

Terkel T. Nielsen
stud.scient.pol.

Nogle bemærkninger om systemanalyse.

A system is a big black box
Of which we can't unlock the locks,
And all we can find out about
Is what goes in and what comes out.
Perceiving input-output pairs,
Related by parameters,
Permits us, sometimes to relate
An input, output, and a state.
If this relation's good and stable
Then to predict we may be able,
But if this fails us - heaven forbid!
We'll be compelled to force the lid!

K.B.

Indledning.

"Systemanalyse"¹⁾ er formodentligt et af de ord, der trænger mest til at blive afmystificeret. Man kan nemlig undertiden få det indtryk, at nogle mener med "systemanalysen" at have fundet de

-
- 1) Der henvises i almindelighed til følgende værker omhandlede systemanalyse i forskellige afskygninger:
ASHBY, Ross: An Introduction to Cybernetics, London 1964.
CHURCHMAN, C. West, Russel L. Ackoff og E. Leonard Arnoff: Introduction to Operations Research, New York 1957.
DEUTSCH, Karl W.: The Nerves of Government. Models of Political Communication and Control, Englewood Cliffs 1966.
EASTON, David: A Systems Analysis of Political Life, New York 1965.
JOHNSON, Richard A., Fremont E. Kast og James E. Rosenzweig: The Theory and Management of Systems, New York 1963.
KRAMER, Rolf: Information und Kommunikation. Betriebswirtschaftliche Bedeutung und Einordnung in die Organisation der Unternehmung, Berlin 1965.
MESAROVIĆ, Mihajlo D. (ed.): Views on General Systems Theory. Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology, New York 1964.
NIELSEN, Ole M. og Louis Printz: Systemarbejde, København 1966.
RAMSTROM, Dick: The Efficiency of Control Strategies. Communication and Decision-Making in Organizations, Stockholm 1967.
YOUNG, Oran R.: Systems of Political Science, Englewood Cliffs 1968.

Terkel T. Nielsen
stud.scient.pol.

Nogle bemærkninger om systemanalyse.

A system is a big black box
Of which we can't unlock the locks,
And all we can find out about
Is what goes in and what comes out.

Perceiving input-output pairs,
Related by parameters,
Permits us, sometimes to relate
An input, output, and a state.
If this relation's good and stable
Then to predict we may be able,
But if this fails us - heaven forbid!
We'll be compelled to force the lid!

K.B.

Indledning.

"Systemanalyse"¹⁾ er formodentligt et af de ord, der trænger mest til at blive afmystificeret. Man kan nemlig undertiden få det indtryk, at nogle mener med "systemanalysen" at have fundet de

-
- 1) Der henvises i almindelighed til følgende værker omhandlede systemanalyse i forskellige afskygninger:
ASHBY, Ross: An Introduction to Cybernetics, London 1964.
CHURCHMAN, C. West, Russel L. Ackoff og E. Leonard Arnoff: Introduction to Operations Research, New York 1957.
DEUTSCH, Karl W.: The Nerves of Government. Models of Political Communication and Control, Englewood Cliffs 1966.
EASTON, David: A Systems Analysis of Political Life, New York 1965.
JOHNSON, Richard A., Fremont E. Kast og James E. Rosenzweig: The Theory and Management of Systems, New York 1963.
KRAMER, Rolf: Information und Kommunikation. Betriebswirtschaftliche Bedeutung und Einordnung in die Organisation der Unternehmung, Berlin 1965.
MESAROVIĆ, Mihajlo D. (ed.): Views on General Systems Theory. Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology, New York 1964.
NIELSEN, Ole M. og Louis Printz: Systemarbejde, København 1966.
RAMSTROM, Dick: The Efficiency of Control Strategies. Communication and Decision-Making in Organizations, Stockholm 1967.
YOUNG, Oran R.: Systems of Political Science, Englewood Cliffs 1968.

