

# Om interaktion i systemmodeller

Af ERIK JOHNSEN\*)



I driftøkonomisk praksis og teori ræsonnerer vi hovedsagelig partielt. Dette er vi os bevidst, og selv om vi er enige om at vi burde ræsonnere totalt, så er de partielle beslutningsgrundlag normalt bedre end intet beslutningsgrundlag. Det giver et kraftigt forsvar for denne fremgangsmåde. Når vi åbenbart ønsker at ræsonnere partielt med et totalt sigte, rejser sig spørgsmålet om hvilke krav vi må stille til de partielle ræsonnementer for at de kan gå ind som naturlige led i en helhed. Dette problem diskuteres i artiklen ud fra en systemmodelbetragtning.

## 1. Problemstilling

Vor viden om adfærd i menneske-maskin organisationer findes hovedsagelig som udsagn af følgende former:

- 1.1. hvis  $x$ , så  $y$ ,
- 1.2. hvis  $x$ , så  $y$  med sandsynligheden  $p(y)$ ,
- 1.3. hvis  $x$  så måske også  $y$ .

Sådanne udsagn kan formaliseres som

- 1.4.  $y = f(x)$ ,

hvor »f« i hvert af de tre tilfælde er beskrevet nærmere som en mængde af de parvise observationer,  $(x,y)$ , figur 1.1.

Den empiriske baggrund for 1.4. er normalt registreringer af målsætningsvariablen  $y$  ved partielle variationer i *beslutningsvariablen*  $x$ , givet at en nærmere beskrevet »omverden« er konstant, dvs. ikke over forskellig indflydelse på  $y$  ved samme  $x$ -værdi.

Omverdenen,  $z$  er ofte meget mangelfuldt beskrevet, bl. a. fordi man i en eksperimentalsituation eller i en observationssituation ikke skaffer sig nok viden om hvorledes omverdenen bør beskrives for at man kan løse sit researchproblem, der altid går ud på at finde en passende relationsværdi mellem  $x$  og  $y$ .  $z$  øver indflydelse på  $y$ , men den kan ikke kontrol-

\*) Det økonomiske Forskningsinstitut, Handelshøjskolen i København.

# Om interaktion i systemmodeller

Af ERIK JOHNSEN\*)



I driftøkonomisk praksis og teori ræsonnerer vi hovedsagelig partielt. Dette er vi os bevidst, og selv om vi er enige om at vi burde ræsonnere totalt, så er de partielle beslutningsgrundlag normalt bedre end intet beslutningsgrundlag. Det giver et kraftigt forsvar for denne fremgangsmåde. Når vi åbenbart ønsker at ræsonnere partielt med et totalt sigte, rejser sig spørgsmålet om hvilke krav vi må stille til de partielle ræsonnementer for at de kan gå ind som naturlige led i en helhed. Dette problem diskuteres i artiklen ud fra en systemmodelbetragtning.

## 1. Problemstilling

Vor viden om adfærd i menneske-maskin organisationer findes hovedsagelig som udsagn af følgende former:

- 1.1. hvis  $x$ , så  $y$ ,
- 1.2. hvis  $x$ , så  $y$  med sandsynligheden  $p(y)$ ,
- 1.3. hvis  $x$  så måske også  $y$ .

Sådanne udsagn kan formaliseres som

- 1.4.  $y = f(x)$ ,

hvor »f« i hvert af de tre tilfælde er beskrevet nærmere som en mængde af de parvise observationer,  $(x,y)$ , figur 1.1.

Den empiriske baggrund for 1.4. er normalt registreringer af målsætningsvariablen  $y$  ved partielle variationer i *beslutningsvariablen*  $x$ , givet at en nærmere beskrevet »omverden« er konstant, dvs. ikke over forskellig indflydelse på  $y$  ved samme  $x$ -værdi.

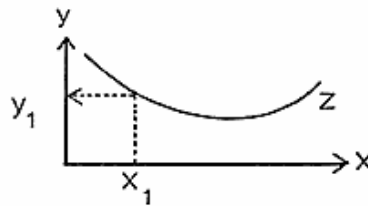
Omverdenen,  $z$  er ofte meget mangelfuldt beskrevet, bl. a. fordi man i en eksperimentalsituation eller i en observationssituation ikke skaffer sig nok viden om hvorledes omverdenen bør beskrives for at man kan løse sit researchproblem, der altid går ud på at finde en passende relationsværdi mellem  $x$  og  $y$ .  $z$  øver indflydelse på  $y$ , men den kan ikke kontrol-

\*) Det økonomiske Forskningsinstitut, Handelshøjskolen i København.

leres som beslutningsvariabel. Alligevel tager man hensyn til den, idet man explicit afgrænser det system, man ønsker at analysere. Dette kan udtrykkes således:

$$1.5. y = f(x|z).$$

1.5. er den typiske afbildning af partielle operationelle driftsøkonomiske og normative adfærdsvidenskabelige modeller. En grafisk fremstilling kan eksempelvis se ud som figur 1.1.



Figur 1.1.

Vi vælger et  $x_1$  som sammen med omverdenen  $z$  giver resultatet  $y_1$ .

Vort problem er nu følgende:

*Hvis man har to eller flere elementer af typen 1.5. og hvis man ønsker at anvende disse partielle systemer som beslutningsgrundlag, er det da muligt at få et sådant overblik over hvad der sker, at man kan styre begge eller alle delsystemer hen mod en ønsket totaltilstand, som denne er udtrykt ved delsystemerne og deres sammenhæng?*

## 2. Systemmodeltyper

Det er navnlig i de forskellige systemmodeller man finder information til en preliminær belysning af dette problem, eftersom det eksplicite researchformål for systemteorien – som ordet siger – er at bygge systemer.

I systemteoriene er man enige om at et system er en endelig mængde af elementer mellem hvilke der eksisterer visse relationer. Men hermed hører enigheden op. Dette skal illustreres ved en analyse af et udpluk af den del af systemlitteraturen, som har til hovedformål at lave systemmodeller for styring af menneske-maskin organisationer. Denne analyse giver samtidig et indblik i den rigt varierede detailinformation, man kan erhverve sig som udgangspunkt for en egen systemmodelkonstruktion.

Der vælges her at karakterisere de forskellige systemmodeller ved deres

- 2.1. element-definition,
- 2.2. relationsdefinitioner,
- 2.3. måde at opstille delsystemer, og
- 2.4. måde at afgrænse disse i form af totalsystemer.

Egentlig burde der redegøres for det specifikke researchformål, der ligger til grund for opstilling af vedkommende systemmodel. Dette vil imid-

lertid føre for vidt i denne forbindelse, og man kan derfor indskrænke sig til at fastslå at det, de forskellige forfattere ønsker, er helt generelt at bidrage til styring af systemer ved netop deres egen systemmodel.

