

# Tilpasning til ny teknologi: Nogle normative bidrag

---

Af Christian Larsen

## Resumé

*Artiklen forsøger at give en bearbejdet præsentation af nogle normative bidrag omkring emnet tilpasning til ny teknologi. Der fokuseres især på bidrag, der beskæftiger sig med, hvordan man bør bearbejde den usikkerhed, der er indbygget i beslutningsproblemet. Inspireret af McCardle (1985) og Jensen (1988a,b) opbygges en simpel model, som illustreres af taleeksempler. Specifikt vises at større informationskapacitet kan bevirke udsættelse af stillingtagen til ny teknologi i forhold til mindre informationskapacitet. Til sidst gøres nogle overvejelser omkring udvidelse af modellen under fortsat usikker teknologisk udvikling.*

## 1. Indledning

Denne artikel søger at sammenfatte nogle nyere normative bidrag indenfor emnet tilpasning til ny teknologi.

I artiklen betyder ny teknologi i bred forstand 1) udvikling af ny produktionsproces 2) udvikling af nyt produkt 3) nye virksomhedsledelsesteknikker.

Et eksempel på pkt. 1 kunne være indførelse af computerstyrede værktøjsmaskiner. Introduktionen af CD pladespilleren i midten af 80'erne kunne være et eksempel på pkt. 2. Endelig kan pkt. 3 dække over indførelse af computerstyrede planlægningsværktøjer, f.eks. et MRP baseret produktionsstyringssystem. Ligeledes kan indførelse af nye administrative systemer (eks. valg af tekstbehandlingssystem) eller opbygning af nye organisationsstrukturer falde ind under dette punkt.

Ny teknologi beskriver altså udelukkende en teknisk mulig løsning. Eller sagt med

andre ord: ny viden om hvordan man kan skrue tingene sammen. Stillingtagen til indførelse/afvisning af ny teknologi vil afhænge af hvordan den enkelte aktør vurderer de økonomiske konsekvenser af teknologien. Som eksempel på tekniske mulige løsninger, som nok ikke i øjeblikket er økonomisk rentable uden diverse tilskudsordninger kan nævnes udnyttelse af forskellige alternative energikilder såsom vindmøller, solenergi etc. Sideløbende med økonomivurderingen skal også foretages en vurdering af den betydelige usikkerhed, der er indbygget i beslutningsproblemet. De bidrag, der præsenteres i denne artikel, har især lagt vægt på bearbejdning af denne usikkerhed, som er en vigtig faktor til forståelse af hvor hurtigt og i hvilket omfang ny teknologi bør indføres, Rosenberg (1976).

I denne artikel vil der i afsnit 2 blive præsenteret en simpel model, der søger at forklare hvor meget information en virksomhed bør indsamle, før den tager stilling til indførelse/afvisning af ny teknologi. I analysen ses specifikt på virksomheder med adgang til forskellige informationskilder. V.h.a. nogle taleeksempler vises, hvorledes forskellig adkomst til informationskilder kan bevirke, at virksomheder træffer forskellige beslutninger, selvom deres initial vurderinger omkring den nye teknologi er ens. Taleeksemplerne i dette afsnit er bearbejdet v.h.a. programpakken Expresson Tree, Cheung og Kirkwood (1989).

Til sidst præsenteres i afsnit 3 nogle basale overvejelser omkring tilpasning til ny teknologi under fortsat usikker teknologisk udvikling.

# Tilpasning til ny teknologi: Nogle normative bidrag

---

Af Christian Larsen

## Resumé

*Artiklen forsøger at give en bearbejdet præsentation af nogle normative bidrag omkring emnet tilpasning til ny teknologi. Der fokuseres især på bidrag, der beskæftiger sig med, hvordan man bør bearbejde den usikkerhed, der er indbygget i beslutningsproblemet. Inspireret af McCardle (1985) og Jensen (1988a,b) opbygges en simpel model, som illustreres af taleeksempler. Specifikt vises at større informationskapacitet kan bevirke udsættelse af stillingtagen til ny teknologi i forhold til mindre informationskapacitet. Til sidst gøres nogle overvejelser omkring udvidelse af modellen under fortsat usikker teknologisk udvikling.*

## 1. Indledning

Denne artikel søger at sammenfatte nogle nyere normative bidrag indenfor emnet tilpasning til ny teknologi.

I artiklen betyder ny teknologi i bred forstand 1) udvikling af ny produktionsproces 2) udvikling af nyt produkt 3) nye virksomhedsledelsesteknikker.

Et eksempel på pkt. 1 kunne være indførelse af computerstyrede værktøjsmaskiner. Introduktionen af CD pladespilleren i midten af 80'erne kunne være et eksempel på pkt. 2. Endelig kan pkt. 3 dække over indførelse af computerstyrede planlægningsværktøjer, f.eks. et MRP baseret produktionsstyringssystem. Ligeledes kan indførelse af nye administrative systemer (eks. valg af tekstbehandlingssystem) eller opbygning af nye organisationsstrukturer falde ind under dette punkt.

