

# Adaptiv multimålkontroll – idéunderlag, implementerings- principer och relevans för problemlösning

---

Christer Carlsson\*)

Med ett *problem* förstår vi vanligen en situation i vilken vi har flera möjliga handlingsalternativ vilkas följder inte är helt kända för oss – så att vår kunskap kan variera från en nästan total okunskap till en rätt hög grad av säkerhet om följderna. Dessutom är det nödvändigt att vi kan formulera någon typ av preferenser för följderna; är följderna likgiltiga för oss är problemet inte meningsfullt vilket vi här skall jämföra med att vi inte har något problem.

En företagsekonoms främsta ambition är att utforska, beskriva, förklara och förutsäga utvecklingen i samspelet mellan företaget och dess omvärld, och att förklara hur detta samspel skall kunna bibringas något bestämt utvecklingsmönster. Existerar det olika programalternativ för att skapa detta mönster, och anger företaget någon typ av preferenser för olika möjliga utvecklingsmönster, har vi en *problemsituation*.

En *lösning* till ett problem består i att vi tillräckligt väl lärt känna följderna av de olika handlingsalternativen, på basen av våra preferenser kunnat urskilja ett eller flera alternativ som »de bästa«, och kunnat omsätta dessa alternativ i praktisk verksamhet.

---

\*) Ekon. dr., Lectio præcursoria vid doktorsdisputation den 21.05.1977 vid Handelshögskolan vid Åbo Akademi.

# Adaptiv multimålkontroll – idéunderlag, implementerings- principer och relevans för problemlösning

---

Christer Carlsson\*)

Med ett *problem* förstår vi vanligen en situation i vilken vi har flera möjliga handlingsalternativ vilkas följder inte är helt kända för oss – så att vår kunskap kan variera från en nästan total okunskap till en rätt hög grad av säkerhet om följderna. Dessutom är det nödvändigt att vi kan formulera någon typ av preferenser för följderna; är följderna likgiltiga för oss är problemet inte meningsfullt vilket vi här skall jämföra med att vi inte har något problem.

En företagsekonoms främsta ambition är att utforska, beskriva, förklara och förutsäga utvecklingen i samspelet mellan företaget och dess omvärld, och att förklara hur detta samspel skall kunna bibringas något bestämt utvecklingsmönster. Existerar det olika programalternativ för att skapa detta mönster, och anger företaget någon typ av preferenser för olika möjliga utvecklingsmönster, har vi en *problemsituation*.

En *lösning* till ett problem består i att vi tillräckligt väl lärt känna följderna av de olika handlingsalternativen, på basen av våra preferenser kunnat urskilja ett eller flera alternativ som »de bästa«, och kunnat omsätta dessa alternativ i praktisk verksamhet.

---

\*) Ekon. dr., Lectio præcursoria vid doktorsdisputation den 21.05.1977 vid Handelshögskolan vid Åbo Akademi.

Den metod företagsekonomisk teoribildning vanligen rekommenderar för problemlösning kan karaktäriseras som *reduktionistisk, mekanistisk* och som en exponent för ett *analys/syntesförfarande*:

- reduktionismen bygger på antagandet att alla aspekter på en problemsituation kan reduceras, dekomponeras eller sönderdelas i element, så att man genom ett,
- analys/syntesförfarande kan beskriva dessa element, och/eller förklara deras funktion, och genom att sammanfoga delförklaringar kan få fram en bild av utgångssituationen; härvid eftersträvas en,
- (mekanistisk) förklaringsmodell som bygger på enkla orsaks- verkan samband.

Denna metod påminner osökt om t.ex. felsökning i en bilmotor så att problemsituationen »för stor oljekonsumtion« återförs på cylinderpackningen, oljeringarna, vevstakslagren etc.

Den mest utvecklade tillämpningen i företagsekonomisk teoribildning av denna metod, *operationsanalysen*, har kunnat producera en serie effektiva och eleganta instrument för problemlösning, ss. lineär programmering för taktiska planeringsproblem, ködmodeller för att reglera kösituationer, lagermodeller för att bemästra lagerhållningsproblem, dynamisk programmering för sekvensproblem, osv. Den verklighet som möter våra problemlösningssinstrument har dock visat sig vara mera komplex, och svarare att hantera, än den för vilken våra tekniker skulle vara mest lämpande. Därför har operationsanalysens modeller inte i alla avseenden kunnat uppfylla de krav vi ställt på dem.

