

# Prognostisering af teknologisk vækst og udvikling

Af Henning Madsen

## Indledning og resumé

Som Naylor (1983) fremhæver, består en af faserne i den strategiske planlægningsproces i en vurdering af udviklingen i virksomhedens omgivelser, herunder også den teknologiske udvikling. Capon & Hulbert (1985) betoner ligeledes, at en virksomheds strategiske prognoser må være i stand til at identificere de kritiske elementer i omgivelserne, der, såfremt de ændres, vil forstyrre den konkurrencemæssige ligevægt. De peger også på en vurdering af den teknologiske udvikling og bemærker, at dette område i dag ikke er inddraget i den strategiske planlægningsproces på en tilstrækkelig systematiske måde.

Ved vurdering af den teknologiske udvikling kan der groft taget skelnes mellem to situationer: (1) en jævn udvikling over en længere tidsperiode og (2) en voldsom udvikling i løbet af ganske kort tid. En jævn udvikling kan normalt prognosticeres med kendte kvantitative metoder såsom vækstkurver og eksponentiel trendextrapolation (se fx. Martino, 1983), hvorimod prognostisering af en abrupt udvikling normalt må baseres på mere subjektive metoder som fx. Delphi-teknikken (se fx. Linstone & Turoff, 1975). I forlængelse heraf skal det dog bemærkes, at en abrupt teknologisk udvikling ofte vil være betinget af udviklingen i en række underliggende innovationer, der hver især må tilfredsstille bestemte krav, førend den samlede teknologi er anvendelig. Disse underliggende innovationer vil normalt gennemgå et mere jævnt udviklingsforløb, hvilket muliggør anvendelse af kvantitative metoder.

Det er formålet med denne artikel at skitsere en mulighed for at gennemføre prognostisering af den teknologiske udvikling omfattende så-

vel jævne som abrupte udviklingsforløb. Et centralt element er anvendelsen af katastrofeteorien, der endvidere giver mulighed for at inddrage kontrolvariabler, som karakteriserer underliggende innovationer eller substitutionsforhold.

Efter en nærmere beskrivelse af behovet for prognostisering af den teknologiske udvikling følger en præsentation af katastrofeteorien, som man kan tænke sig den anvendt til prognostisering af den teknologiske udvikling. Sluttelig peges der på en række mulige anvendelsesområder, hvor den teknologiske udvikling over indflydelse på ledelses- og beslutningsprocessen.

## Baggrund

Den teknologiske udvikling påvirkede i første omgang produktionsprocessen og de administrative rutiner, men på det seneste er også ledelses- og beslutningsprocessen blevet påvirket. Årsagen er ikke mindst de muligheder, som er skabt af informationsteknologien i form af hurtigere og mere effektiv behandling af virksomhedernes informationer. Udviklingen i informationsteknologien skyldes først og fremmest udviklingen i edb- og kommunikationsteknologien. En virksomheds organisatoriske struktur kan således være decentral rent fysisk, men ledelsesmæssig central ved hjælp af datamaskiner, der er koblet sammen i et netværk. Direkte kommunikation mellem de ansvarlige på de enkelte produktionssteder og den centrale ledelse kan foregå via telefoner og terminaler eller som videokonferencer. Ligeledes kan forhandlere være koblet til en virksomheds edb-system, så de selv kan gennemføre forespørgsler om varer på lager eller ordreafgivelse.

# Prognostisering af teknologisk vækst og udvikling

Af Henning Madsen

## Indledning og resumé

Som Naylor (1983) fremhæver, består en af faserne i den strategiske planlægningsproces i en vurdering af udviklingen i virksomhedens omgivelser, herunder også den teknologiske udvikling. Capon & Hulbert (1985) betoner ligeledes, at en virksomheds strategiske prognoser må være i stand til at identificere de kritiske elementer i omgivelserne, der, såfremt de ændres, vil forstyrre den konkurrencemæssige ligevægt. De peger også på en vurdering af den teknologiske udvikling og bemærker, at dette område i dag ikke er inddraget i den strategiske planlægningsproces på en tilstrækkelig systematiske måde.