Ny teknologi beskriver altså udelukkende en teknisk mulig løsning. Eller sagt med

andre ord: ny viden om hvordan man kan skrue tingene sammen. Stillingtagen til indførelse/afvisning af ny teknologi vil afhænge af hvordan den enkelte aktør vurderer de økonomiske konsekvenser af teknologien. Som eksempel på tekniske mulige løsninger, som nok ikke i øjeblikket er økonomisk rentable uden diverse tilskudsordninger kan nævnes udnyttelse af forskellige alternative energikilder såsom vindmøller, solenergi etc. Sideløbende med økonomivurderingen skal også foretages en vurdering af den betydelige usikkerhed, der er indbygget i beslutningsproblemet. De bidrag, der præsenteres i denne artikel, har især lagt vægt på bearbejdning af denne usikkerhed, som er en vigtig faktor til forståelse af hvor hurtigt og i hvilket omfang ny teknologi bør indføres, Rosenberg (1976).

I denne artikel vil der i afsnit 2 blive præsenteret en simpel model, der søger at forklare hvor meget information en virksomhed bør indsamle, før den tager stilling til indførelse/afvisning af ny teknologi. I analysen ses specifikt på virksomheder med adgang til forskellige informationskilder. V.h.a. nogle taleeksempler vises, hvorledes forskellig adkomst til informationskilder kan bevirke, at virksomheder træffer forskellige beslutninger, selvom deres initial vurderinger omkring den nye teknologi er ens. Taleeksemplerne i dette afsnit er bearbejdet v.h.a. programpakken Expresson Tree, Cheung og Kirkwood (1989).

Til sidst præsenteres i afsnit 3 nogle basale overvejelser omkring tilpasning til ny teknologi under fortsat usikker teknologisk udvikling.

## 2. Informationsindsamling

I dette afsnit vil vi behandle nogle teoretiske bidrag, der belyser stillingtagen til anskaffelse af ny teknologi, samt om man bør indsamle information om teknologien før evt. anskaffelse.

Hovedkilderne til afsnittet er McCardle (1985) og Jensen (1988a,b). Vi vil forsøge at sammenfatte konklusionerne fra disse bidrag i en simpel model, og illustrere denne v.h.a. taleksempler. Hovedtemaet for de tre bidrag er, hvordan man i sin beslutningstagning tager højde for usikkerhed omkring gevinsten ved at indføre ny teknologi. Alle tre bidrag benytter traditionel statistisk beslutningsteori i analysen af dette.

Der antages i modellen, at indføres den ny teknologi, så vurderes graden af succes v.h.a. en parameter  $p$ . Eksempelvis kunne den nye teknologi være avancerede tunnelboremaskiner. Antag at disse maskiner hidtil kun har været benyttet i en kridtholdig undergrund. Parameteren  $p$  kunne måle grad af succes ved at benytte en sådan makine i en moræneler-undergrund. F.eks. kunne  $p$  være fraktion af tid, hvor maskinen arbejder, mens  $1-p$  er fraktion af tid, hvor maskinen er til eftersyn eller reparation. Den potentielle efterspørger skal altså estimere parameteren  $p$  og ud fra dette afgøre om teknologien skal anskaffes eller ej.

Parameteren  $p$  er underkastet en forhånds-vurdering (a priori vurdering). Vælger man i første omgang, at udskyde stillingtagen til anskaffelse, kan man indsamle information, hvorved der er mulighed for, at estimatet på parameteren  $p$  kan blive revurderet. Der kan være stor initial usikkerhed om a priori vurderingen af  $p$ , hvorved resultatet af indsamlet information kan bevirke kraftig revurdering af  $p$ , mens omvendt lille usikkerhed vil bevirke lille revurdering. Ligeledes vil stor mængde indsamlet information bevirke en kraftigere revurdering end en lille mængde indsamlet information.

V.h.a. den opstillede model vil vi analysere to virksomheder, hvor den ene virksomhed A har større informationskapacitet end den an-

den virksomhed B, dvs. er i stand til at bearbejde en større mængde information. Yderligere er der to informationskilder. En kilde er at købe information (eks. rådgivning), mens en anden er opsugning af omkringflydende gratis information (eks. læsning af udenlandske fagtidsskrifter). Det er selvfølgelig ikke helt korrekt at kalde informationen gratis, da virksomheden jo skal afsætte ressourcer til bearbejdning af denne. Men det understreger, at der er kvalitativ forskel på de to virksomheder, hvor virksomhed A besidder et vist potentiale (eks. internationalt orienterede medarbejdere), der gør, at denne information kan opsuges. Det betyder, at hvis virksomhed A udskyder beslutning om at indføre/afvise ny teknologi, vil det uden køb af information automatisk opdatere vurderingen af  $p$  via den tilflydende gratis information.

Den opstillede model bygger på følgende forudsætninger.