Kilde	Element-def.	Relations-def.	Del-system-def.	Total-system-def.
<i>Beer</i> (1966)	Information, sammenhæng mell. informationer	Information i form af ligheder	Styrekredsløb, (feedforward, feed back)	Relationer mellem styrekredsløb, black boxes og variety-generatorer
<i>Cyert and March</i> (1963)	Adfærd baseret på bevidst beslutningstagen, »økonomisk adfærd«	Information	Indkøbs-lager syst., prod.syst., gevinstsyst., prissystem	Output af et delsystem lig input i det næste, feed forward og feedback
<i>Green</i> (1964)	Økonomiske aktiviteter	Ligning	Ligningssystem	En slags opsummering af lineære egenskaber
<i>Ijiri</i> (1965)	Regnskabsinformation og programmeringsmodeller	Lineære ligninger	Regnskabssyst., programmerings-syst. og søgesystem	Output af regnsk. = input i progr., og output af dette = input i søge, feedback til regnskabssystem
<i>McMillan and Gonzalez</i> (1965)	Partielle driftsøkon. modeller	Input-output rel. bestående af »information«	Delmængde af totalsystemet	En mængde af partielle modeller med en mængde af relationer mellem
<i>Mesarovic</i> (1964)	Bogstav (abstraktion)	Bogstav (abstraktion)	Mængdeoperationer	Mængdeoperationer
<i>Murphy</i> (1965)	Tilstand, trin, ændring	Information lærerelationer	Deterministiske og stokastiske ligningssystemer	Samme struktur som delsystemerne
<i>Sveistrup</i> (1965)	Proces, situation	Struktur, (statiske sammenhænge) regel (dyn. sammenhænge)	Styreinformation sammenkoblet med udfør.inform. Komplementaritet, rekursivitet	Form og indhold
<i>Wilson and Wilson</i> (1965)	Molekularsystem	Energi, information, fysiske strømme	Kanonisk system	Linearkombination af kanoniske systemer

Denne oversigt prætenderer ikke at være udtømmende for systemmodeltyper indenfor området menneske-maskin systemer. Den skal blot tjene til at indicere den kaotiske mængde af detailinformation, man finder i disse modeller, samt navnlig mangelen på viden om hvorledes man hensigtsmæssigt for styreformål knytter elementer og delsystemer sammen.

Hvis man af ovenstående materiale skal uddrage en konklusion for vort eget research-formål, må det blive følgende:

- ad 2.1.* et systemelement kan være en beskrivelse af (en model af, information om) beslutningstagende adfærd betraget som en tilstand,
- ad 2.2.* en relation kan beskrives som et element, der transformerer en elementværdi over i en anden elementværdi (een tilstand over i en anden), ofte i form af ligningsinformation; den kan også betragtes som et elementpar (en vektor),
- ad. 2.3.a.* Et elementarsystem består af to elementer forbundne med een relation.
- ad 2.3.b.* et delsystem består af mindst to elementarsystemer og mindst een relation mellem dem,
- ad 2.4.* et totalsystem har de samme egenskaber som 2.3., og består af alle de afgrænsede og indbyrdes forbundne delsystemer.

### 3. Grundelementet i menneske-maskin systemer

Det er fælles for økonomiske og andre adfærdsvidenskabelige beskrivelser af menneske-maskin systemer, at en beslutningstager foretager en handling med et bestemt formål for øje. Den minimumsinformation, som derfor skal til for at give en meningsfuld beskrivelse af et element( det mindste system), er en handling og målet med handlingen i en bestemt situation, som er udtrykt ved en relation mellem handling og målsætning:

$$3.1. \{ A R M \}.$$

(3.1.) siger, at når jeg foretager aktiviteten (handlingen)  $A$ , så opnår jeg målet  $M$ .  $A$  og  $M$  står i relationen  $R$  til hinanden, hvor  $R$  udtrykker de ydre betingelser, der skal være til stede for at  $A$  medfører  $M$ . 3.1. giver altså en information identisk med figur 1.1. eller med 1.5.

Hvis man fjerner enten  $A$  eller  $M$  eller  $R$ , så har 3.1. ingen mening som beslutningsgrundlag, alle tre komponenter er altså nødvendige.

Dette synspunkt er analogt (men ikke identisk) med flere andre opfatelser af de mindste systemelementer. Et input, som transformeres til et output, svarer til at en aktivitet producerer én målopfyldelse (altså at  $A$  sættes i relation  $R$  til  $M$ ). En tilstand som ændres til en anden svarer ligeledes

til at  $M$  nås ved en bestemt  $A$ -værdi, og tilstandsændring synes som nævnt under 2. at være hensigtsmæssigt og muligvis nødvendig for at kunne beskrive et system.

Det skal dog bemærkes at (3.1.) ligesåvel kan betragtes statisk som en samtidig måling af et aktivitetselement og et målsætningselement per tidsenhed.

Vi kan pege på forskellige egenskaber, som karakteriserer komponenterne i grundelementet, som efter gængs sprogbrug også kunne kaldes for grund- eller basissystemet. Her betegnes det imidlertid *elementarsystem*.

Den første egenskab er – som nævnt – at alle tre komponenter er nødvendige for beskrivelse af systemet. Den anden egenskab er at den kan betragtes både som et element og som et system.

Relationen  $R$  er den viden man har om mål-middel kombinationer i veldefinerede omgivelser. Relationen kan angive at når man foretager aktiviteten  $A$ , så når man målet  $M$ . Den kan også angive at hvis man vil opnå målet  $M$ , så må man foretage aktiviteten  $A$ .

$A$ , aktiviteten, er i sig selv en model af det man foretager sig i den givne systemsammenhæng.  $A$  kan være beskrevet på mange forskellige abstraktionsniveauer lige fra atomerne op til et lands bruttonationalprodukt.

$M$ , målsætningen, er et operationelt udtryk for det man ønsker i en given systemsammenhæng, altså for motivationen til at foretage handlingen. Det operationelle ligger i at målestokken for formålsopfyldelse er knyttet til den udførbare handling  $A$ .

$R$  kan i grundsystemet med mening optræde som en næsten hvilken-somhelst kendt relation, men den vil ofte være iklædt et af de i pkt. 1.1. til 1.5. nævnte udtryk, herunder specielt funktionsudtrykket. Eksempel: målopfyldelse er en funktion af handlingen.

$M$  har den egenskab at den altid kan udtrykkes ved et interval på målskalaen.  $A$  har den egenskab at den altid kan måles som et punkt med en vis usikkerhed omkring, dvs. i realiteten også et interval.

De nævnte egenskaber er nødvendige og tilstrækkelige for en karakterisering af et elementarsystem for vort analyseformål.

#### 4. *Elementarsystemets empiriske udformning i beslutningssituationer.*

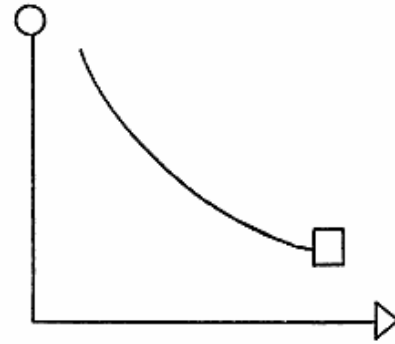
Den følgende diskussion vil foregå med grafiske illustrationer af en vis type, idet det understreges at ræsonnementerne ikke forudsætter disse typer, men er helt generelle. I illustrationerne vil en cirkel stå for målsætning, et kvadrat for relation og en trekant for aktivitet.

