

TEORETISKE MODELLER OG DERES BRUK I ØKONOMISK TENKNING

Av Odd Aukrust.

1. Innledning.

Så sent som for 20—30 år siden var det meste av den sosial-økonomiske faglitteratur fullt tilgjengelig også for den som ikke selv var sosialøkonom av fag. Kanskje kunne ikke-fagmannen i blant irritere seg over en viss mangel på realisme i det han leste, men han forsto i hvert fall hva det dreide seg om. Ikke slik i dag. Innenfor den rene faglitteratur blir det ofte brukt en matematisk framstillingsform og et språk som er uforståelig for den som ikke er fortrolig med analyseteknikken, og han kan således ikke se hvilke økonomiske realiteter formelene dekker.

Vi kan forstå at ikke-fagmannen må stille seg litt skeptisk til denne utviklingen. Den oppfatning han lett får, er at sosialøkonomien stadig blir mer abstrakt og livsfjern. Økonomene synes å leve i en modellverden uten tilknytning til virkeligheten. Inntrykket forsterkes ved at økonomene selv har kommet i vane med å karakterisere sine teorier som «modeller», og ved at de i sine studier iblant interesserer seg vel så mye for modellenes formelle egenskaper som for deres realisme.

Bak denne sterke interessen for metodespørsmål ligger det en dyptgripende endring i sosialøkonomiens forskningsprinsipper og analyseteknikk. Det som pågår, kan vi med få ord karakterisere som forsøk på å utvikle sosialøkonomien fra en spekulativ til en empirisk og kvantitativ vitenskap, i omtrent samme forstand som fysikken har vært empirisk og kvantitativ siden Galileis tid.¹⁾

¹⁾ Til denne utvikling er professor *Ragnar Frisch's* navn uløselig knyttet. Helt siden han i 1930 deltok som initiativtaker til opprettelsen av *Econometric Society*, og i 1933 skrev sin berømte programartikkel i åpningsnummeret av *Econometrica*, har han stått i fremste linje som en konsekvent forkjemper for det nye forskningsprogram. Få, om i det hele tatt noen, har gjort mer enn ham for å utvikle de metoder som den kvantitative økonomikken i dag gjør bruk av.

Det bør føyes til at utviklingen også i høy grad springer ut av et praktisk behov. De politiske spørsmål som økonomene i stadig stigende utstrekning har fått seg forelagt, er nesten alltid av en slik art at de bare kan besvares tilfredsstillende på grunnlag av en kvantitativt utformet teori. Det er ikke nok for økonomen å antyde hvilke tiltak som i en gitt situasjon kan komme på tale, og i hvilken retning utslagene antakelig vil gå; han må kunne si noe om *størrelsen* av de tiltak som er nødvendige og om *styrken* av de utslag som kan ventes. Dette er kvantitative problemer, som krever en kvantitativ teori.

Denne artikkel har som mål å gi, i en populær form, en innføring i sosialøkonomenes problemstillinger og arbeidsmåte. Også denne artikkel handler følgelig mer om metodespørsmål enn om økonomi. En av de ting som vil oppta oss, er økonomenes bruk av modeller i forsøkene på å beskrive og forklare økonomiske fenomener. Vi vil bl. a. vise at bruken av teoretiske modeller ikke er noe særmerkt for sosialøkonomien, men et felles og nødvendig trekk ved alle realvitenskaper. Vi skal også se at økonomiske modeller — i betydningen forenklete tankeskjemaer eller teoretiske systemer — ikke er noe nytt innenfor sosialøkonomien. Det som er nytt, er den matematiske *form* som modellene presenteres i.¹⁾ Forskjellige typer av økonomiske modeller vil bli diskutert, og deres bruk i den økonomiske tenkning vil bli antydnet ved eksempler.

Vi tar utgangspunkt i noen generelle betraktninger over forholdet mellom empiriske observasjoner og teoretiske konstruksjoner i realvitenskapene.

2. Om teori og virkelighet.

I alle realvitenskaper kan vi med fordel sondre mellom de *konkrete fenomener* som er studiefeltet for vitenskapen, og de *teoretiske modeller* som vitenskapsmannen skaper seg for å «forklare» eller «vinne innsikt» i den virkelighet han studerer. Forskjellen er omtrent som mellom terrenget og kartet — en analogi som vi iblant vil bruke i det følgende.

¹⁾ Den matematiske framstillingsformen var for øvrig heller ikke ukjent i eldre tidens sosialøkonomi. Det er tilstrekkelig f. eks. å vise til Cournot's arbeid.

Ta som eksempel fysikken. De fenomener som skal studeres, er de enkelte konkrete gjenstanders fysiske egenskaper, former for bevegelse o. l. Den teoretiske modell som fysikeren bygger opp til beskrivelse av dette, består av begreper — representert ved begrepsord som «kraft», «masse», «akselerasjon» o. l., eller kort og godt bokstavsymboler — og relasjoner mellom disse. Utsagnene kan være ordnet på samme måten som setningene i den Euklid'ske geometri. I spissen av systemet står visse postulerte relasjoner, og ved logiske slutninger vises at hvis postulatene gjelder, så gjelder også et stort antall andre relasjoner som kan utledes av postulatene. Fysikken fikk en slik oversiktlig utforming av Newton.

Hvordan kan et slikt system av begreper og relasjoner være til hjelp ved studiet av konkrete fenomener? Svaret er: Ved at vi identifiserer teoriens begrepsord eller tegn med bestemte observerbare fenomener, og ved at vi går ut fra at de relasjoner som modellen fastlegger mellom begrepene har empiriske motstykker i de fenomener som interesserer oss. Hvis vi ved iakttagelse og forsøk kan påvise at dette er tilfelle, godtar vi modellen som en tankemessig representasjon av virkeligheten. Det er påvisningen av slik korrespondanse som gjør at modellen ikke bare blir et tomt, logisk system, men en realvitenskapelig hypotese eller teori. (Streker på et stykke papir er rabbel og ikke et kart, med mindre vi kan finne et terreng som passer til strekene.)

Når vi har dannet oss en teori, dvs. når vi tror å ha oppdaget en overensstemmelse mellom konkrete fenomener og en teoretisk modell, synes vi at det er skapt orden i våre observasjoner, at vi «forstår» det vi iakttar.

Samtidig oppdager vi at vi har fått et nytt og effektivt middel til å beherske den konkrete verden: Vi kan studere modellen og på den måten vinne innsikt som observasjoner alene aldri kunne gi oss. Vi kan forutse hva som vil inntreffe i gitte situasjoner; problemer som vi møter, kan vi ta for oss og «løse på papiret» og på den måten spare oss kostbare eksperimenter osv. Det gjelder i fysikken, det gjelder også innenfor økonomikken.

Det innvendes mot bruken av teoretiske modeller at de er urealistiske, fordi de forenkler og «ser bort fra» så mye. «Det levende livs kompliserte virkelighet lar seg ikke representere ved matematiske formler», heter det.

Dette er riktig, men det har ingen vekt som kritikk. Teoretiske modeller vil nødvendigvis alltid inneholde et stort element av forenkling. Når vi lager oss et kart, er ikke målet å få med alle mulige detaljer ved landskapet, men å få fram det vesentlige på bekostning av detaljene. Da Galilei formulerte sine fall-lover, så han bort fra en rekke omstendigheter ved de fenomener som interesserte ham, og som i og for seg kunne tenkes å ha betydning, bl. a. form og størrelse på legemene, deres temperatur, luftens motstand, årstiden osv. Et slikt utvalg av omstendigheter må gjøres ved alle forsøk på å forklare konkrete fenomener; det ville være umulig å trekke inn i forklaringen *alle* sider ved fenomenene. Tvert imot er det i de fruktbare forenklinger at geniet viser seg. Galileis innsats besto kanskje nettopp i at han klarte å abstrahere fra det uvesentlige og samle oppmerksomheten om det vesentlige.