- 1) Gratis og købt information tilkendes samme kvalitet og vægt. Den bearbejdede information giver enten et positivt eller et negativt udsagn i form af indførelse anbefales eller indførelse frarådes.
- 2) Man har mulighed for at indsamle information én gang, hvorefter endelig beslutning træffes.
- 3) A priori  $p$  er givet af to parametre  $a, d > 0$ , så  $p = a / (a + d)$ . Hvis ialt  $k$  informationskilder derefter opsøges og  $r$  af disse afgiver positiv indikation, da revurderes  $p$  til  $p = (a + r) / (a + d + k)$ .
- 4) Optimal adfærd af de to virksomheder analyseres separat.

ad 1),3)

At gratis og købt information vægtes ens fremgår af opdateringen, hvor man ikke skelner fra hvilke kilder de positive indikationer kom fra. Summen af parametrene  $a$  og  $d$  er mål for initial usikkerhed omkring  $p$ . Denne sum betegnes i det følgende ved  $U$ . F.eks. betyder  $a = d = 2$  større initial usikkerhed end  $a = d = 4$ .  $a + r$  kan fortolkes som akkumuleret positiv information, mens  $d + k - r$  kan fortolkes

som akkumuleret negativ information. Teknikken bagved opdateringen er bl.a. beskrevet i Bierman og Hausman (1970) og Gregory (1988, kap. 7).

ad 2)

Denne antagelse er gjort for at gøre model og tilknyttede taleksempler mere håndterlige. Hos Jensen (1988a) og McCardle (1985) er der mulighed for informationsindsamling over flere perioder.

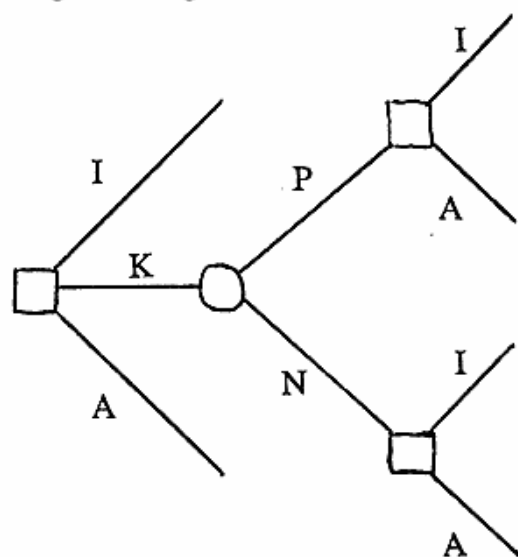
ad 4)

Vi er kun interesserede i at undersøge, om der er forskel i de to virksomheders handlemønstre, når disse analyserer problemstillingen ud fra deres egne forudsætninger. Eventuelle konkurrencefordele ved at indføre ny teknologi først ignoreres. Denne problemstilling diskuteres i næste afsnit.

Vi vil først analysere virksomhed B's adfærd og dernæst virksomhed A's adfærd. Endelig sammenlignes adfærden af de to virksomheder under forskellige forudsætninger om initial usikkerhed.

*i Analyse af virksomhed B.*

Her repræsenteres problemet v.h.a. beslutningstræet i figur 1.



Figur 1. Beslutningstræ for virksomhed B.

I figuren betegner bogstaverne

- I: indføre teknologi
- A: afvise teknologi
- K: købe information
- P: positiv information
- N: negativ information

Det koster beløbet  $c$ , at købe information. Gevinsten ved at indføre ny teknologi som funktion af succesparameteren  $p$  antages lineært og er givet ved udtrykket  $-H+Qp$ , hvor  $H, Q > 0$ . Dette udtryk er udregnet ud fra virksomhedens eksisterende teknologi. Det betyder, at hvis succesestimatet er lavt ( $p$  tæt ved 0) er  $-H+Qp < 0$ , og man bliver i udgangssituationen (vælger handling A). Tilsvarende vil man for et højt succesestimat ( $p$  tæt ved 1) have  $-H+Qp > 0$ , og man vil indføre ny teknologi (vælge handling I).  $H$  kan opfattes som en fast omkostning ved indførelse af ny teknologi, mens  $Q-H$  kan opfattes som maksimal opnåelig gevinst ved indførelse af den nye teknologi. Da valg af handling K udskyder problemet i en tidsperiode indføres diskonteringsfaktoren  $b$  ( $0 < b < 1$ ).

Når kriteriet er at maksimere forventet gevinst, kan evalueringen af beslutningstræet sammenfattes i nedenstående værdifunktion.

$$G(a,d) = \max \{B(a,d), K(a,d)\}$$

hvor  $B(a,d) = \max\{0, -H+Qa/(a+d)\}$   
 og  $K(a,d) = (b/(a+d)) [aB(a+1,d) + dB(a,d+1)] - c$ .

B funktionen angiver forventet gevinst ved beslutning om indførelse/afvisning af teknologi. K funktionen angiver forventet gevinst ved i første periode at vælge at købe information. Hvis man køber information, vil man med sandsynlighed  $a/(a+d)$  vurdere, at hændelsen P indtræffer, hvorefter  $p$  revurderes til  $(a+1)/(a+d+1)$ , og man vælger indførelse hvis denne værdi er større end  $H/Q$ . Tilsvarende vurderes hændelsen N at have sandsynlighed  $d/(a+d)$  med revurdering af  $p$  til  $a/(a+d+1)$ , hvorpå indførelse vælges hvis  $a/(a+d+1) > H/Q$ . Endelig sammenlignes forventet værdi af alternativet køb med forventet værdi ved

stillingtagen uden informationskøb v.h.a. max operatoren i udtrykket for G funktionen.