Ved vurdering af den teknologiske udvikling kan der groft taget skelnes mellem to situationer: (1) en jævn udvikling over en længere tidsperiode og (2) en voldsom udvikling i løbet af ganske kort tid. En jævn udvikling kan normalt prognosticeres med kendte kvantitative metoder såsom vækstkurver og eksponentiel trendextrapolation (se fx. Martino, 1983), hvorimod prognostisering af en abrupt udvikling normalt må baseres på mere subjektive metoder som fx. Delphi-teknikken (se fx. Linstone & Turoff, 1975). I forlængelse heraf skal det dog bemærkes, at en abrupt teknologisk udvikling ofte vil være betinget af udviklingen i en række underliggende innovationer, der hver især må tilfredsstille bestemte krav, førend den samlede teknologi er anvendelig. Disse underliggende innovationer vil normalt gennemgå et mere jævnt udviklingsforløb, hvilket muliggør anvendelse af kvantitative metoder.

Det er formålet med denne artikel at skitsere en mulighed for at gennemføre prognostisering af den teknologiske udvikling omfattende så-

vel jævne som abrupte udviklingsforløb. Et centralt element er anvendelsen af katastrofeteorien, der endvidere giver mulighed for at inddrage kontrolvariabler, som karakteriserer underliggende innovationer eller substitutionsforhold.

Efter en nærmere beskrivelse af behovet for prognostisering af den teknologiske udvikling følger en præsentation af katastrofeteorien, som man kan tænke sig den anvendt til prognostisering af den teknologiske udvikling. Sluttelig peges der på en række mulige anvendelsesområder, hvor den teknologiske udvikling over indflydelse på ledelses- og beslutningsprocessen.

## Baggrund

Den teknologiske udvikling påvirkede i første omgang produktionsprocessen og de administrative rutiner, men på det seneste er også ledelses- og beslutningsprocessen blevet påvirket. Årsagen er ikke mindst de muligheder, som er skabt af informationsteknologien i form af hurtigere og mere effektiv behandling af virksomhedernes informationer. Udviklingen i informationsteknologien skyldes først og fremmest udviklingen i edb- og kommunikationsteknologien. En virksomheds organisatoriske struktur kan således være decentral rent fysisk, men ledelsesmæssig central ved hjælp af datamaskiner, der er koblet sammen i et netværk. Direkte kommunikation mellem de ansvarlige på de enkelte produktionssteder og den centrale ledelse kan foregå via telefoner og terminaler eller som videokonferencer. Ligeledes kan forhandlere være koblet til en virksomheds edb-system, så de selv kan gennemføre forespørgsler om varer på lager eller ordreafgivelse.

Udviklingen i informationsteknologien kan med fordel inddrages i ledelses- og beslutningsprocessen, specielt hvis virksomheden befinder sig i et turbulent miljø. Det vil således være naturligt at udnytte den informationsteknologiske udvikling til forbedring af beslutningsstøttesystemer, som vil gøre det muligt at håndtere mere og mere komplekse situationer. Et oplagt eksempel er inddragelse af teknologiske prognoserutiner i den strategiske planlægningsproces i lighed med salgsprognoser på det operationelle plan.

Balachandra (1980a) påpeger, at den hastige teknologiske udvikling gør det bydende nødvendigt for virksomhederne at identificere retningen af den teknologiske udvikling inden for deres eget område. Men på trods heraf er de fleste teknologiske prognoser kun baseret på metoder som ekspertvurderinger, brain storming og trendextrapolation (Balachandra, 1980b). Hvis udviklingsforløbet fortsætter med den nuværende hastighed, vil teknologiske ændringer indtræffe hyppigere end tidligere, hvorfor horisonten for den strategiske planlægning let kan inkludere mindst et teknologisk fremskridt. Da der samtidig er en tendens til, at tidsafstanden mellem fremkomsten af en ny teknologi og starttidspunktet for dens generelle anvendelse formindskes (Roman, 1970), får den virksomhed, der ikke på forhånd har forudset den nye teknologi, mindre tid til justering af gældende planer som følge af den ændrede markedssituation.