I mikro- og makroøkonomisk teori, i psykologisk, sociologisk teori og i organisationsteorien, samt en række tekniske discipliner giver empiriske

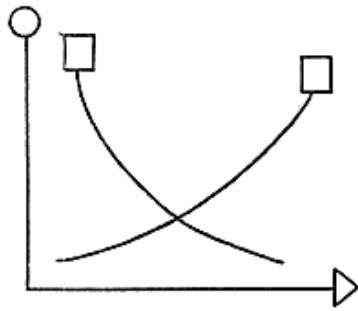
undersøgelser sig normalt udslag i ikke aftagende funktioner (figur 4.1.), i ikke voksende funktioner (figur 4.2.) eller en kombination af disse (figur 4.3.), samt endelig en aggregering i form som figur 4.4.



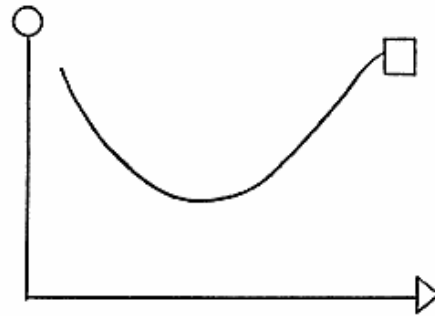
Figur 4.1.



Figur 4.2.



Figur 4.3.



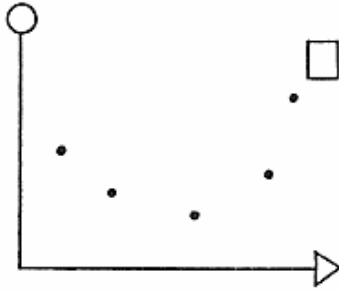
Figur 4.4.

Funktionerne er i alle disse empiriske observationer at betragte som et matematisk-statistisk produkt af råmaterialet. Observationer fra en mere eller mindre velafgrænset research-situation underkastes en mere eller mindre vel argumenteret behandling med det formål at få »system« i observationerne, at få dem bragt på en overskuelig form. Der laves med andre ord en model af observationerne, som ikke er identisk med de faktiske observationer.

En ikke-voksende eller en ikke-aftagende funktion postulerer at man kender alle mål-middel kombinationer. Da kurven er et kunstprodukt ligger det i sagens natur, at man i virkeligheden ikke kender alle disse.

Der er imidlertid en grund mere til at et helt kurveforløb ikke anvendes i en praktisk beslutningssituation, og den er at man ikke kan percipere mere end nogle ganske få alternativer ad gangen. Visse forskere har peget på det hellige tal 7 som en slags overgrænse for normale mennesker. Observationer af beslutninger i menneske-maskin organisationer peger i retning af at

der normalt tages færre kombinatione i betragtning. Dette illustreres ved figur 4.5.



Figur 4.5.



Figur 4.6.

Der er imidlertid et par komplicerede faktorer for en realistisk beskrivelse af den praktiske beslutningstagers situation. Den ene består i at »punkterne« figur 4.5. kun kan måles med en vis usikkerhed, den anden består i at man erkender i intervaller, ikke i punkter. Dette giver figur 4.6. som en af os postuleret realistisk model af en beslutningstagers information afbildet som elementarsystem.

Det afgørende i denne model er at der findes nogle få (dvs. indtil 6–7) velafgrænsede områder hvis form kan variere, ligesom det mønster, som områderne tegner, kan være forskelligt.

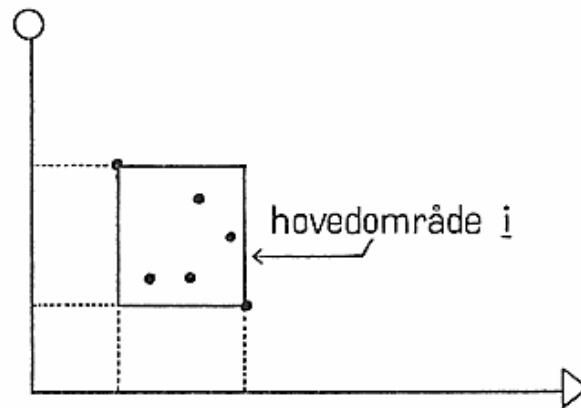
Eksempler på den information, som et sådant »hovedområde« afkaster, kan være: »vi har erfaring for at en pris på omkring et par kroner pr. stk. giver en afsætning på en 80–90 stykker om ugen« eller »vi har erfaring for at en arbejdsintensitet på omkring 100 stk. i timen giver cirka 10 fejlemmer medens en produktion på omkring 80 i timen giver en fem stykker, der ikke kan bruges«. Man vil genkende sådanne sentenser fra praktisk beslutningstagen.

Den information, som af en beslutningstager opfattes som det der her er kaldt et hovedområde, og som er hans model af det han opfatter, vil altid kunne specificeres ud i de helt konkrete observationer. Man må derfor forestille sig at der i et hovedområde ligger spredt nogle »punkter«, som illustreret ved figur 4.7.

Disse konkrete perceptioner kan ligesom hovedområderne have mange forskellige mønstre, men fælles for dem er at det normalt er et meget begrænset antal punkter, som man danner sin erfaring på, atter – efter hvad man for øjeblikket ved om disse fænomener – en seks, syv stykker.

Grunden til at vi her har fremstillet hovedområderne som rektangulære er, at mennesket synes at lægge vægt på de ekstreme erfaringer, her at en





Figur 4.7.

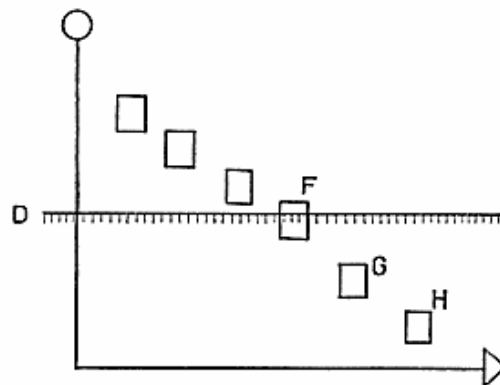
variation i et vist aktivitetsområde har afkastet resultater i et vist målområde. Når vi ræsonnerer i to dimensioner må der nødvendigvis blive tale om rektangler.

Elementarsystemets empiriske udformning på basis af en model af en beslutningstagers opfattelse af empiriske observationer er herefter et sæt af få (indtil 5–6) informationer om mål-middel kombinationer, der opleves på en måde, der kan afbildes af os som to intervaller.