vises sten. Og på den anden yderside findes de traditionalister, der anser "systemanalyse" for at være en modesag, der ikke kan give noget væsentligt bidrag til studiet af samfundet. Inden for samfundsvidenskaben synes "systemanalysen" at dyrkes på to forskellige planer: (1) En generel teoretisk referenceramme, der gennem et vist begrebsapparat samler forskellige mere specialiserede discipliner eller teorier og som sådan fremtræder som én approach. Overbygningen er her General Systems Theory og som specialiserede discipliner kan nævnes David Eastons fremstilling af det politiske system, Karl W. Deutsch's kommunikationsmodeller eller Dick Ramströms model af beslutningsprocessen; udtrykt mere generelt kan man f.eks. lade kybernetikken eller informationsteorien være deldiscipliner inden for systemteorien. (2) En lang række tekniske metoder, normalt stærkt formaliserede, som anvendes ved undersøgelsen af det system, man ønsker analyseret. Det kan dreje sig om forskellige typer rutediagrammer, kømodeller, kommunikationsmatricer, simuleringsmodeller, netværksanalyser o.s.v. o.s.v. Medens nogle analysemetoder er ret simple, kræver andre avanceret matematisk kunnen. Statskundskaben har udvist en vis, omend behersket interesse for systemanalysens teoretiske begrebsapparat, men den har været meget utilbøjelig til at tage systemanalyser som tekniske hjælpemidler i anvendelse.

Om den generelle systemteori's tilblivelse beretter den amerikanske forsker O.R. Young:

"Some years ago a few scientifically oriented researchers, unhappy with the general tendency to compartmentalize the various scientific disciplines, began to search for a body of theory which would give some unity to studies in these areas and make available insights and theoretical concepts from individual disciplines on a wide-spread basis. The central unifying concept which they came up with was the notion of a system."²⁾

Den generelle systemteori har rødder i en lang række discipliner, af hvilke følgende specielt skal fremdrages: biologi, matematik, ingeniørvidenskab og teknik, sociologi og organisationsteori. Det fælles begrebsapparat muliggør en kommunikation mellem forskellige discipliner, og antagelse af, at de enkelte systemer er delsystemer af et større system, og at forskellige systemer kan være homomorfe eller isomorfe, bidrager til et frugtbart samspil mellem

2) Young, 1968, s. 61.

flere videnskaber.

I. Træk af den Generelle Systemteoris begrebsapparat.

Som tidligere anført udgøres systemanalyse eller systemteori af en række deldiscipliner. Der synes imidlertid at være et vist fælles begrebsapparat, som disse discipliner betjener sig af, og O.R. Young mener at kunne klassificere dette i fire kategorier:

(A) "Systemic and descriptive factors" er begreber, der "make important distinctions, classify large quantities of data in relevant ways, and outline the basic structure and processes of various types of systems. The concepts deal with types of systems, the internal organization of systems, and systems and their surroundings".³⁾

(1) Termen "system" refererer til et sæt af variabler (elementer, komponenter, dele, genstande, enheder, interaktioner o.l.) og interrelationerne mellem disse (relationer, interaktioner, kommunikationer, forbindelser o.l.). Begrebet "system" kan koges ned til "a list of variables that are to be taken into account". Ved at konstruere hensigtsmæssige underafdelinger af disse elementer, laver man delsystemer, som ofte kaldes komponenter. Ofte vil en komponent (f.eks. i en organisation) kunne betegnes som en mekanisme, der udfører en transformation eller aktivitet, som igen kan inddeles i operationer og processer på et endnu lavere systemniveau.

(2) Systemets statiske relationer er dets struktur, og ofte er det specielt den organisatoriske struktur, der interesserer.

(3) Systemets tilstand kan naturligt beskrives som en vektor, d.v.s. som en liste over de enkelte komponenters tilstand på et givet tidspunkt. Der tales om input - og outputtilstande; netværkets mønster viser en tilstand; en tilstand er resultatet af en proces. Nogle systemer er tilstandsbestemte, d.v.s. de er deterministiske i den forstand, at deres enkelte tilstande kan forudsiges, medens andre er probabilistiske.

(4) Systemets grænser og omgivelser fastlægges mere eller mindre arbitrært. Systemets grænser viser blot, hvad man finder det

3) Ibid., s. 61.

hensigtsmæssigt at medregne til systemet, på samme måde som ved konstruktion af delsystemer. Omgivelserne er ikke "alt andet end systemet", men den del af omverdenen, hvis ændring påvirker systemet.