For given initial usikkerhed  $U=a+d$  kan man lave parametrisk analyse ved at lade parameteren  $p=a/U$  variere mellem 0 og 1. Dette er gjort i de følgende to eksempler.

eksempel 1

$Q=20, H=10, c=0.1, b=0.9, U=2$ . Ved at variere  $p=a/U$  mellem 0 og 1 fås:

Afvis  $p \leq 0.27$  (afvisning straks)  
 Køb inf.  $0.27 < p \leq 0.65$  (hvis P indfør, hvis N afvis)  
 Indfør  $0.65 < p$  (indførelse straks)

eksempel 2

$Q=20, H=10, c=0.1, b=0.9, U=4$ . Den parametriske analyse gav:

Afvis  $p \leq 0.39$  (afvisning straks)  
 Køb inf.  $0.39 < p \leq 0.58$  (hvis P indfør, hvis N afvis)  
 Indfør  $0.58 < p$  (indførelse straks)

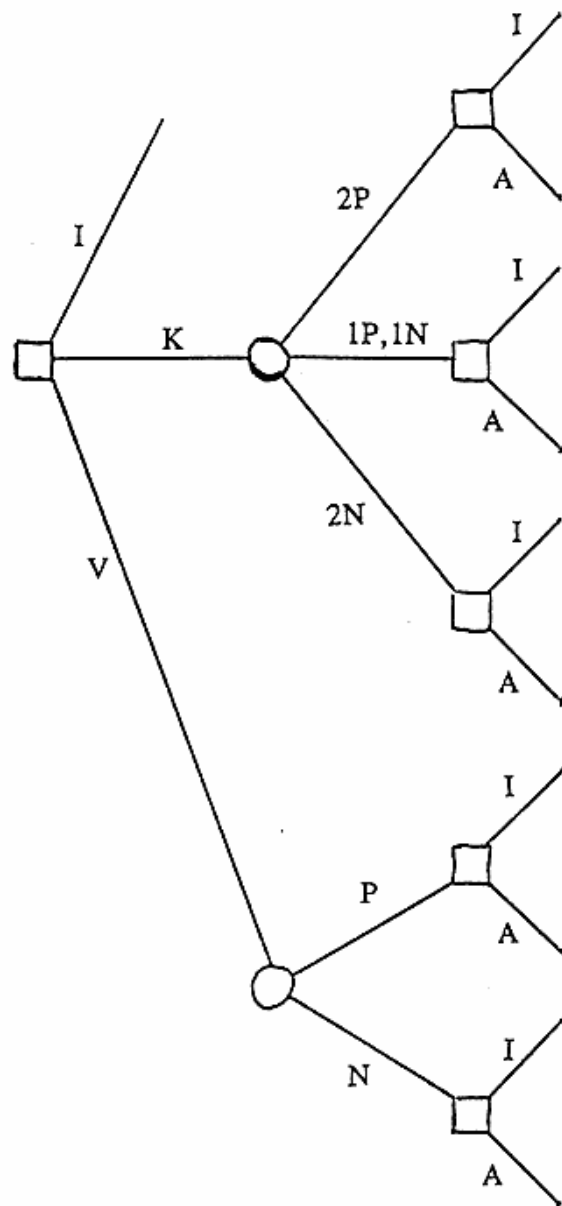
Vi ser af eksemplerne, at der findes to tærskelværdier for  $p$ . Hvis  $p$  ligger under den nedre tærskelværdi, vil man straks afvise teknologien, mens man, hvis  $p$  ligger over den øvre tærskelværdi, straks vil indføre den. I det mellemliggende interval, reservationsintervallet, vil man købe information og afvente udfaldet af denne informationssøgning før man tager stilling. Reservationsintervallet er for  $U=2$  intervallet mellem 0.27 og 0.65, mens det for  $U=4$  er intervallet mellem 0.39 og 0.58. Af eksemplerne ses også, at reservationsintervallet bliver mindre med voksende  $U$ , dvs. mindre usikkerhed omkring estimatet på succesparameteren  $p$ .

ii Analyse af virksomhed A.

Her repræsenteres problemet v.h.a. beslutningstræet i figur 2.

Her betegner bogstaverne:

- I: indføre teknologi
- A: afvise teknologi
- K: købe information (og få gratis information)
- V: vente (og få gratis information)
- P: positiv information
- N: negativ information



Figur 2. Beslutningstræ for virksomhed A.

Da man automatisk får adgang til gratis information, kan man vente med at tage beslutning i stedet for straks at afvise teknologien. Vælges alternativ K, fås både købt og gratis information, hvorved man, da informationskvalitet vurderes ens, vil opnå et af tre

mulige udfald, når den indkomne information er blevet bearbejdet.