Men nettopp fordi det er nødvendig å forenkle for å forstå, vil de teoretiske modeller sjelden helt ut «stemme med virkeligheten». Vi må være forberedt på avvik, som da vil kunne tilskrives omstendigheter som modellen ikke tar hensyn til, ufullkommen måleteknikk o. l. Når det gjelder fall, vet vi således at luftmotstanden, som Galileis enkle modell ikke tar hensyn til, spiller en helt avgjørende rolle. Ved å gjøre modellen mer komplisert, kan vi iblant få bedre overensstemmelse mellom modell og virkelighet — men ikke nødvendigvis et mer tjenlig hjelpemiddel.

Vi har nå bakgrunn for en mer detaljert diskusjon av modellbegrepet innenfor sosialøkonomien.

3. Økonomiske relasjoner (sammenhenger) og økonomiske modeller.

De ting sosialøkonomien interesserer seg for, er observasjoner av mengder og priser og størrelser som kan avledes av slike observasjoner, f. eks. inntekt og verdi. De størrelser som studeres, kaller vi *variable*. De kan være mikro-variable, f. eks. de mengder av forskjellige varer som en enkelt bedrift kjøper og selger, prisene på disse, bedriftens inntekt o. l. Eller de kan være makro-variable, dvs. variable som på en mer eller mindre komplisert måte er definert som funksjoner av de mikrovariable, f. eks. nasjonal-

produktet, det totale private konsum, den totale sysselsetting, prisnivået.¹⁾

For at en økonomisk vitenskap skal ha noen mening, må vi kunne gå ut fra at det i en eller annen form eksisterer noe som kan betegnes som økonomiske lovmessigheter. Vi må som en fundamental premisse kunne forutsette at de variable ikke antar verdier helt på slump, men at verdiene er knyttet sammen på en måte som ikke bare er rent definisjonsmessig, at det eksisterer en orden som det i prinsippet er mulig å kartlegge. Det er denne orden, disse sammenhengene, vi ønsker å vinne innsikt i.

Har vi grunn til å tro at slike sammenhenger eksisterer? En observasjon som vi straks kan gjøre, er at verdien av de mikrovariable, (og dermed også av de makrovariable, som er definisjonsmessig avledet av de første) er et resultat bl. a. av menneskelige beslutninger og handlinger, f. eks. beslutninger om å kjøpe eller selge bestemte kvanta, om å forlange en bestemt pris, om å stille sin arbeidskraft til disposisjon for en bestemt lønn, om å omplasere sin formue på en bestemt måte osv. Disse beslutninger ligger det derfor nær å oppfatte som «drivkraften» i det økonomiske forløp. Vi kan tenke oss det totalbilde som et lands økonomi frambyr i en viss periode som en resultant av slike beslutninger i samme og tidligere perioder, og av visse ytre forhold og begivenheter som vi tar for gitt. Vårt håp om å kunne påvise generelle økonomiske lover, kan da basere seg på at mennesket i sine handlinger stort sett følger et bestemt atferdsmønster (diktet av behov, ønsket om å tjene godt o. l.) dvs. at de menneskelige handlinger stort sett kan forutses når vi kjenner den situasjon som beslut-

¹⁾ Noen presis definisjon av forskjellen mellom mikro- og makrovariable er, oss bekjent, ikke blitt gitt. Det kunne være hensiktsmessig å knytte disse begreper til forestillingen om at samfunnet er bygd opp av «besluttende enheter». Betegnelsen mikrovariable kunne da reserveres for variable som er slik at deres størrelse kan betraktes som umiddelbart fiksert ved beslutninger av en enkelt slik enhet, eller ved overenskomst mellom flere besluttende enheter. Konsekvensen ville være at f. eks. seddelbankens diskontosats og størrelsene på statsbudsjettet måtte oppfattes som mikrovariable. — Et annet mer filosofisk spørsmål er om de variable i sosialøkonomien er selve de økonomiske begivenheter som vi snakker om, eller våre observasjoner av dem. Det skal vi ikke diskutere her.

ningen skal fattes i. I sin ytterste konsekvens synes synspunktet å lede til en sterkt deterministisk oppfatning av det økonomiske hendingsforløpet. Vi oppfatter situasjonen igår som medbestemmende for våre handlinger igår, disse handlinger skaper en ny situasjon som i sin tur dikterer våre handlinger i dag osv. Når prosessen en gang er startet, vil den fortsette ubegrenset på en måte som i prinsippet kan forutses (med reservasjon for tilfeldige ytre begivenheter).

Nå er det ikke nødvendig å forutsette at hvert enkelt individ eller hver enkelt bedrift handler lovbundet på en måte som kan forutses. De størrelser som vi er interessert i å forklare, er ikke først og fremst mikrovariable, men makrovariable. Vi interesserer oss ikke så mye for hvordan husmor NN opptrer i en bestemt situasjon, som for hvordan konsumentene som helhet — som gruppe betraktet — vil handle under gitte omstendigheter. Vår fundamentale hypotese om eksistensen av lovmessigheter (i betydningen stabile handlingsmønstre) refererer seg til gruppen mer enn til individet.

Slike lovmessigheter bør vi i prinsippet kunne klarlegge ved systematiske iakttagelser av faktiske begivenheter og analyser av slikt erfaringsmateriale. Dette er den arbeidsmetoden som den nyere, empirisk orienterte sosialøkonomi prøver å benytte seg av (se nærmere avsnitt 5). Vi kan også tenke oss at vi kan vinne innsikt i dem ved å generalisere spekulasjoner over hvordan ett enkelt, rasjonelt handlende individ vil opptre under noenlunde tilsvarende omstendigheter. Dette er stort sett arbeidsmetoden for den «spekulative» sosialøkonomi som fremdeles dominerer mange områder av den økonomiske teori.¹⁾

Et viktig spørsmål er hvor bestandige (stabile) slike «lover» for økonomisk atferd vil være. I fagspråket bruker vi å si at en

¹⁾ En typisk konstruksjon fra den spekulative sosialøkonomi er *homo oeconomicus*, den perfekte rasjonalist med fullkommen oversikt, konsumenten som alltid innretter seg slik at han får samme grensenytte av inntekten ved alle anvendelser (og som derfor pr. definisjon aldri kan våkne dagen derpå og finne at han har brukt sine penger dumt), produsenten hvis eneste mål er å maksimere profitten og som alltid innretter seg slik at han når sitt mål, lønsmottakeren som øyeblikkelig skifter yrke når han på den måten kan oppnå en liten lønsmessig forbedring osv.

økonomisk sammenheng kan være mer eller mindre «autonom». ¹⁾ Det er vel fare for at autonomigraden av de fleste av de økonomiske lover vi kan greie å formulere eksakt ikke er særlig stor. Lovenes gyldighet vil ofte være sterkt bundet av tid og sted, og i så måte skiller de seg på et viktig punkt fra naturlovene. Dette får ganske store konsekvenser, og innebærer bl. a. at prognoser på det økonomiske felt må bli mindre sikre enn forutsigelser innenfor naturvitenskapene.

En sammenheng (antatt eller konstatert) mellom økonomiske variable vil vi kalle en (økonomisk) *relasjon*.

De relasjoner som økonomen opererer med, lar seg grovt sett dele inn i fire grupper: ²⁾

- (I) Definisjonsrelasjoner, som uttrykker en definisjonsmessig sammenheng mellom de variable.
- (II) Institusjonelt betingede relasjoner, som beskriver sammenhenger som springer ut av lov eller avtale eller andre institusjonelle forhold, f. eks. relasjoner som beskriver hvorledes de utlignede skatter avhenger av inntekten, eller bevegelser i lønnssetningene av bevegelser i levekostnadsindeksen.
- (III) Teknisk betingede atferdsrelasjoner, som beskriver sammenhenger som vesentlig er betinget av naturgitte eller tekniske forhold, f. eks. relasjoner som uttrykker en sammenheng mellom et produksjonsresultat og innsatsen av råvarer, arbeidskraft o. l.
- (IV) Psykologisk betingede atferdsrelasjoner, som beskriver sammenhenger som vesentlig er betinget av den menneskelige psykologi, f. eks. relasjoner som uttrykker en sammenheng mellom konsumet av forskjellige varer og inntektene, prisutviklingen o. l.

