

Operationsanalyse

Af Ove Hedegaard*)

Resumé

En beskrivelse af udviklingen indenfor operationsanalysen, i det følgende kaldet OR, og dens betydning for ledelsepraksis kan gribes an på mange forskellige måder. Jeg har valgt først at se på nogle grundlæggende begreber til karakterisering af OR herunder dens metode. Dernæst et kort historisk rids om udviklingen og hvilke problemområder, der primært har været behandlet. Endelig skal der afslutningsvis gøres et forsøg på at placere OR i en større teoretisk sammenhæng for derigennem at kunne forklare udviklingen og pege på mulige udviklingstendenser.

1. Hvad er OR?

Der er gennem tiden givet mange definitioner på OR, lige fra at OR er en arbejdsform og holdning, som visse personer udviser i deres måde at løse problemer på, og til at OR er anvendelse af matematisk/statistisk metode til løsning af praktiske problemer. Der er dog gennemgående enighed om, at OR beskæftiger sig med problemløsning under en eller anden form, og at der til hjælp ved problemløsningen anvendes modeller.

Nu kan et problem, en situation eller et fænomen søges forklaret på mange forskellige måder, idet man kan beskrive og forklare et fænomen med udgangspunkt i vidt forskellige teorier. Skal man f.eks. beskrive et fænomen i en virksomhed/organisation, må man vælge et beskrivelsessystem. Man kan beskrive og redegøre for de iagttagne fæno-

*) Civilingeniør, lektor. Metodeforskningsgruppen. Handelshøjskolen i København.

Operationsanalyse

Af Ove Hedegaard*)

Resumé

En beskrivelse af udviklingen indenfor operationsanalysen, i det følgende kaldet OR, og dens betydning for ledelsepraksis kan gribes an på mange forskellige måder. Jeg har valgt først at se på nogle grundlæggende begreber til karakterisering af OR herunder dens metode. Dernæst et kort historisk rids om udviklingen og hvilke problemområder, der primært har været behandlet. Endelig skal der afslutningsvis gøres et forsøg på at placere OR i en større teoretisk sammenhæng for derigennem at kunne forklare udviklingen og pege på mulige udviklingstendenser.

1. Hvad er OR?

Der er gennem tiden givet mange definitioner på OR, lige fra at OR er en arbejdsform og holdning, som visse personer udviser i deres måde at løse problemer på, og til at OR er anvendelse af matematisk/statistisk metode til løsning af praktiske problemer. Der er dog gennemgående enighed om, at OR beskæftiger sig med problemløsning under en eller anden form, og at der til hjælp ved problemløsningen anvendes modeller.

Nu kan et problem, en situation eller et fænomen søges forklaret på mange forskellige måder, idet man kan beskrive og forklare et fænomen med udgangspunkt i vidt forskellige teorier. Skal man f.eks. beskrive et fænomen i en virksomhed/organisation, må man vælge et beskrivelsessystem. Man kan beskrive og redegøre for de iagttagne fæno-

*) Civilingeniør, lektor. Metodeforskningsgruppen. Handelshøjskolen i København.

mener ved hjælp af forskellige teorier og dertil hørende begrebskategorier eller sprog: Økonomiske, magtpolitiske, psykologiske o.s.v. Der foregår altså en bevidst selektion, en bevidst udvælgelse eller en bevidst abstraktion fra helheden, når man anvender en teori for at beskrive og forklare det fænomen man vil undersøge. En model består altså i en forenkling af virkeligheden, ved at man udvælger visse træk og egenskaber ved et fænomen og beskriver disse egenskaber i et bestemt system/sprog.

Det anvendte sprog i OR sammenhæng er det beslutningsteoretiske – udtrykt i symbolske modeller som oftest ved anvendelse af matematisk notation. Fordelen ved at anvende matematiske symbolske modeller ligger i deres meget store fleksibilitet. Dertil kommer, at det matematiske-statistiske sprog er et uhyre præcist sprog, hvor der findes helt faste og vedtagne regler for manipulation med symbolerne. Deri ligger også en stor risiko, idet man let forledes til at tro, at den store præcision og stringens, der gælder for modellen, også gælder for det virkelige fænomen, der er afbildet på modellen. Dette problem vil jeg vende tilbage til senere i artiklen.