En följd av detta är att det under 1970-talet uppstått en kraftig och vederhäftig kritik mot operationsanalysens metod. En kritik som gått ut på att metoden inte lämpar sig för »verklig« problemlösning. Några av kärnpunkterna i kritiken är,

- att då vi i vår analys utnyttjar lineära samband mellan några få variabler är detta en för stor förenkling av en verklighet som representeras av diffusa samband mellan dåligt strukturerade begreppscomplex,
- att då vi konstruerar en statisk bild av ett komplext sammanhang för att komma åt med ett analysverktyg, då skulle vi komma betydligt närmare verkligheten med att utnyttja dynamiska samband,

- att där vi för att lösa ett ekvationssystem föredrar deterministiska samband, kräver en realistisk avbildning stokastiska samband,
- att där vi bedömer relevansen för en problemlösning med avseende på en målsättning, där borde vi simultant beakta flera mål,
- och att där vi opererar med begrepp av en enda klass skulle en rättvisande bild av problemsituationen kräva att vi utnyttjar begrepp av olika klasser.

Och enligt kritiken uppträder inte dylika situationer var för sig som exklusiva objekt för avancerade övningar i kreativt problemlösande – de uppträder tvärtom i komplex och är exempel på sk. vardagsproblem.

Ackoff (1974) har introducerat begreppet »mess«, som han föreslår att kunde ge en ganska träffande beskrivning av vad ett problem egentligen är. En »mess« är ett komplex av problemsituationer som samverkar, så att händelse- eller handlingsalternativen är invävda i varandra, och följderna av dem samverkar slumpmässigt eller systematiskt antingen vid en tidpunkt eller över en tidsperiod.

För att angripa ett dylikt komplex är vår vanliga problemlösningsteknik inte helt relevant; för ett komplex gäller nämligen, att

- en helhet har egenskaper som är helhetsberoende och som går förlorade om denna bryts sönder (t.ex. genom ett analysförfarande); egenskaper som inte återvinns ens genom en syntes,
  - många observerade effekter har inte bara *en* »förklarande« orsak, utan bygger på en samverkan mellan flera orsaker som samtliga är nödvändiga, men av vilka ingen ensam är tillräcklig för att »förklara« effekten,
  - perspektivet på en helhet (t.ex. ett »problem«) förändras om man ser den som en del av en större helhet,
- vilket för med sig att en metod som är reduktionistisk och mekanistisk orätt använd kan förorsaka de mest oanade effekter.

Ackoff (1974) introducerar begreppen *expansionism*, *syntes* och *teleologi* som centrala karaktäristikor för en metod som kunde utnyttjas för att angripa en »mess«:

- expansionismen utgår från att alla aspekter på en situation eller ett tillstånd borde uppfattas som delar av en större helhet,

- en strävan till syntes är ett försök att förklara observationer som delar av en större helhet och att härleda deras egenskaper från denna,
- ett teleologiskt beteende är målsökande eller ändamålsenligt.

Expansionism och syntes kan vi återge med hjälp av *systemteorins* begrepp, medan det är känt att *adaptiva funktioner* och *sök-lär funktioner* under vissa förutsättningar kan karakteriseras som teleologiska (jfr. Ashby, 1970).

Om en »mess« är en träffande beskrivning av ett problem, och traditionell problemlösningsmetodik i företagsekonomisk teoribildning inte är relevant för att angripa en »mess«, följer att en metod för att behandla en »mess« skulle utgöra ett väsentligt tillskott till företagsekonomisk teoribildning, och skulle bidra till att utveckla våra problemlösningsinstrument i riktning mot en högre grad av realism. För en företagsekonom är det en relevant uppgift att försöka utveckla en sådan metod.

Det återstår då att introducera begrepp som kunde tjäna som en förmedlande länk mellan företagsekonomisk teoribildning och de rätt allmänna begreppen »expansionism«, »syntes« och »teleologi«; som redan antytts skall här utnyttjas systemteori och principerna för adaptiva och sök-lär funktioner.