Som nævnt i indledningen kan den teknologiske udvikling groft taget inddeles i to grupper, alt efter om udviklingen forløber jævnt eller abrupt. Da ingen af de eksisterende metoder til teknologisk prognostisering kan håndtere begge situationer i en og samme model, er det nødvendigt at vurdere, om andre metoder giver denne mulighed. Et alternativ byder sig i form af en nyudviklet teori omkring strukturel stabilitet og morfologi. Teorien er kendt under betegnelsen en nyudviklet teori omkring strukturel stabikatastrofeteori og har med stor succes været anvendt på politiske og biologiske

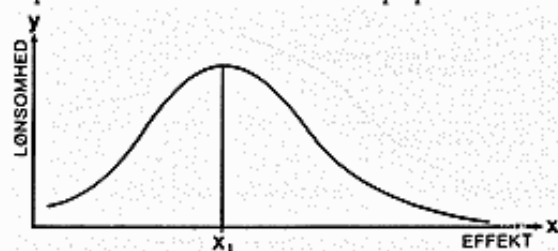
problemstillinger, hvor der også kan forekomme udviklingsforløb, som udvikler sig jævnt eller abrupt afhængigt af betingelserne. Der findes dog også eksempler på anvendelse inden for det økonomiske område (se fx. Jammernegg & Fisher, 1986). En stor fordel ved teorien er, at den tillader inddragelse af kontrolvariabler, hvorved der åbnes mulighed for at gennemføre sensitivitetsanalyser. I det følgende afsnit skitseres katastrofeteoriens potentielle anvendelse i forbindelse med teknologisk prognostisering.

### Katastrofeteori

Kvantitative prognosemetoder baserer sig traditionelt på en forudsætning om, at de bagvedliggende observationer følger en fordeling, der er kontinuert og har et enkelt entydigt bestemt maksimum som fx. normalfordelingen. Hvis den teknologiske udvikling følger et jævnt forløb, er en sådan forudsætning rimelig, men den holder ikke, når der bliver tale om et abrupt udviklingsforløb, idet et sådant er karakteriseret ved en fordeling, der har mindst to maksimale svarende til flere ligevægtstilstande. Katastrofeteorien giver i modsætning til traditionelle kvantitative prognosemetoder mulighed for at beskrive såvel kontinuerte som diskontinuerte udviklingsforløb og er derfor i stand til at håndtere en situation med flere ligevægtstilstande. En dybtgående men anvendelsesorienteret fremstilling af katastrofeteorien kan findes i Isnard & Zeeman (1976) eller Poston & Stewart (1978).

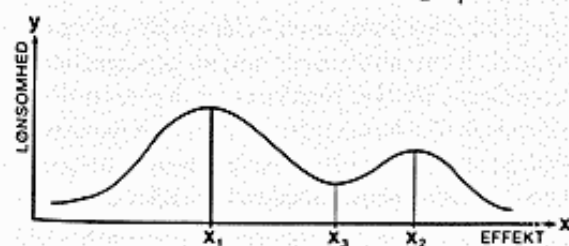
En katastrofe kan karakteriseres som en diskontinuert overgang i et system, der har mere end én ligevægtstilstand eller som kan følge mere end ét stabilt udviklingsforløb. Der findes ialt syv forskellige måder til beskrivelse af en sådan overgang, og de kan alle illustreres i figurer, hvor den stabile tilstand (det jævne udviklingsforløb) er en linie eller en overflade i et adfærdsrum. Når den stabile tilstand forlades, opstår en ustabil situation, der så må stabiliseres, hvilket undertiden sker i et punkt fjernt fra udgangspunktet som følge af det diskontinuerte element.

Anvendelsen af katastrofeteorien til teknologisk prognostisering tager udgangspunkt i figur 1, som viser fordelingen af en eksisterende teknologi. Det mest lønsomme effektniveau er tydeligvis punktet  $x_1$ , der vil være om ikke identisk med så tæt på gennemsnitseffekten. Normalt antages det, at en virksomhed vil tilstræbe en optimering af lønsomheden, men som følge af forskelle i alder, formål o.l., vil individerne i populationen variere omkring  $x_1$ . Individer til venstre for  $x_1$  vil således typisk repræsentere den ældste del af populationen.