¹⁾ Noe helt entydig innhold kan vi knapt si at autonomibegrepet har fått ennå. Se nærmere den senere artikkel av Fritz Holte.

²⁾ Mer vanlig er en inndeling i tre grupper, idet gruppe (II) ikke blir ført opp særskilt (se f. eks. Tinbergen: Økonometri, dansk utgave, Kbh. 1948, p. 23). De institusjonelt betingede relasjoner spiller imidlertid så stor rolle i det moderne samfunn at vi finner det hensiktsmessig å omtale dem som en egen gruppe. — De betegnelser som er brukt om gruppene (III) og (IV) skyldes Per Sevaldson. Vi finner dem mer betegnende enn de mer gjengse uttrykk «tekniske relasjoner» og «atferdsrelasjoner».

En sammenheng mellom økonomiske variable kan vi uttrykke med ord (verbalt). Dette var det vanlige i den tradisjonelle sosialøkonomi. Men vi kan også, om vi vil, betegne de forskjellige variable med andre symboler og skrive sammenhengene som matematiske funksjoner eller likninger. Hva er grunnen til at vi i faglitteraturen ofte foretrekker å gjøre det siste?

En viktig grunn er at det er enklere. Særlig når vi skal operere med mange variable og mange relasjoner på en gang, kan det lette oversikten vesentlig at relasjonene blir skrevet ned i et fortettet symbolspråk.

Helt overlegen blir den matematiske formuleringen når vi ikke bare vil angi at det består en sammenheng mellom visse variable, men også gi et nøyaktig uttrykk for hvordan vi mener at denne sammenheng er. Vi kan med ord fortelle at konsumet ser ut til å stige med stigende inntekt, men prosentvis svakere enn inntekten. Vi får vite mer hvis vi får opplyst at denne sammenheng kan uttrykkes ved en matematisk formel, som (eksakt eller med brukbar tilnærming) forteller oss nøyaktig *hvordan* konsumet varierer med inntekten. I en sosialøkonomi som skal være kvantitativ, er det helt nødvendig at relasjonene blir formulert på denne måten.

En samling av flere (sammenhørende) økonomiske relasjoner vil vi kalle en økonomisk modell.¹⁾ En økonomisk modell er altså ikke noe annet enn en systematisk sammenstilling av idéer vi har om sammenhenger mellom økonomiske variable.

4. Mikromodeller og makromodeller.

Vi kan tenke oss et sett av variable, som er slik at det inkluderer alle variable som økonomene i det hele tatt kan finne på å interessere seg for. Noen av de variable vil beskrive produksjonen, andre vil beskrive pengepolitiske eller statsfinansielle forhold osv. Hvis vi vet hvilke verdier de variable har antatt i fortiden, eller vil anta i framtiden, vet vi alt som er verdt å vite om økonomiske spørsmål. I tanken kan vi forestille oss oppstilt en kjempemodell, som inkluderer alle disse variable og alle de sammenhenger som vi må anta eksisterer mellom dem.

¹⁾ Det blir nærmest en smaksak om en vil si at en står overfor en modell når en har med bare en enkelt *relasjon* å gjøre. For mange formål kan dette være hensiktsmessig.

Men modeller med så mange variable er utenkelige i praksis. I stedet for å bygge opp en kjempemodell med kanskje tusenvis av variable, forsøker økonomene å samle sin viten i flere mindre modeller som hver har et mindre antall variable, og som hver for seg kan være utformet med et spesielt formål for øye.¹⁾

Noen av disse er beregnet på studier av den typiske atferden hos de enkelte økonomiske enheter i samfunnet, f. eks. en husholdning, en produsent som arbeider i skarp konkurranse, en monopolist. De variable i slike modeller er fortrinnsvis mikrovariable, og modellene kan karakteriseres som *mikromodeller*. Prislæren, fordelingslæren, monopol- og polypolteorien, produksjonsteorien osv. gir rikelig med eksempler på bruken av mikromodeller.

Andre modeller tar sikte på å gi et sammentrengt, men vel avbalansert totalbilde av økonomien, f. eks. til bruk ved diskusjoner av konjunkturproblemer. De variable er her oftest makrovariable, f. eks. nasjonalregnskapstall eller indekser for produksjonen, prisene, sysselsettingen, konsumet, rentenivået o. a. Slike modeller blir omtalt som *makromodeller*.

I atter andre tilfelle er økonomen interessert i å studere *særlige sider* av økonomien i stor detalj, f. eks. pengepolitiske problemer, prisdannelsen for en enkelt vare, forholdene innenfor en enkelt næring, problemer i forbindelse med den internasjonale handel osv. Han gjør da kanskje bruk av modeller hvor det inngår mange variable til beskrivelse av de forhold som særlig interesserer ham, men få eller ingen til å representere andre sider ved økonomien. I så fall kan vi kanskje si at vi har å gjøre med en *spesialmodell*, hvor de variable alt etter omstendighetene kan være mikro- eller makrovariable.

5. Formulering av modellen.

Hva enten vi har å gjøre med en modell av den ene eller den andre typen, kan relasjonene i den være formulert verbalt eller

¹⁾ Alle disse mindre modeller kan oppfattes som forenklinger av en bakenforliggende kjempemodell, forenklinger som kommer i stand ved at vi gjør et utvalg blant kjempemodellens variable. Smgl.: Ragnar Bentzel & Bent Hansen: «On Recursiveness and Interdependency in Economic Models», p. 4 (stensilert foredrag ved det 16. europeiske møte av Econometric Society, Uppsala 1954), som sonderer mellom basismodeller («basic models») og avledede modeller («derived models»).

matematisk. Alt etter som det ene eller det andre er tilfelle, kan vi tale om *verbalt* eller *matematisk formulerte modeller*.

Som eksempel skal vi ta for oss en ytterst forenklet Keynespreget makromodell med tre variable. Modellen er forenklet til å gjelde et samfunn uten utenrikshandel. Den har to relasjoner, som vi verbalt kan formulere slik: (1) Nasjonalproduktet er pr. definisjon lik summen av konsum og investering (en definisjonsrelasjon). (2) Størrelsen av konsumet avhenger av størrelsen på nasjonalproduktet. Denne sammenhengen er slik at konsumet stiger når nasjonalproduktet stiger, men prosentvis svakere enn dette (en atferdsrelasjon, som uttrykker hvordan konsumentene lar sitt konsum være avhengig av inntekten).

Nøyaktig samme modellen kan formuleres matematisk. Vi lar symbolene R , C og I betegne henholdsvis nasjonalprodukt, konsum og investering, og vi forutsetter at konsumets avhengighet av inntekten kan uttrykkes ved en svært enkel, lineær funksjon. Vi kan da uttrykke de to sammenhengene slik:

$$(1) R = C + I$$

$$(2) C = a_1 R + a_2 \quad (\text{Eksempel I})$$

Her er a_1 og a_2 å oppfatte som konstanter med en bestemt tallverdi, karakteristisk for det samfunn modellen gjelder. (De er av samme karakter som de konstanter vi finner i fysiske modeller). Vi kaller dem *strukturkonstanter* eller *miljøkonstanter*.

Eksempelet illustrerer hvordan en matematisk formulert modell er bygd opp. I modellen inngår et visst antall variable, relasjoner og miljøkonstanter. Formen på relasjonene (i eksempelet er begge relasjoner enkle førstegradsligninger) og tallverdien av miljøkonstantene angir hvilken sammenheng modellen forutsetter mellom de variable. Merk at både funksjonsformene og størrelsen av miljøkonstantene antakelig vil variere med de institusjonelle, tekniske og psykologisk betingede forhold i det samfunn modellen skal gjelde for.¹⁾ Dette er et uttrykk for det forhold vi har berørt

¹⁾ Vi vil i det følgende si at modellen er forandret dersom enten formen av en relasjon eller tallverdien av en miljøkonstant er forandret. To modeller som skiller seg fra hverandre ved at en eller flere av miljøkonstantene har ulike verdier, men som ellers er identiske, vil vi si har samme form.

tidligere, nemlig at økonomiske sammenhenger ikke kan antas å være like uforanderlige som de fysiske.