Igen kan man, når kriteriet er at maksimere forventet gevinst, evaluere beslutnings-træet v.h.a. værdifunktionen

$$G(a,d) = \max\{B(a,d), K(a,d), V(a,d)\}$$

hvor

$$B(a,d) = \max\{0, -H + Qa/(a+d)\}$$

$$K(a,d) = [b/((a+d)(a+d+1))][a(a+1)B(a+2,d) + 2adB(a+1,d+1) + d(d+1)B(a,d+2)] - c$$

$$V(a,d) = (b/(a+d)) [aB(a+1,d) + dB(a,d+1)]$$

V funktionen angiver forventet gevinst, når man i første omgang vælger at *vente* med at træffe beslutning og blot trækker på den tilflydende gratis information. Virksomhed A er som virksomhed B også udstyret med en K funktion og en B funktion. Dog er K funktionen lidt anderledes end den tilsvarende K funktion for virksomhed B. K funktionen indeholder tre led. Med sandsynlighed  $(a(a+1))/((a+d)(a+d+1))$  vurderes, at man vil observere 2 positive indikationer, hvorefter  $p$  revurderes til  $(a+2)/(a+d+2)$ . Tilsvarende vurderes, at man med sandsynligheder  $2ad/((a+d)(a+d+1))$  og  $(d(d+1))/((a+d)(a+d+1))$  vil observere henholdsvis 1 ud af 2 og 0 ud af 2 positive indikationer, med revurdering af  $p$  til henholdsvis  $(a+1)/(a+d+2)$  og  $a/(a+d+2)$ . For en udledning af det specifikke udseende af sandsynlighederne for at observere henholdsvis 2 ud af 2, 1 ud af 2 og 0 ud af 2 positive indikationer, se f.eks. Gregory (1988, kap. 7). V funktionen har samme struktur som K funktionen hos virksomhed B bortset fra, at der her ikke fratrækkes informationsomkostninger.

De følgende to eksempler med samme data som fra eksemplerne 1 og 2 angiver optimal adfærd for virksomhed A.

#### eksempel 3

$Q=20, H=10, c=0.1, b=0.9, U=2$ . Den parametriske analyse gav:

Vent  $p \leq 0.15$  (uanset P eller N afvis)

Køb inf.  $0.15 < p \leq 0.43$  (hvis 2P indfør, ellers afvis)  
 Vent  $0.43 < p \leq 0.56$  (hvis P indfør, ellers afvis)  
 Køb inf.  $0.56 < p \leq 0.68$  (hvis 2N afvis, ellers indfør)  
 Indfør  $0.68 < p$  (indførelse straks)

#### eksempel 4

$Q=20, H=10, c=0.1, b=0.9, U=4$ . Den parametriske analyse gav:

Vent  $p \leq 0.31$  (uanset P eller N afvis)  
 Køb inf.  $0.31 < p \leq 0.45$  (hvis 2P indfør, ellers afvis)  
 Vent  $0.45 < p \leq 0.54$  (hvis P indfør, ellers afvis)  
 Køb inf.  $0.54 < p \leq 0.61$  (hvis 2N afvis, ellers indfør)  
 Indfør  $0.61 < p$  (indførelse straks).

I eksemplerne ses, at for små  $p$  værdier markerer alternativet vent reelt en forhåndsafvisning. Vi kan derfor her definere *reservationsintervallet som de værdier af  $p$ , hvor man ikke har truffet endelig stilling til indførelse/afvisning af teknologien, men afventer, evt. køber information*. Bemærk denne definition af reservationsintervallet er bredere end hos Jensen (1988b). Så for eksempel 3 er reservationsintervallet mellem 0.15 og 0.68, mens det for eksempel 4 er intervallet fra 0.31 til 0.61. Som for virksomhed B ses at dette reservationsinterval bliver mindre for større værdier af  $U$ . Da virksomhed A kan trække på flere informationskilder, vil reservationsintervallet følge være opdelt i en række delintervaller, indenfor hvilke enten alternativet køb information eller alternativet vent er optimalt. I begge eksempler ses en tredeling af reservationsintervallet, således at alternativet køb information er optimalt for værdier af  $p$  henholdsvis i bunden og i toppen af dette, mens alternativet vent er optimalt for værdier af  $p$  i midten af reservationsintervallet. Med en tredeling af reservationsintervallet haves også en mere kompleks beslutningssituation, hvilket er hovedobservationen hos Jensen (1988b).

#### iii Analyse af virksomhederne A og B

Vi vil nu sammenligne den optimale adfærd hos de to virksomheder. I denne sammenligning er parametrene  $H, Q, c, b$  sat ens af virksomhederne. Det har den indirekte implikation at de to virksomheder må formodes at operere med den samme udgangsteknologi.

Sammenlignes eksempel 1 med eksempel 3

ses, at hvis begge virksomheder har sat  $p=0.66$ , vil virksomhed B indføre straks, mens virksomhed A vil afvente information før stillingtagen. Ved sammenligning af eksemplerne 2 og 4 fås den tilsvarende observation med  $p=0.6$ . Dvs. selvom begge virksomheder opererer med det samme a priori estimat på succesparameteren og med samme initiale usikkerhed omkring dette estimat, så introducerer de ikke nødvendigvis ny teknologi samtidig.