Figur 1: Fordelingen af en eksisterende teknologisk population.

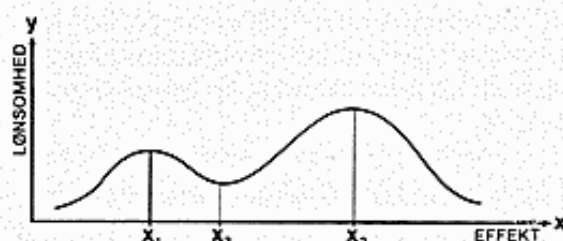
Hvis den teknologiske udvikling forløber jævnt, vil hele kurven i figur 1 bevæge sig kontinuert i en retning bestemt ved udviklingsforløbet. Normalt er det underforstået, at der i forbindelse med et teknologisk udviklingsforløb tænkes på en stigende tendens, og i en sådan situation vil kurven bevæge sig til højre. Kurvens basale form vil ikke ændre sig, men variationen omkring  $x_1$  vil afhænge af det økonomiske aktivitetsniveau - hvis investeringsniveauet er højt, vil der således ske en hurtig teknologisk fornyelse, hvilket medfører, at kurven koncentrerer mere omkring  $x_1$ .



Figur 2: Fremkomst af en større teknologisk fornyelse.

Indtræffer der derimod et væsentligt teknologisk fremskridt, kan situationen illustreres med figur 2. Effektniveauet for den nye teknologi er steget markant i forhold til den hidtidige teknologi. Der indtræffer derfor et nyt opti-

malt effektniveau i punktet  $x_2$ , og det vil nu være fordelagtigt for de individer, som ligger i den højre del af figur 1 at skifte til den nye teknologi, hvorimod resten af populationen er upåvirket. Dette skyldes, at  $x_2$  kun er et lokalt optimum, og at  $x_1$  stadigvæk udgør et globalt optimum. Bemærk, at det ikke kan betale sig for nogen at skifte til effektniveauet  $x_3$ , da det udgør en ustabil tilstand på trods af, at det er nærmere det gennemsnitlige effektniveau end både  $x_1$  og  $x_2$ .

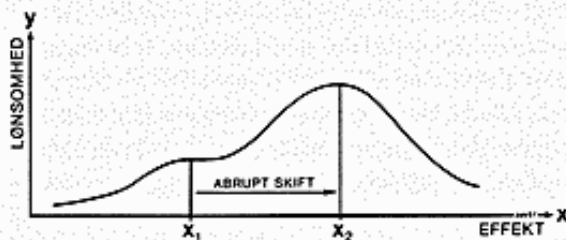


Figur 3: Lønsomhed til fordel for den nye teknologi.

Når den nye teknologi bliver mere etableret, vil lønsomheden tiltage, hvorved situationen ændrer sig, som illustreret i figur 3. Det globale optimum er nu skiftet til  $x_2$ , medens  $x_1$  er blevet til et lokalt optimum. En større del af populationen kan nu med fordel skifte til den nye teknologi. Vedrørende effektiniveauet  $x_3$  gælder stadigvæk de betragtninger, der tidligere er anført.

På trods af en forbedret lønsomhed vil anvendelsen af en ny teknologi ofte blive udskudt bl.a. som følge af investeringsovervejelser og den kendsgerning, at den berørte eksisterende teknologi kan reagere med større eller mindre forbedringer, hvilket i værste fald kan undergrave udviklingen fra figur 2 til figur 3, således at situationen igen bliver som illustreret i figur 2. Endvidere kan lovmæssige reguleringer udskyde anvendelsen af en ny teknologi.