## Adaptiv multimålkontroll – en intuitiv beskrivning

Ett *system* är en mängd av element som samtliga påverkar *och* påverkas av minst ett annat element via en mängd av relationer. Element som har någondera av – men inte båda – dessa egenskaper säges bilda systemets *omgivning*. Dessa två enkla definitioner är en del av grunden för systemteorin och är centrala för konstruktionen av systemmodeller; vi skall här utnyttja systembegreppet för att introducera *adaptivitet* och *adaptiv multimålkontroll*.

*Adaptivitet* innebär väsentligen en förmåga hos ett system att anpassa sig självt eller påverka sin omgivning så att systemets funktion inte störs av förändringar i dess omgivning och/eller struktur.

En gepard som jagar en antilop anpassar sina rörelser både till antilopens lopp och till dess flyktrutt, dvs. till dess förväntade rörelse. Ett företag som noterat en kraftig försäljningsminskning av en produkt X

på marknaden A, reagerar med att ändra sin marknadsföringsinsats för X från »passiv« till »aggressiv«. Vi beskriver vanligen gepardens rörelse som målsökande medan företagets åtgärder, kan karaktäriseras som ändamålsenliga; både geparden och företaget kan sägas visa *adaptivt beteende*.

Med ett systems *funktion* förstår vi en serie tillståndändringar i systemets element och relationer, som antingen är simultana för en tidpunkt eller följer varandra i sekvens under en tidsperiod.

Ett system kan sägas *kontrollera* ett annat system, eller sig självt, om dess funktion är nödvändig och/eller tillräcklig för att påföra det andra systemet (eller sig självt) en viss funktion, och denna är nödvändig och/eller tillräcklig för att realisera ett eller flera relevanta mål (jfr. Ackoff, 1971). Med *mål* skall vi i ett systemsammanhang förstå att systemet befinner sig i ett tillstånd – som definieras av elementens och relationernas tillstånd – som är i någon mening önskvärt.

Vi kan därefter koppla samman de två begreppen och får då *adaptiv kontroll*: Ett system kontrollerar ett annat system (eller sig självt) *adaptivt* om det kan utveckla en funktion som utgör en verksam respons till en påverkan på systemet, och funktionen innefattar nödvändiga och/eller tillräckliga förutsättningar för att realisera ett eller flera relevanta mål.

Om ett system som utöver en adaptiv kontroll opererar med flera mål, så att dessa skall realiseras antingen alla samtidigt eller på något sätt turvis under en viss tidsperiod, är kontrollen en *adaptiv multimålkontroll*.

## Implementeringsprinciper

För att utnyttja adaptiv multimålkontroll – och teleologiska funktioner överhuvudtaget – i ett företagsekonomiskt sammanhang är det nödvändigt att utveckla ett implementeringsunderlag. Det har nämligen visat sig att försöken att »översätta« begrepp och begreppshelheter från kontrollteorin, och från teoribildningen omkring teleologiska funktioner, vanligen resulterar i verbalt tilltalande men innehållsmässigt intetsägande begrepp.

Vi konstaterade ovan att Ackoffs »mess« rätt träffande kunde beskriva det vi vanligen kallar ett »problem«; en »mess« kan återges som ett *system av problem* (jfr. Ackoff, 1974). Det har också visat sig att man genom lämplig bearbetning av systembegreppet kan utnyttja det för att få fram en relevant beskrivning av t.o.m. mycket komplexa sammanhang (jfr. Mesarovic, 1975, Carlsson, 1977). Det förefaller därför att vara en användbar idé att pröva hur ett systembegrepp kunde utnyttjas som implementeringsunderlag. Är det användbart kan vi både beskriva »problem« och utveckla en problemlösningsmetod.

Det systembegrepp vi introducerat i detta sammanhang är uppbyggt omkring elementen *aktivitetsenhet, intra- och interrelation*, och har egenskaper som är rätt tilltalande för ett angrepp på en »mess« (jfr. Carlsson, 1977):

- det ger möjligheter till både en statisk och dynamisk systemstruktur,
- det gör det möjligt att utnyttja beskrivningar på olika aggregeringsnivåer, t.o.m. samtidigt,
- det kan helt återföras på mängdteoretiska begrepp och är därför operationaliserbart.