Denne observation kan også gælde, hvis vi lader virksomhed A have mindre initial usikkerhed (større  $U$ ) om det samme estimat på succesparameteren end virksomhed B. Denne antagelse virker rimelig, da den initiale usikkerhed  $U$  i denne model kunne repræsentere opsamlet viden fra fortiden. Hvis virksomhed A hele tiden har haft flere informationskilder at øse af end virksomhed B, må den initiale usikkerhed (nutidige) også være mindre. Derfor er eksempel 4 med  $U=4$  sammenlignet med følgende eksempel hvor virksomhed B har  $U$  værdi 3.5.

#### eksempel 5

$Q=20$ ,  $H=10$ ,  $c=0.1$ ,  $b=0.9$ ,  $U=3.5$ . Den parametriske analyse gav:

|          |                      |                                   |
|----------|----------------------|-----------------------------------|
| Afvis    | $p < 0.37$           | (afvisning straks)                |
| Køb inf. | $0.37 < p \leq 0.59$ | (hvis $P$ indfører, ellers afvis) |
| Indfør   | $0.59 < p$           | (indfør straks)                   |

Med  $p=0.6$  fås, at virksomhed B indfører ny teknologi straks, mens virksomhed A indsamler information. Dvs. selvom virksomhed A allerede i initial tidspunktet har indsamlet større viden end virksomhed B, har det større værdi for virksomhed A, at udnytte deres større informationskapacitet til yderligere informationsindsamling.

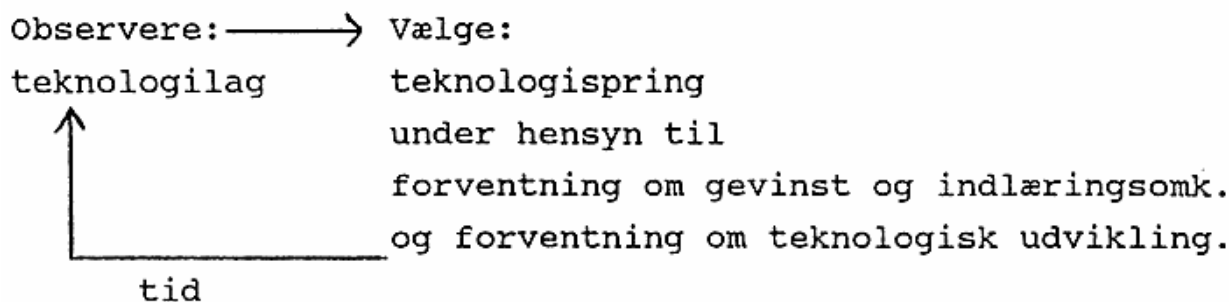
Disse taleksempler indikerer altså, at virksomheden med mindst informationskapacitet godt kan tænkes at indføre ny teknologi før virksomheden med den større informationskapacitet, hvorved en mulig diffusionsproces er antydet. Dette fænomen har Jensen (1988a) udledt i en lidt anden model, hvor informationsindsamling tillades over flere perioder.

### 3. Tilpasning under fortsat usikker teknologisk udvikling

Den i forrige afsnit præsenterede model var statisk i den forstand, at man kun vurderede stillingtagen til én bestemt teknologi. Ligeledes blev afledede effekter af at andre konkurrerende virksomheder indførte ny teknologi ignoreret. Den fortsatte teknologiske udvikling og de usikkerhedsbedømmelser af størrelse og hastighed af denne bør inddrages i beslutningsproblemet. Når effekter af fortsat teknologisk udvikling søges inddraget ændres beslutningsproblemet. Det vedrører nu i højere grad hvornår og i hvilket omfang ny teknologi indføres. F.eks. indføre ny teknologi i små bidder snarere end at foretage et stort teknologispring. En sådan strategi kunne som beskrevet af Avlontis og Parkinson (1986) og Richter m.fl. (1986, kap. 2) være at begynde med at indføre enkeltstående computerstyrede værktøjsmaskiner før en automatiseret integration påbegyndes. At en sådan strategi kan være hensigtsmæssig, idet den søger at dæmpe de betydelige indlæringsomkostninger, der kan opstå ved indførelse af ny teknologi, antydes negativt af Børsens Nyhedsmagasin (1987) og Madsen (1991). Så tilstedeværelsen af betydelige indlæringsomkostninger ved at foretage store teknologispring bør ikke ignoreres.

Som man kan definere teknologispring, der angiver omfanget af indførelse af ny teknologi, kan man tilsvarende definere teknologilag, som det man er bagud i teknologisk stadi i forhold til konkurrenterne. Begge termer er selvfølgelig svære at definere eksakt. En mulig præcisering må tilpasses en konkret analyse. Ovenfor er indikeret negative effekter af stort teknologispring. Også tilstedeværelsen af et teknologilag kan være særdeles mærkbart. Dermed haves et naturligt trade-off mellem teknologispring og teknologilag. Dette trade-off kan systematiseres i figur 3, der beskriver beslutningsproces, der forløber over tid.