##### 5. Anvendelse af elementarsystemet i beslutningssituationer

Hvis man træffer afgørelse efter en partiel model under en alt-andetlige forudsætning kan situationen afbildes på et grundsystem af typen figur 4.6.

Elementarsystemet er identisk med information om hvad man kan opnå ved forskellige handlinger. Hvis man kan blive enig med sig selv om, hvad man vil opnå, så indsnævrer dette *krav* antallet af aktivitetsmuligheder. Lad dette være illustreret ved figur 5.1.



Figur 5.1.

Elementarsystemer anvendes i praksis som beslutningsgrundlag, når de afbilder information, som anses for at være helt uafhængig af eller næsten uafhængig af omverdenen udenfor systemet. Et eksempel på noget sådant kan være: »Jeg ønsker at køre min bil *A* fra *B* til *C* på under *D* timer. Jeg kan så lægge mig på hastigheden *F* eller *G* eller *H* og efter erfaringerne nedlagt i en figur 5.1.-model nå målet«. Disse erfaringer indeholder omverdenens reaktion, som der altså ikke tages eksplicit stilling til. Man disponerer ud fra en alt-andet-lige forudsætning.

Det er en uhyre vigtig iagttagelse, at vi i mange henseender disponerer ud fra forudsætningen om et nogenlunde stabilt forhold mellem mål og midler på en række delområder. Et elementarsystem er altså karakteriseret ved at vi oplever at det kan fungere i sig selv uafhængigt af en eksplicit beskrevet omverden. Bilens motor fungerer under normale forhold, bremserne virker, tudehornet virker, bilen kører normalt under normale forhold.

I det omfang vi oplever den omverden vi ønsker at styre på en måde som modelleret i elementarsystemet, kan der altså stilles et krav til elementarsystemet, som dette kan bringes til at honorere. Hvis dette ikke skulle være tilfældet lærer man det hurtigt og en sænkning af aspirationsniveauet i relation til mål-middel kombinationerne vil snart gøre det muligt at opfylde et realistisk krav. Søgning efter en anden (og bedre) mål-middel relation vil have samme effekt.

Medens det er en vigtig iagttagelse at der i et vist omfang kan styres ud fra partielle modeller er det en ligeså vigtig iagttagelse at ikke alle forhold i menneske-maskin systemer kan styres ud fra disse. Det menneskelige element når ganske simpelt ikke målopfyldelse når og hvis man forsøger at styre virksomhederne partielt.

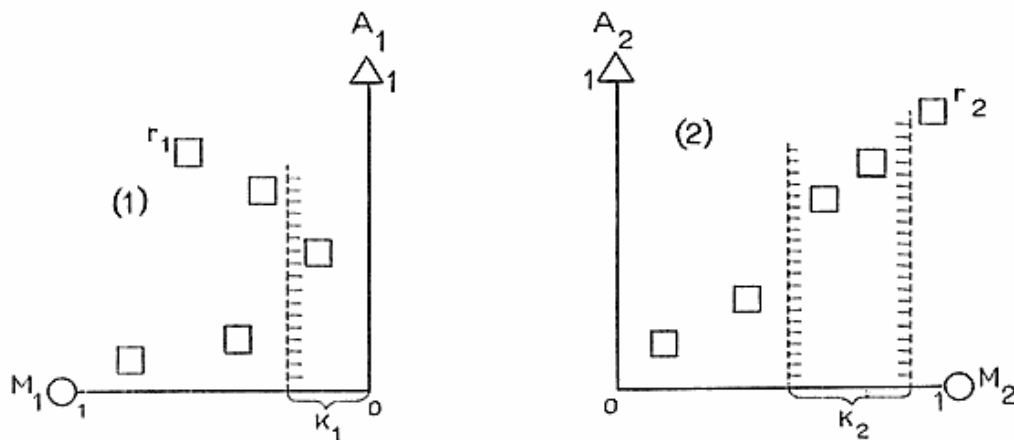
En mulig årsag til at en enkelt partiel model ikke har kunnet anvendes som styremodel er vel at aggregering af mål op til et fælles mål og af aktiviteter op til fælles aktivitet bliver helt urealistiske modeller. Der mistes så megen information undervejs og den tiloversblevne forvrænges således at beslutningerne i virkeligheden tages i blinde. Dette er een af grundene til at ingen virksomhed kan køres totalt efter de populære lineære programmeringsmodeller eller andre former for simultane ligningssystemer.

*Sådanne iagttagelser peger i retning af et eksplicit studium af relationer mellem elementarsystemer, hvor disse relationer er at betragte som information der skabes ved at søge efter en sammenhæng og ved at lære af sådanne forsøg.*

### 6. Interaktion mellem to elementarsystemer

Indenfor et elementarsystem er det kunstigt at tale om interaktion mellem mål og middel, da de to kun forefindes som et sæt af uadskillelige par. Den ene virker ikke ind på den anden og omvendt, de kan kun iagttages samtidigt.

Anderledes ligger det for relationerne mellem to elementarsystemer. Det mindste komplekse system der kan blive tale om er to elementarsystemer forbundet med een relation. Vi skal benævne dette et *delsystem*. Figur 6.1. illustrerer et eksempel på et sådant.



Figur 6.1.

Figuren skal fortolkes på følgende måde. Der eksisterer et elementarsystem (1) bestående af målsætningsafbildningen  $M_1$ , aktivitetsafbildningen  $A_1$  samt relationen  $r_1$  mellem disse.  $r_1$  består af nogle få (her fem) hovedområder, og vi beskæftiger os her ikke med hvorledes disse ser ud »indeni«. Til elementarsystem (1) er der knyttet det *intrapartielle krav*  $k_1$ , som er et interval på målsætningsaksen. Elementarsystemet er formuleret således at kravet  $k_1$  kan opfyldes. Målsætningsaksen og aktivitetsaksen tænkes normaliseret og løbende fra 0 til 1.

På analog vis eksisterer der et elementarsystem (2). Det er indrettet på principielt samme vis som (1).

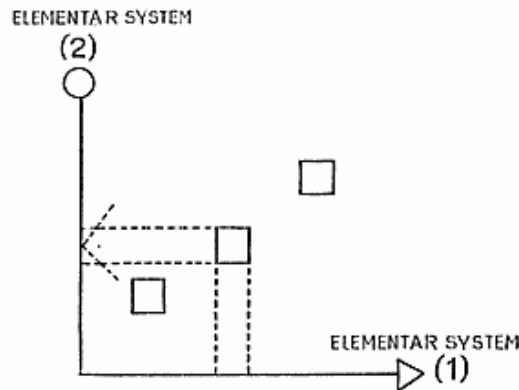
Vil man lave en model af et system bestående af både (1) og (2) kan dette gøres ved at oprette en relation fra (1) til (2) eller fra (2) til (1) eller eventuelt begge veje.

Den konkrete relation kan forbinde enten  $A$  eller  $M$  eller  $r$  i det ene elementarsystem med enten  $A$  eller  $M$  eller  $r$  i det andet elementarsystem. Der kan med andre ord etableres een relation fra (1) til (2) på ni måder. (1) og (2) kan naturligvis forbindes med mere end een relation.