Modellene kan karakteriseres nærmere etter de formelle egenskaper de har. Etter forskjellige kjennetegn kan de bl. a. grupperes som

- (I) åpne eller lukkede (determinerte) modeller,
- (II) statiske eller dynamiske modeller,
- (III) eksakte eller stokastiske («sannsynlighets-»)modeller.

Det har vist seg at visse typer av modeller høver for gjennomdrøfting av enkelte typer av problemer, mens andre modelltyper kan være å foretrekke for andre problemstillinger. Svarende til de forskjellige modelltyper har vi å gjøre med forskjellige typiske resonnementsmåter. Dette er hovedemnet for resten av denne artikkelen. Det kan derfor være bryet verdt å karakterisere distinksjonene foran noe nærmere.

6. *Åpne og lukkede modeller.*

Det formelle kjennetegn på om en modell er lukket (determinert) eller åpen, er om tallet på innbyrdes uavhengige relasjoner i modellen er like stort eller mindre enn tallet på variable. I fagspråket sier vi om en åpen modell at den «har frihetsgrader», flere eller færre alt etter hvor mange relasjoner som mangler for å gjøre modellen lukket. Den modellen vi nettopp har diskutert, er et eksempel på en åpen modell med en frihetsgrad.

Inntil videre vil vi bare ha statiske og eksakte modeller i tanken. En slik modell er i formell henseende ikke noe annet enn et likningssystem av den typen som vi lærte å behandle i real-skolen. Dette kan hjelpe oss til å forstå hva forskjellen mellom åpne og lukkede modeller egentlig innebærer.

Hvis modellen er lukket, vil tallet på relasjoner («likninger») være nøyaktig lik tallet på variable («ukjente»). Et slikt system har i alminnelighet en «løsning», dvs. vi kan finne et sett av verdier for de variable som tilfredsstill alle relasjonene samtidig. Vi kan bygge ut vårt tidligere eksempel til en lukket (og statisk) modell ved å føye til en ny relasjon, f. eks. en formodning om at bedriftsherrenes investering avhenger på en bestemt måte av hvor mye de kan selge til konsumentene, slik at vi kan skrive

- (1) $R = C + I$
 (2) $C = a_1 R + a_2$
 (3) $I = b_1 C + b_2$ (Eksempel II)

Vi antar at vi har bestemt følgende verdier for miljøkonstantene:
 $a_1 = 0,6$, $b_1 = 0,3$, $a_2 = 4000$ (mill.kr.) og $b_2 = \div 800$ (mill. kr.).
 Modellen får i dette spesielle tilfelle følgende form:

- (1) $R = C + I$
 (2) $C = 0,6R + 4000$
 (3) $I = 0,3C \div 800$

Vi har nå tre ukjente og tre likninger, og systemet kan derfor løses.¹⁾ Økonomisk sett innebærer dette at vi har opplysninger nok til å kunne «forklare» alle de variable, modellen «bestemmer» et sett av verdier for de variable. Dette sett av verdier kan vi tolke som systemets «likevektstilstand», andre verdier for de variable er umulige. (Vi skal senere se at løsningen av en lukket dynamisk modell har en helt annen karakter.)

Hvis vi går tilbake til vår opprinnelige, åpne modell, vil vi finne at den ikke har noen slik entydig løsning, slik som den lukkede har det. (Jfr. hvordan det finnes et uendelig antall sett av verdier på de ukjente som tilfredsstillende likningene i et underbestemt likningssystem.) Vi har for få opplysninger til at modellen tatt isolert kan fortelle oss noe som helst. Likevel kan vi ha nytte av den: Vi kan tenke oss gitt vilkårlige verdier for like mange variable som modellen har frihetsgrader (derved reduseres tallet på «ukjente» til tallet på relasjoner) og så løse systemet m.h.p. de gjenværende variable.²⁾ I eksempelet kan vi f. eks. tenke oss at det er oppgitt en verdi for investeringsnivået; modellen kan da brukes til å beregne hvilke verdier av nasjonalproduktet og konsumet som er forenlige med dette investeringsnivået. Dermed

¹⁾ Med de oppgitte verdier for miljøkonstantene blir løsningen:
 $R = 20\ 000$ mill. kr., $C = 16\ 000$ mill. kr. og $I = 4000$ mill. kr.

²⁾ Mer generelt kan vi velge ut en vilkårlig gruppe av variable, like mange som modellen har frihetsgrader, og ved eliminasjon uttrykke resten av de variable som funksjoner av disse. Vi har da gitt et generelt svar på spørsmål av følgende type: På hvilken måte avhenger hver enkelt av visse variable («de ukjente») av visse andre variable («de datumvariable»)?

har vi selvfølgelig ikke sagt noe om at investeringsnivået er «årsak» til de verdier som nasjonalproduktet og konsumet antar.

Denne bruk av åpen modell innebærer økonomisk sett at vi tenker oss de variable inndelt i to grupper (a) de *ukjente* eller «endogene» variable, hvis verdi blir forklart ved modellen og ved de valgte verdier for de variable i neste gruppe, nemlig (b) de *datumvariable* eller «exogene» variable, hvis verdi vi tenker oss fastlagt «utenfor modellen» eller oppgitt som data i det problem vi diskuterer. Tallet på ukjente svarer til antall relasjoner i modellen, tallet på datumvariable til antallet av frihetsgrader. Hvilke variable det er hensiktsmessig å henvføre til hver av de to grupper, er et spørsmål som ikke kan avgjøres ved formelle betraktninger. Det avhenger helt av problemets økonomiske karakter.

Hva er det i den konkrete, økonomiske virkelighet som kan få oss til å foretrekke en åpen modell framfor en lukket? Det kan være to ting: (a) Vi kan mene at noen av de sammenhenger, som vi fra et strengt deterministisk synspunkt kanskje ville gå ut fra eksisterer, er for kompliserte eller for ustabile eller for lite utforsket til at vi våger å uttrykke dem som en eksplisitt relasjon, eller at de ligger helt utenfor vår interessesfære. Framfor å innføre en slik vag eller usikker eller uinteressant relasjon i modellen, kan vi foretrekke å gjøre uttrykkelige forutsetninger (gjerne i flere alternativer) om verdien av noen av de «usikre» variable.¹⁾ (b) Vi mener at noen av de variable kan fastlegges uavhengig av de øvrige (f. eks. fordi sammenhengene er så svake at de kan ignoreres, eller fordi vi selv eller andre kan velge verdiene), og vi ønsker å undersøke konsekvensene av alternative valg.

7. Statiske og dynamiske modeller.

De modeller vi hittil har omtalt, har vært statiske. Det karakteristiske for en statisk modell er, noe upresist, at alle variable kan

¹⁾ Valget mellom å innføre en bestemt relasjon i en modell og å operere med flere frihetsgrader, er ofte alt annet enn lett. Det krever både økonomisk-teoretisk innsikt og en god porsjon realitetssans, og gir den gode økonom rik anledning til å vise sin klasse. For en videre diskusjon av spørsmålet med særlig sikte på nasjonalbudsjetteringsproblemer, se bl. a. Odd Aukrust: Prognoseproblemet i statistikken. (Förhandlingar vid Nordiska statistikermötet i Helsingfors 1949).

tenkes å referere seg til ett og samme (ikke nærmere spesifisert) tidspunkt eller tidsavsnitt.

Vi varierer nå vår opprinnelige modell litt. Vi vil ikke lenger gå ut fra at konsumet varierer nøyaktig i takt med inntekten, men antar i stedet at konsumet i ett tidsavsnitt avhenger av hvor stor inntekten var i det nærmest foregående tidsavsnitt, f. eks. måneden før. Vi må nå tidfeste våre variable, og modellen kan da skrives:

- (1) $R_t = C_t + I_t$
- (2) $C_t = 0,6R_{t-1} + 4000$
- (3) $I_t = 0,3C_t - 800$ (Eksempel III.)