Når en ny teknologi bliver tilstrækkeligt etableret og alment anvendt, indtræder situationen illustreret i figur 4. Der er nu kun ét enkelt globalt optimum, nemlig  $x_2$ . Det lokale optimum i  $x_1$  er forsvundet, hvilket medfører en ustabil ligevægt i dette punkt. Konkurrenceforholdene vil nu bevirke et generelt skift fra



Figur 4: Abrupt skift fra en gammel til en ny teknologi.

den eksisterende til den nye teknologi. Senere vil situationen blive stabiliseret og kan igen illustreres med en kurve i lighed med figur 1, men nu centreret omkring det højere effektniveau  $x_2$ .

I forbindelse med en sammenfatning af udviklingen fra figur 1 til figur 4 bør de faktorer, som påvirker den teknologiske udvikling, inddrages. Der er allerede peget på to faktorer, nemlig investeringsovervejelser og konkurrenceforhold. I forlængelse af investeringsovervejelserne er det naturligt også at pege på omkostningssiden. Disse tre faktorer er alle typiske repræsentanter for forhold, der kan påvirke den teknologiske udvikling, og de kan derfor betragtes som kontrolvariabler. I den resterende del af afsnittet betragtes følgende to kontrolvariabler:

- a: konkurrence
- b: omkostning.

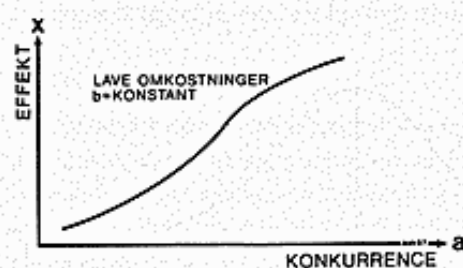
Bemærk, at påvirkningen fra de to faktorer går i hver sin retning. Et højt konkurrenceniveau vil stimulere den teknologiske udvikling, hvorimod et højt omkostningsniveau vil trække i modsat retning.

Hvis omkostningsniveauet er lavt, vil konkurrencesituationen bestemme udviklingsforløbet på følgende måde:

- 1) Ved et lavt konkurrenceniveau er der ingen tvingende incitamenter til at forcere udviklingen,
- 2) Ved et højt konkurrenceniveau bliver udviklingen accelereret,

- 3) Konkurrenceniveauets indvirkning på udviklingen kan beskrives ved hjælp af en kontinuert kurve.

For et fastholdt lavt omkostningsniveau kan sammenhængen mellem konkurrenceniveauet og den teknologiske udvikling derfor illustreres med kurven i figur 5. Bemærk, at ordinataksen måler udviklingen i effektniveauet, dvs. forløbet af  $x_1$  i figur 1, når kurven bevæger sig til højre.



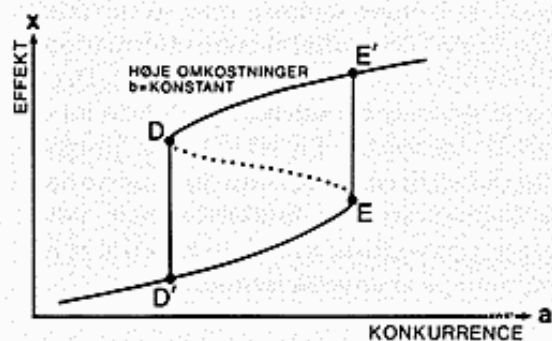
Figur 5: Konkurrence-udviklingskurve for lave omkostninger.

I mangel af afgørende incitamenter vil udviklingen ved et højt omkostningsniveau være begrænset, når konkurrenceniveauet er lavt. Et stigende konkurrenceniveau vil dog bevirke en stigning i udviklingstakten. Situationen vil normalt være karakteriseret ved, at virksomhederne ønsker en afklaring af, om det stigende konkurrenceniveau kun er midlertidigt eller tegn på en fortsat stigende tendens, inden der træffes beslutning om overgang til den nye teknologi. Herigennem holdes udviklingen kunstigt nede, indtil man er overbevist om, at konkurrenceniveauet i hvert fald ikke vil falde igen. På dette stadium må der træffes ekstraordinære foranstaltninger for at genoprette situationen, hvilket medfører, at den teknologiske udviklingstakt springer til et højere niveau. Denne situation er illustreret i figur 6, hvor den lave udviklingstakt stopper i punktet E og fortsætter i E'. Dette spring svarer til situationen i figur 4.