2. OR's metode

Den operationsanalytiske metode har sit udgangspunkt i klassisk naturvidenskab og dens søgen efter kausalrelationer. Ackoff 1968 beskriver således grundstrukturen i en OR model, som

$$M(x) = f(x, y)$$

hvor

$M(x)$ er systemets målopfyldelse ved aktiviteten x .

x er de variable, der kontrolleres af beslutningstageren.

y er de variable og konstanter, der ikke kontrolleres af beslutningstageren, men som påvirker M , og endelig er

f den antagne funktionssammenhæng mellem x , y og M

Denne generelle formel leder næsten automatisk frem til den analyseproces, der ofte karakteriserer operationsanalytikerens arbejdsmåde. Hovedtrækkene i analyseprocessen skal her gengives i overensstemmelse med Johnsen 1964.

I *første fase* søges der skabt klarhed over hvem beslutningstageren (en eller flere) er, hvilken målsætning han/hun har, hvilke variable beslutningstageren kontrollerer og hvilke variable og konstanter der ligger udenfor beslutningstagerens kontrol.

I *anden fase* søges opstillet en model, der er karakteriseret ved at indeholde en målsætningsafbildning, $M(x)$, en aktivitetsafbildning, x , en informationsafbildning, y , samt de kausalrelationer, f , der sammenknytter M , x og y .

I *tredie fase*, der kaldes definitionsfasen, defineres samtlige elementer, der indgår i modellen. D.v.s. man fastlægger hvordan hvert element skal forstås og hvad der menes med det.

Måling, der er den *fjerde fase*, består i at man fastlægger måleskalaer for samtlige elementer og enten direkte foretager måling af de enkelte elementer eller benytter tidligere registrerede oplysninger til at fastsætte deres værdi.

Femte fase er løsning og kontrol. Her udføres de beregningsmæssige operationer modellen tilsiger. Det kan enten være at finde det sæt værdier for x der giver maksimal målopfyldelse – man taler da om en optimeringsmodel – eller det kan være at indsætte forskellige værdisæt for x og beregne den deraf følgende målopfyldelse – man taler da om en eksperimentmodel.

3. Operationsanalysens arbejdsområde

Begrebet operationsanalyse opstod under anden verdenskrig og har sit udspring i en analyse af den enkelte militære operation. Der kunne her formuleres nogle ret klare problemstillinger gående ud på, at med givne begrænsede ressourcer at opnå den størst mulige effekt enten ved beskyttelse af egne områder eller ved beskadigelse af modpartens. Det, at problemstillingen var ret klar, var dog ikke ensbetydende med at løsningen var simpel. Man forsøgte her at gå nye og utraditionelle veje, idet man stillede ikke militære folk, hovedsagelig matematikere og statistikere, overfor disse militære problemer. Det viste sig at en række militære problemer kunne afbildes på matematiske modeller, hvor en effektivitetsfunktion skulle maksimeres under hensyntagen til

en række begrænsninger. Af typiske problemstillinger, der blev løst ved hjælp af sådanne modeller, kan nævnes udlægning af minefelter, planlægning af bombetogter, sammensætning af konvojer, afpatruljering af store områder og meget andet.

Efter krigen fortsatte udviklingen af operationsanalysen indenfor militæret, men man begyndte samtidig at få øjnene op for at en række af de principper, metoder og teknikker der var blevet anvendt på militære operationer også kunne anvendes indenfor privat og offentlig virksomhed, hvor det gjaldt om at opnå den bedst mulige udnyttelse af knappe ressourcer. Det blev her i første række indenfor det logistiske system, transport, lager og produktion, at operationsanalysen blev taget i anvendelse.

Operationsanalysens virkelige gennembrud kom dog først i slutningen af halvtredserne og op gennem tredserne. Dette hænger nøje sammen med den teknologiske udvikling, hvor der indenfor produktionen sker en stærk mekanisering og specialisering, hvorved produktionsapparatet skifter fra at være arbejdskraftintensiv til at være kapitalintensiv.