(6) Et helt fundamentalt led i begrebsapparatet og tankegangen er systemhierarkiet. Et hvilket som helst system kan siges at være et delsystem af et system på et højere niveau, sluttende med "universet". Forskeren kan efter behov "gå op og ned" i systemhierarkiet. I denne sammenhæng kan man nævne den såkaldte "black box"-metode. Man tænker sig, at et system er som en sort kasse, hvor man enten kun kan betragte input- og output-tilstande, eller hvor forskeren kan fastsætte visse inputs og derpå undersøge systemets outputs. Redskabet ved en sådan analyse er et analyseskema med variablerne 1) tid, 2) input-tilstand og 3) output-tilstand.

"Thus, the primary data of any investigation of a Black Box consists of a sequence of values of the vector with two components: (input state, output state).....From this there follows the fundamental deduction that all knowledge obtainable from a Black Box (of given input and output) is such as can be obtained by recoding the protocol".4)

(7) Et system karakteriseres som interdependent, såfremt en ændring i én komponent påvirker andre komponenters eller selve systemets adfærd. Et system er autonomt i det omfang, det er i stand til at styre sig selv, d.v.s. at i jo højere grad systemet træffer sine beslutninger på grundlag af information fra dets "hukommelse" end fra omgivelserne, desto mere autonomt er det. Jo større den interne kommunikation er i forhold til den eksterne, desto større er integrationen i systemet. Og det forhold at en bestemt komponent spiller en ledende rolle i systemet, karakteriserer det som centraliseret.

8) Der er mange andre faktorer af relevans for systemets indre organisation, men disse er nogle af de vigtigste.

(B) "Regulation and maintenance". Flertallet af de begreber, der falder ind under denne kategori, tager sigte på hvorledes et "self-modifying communications network" fungerer. Medens de statiske relationer udgjorde systemets struktur, er andre interrelationer af relevans for systemets selvregulering og styring samt andre dynamiske processer i systemet. Der er stor overlapning mellem dynamik og selvregulering i et system.

4) Ashby, 1964, s. 89.

(1) Man skelner mellem en komponents ydre og indre adfærd. Den ydre adfærd kan defineres som komponentens input og output, som undertiden kaldes attributter. Ved undersøgelsen af et systems ydre adfærd anlægges en terminal approach (Black Box approach), medens man ved analyse af et systems indre adfærd anlægges en målsøgende approach. Et systems indre adfærd specificeres ved de processer og regler, der er afgørende for systemets målsøgende adfærd, tilpasning og som altså bestemmer dets output; det drejer sig med andre ord om systemets transformation, og i princippet kan enhver transformation vises i form af en matrix.

(2) Kommunikation er en proces, hvorved der udveksles information mellem to komponenter, og det hævdes ofte, at kommunikation næsten konstituerer en organisation. Helt fundamentalt er det, at kun gennem kommunikation er en komponent i stand til at påvirke andre komponenter, og kun gennem kommunikation er systemet i stand til at søge mod et mål og tilpasse sig omgivelserne. Gennem kommunikation forbindes to systemer med hinanden, de kobles sammen.

(3) "Informations-decisions-kontrol systemet" er en term, der refererer til det forhold, at kommunikation, beslutningsprocesser, og kontrolprocesser er om ikke identiske så dog så snævert forbundne, at man kan betragte beslutningsprocessen som en udvidelse af kommunikationen og kontrolprocessen som en forlængelse af beslutningsprocessen. Informations-decisions systemet består i princippet af følgende komponenter: (a) et input-aggregat (receptor eller sensor-element) der modtager information fra systemets omgivelser og om systemet selv; (b) et output-aggregat (effektor), der kommunikerer en truffet beslutning eller anden information videre til andre systemer, og det er yderst relevant at beskrive og klassificere den information, der kommer ind i og forlader systemet; (c) lagerenheden fungerer som systemets "hukommelse", og fra denne hukommelsesmekanisme "data from the past are stored and held available for recall and applications to recombination or to action";⁵⁾ og (d) beslutnings- eller kontrolcentret transformerer den fra input-aggregatet og/eller fra "hukommelsen" modtagne information til en beslutning.