Speciellt den sistnämnda egenskapen är väsentlig för ett implementeringsunderlag för en adaptiv multimålkontroll.

Det har visat sig möjligt att med detta systembegrepp återge en flermålsituation som systemtillstånd, i vilka aktivitetsenheterna skall anta »värden« (dvs. tillstånd) som satisfierar krav från flera olika mål, antingen simultant eller i någon önskad sekvens.

En adaptiv multimålkontroll kan därefter implementeras som en eller flera rutiner, som,

- för en eller flera aktivitetsenheter registrerar avvikelser från ett tillstånd som skulle motsvara att ett eller flera målkrav är uppfyllda,
- bestämmer hur stora korrigeringar som är nödvändiga för att målkraven skall satisfieras,
- beaktar samspelat mellan aktivitetsenheterna i systemet och ev. andra rutiner,
- genomför relevanta korrigeringar, och
- fortsätter processen tills samtliga målkrav är uppfyllda, antingen simultant eller minst en gång under ett avgränsat tidsintervall.

Vi skall i det följande se hur detta kan realiseras i mera praktiskt orienterade termer.

## Relevans för problemlösning

För att den skisserade metoden skall kunna utnyttjas för praktiska problemlösningssändamål bör en rad förutsättningar vara uppfyllda:

- en aktuell problemsituation skall kunna beskrivas i termer av ett operationaliserbart systembegrepp,
- varierande preferenser och önskemål, som uppfattas som relevanta för problemsituationen, skall kunna formuleras som mål och implementeras i systemtermer,
- systemmodellen bör vara operationaliserbar, t.ex. med ett ekvationssystem eller med en datorbaserad, systemsimulerande modell,
- det bör vara möjligt att införa funktioner som kan realisera en adaptiv multimålkontroll i systemmodellen,
- om fler än en adaptiv kontrollfunktion utnyttjas för att realisera en adaptiv multimålkontroll bör de kunna samordnas till en enhetlig, global adaptationsprocess.

Trots att dessa förutsättningar är båda rätt restriktiva och avancerade, medför de att metoden i princip är användbar för både en tidsberoende och en tidsoberoende problemlösningssprocess, så att en adaptiv multimålkontroll kan implementeras för en tidpunkt eller ett tidsintervall, och systemmodellen kan utgöra en statisk eller dynamisk avbildning av problemsituationen.

En systemsimulerande modell – programmerad i Fortran, Algol, Simula 67 eller motsvarande – skall återge både ett systems struktur och dess funktion. En rutin eller funktion som skall realisera en adaptiv multimålkontroll i modellen får då formen av en algoritm, eller ett program komponerat av en serie enkla heuristiska regler (jfr. Carlsson, 1977). Kontrollfunktionen eller -rutinen kan konstrueras som en centraliserad, *global*, funktion eller vara uppspjälkt på en mängd av samordnade, *lokala*, funktioner.

Det är i princip också möjligt att avbilda olika aspekter på en problemsituation med traditionella operationsanalysmodeller och samordna dem i en systemram: men här kan differenser i begreppsbyggnaden och inkompatibilitet mellan algoritmernas lösningsrum medföra problem. Ytterligare en möjlighet är att avbilda samma aspekt på en problemsituation med två eller flera modeller, t.ex. med en linjär-



och en målprogrammeringsmodell, och samordna begrepps bilderna i en systemram, varigenom vi bör få en problemsituation rätt mångsidigt belyst.

Metodikerna skiljer sig här från operationsanalysens traditionella metod genom att tillvägagångssättet är *expansionistiskt* – vi eftersträvar en totalbild – vilket i sin tur kräver att operationsanalysmodellerna samordnas med en teleologisk funktion. I annat fall uteblir syntesen och totalbilden upplöses eller reduceras till en allmän och starkt förenklad bild av den ursprungliga problemsituationen.