Relatering af (1) med (2) rejser et fortolkningsproblem og det rejser et konkret beregningsproblem. Kaldes vi en relation mellem elementarsystemer for  $R$  kan man eksempelvis forsøge at fortolke

6.1. (1)  $R$  (2).

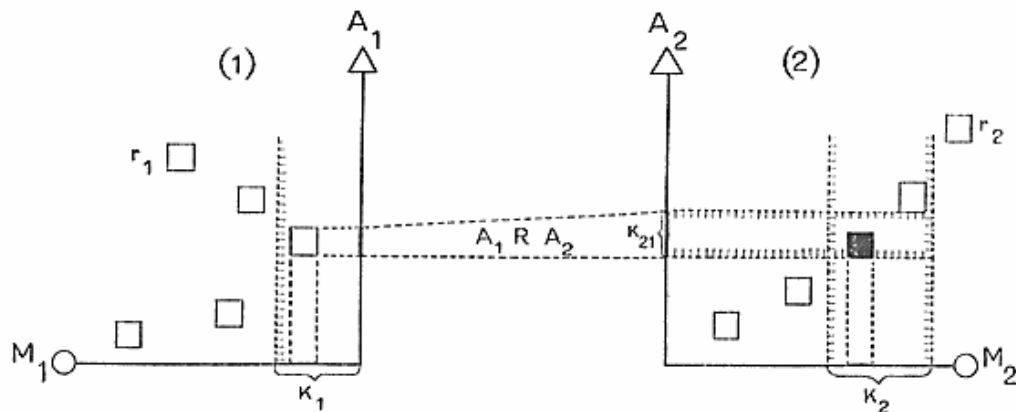
6.1. betyder at (1) transformeres over i (2). (1) medfører altså noget i (2). Dette kan illustreres ved et eksempel som vist i figur 6.2.



Figur 6.2.

Elementarsystem (1) tolkes her som en aktivitet ved hjælp af hvilken der kan nås et mål udtrykt ved elementarsystem (2). 6.1. er altså et operationelt udtryk for en middelmål kæde bestående af to led.\*)

Hvis interrelationen eksempelvis går konkret fra aktivitet  $A_1$  til aktivitet  $A_2$  vil figur 6.2. eksempelvis få et udseende som figur 6.3.



Figur 6.3.

\*)  $R$  kan tage form af en funktion, en relation, en parametrisk sammenhæng, en feed-forward og feed-back formulering, samt en søge-lære proces – for at nævne de i praksis forekommende.

Det nye, som denne figur giver hænger sammen med den operationelle beregningsmæssige udformning, og kan kort udtrykkes som dette, at interrelationen  $R$  stiller et yderligere krav til (2) foruden det intrapartielle krav, der eksisterer i udgangssituationen.

Det er en vigtig erkendelse at en interrelation fra eet elementarsystem til et andet er ensbetydende med yderligere krav.

Denne erkendelse kan udnyttes til at indskrænke udfaldsrummet af brugelige systemløsninger, medens den på den anden side skaber vanskeligheder i form af indbyrdes modstridende krav, samt kravformuleringer, der vanskeligt kan opfyldes.

Lad os for illustrationens skyld antage, at det fra (1) overførte krav  $k_{21}$  lader sig opfylde sammen med det til (2) stillede interne krav  $k_2$ . I så fald har man et tilfredsstillende system bestående af to elementarsystemer med en veldefineret relation imellem. Og denne relation har de samme egenskaber som de intrapartielle relationer,  $r$ .

Om nogen egentlig *interaktion* er der måske ikke tale i dette tilfælde, idet (2) ikke virker tilbage på (1), men man kunne passende tale om et specialtilfælde af interaktion, nemlig det hvor aktionen fra eet system til et andet er tiltrækkeligt til at forme et tilfredsstillende delsystem (som i dette tilfælde også er et totalsystem).

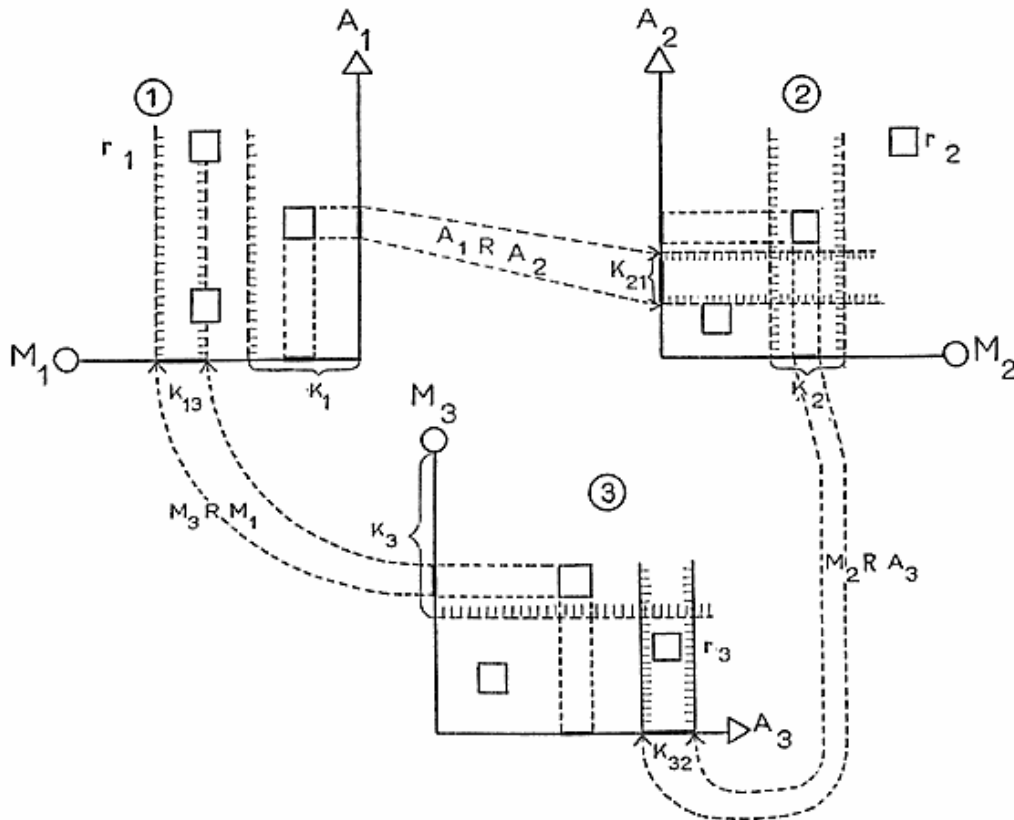
### 7. Interaktion mellem mere end to elementarsystemer

Lad os herefter betragte et mere kompliceret system bestående af tre elementarsystemer og med de krav og interrelationer, der fremgår af figur 6.4.