I denne modellen er de variable tidfestet til to forskjellige tidsavsnitt, og modellen er dynamisk. Siden den er lukket (determinert), kan den også løses. Men løsningen blir ikke nå lenger et enkelt sett av verdier for de tre variable, men tre tidsrekker: Får vi oppgitt verdien av nasjonalproduktet i ett bestemt tidsavsnitt, kan vi ved hjelp av modellen regne oss til hvilken verdi de tre variable vil komme til å anta i alle senere tidsavsnitt. Hvis vi tenker oss at nasjonalproduktet i perioden $t-1$ har vært 18 000 mill. kr., vil modellen gi oss følgende verdier for de variable i de påfølgende tidsavsnitt:¹⁾

¹⁾ For enhver dynamisk modell kan vi i alminnelighet finne et sett av verdier for de variable som er slik at de — hvis disse verdier først har etablert seg — vil «gjenta seg selv» fra periode til periode, dvs. verdien av de variable vil holde seg uforandret. Dette sett av verdier, som vi kunne kalle systemets «likevektsløsning», er nettopp løsningen av den tilsvarende statiske modell, i eksemplet $R = 20\ 000$, $C = 6\ 000$ og $I = 4\ 000$. Det er bl. a. dette forhold som tidligere har fått oss til å tolke de verdier vi finner ved løsningen av en statisk modell som en «likevektstilstand» for systemet. — Eksempelet viser en konvergerende bevegelse henimot systemets likevektsløsning. At bevegelsen blir slik, er en følge av den form modellen har fått og av de spesielle verdier vi har valgt for miljøkonstantene. I andre modeller kan løsningen vise seg å representere svingninger omkring likevektstilstanden, eventuelt en bevegelse vekk fra denne. (Vår modell vil gi bevegelser vekk fra likevektstilstanden dersom tallverdiene for a_1 og b_1 blir valgt slik at $a_1(1 + b_1) > 1$.) Dette er bl. a. diskutert inngående for en litt annen modell i en berømt artikkel av Paul A. Samuelson: «Interaction between the Multiplier Analysis and the Principle of Acceleration», (The Review of Economic Statistics, 1939).

	t-1	t	t+1	t+2
R	18 000	18 440	18 783	19 051
C	—	14 800	15 064	15 270
I	—	3 640	3 719	3 781

Eksempelet illustrerer hvordan en lukket dynamisk modell er i stand til å beskrive økonomisk utvikling, dvs. å vise hvordan en bestemt økonomisk situasjon vokser ut av den foregående. Den dynamiske modell bygger altså ikke bare på den grunnleggende hypotese at det eksisterer en nødvendig sammenheng mellom alle variable i ethvert tidsavsnitt, men forutsetter også at selve den økonomiske utvikling følger ganske bestemte lover. Den lukkede dynamiske modell er i prinsippet villig til å forklare verdien av en hvilken som helst variabel på et hvilket som helst framtidig tidspunkt, så snart utgangssituasjonen er kjent. Dette er dens styrke (men det sier oss vel også at vi bør være varsomme med å feste altfor stor tiltro til de modeller som blir stilt opp). I vårt siste talleksempel er «årsaksforløpet» antydnet ved piler.¹⁾: Et nasjonalprodukt på 18 000 i første periode fører til et konsum på 14 800 i neste, dette resulterer i at investeringen i denne perioden blir 3 640 og nasjonalproduktet følgelig 18 440; dette leder til at konsumet i den nærmest derpå følgende periode blir 15 064 osv.

En slik forklaring av økonomisk bevegelse kan en statisk modell ikke gi.

Det bør kanskje føyes til et par ord om åpne dynamiske modeller, altså modeller hvor tallet på variable er større enn tallet på relasjoner. For å kunne uttale noe på grunnlag av en slik modell, må vi ha oppgitt verdien for noen av de variable (de vi velger å behandle som datumvariable) på ethvert tidspunkt eller tidsavsnitt som analysen omfatter. Vi kan f. eks. tenke oss de datumvariable gitt som tidsserier. Vi kan da komme med utsagn av følgende type: Hvis de datumvariable utvikler seg slik og slik, så vil de ukjente (endogene) variable komme til å utvikle seg sånn og sånn. Eksempel: Sett at den åpne dynamiske modell består av de to første relasjoner i eksempel III, at utgangssituasjonen er gitt,

¹⁾ Framstillingen gir et eksempel på anvendelsen av Tinbergens kjente «pilskjema» til illustrasjon av økonomiske sammenhenger. (Se f. eks. Jan Tinbergen: *Econometric Business Cycle Research, The Review of Economic Studies*, Vol. VII, 1940.)

og at vi har fått oppgitt et alternativ for hvordan investeringen kommer til å utvikle seg. Vi kan da under denne forutsetning finne ut hvordan verdien av nasjonalproduktet og konsumet kommer til å utvikle seg i tiden framover.

8. Eksakte og stokastiske («sannsynlighets-»)modeller.

Vi har hittil bare diskutert de såkalte eksakte modeller, dvs. modeller hvor alle relasjoner formelt gir uttrykk for eksakte sammenhenger, slik at en av de variable i relasjonen er nøyaktig bestemt når verdien av de andre variable er gitt.

Det kan være mer hensiktsmessig å gå ut fra at sammenhengene mellom de størrelser vi betrakter kun gjelder med tilnærming. Det betyr da at også de konklusjoner vi kan komme til på grunnlag av en modell bare vil være tilnærmet riktige. Ofte vet vi noe om graden av den tilnærming vi må regne med for de enkelte relasjoner på en slik måte at vi kan trekke denne viten inn i analysen. Et eksempel byr følgende stokastiske modell (sannsynlighetsmodell):

$$(1) R_t = C_t + I_t$$

$$(2) C_t = 0,6R_{t-1} + 4000 + u_1$$

$$(3) I_t = 0,3C_t - 800 + u_2 \quad (\text{Eksempel IV.})$$

Modellen inneholder et element som ikke forekommer i den tilsvarende eksakte modell, nemlig de to «restledd» u_1 og u_2 . Vi lar disse uttrykke hvordan de faktiske observasjoner kan tenkes å avvike fra de verdier som «den eksakte delen» av relasjonene gir uttrykk for. Vi tenker oss at restleddene kan anta forskjellige verdier (positive eller negative) uavhengig av verdien på de andre variable i modellen, og at det gjelder en viss sannsynlighetslov (fordelingslov) for hvorledes disse verdier varierer. Denne sannsynlighetslov gir da et uttrykk (mål) for «eksaktheten» av relasjonen forøvrig. Jo mindre spredning verdien av restleddet har, dvs. jo større sannsynligheten er for at den skal ligge mellom visse grenser, dess bedre beskriver den eksakte delen av relasjonen de økonomiske sammenhenger (når forventningen av restleddene er null).

Utsagn om økonomiske forhold på grunnlag av en slik modell kan i regelen formuleres som sannsynlighetsutsagn.

9. Økonomens arbeidsmåte.

Hvis vi går ut fra at målet er å bygge ut sosialøkonomien til en kvantitativ vitenskap, som skal være til hjelp ved løsning av konkrete problemer, hva blir da sosialøkonomens typiske arbeidsmåte? Det kan være hensiktsmessig å skille mellom fem faser i arbeidet, selv om fasene delvis griper over i hverandre.

Det første skritt til å vinne erkjennelse består, som i all realvitenskap, i *innsamling av erfaringsmateriale*. I motsetning til naturvitenskapsmannen kan sosialøkonomen i regelen ikke drive eksperimenter. Han er vesentlig henvist til å skaffe seg sitt erfaringsmateriale ved et studium av historiske hendingsforløp. Men også fakta om samfunnets økonomiske oppbygging, om økonomisk lovgivning og om økonomiske institusjoner hører til de data som sosialøkonomen må skaffe seg. Han utnytter resultatene fra andre vitenskaper, som psykologi og teknikk, for å skaffe seg innsikt i de økonomiske enheters handlemåte.

