptions of static analysis, constitutes the background of this investigation«.

Hermed er input-output analysen meget klart placeret. I en anden sammenhæng hedder det¹⁾:

»The partial equilibrium theories explaining the behavior of a firm on the one hand and the consumer's behavior on the other are essentially engaged in elucidation of this type of structural relationships. So are also the numerous empirical studies of industrial cost and supply curves as well as various statistical investigations of consumer demand and savings schedules. One almost suspects that whoever coined the definition of a specialist as one who finds out more and more about less and less had in mind the development of these particular fields of empirical economic analysis during the last two decades«.

Denne karakteristik vil formentlig alle kunne acceptere som både klar og træffende. Leontief fortsætter med at sige, at input-output analysen »represents an attempt to straighten out our line of advance by bringing up the other wing — the study on interindustrial relationships«.

Men man bør alene for ordspillet skyld ile med at tilføje, at kritikere overfor karakteristikken af økonomen, der er optaget af den partielle analyse som en »who finds out more and more about less and less« har fremhævet input-output analysen som »a development of finding out less and less about more and more«!

Modellen og virkeligheden.

I almindelighed kan der — foruden det her nævnte — rettes en række andre meget alvorlige indvendinger mod Leontief's model. Det ville føre for vidt at gå hele denne diskussion igennem. Alvorligt er det vel, at substitution i almindelighed ikke er mulig inden for modellens rammer. Når alt kommer til alt må man imidlertid — som det allerede flere gange er fremhævet — betænke, at en abstrakt diskussion for eller imod en model ikke har så forfærdelig megen mening. Det må i sidste ende blive modellens helt konkrete muligheder for at arbejde, som afgør, om den vil blive godtaget.

Man vil imidlertid her på den ene side kunne fremhæve, at man let kommer til at begå uretfærdigheder mod modellen, hvis man fejer den til side selv i den situation, hvor det viser sig, at dens resultater ikke harmonerer med den faktiske udvikling, det er hensigten at sige noget om. Det er nem-

¹⁾ Leontief (1951), p. 204.

lig da muligt, at man netop ved at koncentrere sin analyse omkring forskellen mellem modellens resultat og virkelighedens kan finde frem til en systematisk og relevant beskrivelse af virkeligheden.

På den anden side er det klart, at hvis man anvender denne argumentation, kommer man let ud i karrikaturen, hvor enhver model ville blive værdifuld. Her er naturligvis grænser, og man falder derfor tilbage på argumentet, at hvis modellen faktisk viser sig at kunne give en vejledning, så vil den være af interesse. Men dette argument er også centralt og afgørende. Til dato har der imidlertid ikke været arbejdet tilstrækkeligt med disse metoder, til at man kan fælde en endelig dom. Derfor kan man endnu hævde, at det er umagen værd at forsøge, idet man med Ewans og Hoffenberg kan støtte sig på Francis Bacon's devise: *Whether knowledge is possible or not must be settled not by argument but by trying.*

Dette er modellens væsentligste fordel, at den indebærer et umiddelbart forsøg på at gå direkte i gang med konkrete problemer og således undgå den flyvning i tynd luft, som ellers så ofte har plaget økonomisk forskning. At man i dette helt konkrete forsøg skal være uhyre forsigtig og må holde sig de store fejkilder for øje er en anden, men ikke mindre vigtig sag.