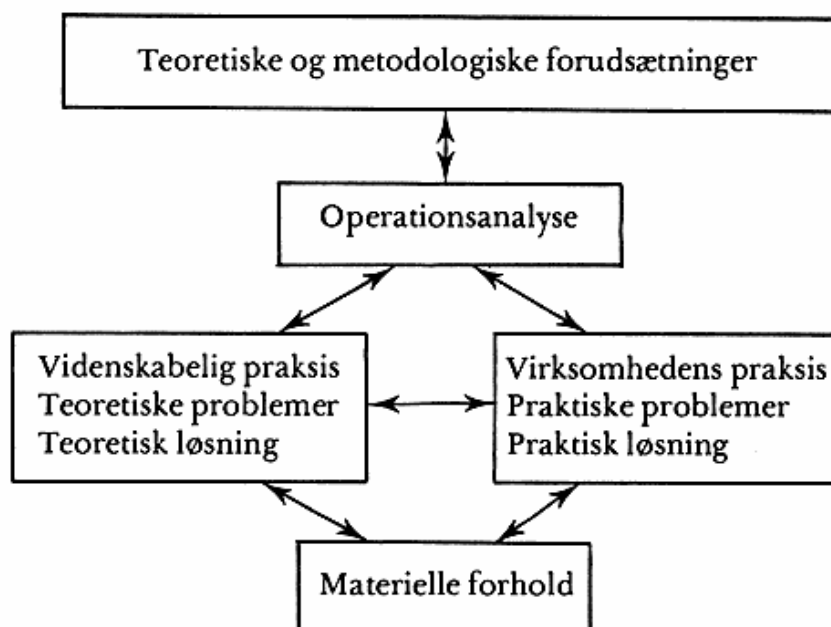
Denne udvikling stiller nogle nye krav til ledelsen og operationsanalysen bliver her et af de værktøjer, der bliver taget i brug. Samtidig har udviklingen i EDB-teknologien gjort det muligt for den enkelte virksomhed at få gennemregnet og løst store komplicerede matematiske modeller. En kompliceret produktionsmodel som f.eks. for et olieraffineri kan indeholde flere tusinde ligninger med titusindvis af variable og kan simpelthen ikke løses uden hjælp af en datamat.

I takt med udviklingen af metoder og EDB-teknologi har operationsanalysens arbejdsområde udviklet sig fra primært at være det logistiske område til at omfatte så godt som samtlige virksomhedens funktioner på alle niveauer, ligesom der i dag næppe kan nævnes nogen branche – det være sig indenfor den private eller den offentlige sektor – hvor operationsanalysen ikke har været eller bliver brugt til løsning af konkrete ledelsesproblemer.

4. Operationsanalysen i teoretisk sammenhæng

Operationsanalysen kan lige så lidt som en hvilken som helst anden disciplin betragtes isoleret. For at kunne forstå operationsanalysens an-

vendelse, samt for at gisne om den fremtidige udvikling, er det nødvendigt at placere den i en større sammenhæng, hvilket er forsøgt gjort i følgende figur.



Operationsanalysens *teoretiske grundlag* er, som tidligere nævnt, den klassiske naturvidenskab og dens søgen efter kausalrelationer kombineret med systemteorien, der anlægger et helhedssyn og som i sit rekursivitetsprincip angiver principper for dekomponering af store komplekse systemer til mindre og overskuelige delsystemer. Hvad angår de *metodologiske forudsætninger* må man først og fremmest pege på et veludviklet matematisk-statistisk begrebsapparat, men herudover trækker operationsanalysen på en række andre fagdiscipliner som økonomi, datalogi, psykologi, biologi o.s.v. Dette medfører, at operationsanalysen ofte betragtes som en tværfaglig disciplin og at der undervises i operationsanalyse indenfor vidt forskellige uddannelser. Det er også karakteristisk, at operationsanalytikere har vidt forskellig uddannelse samt at OR-grupper ofte sammensættes af personer med yderst forskellig baggrund.

Operationsanalysens bidrag til den *videnskabelige praksis* og til opstilling og løsning af teoretiske problemer må nok siges at være ret be-