På grunnlag av sitt erfaringsmateriale, og den generelle innsikt han har klart å skaffe seg, blir hans neste skritt å *formulere en hypotese*, lage seg en teori: Økonomen velger ut visse variable som han interesserer seg for, og angir hvilke sammenhenger (relasjoner) som han tror eksisterer mellom disse. Som vi før har vist, kan økonomen bare ha hell med seg i dette hvis han klarer å slå ned på de vesentlige variable og de vesentlige sammenhenger. Han må lage seg en modell, som bevisst abstraherer fra hva han tror er uvesentlige omstendigheter. I den kvantitative økonomikk blir modellen alltid formulert matematisk.¹⁾

I en økonomisk hypotese, slik den først formes ut, vil sammenhengen mellom de forskjellige variable ofte være bare vagt an-

¹⁾ Vi har her framstilt det som om innsamlingen av erfaringsmateriale alltid går foran formuleringen av hypoteser. Men dette gjelder ikke ubetinget. Økonomen kan ikke registrere alle økonomiske begivenheter. Han vil naturlig plukke ut dem som han mener er viktige eller vesentlige. Men *hva* som er vesentlig, kan bare hans teoretiske overveielser fortelle ham. Vi har derfor å gjøre med et vekselvirkningsforhold: innsamling av erfaringsmateriale gir grunnlag for utforming av hypoteser, hypotesene leder materialinnsamlingen over i nye baner, det nye erfaringsmaterialet kan gi støtet til revisjon av de opprinnelige hypoteser osv.

tydet. Spesielt vil miljøkonstantene gjerne være ukjente størrelser, representert i relasjonene ved et matematisk symbol. Bestemmelsen av de numeriske verdier på strukturkonstantene er tredje skritt i arbeidet med oppstillingen av en kvantitativ økonomisk modell. Dette kan gjøres «på teft» ved at vi nytter vår erfaring og innsikt til å anslå rimelige verdier for dem, kanskje i flere alternativer. Men det kan også gjøres ved mer raffinerte statistiske metoder (*estimering*).

Modellen kan nå konfronteres med virkeligheten ved at dens implikasjoner blir utredet og sammenholdt med det konkrete erfaringsmateriale. Det fjerde skritt blir derfor *hypoteseprøving* («testing»). Både for estimering og hypoteseprøving er det utviklet spesielle statistiske metoder.

Hvis prøven blir bestått — dvs. hvis de empiriske forhold som vi identifiserer modellens variable med, ser ut til å være knyttet sammen på den måten som modellens relasjoner foreskriver — godtar vi modellen (i hvert fall foreløpig) som en representasjon av virkeligheten. Den kan da tas i bruk for studium av praktiske problemer. Vi er over i den *anvendte sosialøkonomi*.

10. Økonomiske problemstillinger.

De oppgaver som økonomene blir stilt overfor, kan i de fleste tilfelle henføres til en av følgende typer:

- (I) å *beskrive* hvordan en økonomi er «bygd opp» og «virker», eller en historisk situasjon,
- (II) å *forklare* et historisk hendingsforløp,
- (III) å gi *prognoser* for framtidige hendingsforløp eller om situasjoner som vil oppstå i framtiden,
- (IV) å avgjøre hva som vil bli konsekvensen av at bestemte hypotetiske avgjørelser blir tatt eller at bestemte hypotetiske begivenheter inntreffer («*hvis-analyser*»),
- (V) å gi råd om hvilket handlingsprogram som kan velges for å realisere en oppgitt målsetting (*programmering*).

Vi skal gi noen eksempler på problemer av alle disse typer, og vise hvordan økonomene i hvert tilfelle tvinges til å gjøre bruk av en modell for å løse dem. Vi vil finne at forskjellige typer av modeller kan være å foretrekke for forskjellige typer av problemer.

11. *Beskrivelse.*

En god beskrivelse må tilfredsstillende minst to krav: Den må ikke inneholde alt mulig som vi i og for seg kunne finne på å si om tingen, men konsentrere seg om de karakteristiske og vesentlige kjennetegn. Og beskrivelsen må inkludere en angivelse av den orden som består mellom de utvalgte kjennetegn. Den vil ta form av begreper som representerer de karakteristiske trekk vi har valgt å slå ned på, og relasjoner mellom disse som motsvarer den orden som eksisterer innenfor det område vi skal beskrive, altså være en modell av dette.

Som betegnelser for begreper og relasjoner kan vi nytte hvilke som helst tegn med konvensjonelt fastlagt mening: Ord, bokstavtegn, tegninger, tall. Et landskap kan beskrives verbalt, men vi kan også tegne et kart av det. Oppbyggingen av et økonomisk system kan likeledes beskrives med ord, men det kan være like hensiktsmessig å gjøre det med symboler hentet fra det latinske eller greske alfabet og fra matematikken.

Et kart er riktig når de relasjoner som består mellom karttegnene av den innviede kan finnes igjen i terrenget. På tilsvarende måte avgjør vi om en økonomisk modell er korrekt eller gal. Hvor detaljert kartet bør være, avhenger derimot helt ut av hva det skal brukes til. Vi bruker rektangelkartene når vi skal på fottur, oversiktskartet i Rutebok for Norge når vi planlegger en jernbanereise. For noen formål kan det endog være en fordel at kartet er misvisende: et oversiktskart over veinettet i Europa kan være mest tjenlig for en bilturist når veiene er avbildet som rette linjer mellom hovedbyene. Noe liknende gjelder de økonomiske modeller som vi bruker for å orientere oss i økonomiens verden. Alt etter formålet kan de være mer eller mindre detaljerte, mer eller mindre fortegnet, omfatte hele økonomien eller deler av denne. Jordbrukstelingens oversiktshefte er et eksempel på en beskrivelse som tar sikte på å gi mange detaljer for et lite område; Keynes lærebygning (eller for den saks skyld en hvilken som helst makroøkonomisk modell) ønsker å gi overblikk og perspektiv på be-
kostning av enkelthetene.

12. Forklaring.

En forklaring på et historisk hendingsforløp blir en enkel sak, hvis en har på lager en lukket, dynamisk modell som er tilstrekkelig realistisk og som inneholder de variable som interesserer. Forklaringen vil da ta form av en diskusjon av relasjonene i modellen og det tidsforløp de betinger, og en påvisning av at det faktiske hendingsforløp korresponderer med dette. En Marx-inspirert forklaring av økonomiske konsentrasjonstendenser eller økonomiske kriser kan tjene som eksempel.

Hvis den dynamiske modellen er åpen, blir framgangsmåten litt annerledes. Vi må da oppfatte noen av de variable (like mange som modellen har frihetsgrader) som datumvariable, bestemt utenfra, og det faktiske hendingsforløp vil bli forklart ved henvisning til (som følger av) (a) utgangssituasjonen, (b) det økonomiske systems indre struktur, beskrevet ved relasjonene i modellen, (c) de faktiske verdier som de datumvariable har antatt innenfor perioden, og som vi *ikke* gjør noe forsøk på å forklare. En norsk oppgangskonjunktur kan vi f. eks. forklare ved å vise til situasjonen da oppgangen begynte, bestemte økonomiske sammenhenger som f. eks. at eksportnæringene øker produksjonen når prisene på verdensmarkedet går opp, og visse begivenheter som fra økonomens synspunkt er «tilfeldige» — f. eks. endringer i den offentlige finanspolitikk, stigende verdensmarkedspriser etc.