(4) Denne beslutningsproces er en informationsbehandlende proces; det er en transformation af den i beslutningsgrundlaget tilste-

5) Deutsch, 1966, s. 206.

deværende information til en beslutning, hvilket implicerer valget af et bestemt handlingsalternativ (eller informationsenhed) blandt en række til rådighed stående handlingsalternativer (eller informationsenheder). De regler, der gælder for transformationsprocessen er beslutningsregler, som kan være mere eller mindre programmerede. Kendes komponentens beslutningsgrundlag og beslutningsreglerne kan man i princippet komme frem til beslutningen, idet denne betragtes som en funktion af beslutningsgrundlaget.

(5) En række operationsprocedurer er af relevans for komponenternes adfærd. Det drejer sig i første række om reglerne for, hvorledes hver komponent skal udføre sin opgave, reglerne for registrering og rapporttagning, og de informationsbehandlende regler, hvor man skelner mellem filterregler, d.v.s. reglerne for kondensering og udvælgelse af såvel eksternt som internt genereret information, og ruteregler, der angiver hvem, der skal kommunikere til hvem om hvad.

(6) Netværket refererer undertiden til selve systemet ("ude i virkeligheden"), og undertiden betegner det blot den billedlige gengivelse af systemet.

(7) Det centrale begreb i et systems styringsmekanisme er "feedback";

"by feedback -or....a servomechanism - is meant a communications network that produces action in response to an input of information, and includes the results of its own action in the new information by which it modifies its subsequent behavior".⁶⁾

De kanaler ad hvilke feedback-informationen løber kaldes et "feedback loop". Den simple målsøgende feedback indebærer en målsituation, en standard; et input af information om systemets faktiske situation; en sammenligning af den faktiske situation med standarden; og som respons hertil skal systemet producere et output for - ved negativ feedback - at formindske forskellen mellem standarden og systemets faktiske situation. Målændrende feedback implicerer, gennem interne forandringer i systemet, en ændring af standarden, målet. Den tredje feedback type er reflektiv målændrende feedback: "If an organization can collect information, store it in a memory, and then reflect upon or examine the contents of the memory for the purpose of formulating new courses of action, it will reached a new level of autonomy".⁷⁾

6) Ibid. s. 88.

7) Churchman et al. 1957, s. 83.

Feedback-mekanismen er et fejlreguleret kredsløb, d.v.s. der kommer først en respons, når visse essentielle variabler overskrider akcepterede grænser; ved "open loop" kontrolsystemer reagerer systemet før de essentielle variabler overskrider disse grænser.

(8) Det selvregulerende system består i princippet af fire elementer. (a) Et mål eller en standard, eller et andet kontrollet punkt, som systemet søger hen mod; (b) en sensor, der indtager information (jvf. s.); (c) et kontrolcenter, der foretager en sammenligning mellem den faktiske tilstand med standarden og som respons herpå træffer beslutning om en ændring af systemets adfærd for at nærme sig målet og vil være koblet til "hukommelsen"; (d) effektoren dirigeres af kontrolcentret og udfører den korrigerende handling. - Det turde være klart, at ingen af de i informations-decisions-kontrol systemet værende elementer kan topografisk lokaliseres til organisatoriske delsystemer.

(9) Det skulle fremgå af foranstående, at det er helt fundamentalt at undersøge forskellige centrale kredsløb i et system og mellem systemet og dets omgivelser; gennem hvilket kanaler overføres informationen, og hvilken rolle har de enkelte komponenter i systemets styrings- og selvreguleringsmekanisme, og hvilke integrerede kredsløb findes i systemet.

(10) Ofte behandles forskellige typer af selvregulerende systemer, således stabile systemer, systemer i ligevægt, homeostatiske systemer, "steady-state maintenance" eller andre specielle typer.