Vad är då en lösning till ett »problem«? Hur »löser vi upp« en problemsituation? Med adaptiv multimålkontroll i ett system försöker vi ge systemet en sådan funktion att alla implementerade mål kan realiserars. En »problemlösning« är då t.ex. ett program som realiserar en sådan funktion. I ett ekvationssystem är programmet en lösningsvektor – om ekvationssystemet är lösbart; i en systemmodell realiserar det ett jämviktstillstånd, ett tillstånd i vilket alla målkrav är uppfyllda. I operationsanalysen är en »problemlösning« däremot den matematiskt optimala lösningen till ett ekvationssystem, som vanligen inte förmår ge en rättvisande bild av en aktuell problemsituation.

En problemlösningsmetod som bygger på ett systembegrepp och adaptiv multimålkontroll förefaller att kunna bli ett effektivt hjälpmedel för att behandla komplexa problemsituationer, i vilka/ingår både flera mål och olika typer av samband. En problemlösningsteknik som utnyttjar adaptiv multimålkontroll har visat sig effektiv för de fall då en mängd variabler uppvisar olika typer av interaktion inbördes och då vi i en modell samtidigt avbildat t.ex. dynamiska och stokastiska samband.

#### Referenser:

- Ackoff, Russell L.: Towards a System of Systems Concepts, Management Science, Vol. 18, Nr 11, July 1971.
- Ackoff, Russell L.: Beyond Problem Solving, General Systems, Vol. XIX, 1974.
- Ashby, W. Ross: Design for a Brain, Science Paperbacks, 1970.
- Carlsson, Christer: Adaptiv multimålkontroll, Handelshögskolan vid Åbo Akademi, A:15, Åbo 1977.
- Mesarovic, Mihajlo D.: General Systems Theory: Mathematical Foundations, John Wiley & Sons, New York 1975.

och en målprogrammeringsmodell, och samordna begrepps bilderna i en systemram, varigenom vi bör få en problemsituation rätt mångsidigt belyst.

Metodikerna skiljer sig här från operationsanalysens traditionella metod genom att tillvägagångssättet är *expansionistiskt* – vi eftersträvar en totalbild – vilket i sin tur kräver att operationsanalysmodellerna samordnas med en teleologisk funktion. I annat fall uteblir syntesen och totalbilden upplöses eller reduceras till en allmän och starkt förenklad bild av den ursprungliga problemsituationen.

Vad är då en lösning till ett »problem«? Hur »löser vi upp« en problemsituation? Med adaptiv multimålkontroll i ett system försöker vi ge systemet en sådan funktion att alla implementerade mål kan realiseras. En »problemlösning« är då t.ex. ett program som realiserar en sådan funktion. I ett ekvationssystem är programmet en lösningsvektor – om ekvationssystemet är lösbart; i en systemmodell realiserar det ett jämviktstillstånd, ett tillstånd i vilket alla målkrav är uppfyllda. I operationsanalysen är en »problemlösning« däremot den matematiskt optimala lösningen till ett ekvationssystem, som vanligen inte förmår ge en rättvisande bild av en aktuell problemsituation.

En problemlösningsmetod som bygger på ett systembegrepp och adaptiv multimålkontroll förefaller att kunna bli ett effektivt hjälpmedel för att behandla komplexa problemsituationer, i vilka/ingår både flera mål och olika typer av samband. En problemlösningsteknik som utnyttjar adaptiv multimålkontroll har visat sig effektiv för de fall då en mängd variabler uppvisar olika typer av interaktion inbördes och då vi i en modell samtidigt avbildat t.ex. dynamiska och stokastiska samband.

#### Referenser:

- Ackoff, Russell L.: Towards a System of Systems Concepts, Management Science, Vol. 18, Nr 11, July 1971.
- Ackoff, Russell L.: Beyond Problem Solving, General Systems, Vol. XIX, 1974.
- Ashby, W. Ross: Design for a Brain, Science Paperbacks, 1970.
- Carlsson, Christer: Adaptiv multimålkontroll, Handelshögskolan vid Åbo Akademi, A:15, Åbo 1977.
- Mesarovic, Mihajlo D.: General Systems Theory: Mathematical Foundations, John Wiley & Sons, New York 1975.