Der eksisterer her tre elementarsystemer hver med deres intrapartielle tilfredsstillende krav  $k_1$ ,  $k_2$  og  $k_3$ . Videre stiller  $A_1RA_2$  kravet  $k_{21}$  til (2),  $M_2RA_3$  stiller kravet  $k_{32}$  til (3) og  $M_3RM_1$  stiller kravet  $k_{13}$  til (1). Ingen af de tre sidste krav kan tilfredsstillende sammen med de intrapartielle krav. For at skabe et tilfredsstillende totalsystem må der derfor foregå en aktiv interaktion mellem elementarsystemerne.

Denne interaktion består reelt i at søge nye systemkonstellationer og lære af den information, der skabes herved, herunder navnlig tilpasse krav til realistiske muligheder. Formelt kan denne søge-lære proces modelleres som ændringer i såvel interrelationer som ændringer i elementarsystemernes tre komponenter,  $A$ ,  $r$ ,  $M$ , ligesom ét elementarsystem kan erstattes af et andet.

I »praksis« vil man normalt søge enhver af sine byggestene gjort internt konsistente. Dette vil i figur 6.4. svare til at hvert af de tre elementarsystemer tilfredsstillende partielt ved ændringer af enten  $M$  eller  $r$ , repræsenterende ændring i aspirationsniveau henholdsvis ændring i viden. Den sidste kan



Figur 6.4.

bestå i »udfyldning af huller«, i parameterændringer (f. eks. parallelforskydning) eller erstatning af et  $r$  med et andet.

Hvis man i »praksis« ikke kan få et system af i sig selv konsistente komponenter til at fungetre, fordi der stilles yderligere krav til disse, så vil man normalt begynde med at søge de ikke tilfredsstillende dele af systemet gjort funktionsdygtige. I figur 6.4. drejer det sig om alle tre grundsystemer.

Hvor man i »praksis« vil begynde sin søgning indenfor mængden af ikke-satisfierede elementarsystemer er uklart, men søgeren vil normalt angive en eller anden grund til at starte et bestemt sted. Da hver beslutningstager har sin egen argumentation at føre i marken, kan man for en generel beskrivelse vælge et tilfældigt elementarsystem ud af figur 6.4.

Det bemærkes at man allerede ved figur 6.4 lærer om interrelationerne stiller modstridende krav til samme målestok. Hvis dette er tilfældet vil de fleste beslutningstagere ændre på denne tilstand allerede inden en reel søgning startes.

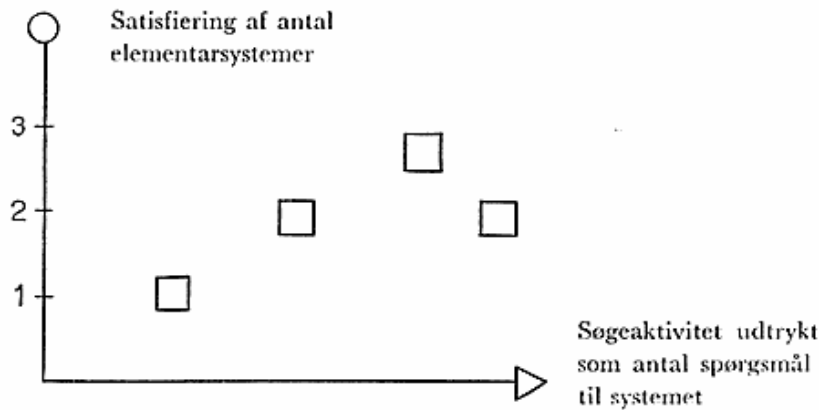
$R$ -erne indgår altså på lige fod med elementarsystemerne som en potentiel mulighed for søgning.

Hvor man i »praksis« vil starte en søgning i og omkring et ikke-satisfieret elementarsystem som led i et større system er ligeledes uklart. Med udgangspunkt i figur 6.4. kan man starte såvel i  $M$ , som i  $A$  og i  $r$  ligesom man kan starte direkte på forbindelsen til et andet elementarsystem. Det sidste kunne kaldes »trace back« filosofien, medens enhver af de første kræver sin egen individuelle filosofi, som måske for en generel afbildning kunne klares ved at vælge tilfældigt mellem  $A$ ,  $M$  og  $r$ .

For en mere sofistikeret søge-lære proces kan man forsøge at opstille kriterier som »starter i et knudepunkt med mange interrelationer«, »starter hvor ændring binder totalsystemet mindst«, »starter hvor størst totaleffekt« osv. Vi ved meget lidt om strategisk søgning.

Generelt sagt består søgningen i at foretage ændringer i nævnte komponenter og læringen består i at konstatere afvigelser og tage konsekvensen af disse i form af formulering af nye konstellationer.

I »praksis« standser søge-lære processen når tid, penge og mangel på søgemotivation sætter en stopper. Dette kan afbildes ved et elementarsystem helt analogt med de øvrige elementarsystemer i en menneske-maskin organisation. Figur 6.5. skitserer et sådant system.



Figur 6.5.

Relationen angiver hvor meget man vil søge for at nå 1 og 2 og 3 mål. Når man ikke alle tre mål er man her villig til at søge lidt mere for at nå to (dvs. genskabelse af et delsystem, hvor de to mål er nået), hvorefter processen stopper. I overensstemmelse med aspirationsniveau-antagelsen.

I praksis er der et meget stort antal principielle relationer mellem elementarsystemer i en virksomhed. Man overkommer dette problem ved at hæfte sig ved nogle få, samt ved at hæfte sig ved nogle få elementarsystemer

som dannende et hele. Skal vi sige maksimalt 6–7 elementarsystemer hver med maksimalt 6–7 interrelationer.

I teorien foretager man – når man skal forsøge at lave totalmodeller for et menneske-maskin system – forskellige tricks for at reducere den endelige, men helt uoverskuelige varietet. Beer (1966) reducerer den f. eks. ned til eet enkelt statistisk kontrolmål. Med udgangspunkt i det man ved om menneskets evne til at holde sammen på information i beslutningsøjeblikket synes det rimeligt at reducere varietet i hver virkelig beslutningssituation ned til det beslutningstageren mener han kan overse. Dette betyder for figur 6.4.-ræsonnementet højst 5–6 elementarsystemer med højst 5–6 interrelationer til hver. Dette er et reelt problem, der ikke kan løses ved maskinel hukommelse.

Formuleringen af et satisfieret system bestående af nogle få elementarsystemer kan i sig selv betragtes som en enhed, som er relativ uafhængig af omgivelserne og den kan så anvendes som »modul« i en yderligere systemopbygning, hvor søge-lære processen i princippet er den samme.

Den betegnes her som et satisfieret delsystem.

### 8. Interaktion mellem delsystemer

Lad os med udgangspunkt i illustrationen figur 8.1. forsøge at ræsonnere over interaktion mellem delsystemer.