(C) "Dynamics and change". Problemerne behandlet under denne kategori drejer sig om "non-disruptive change, responses to altered environmental conditions, and internally generated processes of change."⁸⁾

(1) Det gælder først og fremmest tilpasning, d.v.s. dets evne til at tilpasse sig ændrede forhold i omgivelserne, og systemets evne til at lære af tidligere erfaring. (2) Forskellige væksttyper, (3) ændringer i systemet og (4) systemets mål og disses formulering er også genstand for systemanalytikerens interesse.

(D) "Decline and breakdown. This final group of concepts emphasizes problems of disruption, dissolution and breakdown"⁹⁾ og omfatter (1) stress i systemet, (2) forstyrrelser fra omgivelserne, (3)

8) Young, 1968, s. 62.

9) Ibid. s. 62.

forskellige typer "overload", d.v.s. input af information, som systemet ikke eller kun vanskeligt kan behandle, og (4) visse andre faktorer. - Denne meget summariske gennemgang af en række centrale systemanalytiske begreber prætenderer på ingen måde at være udtømmende, og dens korte form fordrejer måske nogle af dem.

II. Enkelte systemanalytiske metoder.

At give en gennemgang af de mange systemanalytiske metoder rækker langt ud over såvel forfatterens intentioner som kunnen, og i det følgende skal derfor blot nogle af de vigtigste principper i en del systemanalytiske metoder skitseres.

(1) Kommunikationsmatricer¹⁰⁾ er yderst anvendelige ved analyse af kommunikationsmønstrene i et system. Der anvendes en kvadratisk matrix indeholdende systemets komponenter på et givet systemniveau. Elementet angiver, hvorledes kommunikationen foregår mellem komponenten i matrixens i'te række og komponenten i matrixens j'te søjle; den talværdi matrixens elementer tillægges, refererer i kodeform til kommunikationens art, retning, kontaktfrekvens o.s.v. Multipliseres en sådan matrix med sig selv, får man information om, hvilke komponenter, der er i kontakt med hinanden gennem "to trin", og gennem successive multiplikationer får man matricer på et højere niveau. Sådanne vejlængdematricer giver information om kommunikationssystemet, og ofte kan en indikator som "relativ centralitet" være nyttig. Det kan desuden være nyttigt at lave en kommunikationsmatrix i forbindelse med en undersøgelse af informationsbehovet for hver enkelt komponent i beslutningssystemet.

(2) Diagrammering¹¹⁾ er et meget anvendt hjælpemiddel ved systemanalyser. Følgende den almindelige fremgangsmåde i en hvilken som helst systemanalyse, afgrænses først systemet, derpå nedbrydes systemet til delsystemer, hvorpå delsystemerne kobles sammen til totalsystemet igen. Det generelle funktionsdiagram viser, hvorledes komponenterne udfører visse aktiviteter samt hvilke tilstande, der

10) Se specielt Kramer, 1965, om matricer og deres anvendelse; i øvrigt henvises til den såkaldte grafteori.

11) Om diagrammeringsmetoder og hele teknikken i forbindelse med administrativ systembeskrivelse henvises foruden til Nielsen og Printz, 1966, til ANDERSEN, Chr., Mogens Arentzen og Anders Petersen: Systembeskrivelse, København 1968, og til HEISE, Ole: Håndbog i administrativ EDB og systemarbejde, (Kbh.) 1969.

resulterer af sådanne processer: denne diagramtype er specielt egnet til oversigter. Andre diagramtyper viser kun, hvilke tilstande, der fremkommer i systemet; i princippet er en serie af tilstande en såkaldt "trajecgory" eller adfærdsbane svarende til transformationen i systemet. Andre diagramtyper er f.eks. mediediagrammer, procesdiagrammer, o.s.v.; hver diagramtype sætter bestemte problemer i centrum. Ved at læse sådanne diagrammer kan man følge de processer og tilstande, der karakteriserer et systems adfærd. Og diagrammer kommunikerer mønstre langt bedre end verbale beskrivelser.