En tilsvarende situation opstår ved et højt konkurrenceniveau. Forskellen er blot, at der her kunstigt opretholdes en høj udviklingstakt, hvis konkurrenceniveauet falder. Dette fortsætter, indtil man er sikker på, at konkurrenceni-



veuet ikke stiger igen. Når dette indtræffer, bortfalder incitamenterne til at opretholde den høje udviklingstakt, hvorfor den falder markant. I figur 6 svarer situationen til, at den høje udviklingstakt stopper i punktet D og fortsætter på det lavere niveau i punktet D'.



Figur 6: Konkurrence-udviklingskurve for høje omkostninger.

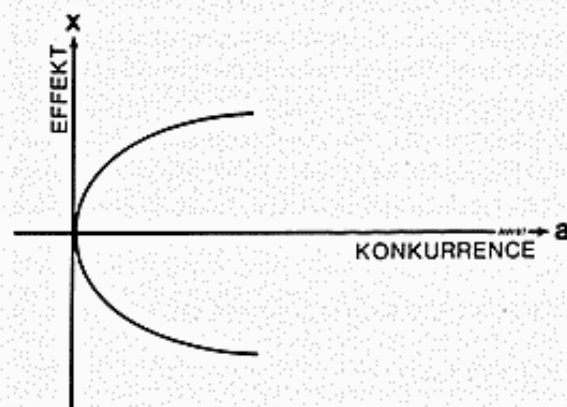
Hvis omkostningerne er høje og konkurrence-niveauet moderat, fremkommer en ustabil tilstand illustreret ved den brudte linie i figur 6. Afhængigt af forventningerne til udviklingen i konkurrence-niveauet søges der imod en af de to stabile tilstande, der er illustreret med de fuldt optrukne linier i figur 6. Den nedre stabile situation svarer til  $x_1$  i figur 2 og den øvre til  $x_2$  i figur 3, medens den ustabile situation svarer til  $x_3$  i de samme figurer.

Figur 6 illustrerer den simpleste katastrofe-model. Da den sammensatte kurve folder i de to punkter, hvori den høje og lave udviklingstakt stopper i situationen med en højt omkostningsniveau, betegnes den normalt som folden (eng: the fold). Modellen præsenteres ofte på dens kanoniske form

$$x^2 - a = 0, \quad (1)$$

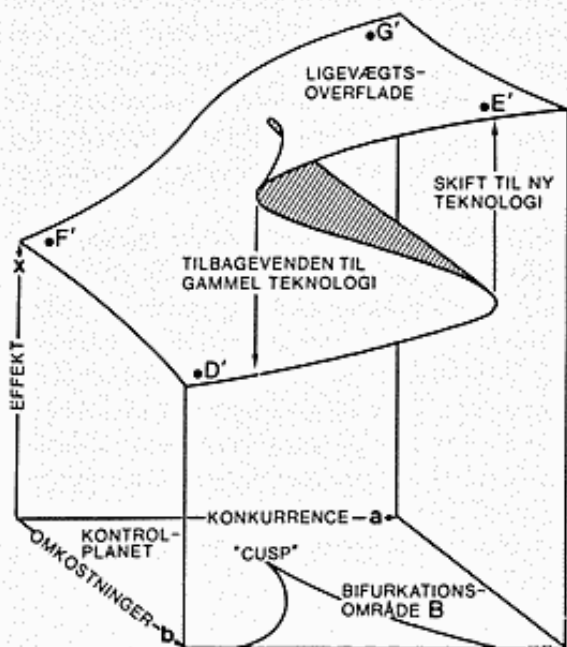
hvor  $a$  er den kanoniske kontrolvariabel og  $x$  den kanoniske tilstandsvariabel. Den kanoniske model er illustreret i figur 7. Når  $a > 0$  er der to reelle løsninger til (1) svarende til to ligevægtssituationer - en stabil og en ustabil. Er  $a < 0$ , er der ingen reelle løsninger til (1), hvorfor løsningsmængden anses for at være tom. Hvis  $a = 0$ , sker der en sammensmeltning af den stabile og den ustabile ligevægtssituation. Det-

te punkt indtager derfor en særstilling og betegnes bifurkationsmængden.