Med tidsdimensionen eksplicit til stede kan figur 3 i princippet omformes til en dynamisk



Figur 3. Det dynamiske beslutningsproblem.

optimeringsmodel. Et sådant tiltag er gjort af Balcer og Lippmann (1984). Her studeres især effekter af en accelereret/decelereret teknologisk udvikling på de beslutninger, der træffes. Modellen af Balcer og Lippmann (1984) er dog ikke udtømmende. Således ignoreres negative effekter af indlæringsomkostninger ved store teknologispring. Dette implicerer, at valgproblemet i hver tidsperiode består i enten intet at foretage sig, eller at udligne teknologilagget helt.

I den hidtidige diskussion er implicit forudsat, at alle gevinstforhold omkring indførelse er kvantificerbare. Sådan forholder det sig næppe i virkeligheden, Kaplan (1986). Dvs. beslutningsproceduren bør tage hensyn til de såkaldte »intangibile benefits«. Kaplan (1986) foreslår, at disse holdes udenfor den økonomiske analyse, men måles op mod dennes resultater, som en slags kritiske værdier, se også diskussionen af dette i Johansen (1986). Et alternativt forsøg med eksplicit at inddrage sidegevinster i form af et attributindeks er gjort af Gaimon (1988) i en model for installation af et fleksibelt automatiseret produktionssystem.

En generel dynamisk optimeringsmodel af figur 3 kan altså let blive ganske kompleks. Så opmærksomheden bør ikke koncentreres mod eksplicit løsning af denne, men mere mod afdækning af interessante trade-offs i modellen.

#### 4. Afslutning

I artiklen er der blevet behandlet nogle bidrag omkring tilpasning til ny teknologi, hvor der især er fokuseret på informationsindsamling. Den i afsnit 2 behandlede model er en variation af model præsenteret hos McCardle (1985). McCardle (1985) klassificerer selv sin model som en efterspørgselsmodel, hvor virksomheder tager stilling til en udefra udviklet teknologi. De normative bidrag, der behandler udvikling af ny teknologi, tager udgangspunkt i at de potentielle innovatorer er involveret i et kapløb, om hvem der kan komme først på markedet med innovation, hvorved vinderen scorer en monopolagtig benefit overfor konkurrenterne. Det kunne f.eks. være medicinalfirmaer, der konkurrerer om først at udvikle AIDS vaccine. I Kamien og Schwartz (1982, kap. 4) er hovedvægten lagt på at afdække hvilken markedsstruktur målt ved antal potentielle konkurrenter, der giver den største innovationshastighed. Der argumenteres for, se også Scherer (1984, kap. 6), at denne opnås for et mellemstort antal innovatorer, dvs. når der hersker en art monopolistisk konkurrence på udbudssiden.

Endelig skal nævnes et bidrag af Oliva (1991), der forsøger at indkapsle McCardles model i en katastrofeteoretisk ramme. Katastrofeteori behandler divergente og diskontinuerede fænomener. En oversigt over dette



emne er givet af Bonanno og Zeeman (1988).

Det er oplagt, at modellen i afsnit 2 er meget forenklet. Et sted, hvor man kunne forsøge at bløde op på den, er at tillade information at have flere dimensioner. Et typisk træk ved informationsøgning er jo netop, at man starter med et meget simplificeret billede og at dette billede bliver mere nuanceret undervejs, idet man gradvist identificerer nye attributter af det objekt man søger viden om.

#### Summary:

*The present article is an attempt to review some normative contributions on the subject: adaptation to new technology. Special attention is paid to contributions which deal with issues of how to treat the inherent uncertainty of a decision problem. Inspired by McCardle (1985) and Jensen (1988a,b), a simple model is designed, illustrated with figures. It is specifically demonstrated that more, rather than less, information capacity may lead to the postponement of decisions on new technology.*

*In conclusion, some ideas are proposed on the expansion of the model under conditions of continued, unpredictable technological development.*

---

#### Litteratur

Avlontis, G.J. og Parkinson, S.T. »The adoption of flexible manufacturing systems in british and german companies«. *Industrial Marketing Management*, Vol 15(1986), pp. 97-108.

Balcer, Y. og Lippman, S.A. »Technological expectations and adoption of improved technology«. *Journal of Economic Theory*, Vol 34(1984), pp. 298-318.

Bierman, H.Jr. og Hausman, W.H. »The credit granting decision«. *Management Science*, Vol 16(1970), pp. B519-B532.

Bonanno, G. og Zeeman, E.C. »Divergence of choices despite similarity of characteristics: an application of catastrophe theory«. *European Journal of Operational Research*, Vol 36(1988), pp. 397-392.

Børsens Nyhedsmagasin, pp. 20-25, d. 28/8 1987.

Cheung, D.C. og Kirkwood, G.W. »Expression Tree: a decision tree analyzer with variables and expressions«. DIS 88/89-9, Arizona State University, Juni 1989.

Gaimon, C. »The acquisition of new technology and its impact on a firm's competitive position«. *Annals of Operations Research*, Vol 15(1988), pp. 37-63.

Gregory, G. »Decision Analysis«. Plenum Press, New York, 1988.

Jensen, R. »Information capacity and innovation adoption«. *International Journal of Industrial Organization*, Vol 6(1988a), pp. 335-350.