Hvis vi *opfatter* de enkelte delsystemer som illustreret på figuren, bliver de relaterede elementarsystemer vore eneste repræsentanter for »virkeligheden«. Det betyder at interaktion mellem delsystemer må tage udgangspunkt i og ende i en komponent af et elementarsystem (ikke nødvendigvis det samme).

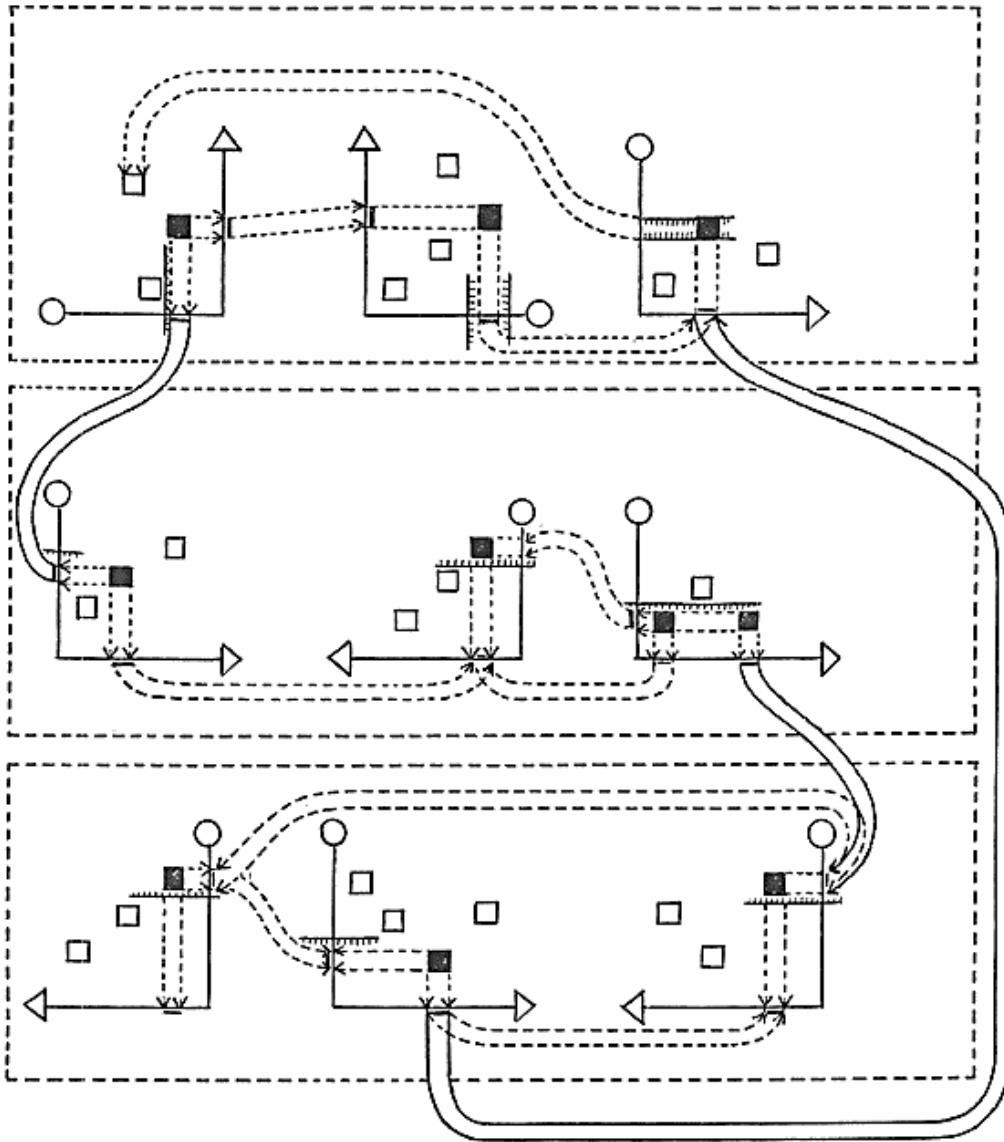
Hvis man derimod *opfatter* (perciperer) eller bevidst vælger at beskrive et delsystem i figur 8.1. som noget afsluttet, et »modul«, er det klart at man kan udstyre det med en række egenskaber. Disse *kan* være de beskrevne elementarsystemer, men de kan også være andre. Det sidste er vel det naturlige, da man vælger at lægge sig på et beskrivelsesniveau.

»Modulet« kan opfattes som et middel i sammenhæng med et andet modul på samme beskrivelsesniveau. Eller det kan opfattes som et mål, der da optræder som en aspiration i sammenhæng med et andet modul, som da må opfattes som et middel. Dette middel skal i nærværende eksempel opfylde en multimålformulering, som den er udtrykt ved det satisfierede delsystem.

Det afgørende er, at man på det valgte beskrivelsesniveau kan beskrive sammenhængen mellem de to delsystemer ved relationer med nøjagtig de samme egenskaber som intrarelationerne i elementarsystemerne og inter-



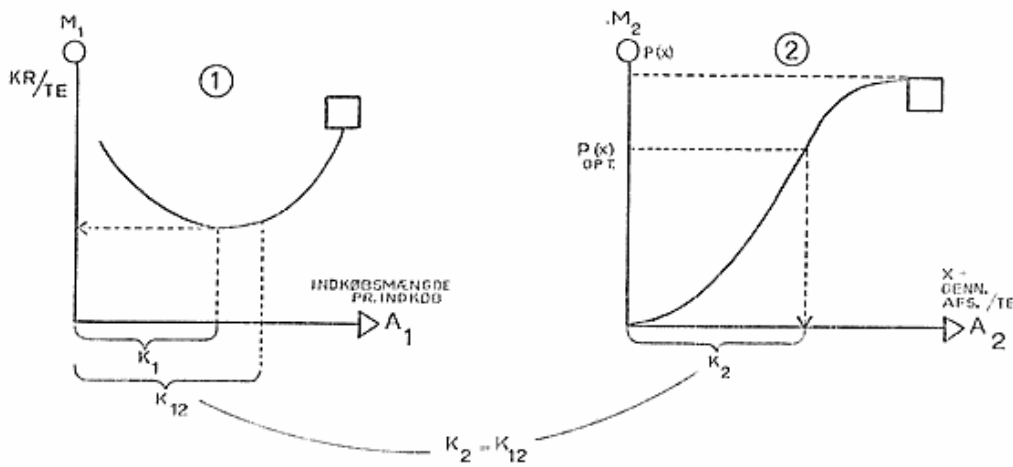
relationerne i delsystemerne. Dette ligger i at målemetodikken nødvendigvis i princippet må være den samme, selv om den kan give sig forskellige praktiske udslag. Ønsker man at tale om »rekursivitet« må man derfor specificere beskrivelsen af de valgte målemetoder, således at der bliver en art synonymitet mellem alle relationer.



Figur 8.1.