Figur 7: Kanonisk repræsentation af "folden".

Konstruktionen af kurven i figur 6 benyttede kun konkurrence-niveauet som kontrolvariabel, idet omkostningsniveauet forudsattes at være højt. Hvis det bliver nødvendigt at inddrage begge kontrolvariabler i modellen, bliver anvendelse af den næste katastrofemodel aktuel. Modellen er illustreret i figur 8.



Figur 8: "Cusp" katastrofemodellen.

Situationen svarende til et lavt omkostningsniveau (fig. 5) genfindes bagest på ligevægts-

overfladen, og tilsvarende genfindes situationen med et højt omkostningsniveau (fig. 6) forrest på ligevægtsoverfladen. Det skraverede område viser, hvor de abrupte ændringer vil finde sted. Projektionen af dette område ned på kontrolrummet er identisk med bifurkationsmængden (B), der nu består af mere end et enkelt punkt. Som følge af bifurkationsmængdens form kaldes modellen normalt for hornet (eng: the cusp).

Modellens kanoniske form er givet ved

$$x^3 + bx + a = 0, \quad (2)$$

hvor  $a$  og  $b$  er de kanoniske kontrolvariabler og  $x$  den kanoniske tilstandsvariabel. Bifurkationsmængden er givet ved

$$4b^3 - 27a^2 = 0. \quad (3)$$

Bliver det nødvendigt at inddrage flere kontrolvariabler, er der endnu fem katastrofemodeller at vælge imellem, men et stigende antal kontrolvariabler giver også en stigende modelkompleksitet. Wright (1983) gør i den forbindelse opmærksom på, at det ofte er muligt at reducere antallet af kontrolvariabler, såfremt deres kvalitative adfærd er identisk. En simpel model vil derfor ofte være tilstrækkelig.

Anvendelse af katastrofeteorien medfører en række overvejelser bl.a. vedrørende identifikation af tilstandsvariabel og kontrolvariabler. Endvidere skal ligevægtsoverfladen estimeres og udviklingen af kontrolvariablerne prognosticeret. Hvis udviklingen af kontrolvariablerne ikke kan prognosticeret, kan modellen benyttes til sensitivitetsanalyser. Overvågning af udviklingen i kontrolvariablerne vil derefter gradvis afsløre udviklingslinien på ligevægts-overfladen.

### Mulige anvendelsesområder

Som tidligere nævnt er det i høj grad informationsteknologien, der påvirker ledelses- og beslutningsprocessen. Det er derfor oplagt at se

på dette område i forbindelse med en anvendelse af katastrofeteorien til teknologisk prognostisering.

I edb-teknologien udgør lagring af information i dag en begrænsning. Forbedring af denne situation hænger sammen med en udvikling, som vil gøre det muligt at lagre information på et molekylært niveau (Gomory, 1986). Det basale problem er her udviklingen inden for den optiske teknologi. En teknologisk prognose med halvlederstruktur som tilstandsvariabel og kontrolvariabler karakteriserende udviklingen i den optiske teknologi er derfor et relevant bud på et anvendelsesområde.

Et andet område vedrører transport af informationer, der endnu idag sker via forskellige systemer. Således er telefonen baseret på analoge signaler og kobberkabler og billedtransmission på højfrekvens luftbårne signaler. Der er imidlertid ved at ske en sammensmeltning af de forskellige transportformer i form af digitale signaler og lyslederkabler. Det vil således i fremtiden være muligt at transportere al information i et og samme system. I denne udvikling spiller ISDN-nettene en central rolle. (ISDN: Integrated Services Digital Network). Da teknologien bag ISDN er udviklet, er det her relevant at se på udbredelsen og dermed benyttelsen af dette nye element i kommunikationssektoren. Tilstandsvariablen må derfor blive et mål for udbredelsesgraden, og som kontrolvariabler kan man fx. inkludere økonomiske faktorer og et mål for forventningen til serviceforbedringer i eksisterende kommunikationsmuligheder.