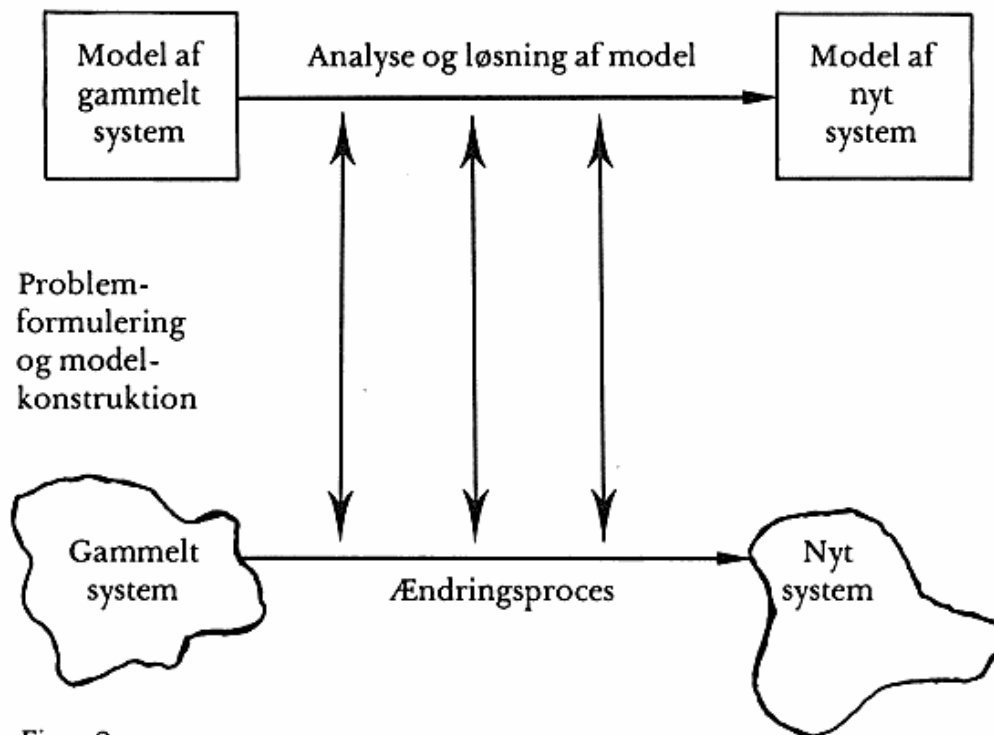
grænset, og den indskrænker sig stort set til den matematiske optimeringsteori og til en vis grad til opstillingen af en simuleringsteori.

Operationsanalysen beskæftiger sig med løsningen af praktiske problemer. Herved kommer *virksomhedens praksis* til at spille en afgørende rolle for operationsanalysens udvikling. Ligeledes har udviklingen af de *materielle forhold*, produktionsapparatet, eksempelvis den tidligere nævnte EDB-teknologi, dels nødvejdiggjort og dels muliggjort en udvikling af operationsanalytiske styringsmetoder, der igen har kunnet bidrage til en mere effektiv udnyttelse af ressourcerne, herunder produktionsapparatet.

Et beslutningsproblem indeholder både kvantitative og kvalitative aspekter og som det er fremgået af det tidligere fokuserer operationsanalysen hovedsagelig på de kvantitative dele af problemkomplekset. Her kan vi igen inddrage systemteorien og dens udsagn om, at helheden er mere end summen af de enkelte dele og at vekselvirkningen mellem delene er af afgørende betydning. D.v.s. der fokuseres hele tiden på om udvælgelsen af de kvalitative og/eller kvantitative aspekter er relevante, om forholdet mellem de kvalitative data og kvantificeringen af samme er korrekt, altså måles det der ønskes målet? Vekselvirkningen mellem elementerne er et overordnet princip, og derfor også overordnet kausalrelationerne; herved forstås, at når en kausalrelation anvendes, må den hele tiden beskrives og forklares ud fra helhedens synsvinkel.

En sådan operationsanalytisk arbejdsproces betyder, at en vellykket operationsanalyse forudsætter et aktivt samspil mellem på den ene side operationsanalytiker/konsulent og på den anden side brugeren/klientsystemet, d.v.s. vekselvirkning mellem den videnskabelige praksis og virksomhedens praksis. Herved skabes muligheden for en søge-lære proces hvor både konsulent og klient, gennem arbejdet med problemformuleringen og modelopstillingen, opnår en større indsigt i og forståelse for virksomheden/organisationen både kvalitativt og kvantitativt. Operationsanalysens opgave bliver her i mindre grad at opstille komplekse matematiske modeller, der kan beregne den optimale løsning på et veldefineret problem, men derimod i højere grad at medvirke i en læreproces, hvor modellen bliver det fælles grundlag for en dialog mellem konsulent og klient.

Steen Hildebrandt 1978 anskueliggør denne proces i følgende figur.



Figur 2.

Hildebrandt siger: OR-processen ses her som et samarbejde mellem på den ene side operationsanalytikerne og på den anden side forskellige interessenter, inklusiv ledelsen, der har direkte erfaring med problemet og de omgivelser, hvori en løsning må fungere og som er interesserede i processen og i systemets nye tilstand.

5. Udviklingstendenser

Med udgangspunkt i figur 1 kan udviklingstendenserne groft deles op i to hovedområder: dels en mere teoretisk præget og dels en mere praksis relateret, hvor det dog skal understreges, at der for operationsanalysens vedkommende er en meget kraftig vekselvirkning mellem de to områder. På det teoretiske område sker der en stadig udvikling af nye og bedre løsningsmetoder; specielt skal nævnes udviklingen af en

række standardiserede EDB-algoritmer med tilhørende problemformuleringsprog for en række hyppigt forekommende problemstillinger. Her kan nævnes lineær programmering, heltalsprogrammering, en række simulationssprog til beskrivelse af såvel stokastiske som deterministiske systemer og mange andre.