### 9. Et illustrerende eksempel

For at konkretisere disse systemtanker til den driftsøkonomiske virkelighed så lad os i figur 9.1 betragte to elementarsystemer. Det første er et



Figur 9.1.

indkøbssystem, hvor relationen mellem lagerføringsaktivitet og omkostninger f. eks. skabes over Wilsons formel. Det andet system er et stokastisk afsætningssystem hvor det gælder om at afsætte så meget pr. tidsenhed som  $p(x)$  opt angiver.

Hvis en ledelse ønsker at tilfredsøre et system bestående af begge elementarsystemer ved at indføre et krav om at der skal købes ind og lagerføres på en sådan måde at man nøjagtig rammer  $p(x)$  opt, så er det klart, at indkøbsoptimum ikke nås. Omvendt hvis man forlanger at afsætningen skal tilpasses til indkøbsoptimum.

Der må med andre ord sættes en søge-læreproces i gang for at skabe et tilfredsøret delsystem. Dette kan ske over mere viden (f. eks. ved at læse nærværende artikel een gang til) eller det kan ske ved at slække på sine krav.

### 10. Konkluderende bemærkninger

Vort problem er at besvare det spørgsmål der rejser sig, hvis man vil forsøge at styre et menneske-maskin system ved hjælp af flere partielle beslutningsmodeller.

Vi har afbildet dette problem på et system bestående af elementarsystemer. Elementarsystemerne er identiske med den viden, der ligger i de normale partielle beslutningsmodeller. Relationerne mellem elementarsystemerne er initialt normale formelle relationer med samme egenskaber som intra-relationerne i de partielle modeller.

Man har imidlertid set, at relationer ikke i sig selv nødvendigvis medfører et totalt satisfaktum. Der skal *søges* og *læres* aktivt for at nå et sådant stade.

Dette betyder at interaktion mellem elementarsystemer i en systemmodel og mellem systemer i det hele taget er ensbetydende med en aktiv research-indsats hvor man forsøger sig frem. Stedet kan ikke nås ved på forhånd fastlagte algoritmer; beslutningstageren eller beslutningstagerne må hele tiden tage stilling til den udvikling, der skabes ved at information fremkommer.

Interaktion i denne mening kan gøres til genstand for numerisk simulation. Gennem et studium af hvorledes en sådan kan opbygges og studium af simulationsresultaterne kan man muligvis blive i stand til at udtale sig om mere eller mindre effektive søge-lære processer og hermed få skabt en egentlig viden om de *interaktionsfænomener* som vi erkender eksistensen af, men som vi stort set ikke har styring på.

I det omfang disse betragtninger holder kan de krav som interaktionsfænomener stiller til de partielle beslutningsmodeller kort formuleres som følger:

- 10.1. de specifikke optimeringsalgoritmer må erstattes af mere generelle søge-lære procedurer,
- 10.2. formulering af eet optimumspunkt bør erstattes med formulering af eet intrarelationskrav og eet interrelationskrav, begge formuleret som intervaller og afbildende et aspirationsniveau,
- 10.3. søge-lære procedurer bør navnlig indsættes på fortløbende ændringer af de partielle beslutningsmodellens intrarelationer, på ændringer af aspirationsniveauformuleringerne, samt ændringer af interrelationerne.
- 10.4. intra- og interrelationer bør formuleres som et sæt diskrete omformuleres som et sæt diskrete områder af perciperbar information om mål-middel kombinationer.

## 11. Referencer til pkt. 2.

Stafford Beer, *Decision and Control*, Wiley, London, 1966.

Richard M. Cyert and James G. March, *A Behavioral Theory of the Firm*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1963.

H. A. John Green, *Aggregation in Economic Analysis*, Princeton University Press, N. J., 1964.

Yuri Ijiri, *Management Goals and Accounting for Control*, North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1965.

Dette betyder at interaktion mellem elementarsystemer i en systemmodel og mellem systemer i det hele taget er ensbetydende med en aktiv research-indsats hvor man forsøger sig frem. Stedet kan ikke nås ved på forhånd fastlagte algoritmer; beslutningstageren eller beslutningstagerne må hele tiden tage stilling til den udvikling, der skabes ved at information fremkommer.

Interaktion i denne mening kan gøres til genstand for numerisk simulation. Gennem et studium af hvorledes en sådan kan opbygges og studium af simulationsresultaterne kan man muligvis blive i stand til at udtale sig om mere eller mindre effektive søge-lære processer og hermed få skabt en egentlig viden om de *interaktionsfænomener* som vi erkender eksistensen af, men som vi stort set ikke har styring på.

I det omfang disse betragtninger holder kan de krav som interaktionsfænomener stiller til de partielle beslutningsmodeller kort formuleres som følger:

- 10.1. de specifikke optimeringsalgoritmer må erstattes af mere generelle søge-lære procedurer,
- 10.2. formulering af eet optimumspunkt bør erstattes med formulering af eet intrarelationskrav og eet interrelationskrav, begge formuleret som intervaller og afbildende et aspirationsniveau,
- 10.3. søge-lære procedurer bør navnlig indsættes på fortløbende ændringer af de partielle beslutningsmodellens intrarelationer, på ændringer af aspirationsniveauformuleringerne, samt ændringer af interrelationerne.
- 10.4. intra- og interrelationer bør formuleres som et sæt diskrete omformuleres som et sæt diskrete områder af perciperbar information om mål-middel kombinationer.

## 11. Referencer til pkt. 2.

Stafford Beer, *Decision and Control*, Wiley, London, 1966.

Richard M. Cyert and James G. March, *A Behavioral Theory of the Firm*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1963.

H. A. John Green, *Aggregation in Economic Analysis*, Princeton University Press, N. J., 1964.

Yuri Ijiri, *Management Goals and Accounting for Control*, North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1965.

Claude McMillan and Richard F. Gonzalez, *Systems Analysis*, Irwin, Homewood, Ill., 1965.

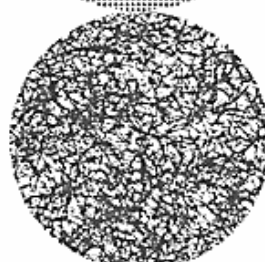
Mihajlo D. Mesarovic, *Views on General Systems Theory*, Wiley, New York, 1964.

Roy E. Murphy, Jr., *Adaptive Processes in Economic Systems*, Academic Press, New York, and London, 1965.

Poul Sveistrup, »Systembegrebet og virksomheden som system«, *Erhvervsøkonomisk Tidsskrift*, nr. 4, 1965.

Ira G. Wilson and Marthann E. Wilson, *Information, Computers, and System Design*, Wiley, New York, 1965.

ny  
BONUS  
hvert  
år



**Pensions**

alene i år  
**49 millioner kr.**  
til bonus

HAMMERENSGADE 6  
KØBENHAVN K  
TELEFON (01)14 20 10

PENSIONS Forsikringer  
RENTEForsikringer  
ANNUITETS Forsikringer  
KAPITALForsikringer  
LIVS Forsikringer  
GRUPPELIVS Forsikringer

**forsikringsanstalten** as



Oprettet 1917 af danske erlivervsorganisationer