Ikke alltid har vi en dynamisk teori på lager som «passer» til det hendingsforløpet som skal forklares. Arbeidsmåten kan da bli den stikk motsatte av den som foran er nevnt: «Forklaringen» vil bestå i å finne en modell som passer med erfaringsmaterialet. Vi starter f. eks. med enkelte aksepterte læresetninger, finner at «de gir noe av forklaringen, men ikke hele denne», bygger bildet ut med nye trekk for å ta vare på de fra først av uforklarte fenomener osv. Dette er ikke vanskelig, hvis vi har frihet til å trekke inn «forklarende» momenter etter behov. Vi vil imidlertid forlange at de forhold vi trekker inn i analysen skal ha en viss, intuitiv, karakter av å uttrykke autonome lover. Oppgaven betrakter vi for løst når modellen til slutt er bygd opp og framstilt i sin helhet.

Vi har hittil forutsatt at forklaringen av hendingsforløpet blir

gitt med referanse til en dynamisk modell. Men også statiske modeller kan brukes til å gi oss innsikt i de forhold som har betinget utviklingen i en bestemt periode. Analysemetoden blir denne: Vi stiller opp en statisk modell som kan «beskrive» situasjonen ved periodens begynnelse, dvs. hvor løsningen er de faktiske verdier som de variable har da. Vi stiller opp en annen modell av samme form til forklaring av situasjonen ved periodens slutt. De to modeller sammenliknes så («komparativ statikk»). Vi vil finne at relasjonene i modellen har skiftet over perioden, f. eks. at miljøkonstantene har forandret seg og/eller — hvis modellen er åpen — at de variable vi betrakter som datumvariable har forskjellige verdier på de to tidspunkter. Dette tar vi da som forklaring på at også de andre variable har forandret verdier. Endringer i de datumvariable eller i de økonomiske relasjoner blir m.a.o. oppfattet som «årsak», endringer i de andre (endogene) variable som «virkning».

Det er slik vi ubevisst resonnerer når vi f. eks. sier: Fraktene gikk i været i løpet av 1950, fordi etterspørselen etter skips-tonnasje som følge av Koreakrigen lå høyere ved årets slutt enn ved dets begynnelse (resonnement på grunnlag av en lukket og statisk markedsmodell), eller: Konjunktorene viste stigende tendens fra 1932 av, vesentlig fordi den private investeringsetterspørsel i årene etterpå lå høyere år for år (resonnement på grunnlag av en åpen statisk modell, hvor den private investeringsetterspørsel oppfattes som datumvariabel).

13. Prognoser.

Analyseteknikken ved oppstillingen av prognoser blir nokså analog med den vi bruker ved forklaringer.

Vi kan legge til grunn en lukket, dynamisk modell. Den vil automatisk gi oss anslag for verdien av de variable på ethvert framtidig tidspunkt, så snart utgangssituasjonen er kjent. Hvis modellen er formet som en sannsynlighetsmodell, vil vi få svaret i form av variasjonsområder for hver enkelt av de variable.

Vi kan legge til grunn en åpen dynamisk modell og gjøre tilleggsforutsetninger (like mange som modellen har frihetsgrader) om utviklingen av et visst antall datumvariable. Om vi ønsker det,

kan tilleggsforutsetningene stilles opp i flere alternativer. Også prognosen vil da komme til å foreligge i flere alternativer.

Vi kan også bygge opp en prognose ved hjelp av en statistisk modell, åpen eller lukket. Framgangsmåten blir da å stille opp en modell som vi antar vil representere forholdene på prognosetidspunktet, eventuelt (hvis modellen er åpen) også å gjøre de nødvendige forutsetninger om hvilke verdier de datumvariable da vil ha, og løse systemet, dvs. finne likevektsverdiene for de (endogene) variable. Disse verdier blir vår prognose.¹⁾ Vi kommer altså nå fram til anslag for et bestemt framtidig tidspunkt, ikke om forløpet fram til dette tidspunkt, slik som når utgangspunktet er en dynamisk modell.

Det kan iblant være nyttig å supplere hovedprognosen med en alternativ prognose bygd på en noe avvikende modell, f. eks. en modell av samme form, men med andre miljøkonstanter. Resultatet vil kunne vise hvor sterkt vår prognose er avhengig av den spesielle modellen vi har valgt å legge til grunn, og således gi et vink om hvilken tillit vi kan feste til anslagene.

Dersom utgangspunktet for våre analyser er en åpen modell (dynamisk eller statistisk), vil resultatet bli en *betinget* prognose, dvs. vi vil framstille våre forutsigelser som betinget av at forutsetningene om de datumvariable faktisk viser seg å slå til. Riktigheten av prognosen vil avhenge ikke bare av at vi resonnerer riktig og at den modellen vi legger til grunn er riktig (og bevarer sin gyldighet over den perioden vi betrakter), men også at vi er heldige med de forutsetninger vi gjør. Et eksempel på en betinget prognose bygd på en dynamisk modell har vi i følgende utsagn: «Dersom konjunktorene i Amerika forverrer seg, vil Vest-Europas dollarunderskott neste år blir på minst 2 milliarder». Utsagnet om dollarunderskottet kan vise seg å bli galt, både fordi den modellen vi legger til grunn er gal, og fordi forutsetningen om den amerikanske konjunkturutvikling ikke viser seg å slå til. For den som gjerne vil ha en unnskyldning når spådommene ikke slår til, byr de betingede prognoser på flere muligheter enn de ubetingede!

Prognoser på grunnlag av dynamiske modeller spiller en stor

¹⁾ For konkrete eksempler på prognoser bygd på åpne, statiske modeller, se artikkelen av Petter Jakob Bjerve.

rolle innenfor feltet konjunkturforutsigelser, og særlig forutsigelser om utviklingen i den nærmeste framtid. Når det gjelder å lage prognoser for en lengre framtid, ser det derimot ut til at økonomene foretrekker å arbeide med statistiske modeller.

14. «Hvis»-analyse.

Det er foreslått en bestemt politisk reform eller et bestemt offentlig inngrep. Myndighetene ønsker å få utredet hvilke konsekvenser inngrepene vil ha. Problemstillingen er: Hvis det og det blir gjort, hva blir konsekvensene?

Analyseteknikken blir i slike tilfelle omtrent denne: Vi tar utgangspunkt i en modell, som bl. a. må inneholde som variable alle de størrelser som vil bli direkte påvirket ved inngrepet («instrumentstørrelser»), og dessuten alle størrelser som en har interesse av å studere inngrepets direkte virkninger på («målsettingsstørrelser»). Modellen må være åpen og ha like mange frihetsgrader som instrumentstørrelser. I modellen settes inn de foreslåtte verdier for instrumentstørrelsene, og systemet løses, dvs. vi finner de verdier for målsettingsstørrelsene som er forenlige med de oppgitte verdier for instrumentstørrelsene. Vi har herved fått en slags prognose for hva resultatet vil bli. Svært ofte er vi interessert i et sammenlikningsgrunnlag. Dette kan vi skaffe oss ved å sette inn i den samme modellen et annet sett av verdier for instrumentstørrelsene, hentet fra et konkurrerende forslag (f. eks. et forslag om at ingen forandringer skal gjøres), og finne de verdier for målsettingsstørrelsene som i så fall vil bli resultatet. De to sett av verdier for målsettingsstørrelsene kan så jmføres parvis, og avvikene tolkes som uttrykk for konsekvensene av de inngrep som er diskutert.

Hvis den modell som sammenlikningen bygger på er statisk, vil svaret beskrive de likevektstilstander som er forenlige med de to alternative sett av verdier for instrumentstørrelsene. Er modellen dynamisk, vil vi i prinsippet få et bilde av de hendingsforløp som vi mener å kunne forutse i hvert av de to tilfelle.

Framgangsmåten innebærer altså at det stilles opp to eller flere betingede (og alternative) prognoser, som etterpå sammenliknes.

Dette kan høres komplisert ut. Men selv et dagligdags utsagn som: «Hvis vi hever rentenivået, vil investeringsaktiviteten redu-

seres og valutasituasjonen bedres», baserer seg i virkeligheten på et slik resonnement. Til grunn for utsagnet må det nemlig ligge en bestemt oppfatning av de økonomiske sammenhenger, dvs. en modell (som rett nok ikke behøver å være bevisst formulert eller særlig komplisert), og en sammenlikning av det en med utgangspunkt i denne modellen tror vil være konsekvensene av alternative verdier for rentenivået.