Jensen, R. »Information cost and innovation adoption policies«. *Management Science*, Vol 34(1988b), pp. 230-239.

Johansen, S.G. »Økonomiske vurderinger af ny teknologi«. Fra »Driftsøkonomiske aspekter af ny teknologi«, (Red. Genefke og Øhlenschläger Madsen), Aarhus Universitetsforlag, 1986.

Kamien, M.I. og Schwartz, N.L. »Market structure and innovation«. Cambridge University Press, 1982.

Kaplan, R.S. »Must CIM be justified by faith alone«. *Harvard Business Review*, March-April 1986, pp. 87-95.

Madsen, P.T. »Mysteriet om den forsvundne produktivitet«. *Samfundsøkonomen*, nr. 5, 1991, pp. 19-24.

McCardle, K.F. »Information acquisition and the adoption of new technology«. *Management Science*, Vol 31(1985), pp. 1372-1389.

Oliva, T.A. »Information and profitability estimates: modelling the firm's decision to adopt a new technology«. *Management Science*, Vol 37(1991), pp. 607-623.

Richter, A., Holde, S.E. og Clausen, C. »Indførelse af FMS i virksomheden«. Teknisk Forlag, København, 1986.

Rosenberg, N. »On technological expectations«. *The Economic Journal*, Vol 86(1976), pp. 523-535.

Scherer, F.M. »Innovation and growth«. The MIT Press, 1984.

emne er givet af Bonanno og Zeeman (1988).

Det er oplagt, at modellen i afsnit 2 er meget forenklet. Et sted, hvor man kunne forsøge at bløde op på den, er at tillade information at have flere dimensioner. Et typisk træk ved informationsøgning er jo netop, at man starter med et meget simplificeret billede og at dette billede bliver mere nuanceret undervejs, idet man gradvist identificerer nye attributter af det objekt man søger viden om.

#### Summary:

*The present article is an attempt to review some normative contributions on the subject: adaptation to new technology. Special attention is paid to contributions which deal with issues of how to treat the inherent uncertainty of a decision problem. Inspired by McCardle (1985) and Jensen (1988a,b), a simple model is designed, illustrated with figures. It is specifically demonstrated that more, rather than less, information capacity may lead to the postponement of decisions on new technology.*

*In conclusion, some ideas are proposed on the expansion of the model under conditions of continued, unpredictable technological development.*

---

#### Litteratur

Avlontis, G.J. og Parkinson, S.T. »The adoption of flexible manufacturing systems in british and german companies«. *Industrial Marketing Management*, Vol 15(1986), pp. 97-108.

Balcer, Y. og Lippman, S.A. »Technological expectations and adoption of improved technology«. *Journal of Economic Theory*, Vol 34(1984), pp. 298-318.

Bierman, H.Jr. og Hausman, W.H. »The credit granting decision«. *Management Science*, Vol 16(1970), pp. B519-B532.

Bonanno, G. og Zeeman, E.C. »Divergence of choices despite similarity of characteristics: an application of catastrophe theory«. *European Journal of Operational Research*, Vol 36(1988), pp. 397-392.

Børsens Nyhedsmagasin, pp. 20-25, d. 28/8 1987.

Cheung, D.C. og Kirkwood, G.W. »Expression Tree: a decision tree analyzer with variables and expressions«. DIS 88/89-9, Arizona State University, Juni 1989.

Gaimon, C. »The acquisition of new technology and its impact on a firm's competitive position«. *Annals of Operations Research*, Vol 15(1988), pp. 37-63.

Gregory, G. »Decision Analysis«. Plenum Press, New York, 1988.

Jensen, R. »Information capacity and innovation adoption«. *International Journal of Industrial Organization*, Vol 6(1988a), pp. 335-350.

Jensen, R. »Information cost and innovation adoption policies«. *Management Science*, Vol 34(1988b), pp. 230-239.

Johansen, S.G. »Økonomiske vurderinger af ny teknologi«. Fra »Driftsøkonomiske aspekter af ny teknologi«, (Red. Genefke og Øhlenschläger Madsen), Aarhus Universitetsforlag, 1986.

Kamien, M.I. og Schwartz, N.L. »Market structure and innovation«. Cambridge University Press, 1982.

Kaplan, R.S. »Must CIM be justified by faith alone«. *Harvard Business Review*, March-April 1986, pp. 87-95.

Madsen, P.T. »Mysteriet om den forsvundne produktivitet«. *Samfundsøkonomen*, nr. 5, 1991, pp. 19-24.

McCardle, K.F. »Information acquisition and the adoption of new technology«. *Management Science*, Vol 31(1985), pp. 1372-1389.

Oliva, T.A. »Information and profitability estimates: modelling the firm's decision to adopt a new technology«. *Management Science*, Vol 37(1991), pp. 607-623.

Richter, A., Holde, S.E. og Clausen, C. »Indførelse af FMS i virksomheden«. Teknisk Forlag, København, 1986.

Rosenberg, N. »On technological expectations«. *The Economic Journal*, Vol 86(1976), pp. 523-535.

Scherer, F.M. »Innovation and growth«. The MIT Press, 1984.