Operationsanalysens praksis har i halvfjerdserne gået i retning af en mere procesorienteret udvikling, en udvikling der efter al sandsynlighed vil fortsætte. Denne udvikling medfører nogle ændrede krav både til operationsanalytikeren og til de modeller der anvendes. Det er ikke tilstrækkeligt, at operationsanalytikeren forstår sin model og står inde for, at den er korrekt. Hvis den skal kunne anvendes i praksis, må modelsproget være fuldt forståeligt for både konsulent og klient. Der er her en vis erfaring for, at eksperimentmodeller, enten i form af egentlig stokastiske simuleringer eller i form af konsekvensberegninger, er en velegnet modelstruktur at anvende i en søge-lære proces. Det må forventes, at denne udvikling i praksis vil virke tilbage på den teoretiske udvikling, og at der her vil blive lagt stor vægt på, at udvikle hensigtsmæssige og let forståelige eksperimentmodeller til afbildning af komplekse menneske-maskin systemer.

Litteraturliste:

- Ackoff, Russell L.: *Scientific Method, Optimizing Applied Research Decisions*, Wiley, New York, 1962.
- Ackoff, Russell, L. & M. W. Sasieni: *Fundamentals of Operations Research*, Wiley, London 1968.
- Hedegaard, Ove og Per Ellervik (red.): *Operationsanalytiske cases I*, Nyt Nordisk Forlag, København 1976.
- Hildebrandt, Steen: *From Manipulation to Participation in the Operations Research Process*. Haley, K. B., ed.: *OR'78*, North-Holland Publishing Compagny 1978.
- Johnsen, Erik: *Analyseprocessen*. *Erhvervsøkonomisk Tidsskrift* nr. 2, 1964.
- Johnsen, Erik, Ove Hedegaard og Per Ellervik: *Introduktion til Operationsanalyse*, Nyt Nordisk Forlag, København 1976.
- Wagner, Harvey M.: *Principles of Operations Research, with Applications to managerial Decisions*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New York, 1969.

række standardiserede EDB-algoritmer med tilhørende problemformuleringsprog for en række hyppigt forekommende problemstillinger. Her kan nævnes lineær programmering, heltalsprogrammering, en række simulationssprog til beskrivelse af såvel stokastiske som deterministiske systemer og mange andre.

Operationsanalysens praksis har i halvfjerdserne gået i retning af en mere procesorienteret udvikling, en udvikling der efter al sandsynlighed vil fortsætte. Denne udvikling medfører nogle ændrede krav både til operationsanalytikeren og til de modeller der anvendes. Det er ikke tilstrækkeligt, at operationsanalytikeren forstår sin model og står inde for, at den er korrekt. Hvis den skal kunne anvendes i praksis, må modelsproget være fuldt forståeligt for både konsulent og klient. Der er her en vis erfaring for, at eksperimentmodeller, enten i form af egentlig stokastiske simuleringer eller i form af konsekvensberegninger, er en velegnet modelstruktur at anvende i en søge-lære proces. Det må forventes, at denne udvikling i praksis vil virke tilbage på den teoretiske udvikling, og at der her vil blive lagt stor vægt på, at udvikle hensigtsmæssige og let forståelige eksperimentmodeller til afbildning af komplekse menneske-maskin systemer.

Litteraturliste:

- Ackoff, Russell L.: Scientific Method, Optimizing Applied Research Decisions, Wiley, New York, 1962.
- Ackoff, Russell, L. & M. W. Sasieni: Fundamentals of Operations Research, Wiley, London 1968.
- Hedegaard, Ove og Per Ellervik (red.): Operationsanalytiske cases I, Nyt Nordisk Forlag, København 1976.
- Hildebrandt, Steen: From Manipulation to Participation in the Operations Research Process. Haley, K. B., ed.: OR'78, North-Holland Publishing Compagny 1978.
- Johnsen, Erik: Analyseprocessen. Erhvervsøkonomisk Tidsskrift nr. 2, 1964.
- Johnsen, Erik, Ove Hedegaard og Per Ellervik: Introduktion til Operationsanalyse, Nyt Nordisk Forlag, København 1976.
- Wagner, Harvey M.: Principles of Operations Research, with Applications to managerial Decisions, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New York, 1969.