15. Programmering.

En type av problemstillinger som økonomen ofte blir stilt overfor (og politikeren kanskje enda oftere) er denne: Finn ut hva som kan gjøres! Her er det ikke bare spørsmål om å utrede konsekvensene av bestemte tiltak som er foreslått, men om å angi eller velge ut et handlingsprogram som kan følges.

Problemet kan foreligge i mange varianter, hvorav to skal berøres her. Oppgaven kan være å finne veier som fører til et oppgitt mål; den kan f. eks. gå ut på å angi et eller flere alternative handlingsprogrammer som sikrer full sysselsetting, fjerner et underskott på betalingsbalansen, leder til en prissenkning osv., eller som fører til at en kombinasjon av flere slike mål blir nådd samtidig.¹⁾ Men oppgaven kan også bestå i å peke ut et bestemt handlingsprogram som det beste blant mange mulige; i så fall er et helt nytt moment brakt inn i problemstillingen, nemlig spørsmålet om å vurdere ulike handlingsprogrammer mot hverandre.²⁾

Her skal vi nøye oss med en kort omtale av analyseteknikken.

Den prinsipielle angrepsmetoden blir denne: Vi tar igjen utgangspunkt i en modell, som vi antar representerer de økonomiske sammenhenger på en tilstrekkelig realistisk måte. Blant de variable i denne modellen vil det være noen som vi — akkurat som i «hvis»-analysen — kan oppfatte som *instrumentstørrelser* for vår

¹⁾ Dette er problemstillingen hos Jan Tinbergen: *On the Theory of Economic Policy* (Amsterdam 1952).

²⁾ Dette er den sentrale problemstilling som i den engelske faglitteraturen behandles under stikkordene «linear programming» eller «activity analysis». En god og relativt lettlest oversiktsartikkel er Robert Dorfman: «Mathematical, or «Linear», Programming: A non-mathematical Exposition», *American Economic Review*, December 1953.

oppdragsgiver (dvs. myndighetene, hvis det dreier seg om et økonomisk-politisk problem), og andre som vi må oppfatte som *målsettingsstørrelser*¹⁾ (sysselsettingen, underskottet på betalingsbalansen, levekostnadsindeksen osv.). Videre kan det i modellen forekomme *datumstørrelser* som ikke skal diskuteres, men hvis verdi vi betrakter som gitt ved en særskilt forutsetning. Endelig kan modellen inneholde variable som myndighetene ikke har direkte herredømme over, og som heller ikke interesserer dem særlig (men som vil bli påvirket av hva myndighetene gjør, og som igjen i sin tur kanskje kan påvirke målsettingsstørrelsene), og som vi kan kalle *likegyldige variable*. Tallet på frihetsgrader i modellen vil svare til tallet på variable (datumstørrelsene ikke medregnet) minus antallet av de relasjoner som modellen har.

I tillegg til modellen kan det være gitt en rekke bånd og betingelser av forskjellig slag, som vi må ta hensyn til under analysen, gjerne gitt i den form at det er fastlagt grenser som de variable ikke kan over- eller underskride. Det kan være mange grunner til at vi må regne med slike beskränkninger. Ofte er de gitt ved tekniske forhold: produksjonskapasiteten i de enkelte næringer er begrenset og kan ikke økes uten at det tar tid, negative verdier for priser og mengder er en umulighet osv. I andre tilfelle er det politiske overveielser som bestemmer dem: Det blir ansett for umulig å senke lønnsnivået, en bestemt inntektsfordeling blir betraktet som politisk uakseptabel, det kan være grunner som gjør at en ønsker å holde rentenivået under visse grenser osv.

Analyseteknikken blir noe forskjellig etter som det programmeringsproblemet som er stilt hører til den ene eller den andre typen.

Enklest er oppgaven dersom det er gitt en målsetting som det gjelder å anvise midler til å nå. En gitt målsetting innebærer at verdien av alle målsettingsstørrelser er oppgitt. Problemet blir å finne et sett av verdier for de instrumentvariable som — sammen med de oppgitte verdiene for målsettingsstørrelsene og de forutsetninger som er gjort om verdien av datumstørrelsene —

¹⁾ Noen variable kan på samme tid være både instrumentvariable og målsettingsvariable. Det kan f. eks. hende at størrelsen av skattene, som er en viktig instrumentvariabel i mange problemstillinger, også blir tillagt vekt som målsettingsvariabel.

tilfredsstillere alle relasjoner i modellen. Forekommer det likegyldige variable i problemet, kan vi samtidig få bestemt verdien av disse. Dette problemet kan alt etter omstendighetene ha en enkelt løsning, mange løsninger eller ingen løsning i det hele tatt.¹⁾ Det kan f. eks. tenkes at det finnes mange veier som vil føre til balanse i et lands utenriksøkonomi, mens det ikke kan angis noe handlingsprogram som *samtidig* sikrer full sysselsetting, lave skatter, balanse i utenriksøkonomien, lavt rentenivå og stabile priser. For de mulige løsninger må vi så til slutt undersøke om de lar seg forene med de beskrankninger som er oppgitt.²⁾

Mer komplisert blir framgangsmåten dersom oppgaven ikke går ut på å angi veier som fører til et oppgitt mål, men består i å angi et handlingsprogram som under de oppgitte betingelser — bl. a. en bestemt målsetting og de oppgitte beskrankninger — er «best mulig». Dersom det er gitt mer enn en målsettingsstørrelse, må vi bl. a. ha oppgitt kriterier som tillater oss å avgjøre entydig hvilket av to mulige sett av verdier på målsettingsstørrelsene som er gunstigst (f. eks. om en situasjon med høyt nasjonalprodukt og stort valutaunderskott er å foretrekke framfor en situasjon hvor nasjonalproduktet er noe lavere og valutaunderskottet noe mindre). Løsningen av slike problemer skal vi ikke diskutere her.

16. Sluttmerknader.

Teoretiske modeller er et uunnværlig hjelpemiddel i den økonomiske tenkning: Vi kan i det hele tatt ikke åpne munnen om et økonomisk spørsmål, uten at våre utsagn tar farge av de modeller som vi — bevisst eller ubevisst, hva enten vi noen gang har studert sosialøkonomi eller ikke — bærer med oss av samfunnet vi

¹⁾ Den formelle betingelse for at problemet i alminnelighet skal ha en entydig løsning, er at antallet av målsettingsvariable er lik antallet av frihetsgrader i den modellen vi bygger analysen på. Er tallet på målsettingsvariable større, blir systemet overbestemt og har i alminnelighet ingen løsning. Er tallet mindre, vil systemet være underbestemt, dvs. det finnes mange sett av verdier for de instrumentvariable som fører til målet.

²⁾ Politiske og tekniske beskrankninger legger bånd på vår handlingsfrihet og kan gjøre ellers fristende løsninger umulige. I den økonomisk-politiske debatt har det titt og ofte vært argumentert med at «institusjonelle forhold» stiller seg i veien for at en foreslått løsning kan velges. Et slikt argument kan være noe mer enn et diskusjonsteknisk trick.

lever i. Mer uklart kan det være hvor mye som kan vinnes når vi i dag ofte forsøker å formulere disse modeller i streng matematisk form.

Det er temmelig sikkert at slike forsøk er et utmerket hjelpemiddel til å vinne oversikt over problemene, til å formulere dem klart, og til å resonnerer riktig om dem, til å vinne sikrere innblikk i de størrelsesforhold vi har å gjøre med. Dette er nok til å rettferdiggjøre forsøkene på å omskape økonomikken til en kvantitativ vitenskap.

Men kan vi noen gang nå helt fram? Er det mulig å få med i modellene tilstrekkelig mye av det vesentlige til at de blir realistiske nok for praktiske formål? Og er de økonomiske sammenhenger så pass stabile over tiden at de forskningsresultater vi vinner vil bevare sin verdi i et rimelig tidsrom framover? På disse spørsmål kan vi neppe gi noe endelig svar i dag.