(3) Af andre metoder kan nævnes netværksmetoderne¹²⁾ P.E.R.T. (Program Evaluation And Review Technique) og C.P.M. (Critical Path Method). Hovedtanken er at afbilde de processer, der indgår i et projekt, som har en veldefineret start- og sluttetilstand; interrelationerne er en række kronologiske ordningsrelationer. Netværksmetoden udviklet i forbindelse med det amerikanske Polaris-program, og metoderne kan anvendes ved tidsplanlægning af projekter, f.eks. et nyt byggeri, produktudvikling, indførelse af et nyt administrativt system o.s.v.

(4) Beslutningstabeller¹³⁾ kan anvendes ved såvel beskrivelse af handlingsforløb som ved beskrivelse af en beslutningsproces. Tabellen er en formalisering af et systems beslutningsregler; den består af en række betingelser og en række handlinger, og beslutningsreglerne specificerer forholdet mellem betingelser og handlinger, således at den viser under hvilke betingelser, hvilke alternative handlinger skal udvælges. Kender man informationen i komponentens beslutningsgrundlag og beslutningsreglerne, kan man slutte sig til beslutningen: det valgte handlingsalternativ. Beslutningstabeller kan med fordel anvendes ved en analyse af rutinebeslutninger i et system.

(5) "Simulation, as a social science research technique, refers to the construction and manipulation of an operating model, that model being a physical or symbolic representation of all or some aspects of a social or psychological process. Simulation, for the social scien-

12) Om netværksmetode se EVARTS, Harry F.: Introduction to PERT, Boston 1964.

13) Som note 11.

tist, is the building of an operating model of individual or group process and experimenting on this replication by manipulating its variables and their interrelationships".¹⁴⁾

En lang række systemer kan simuleres¹⁵⁾ (= efterlignes), kundeankomster til et offentligt kontor, en krisesituation i NATO, et militært varslingsystem o.s.v., og jo mere realistisk modellen er, desto bedre bliver resultatet. Man sonderer ofte mellem (1) spil ("gaming"), hvor simuleringen foregår med menneskelige aktører i et laboratorium, (2) maskinsimulering, der kræver anvendelse af en datamat, og (3) menneske-maskine simuleringer. Eksempler på simuleringer er "Inter-Nation Simulation" og kømodeller. - Ofte mangler statskundskaben relevante empiriske data, og parametriseringen af den model, der simuleres kan volde store vanskeligheder.

En anvendelig simuleringsmetode er den såkaldte "Monte Carlo"-teknik: man fastlægger ved simulering af et eksperiment visse probabilitetsegenskaber ved et system ved hjælp af "random sampling". Man tillægger visse udfald nogle sandsynligheder og simulerer derpå disse udfald ved hjælp af tilfældige tal; en "naiv håndsimulering" kan foretages ved successivt at læse talpar fra en tabel over tilfældige tal, medens man i praksis vil lade en datamat generere de tilfældige tal, og datamaten kan behandle alle sandsynlighedsfordelinger. Deterministiske systemer kan selvfølgelig også simuleres.

Slutning.

Det er vanskeligt at sige i hvor høj grad og på hvilke

14) DAWSON, Richard E.: "Simulation in the Social Sciences." i Harold Guetzkow (ed.): Simulation in the Social Science. Reader, New York 1962, s. 3.

15) Om simuleringsproblemer henvises i almindelighed til GUETZKOW, Harold (ed.) Simulation in the Social Science. Reader, New York 1962; GUETZKOW, Harold et al. (eds.) Simulation in International Relations. Developments for Research and Teaching, Englewood Cliffs 1963; McMILLAN, Claude og Richard F. Gonzalez: Systems Analysis. A Computer Approach to Decision Models, Homewood 1965; samt til Churchman et al., 1957.

områder statskundskaben og dens deldiscipliner med fordel kan anvende et systemteoretisk begrebsapparat og systemanalytiske metoder, men der er intet, der tyder på, at dette ikke skulle være tilfældet. Systemanalyse er hverken bedre eller rigtigere end andre metoder eller approaches, men den har den fordel, at den byder på et anvendeligt og konsistent (og psykologisk tilfredsstillende) begrebsapparat og knytter forbindelse til en række brugbare og mere eller mindre teknisk sophisticatede metoder. Der er grund til at tro, at systemanalysen kan pege på relevante forhold og problemer, som forskeren tidligere ikke var opmærksom på.