### Konklusion

Den foreslåede anvendelse af katastrofeteori til teknologisk prognostisering tillader prognostisering af såvel jævne som abrupte udviklingsforløb på basis af samme model. Såfremt det er muligt at prognosticere udviklingen i modellens kontrolvariabler, kan det vurderes, om udviklingen vil tendere mod et jævnt eller et abrupt forløb. Hvis modellens kontrolvari-

abler ikke kan prognosticeres, er det dog stadigvæk muligt at benytte modellen til sensitivitetssanalyser.

## Referencer

Balachandra, R.A. (1980a). Technological Forecasting: Who Does It and How Useful Is it? *Technological Forecasting and Social Change*, 16, 75-85.

Balachandra, R.A. (1980b). Perceived Usefulness of Technological Forecasting Techniques. *Technological Forecasting and Social Change*, 16, 155-166.

Capon, N.; Hulbert, J.M. (1985). The Integration of Forecasting and Strategic Planning. *International Journal of Forecasting*, 1, 123-133.

Gomory, R.E. (1986). Trends in computers. *European Journal of Operational Research*, 26, 330-340.

Isnard, C.A.; Zeeman, E.C. (1976). Some models from catastrophe theory in the social sciences. In: L. Collins (ed.), *Use of models in the Social Sciences*, Tavistock Publications, London.

Jammernege, W.; Fisher, E.O. (1986). Economic Applications and Statistical Analysis of the Cusp Catastrophe Model. *Zeitschrift Operations Research*, 30, B45-B58.

Linstone, H.A.; Turoff, M. (1975). *The Delphi Method*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.

Martino, J.P. (1983). *Technological Forecasting for Decision Making*. North-Holland, New York.

Naylor, T.H. (1983). Strategic Planning and forecasting. *Journal of Forecasting*, 2, 109-118.

Poston, T.; Stewart, I. (1978). *Catastrophe theory and its applications*. Pitman, London.

Roman, D.D. (1970). Technological Forecasting in the Decision Process. *Academy of Management Journal*, 13, 127-138.

Wright, D.J. (1983). Catastrophe Theory in Management Forecasting and Decision Making. *Journal of the Operational Research Society*, 34, 935-942.



abler ikke kan prognosticeres, er det dog stadigvæk muligt at benytte modellen til sensitivitetsanalyser.

## Referencer

Balachandra, R.A. (1980a). Technological Forecasting: Who Does It and How Useful Is it? *Technological Forecasting and Social Change*, 16, 75-85.

Balachandra, R.A. (1980b). Perceived Usefulness of Technological Forecasting Techniques. *Technological Forecasting and Social Change*, 16, 155-166.

Capon, N.; Hulbert, J.M. (1985). The Integration of Forecasting and Strategic Planning. *International Journal of Forecasting*, 1, 123-133.

Gomory, R.E. (1986). Trends in computers. *European Journal of Operational Research*, 26, 330-340.

Isnard, C.A.; Zeeman, E.C. (1976). Some models from catastrophe theory in the social sciences. In: L. Collins (ed.), *Use of models in the Social Sciences*, Tavistock Publications, London.

Jammernege, W.; Fisher, E.O. (1986). Economic Applications and Statistical Analysis of the Cusp Catastrophe Model. *Zeitschrift Operations Research*, 30, B45-B58.

Linstone, H.A.; Turoff, M. (1975). *The Delphi Method*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.

Martino, J.P. (1983). *Technological Forecasting for Decision Making*. North-Holland, New York.

Naylor, T.H. (1983). Strategic Planning and forecasting. *Journal of Forecasting*, 2, 109-118.

Poston, T.; Stewart, I. (1978). *Catastrophe theory and its applications*. Pitman, London.

Roman, D.D. (1970). Technological Forecasting in the Decision Process. *Academy of Management Journal*, 13, 127-138.

Wright, D.J. (1983). Catastrophe Theory in Management Forecasting and Decision Making. *Journal of the Operational Research Society*, 34, 935-942.