

Økonomi- og  
Erhvervsministeriets  
enhed for erhvervs-  
økonomisk forskning  
og analyse

FORA

Anders Hertz Larsen  
og Frederik Silbye

Danske virksomheders  
produktivitet og  
IKT-anvendelse

December  
2003

## 1. Sammenfatning

Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling har iværksat en undersøgelse med det formål at give et mere dækkende billede af hvordan virksomhedernes anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi (IKT) i 1998 påvirker deres produktivitet i 1999. Analysen er udarbejdet af FORA<sup>1</sup> i samarbejde med Danmarks Statistik.

Studier af virksomheders IKT-anvendelse viser, at virksomheder bedst udnytter nye teknologier, når teknologierne introduceres trinvist. Denne analyse opdeler IKT-anvendelse i fire faser, startende fra nul:

- *Fase nul:* Virksomheden gør ikke brug af IKT.
- *Fase eet:* Virksomheden investerer i hardware og software; derigennem etableres en IKT-plattform.
- *Fase to:* Virksomheden investerer i lokalnet og systemer til e-handel og ekstern informationssøgning.
- *Fase tre:* Virksomheden udbygger sin IKT-plattform til også at omfatte elektronisk dataudveksling, fx til og fra kunder og leverandører.

Første fase er en forudsætning for fase to, som igen er en forudsætning for fase tre. Dermed kan man betragte de enkelte faser som elementer eller moduler i virksomhedernes IKT-strategi.

Alt i alt viser analysen, at mere IKT-intensive virksomheder har højere produktivitet. Analysen gennemfører dog ikke et formelt test af årsag og virkning. For eksempel ses der ikke på, om virksomhederne i fase to og tre udelukkende har øget virksomhedernes produktivitet gennem IKT, eller om deres højere produktivetsniveau også skyldes andre faktorer.

Analysen viser, at virksomheder i fase eet har signifikant højere produktivitet end virksomheder i fase nul. Det betyder, at virksomheder, der har anskaffet sig hardware- og softwareudstyr - og dermed er gået i gang med at automatisere forskellige processer - er mere produktive end virksomheder der endnu ikke gør brug af IKT. Dernæst viser analysen, at virksomheder der har opbygget elektroniske salgs- og informationskanaler og benytter Internettet til at overvåge deres nærmeste konkurrenter (fase to), har højere produktivitet end virksomheder i fase eet. Endelig viser analysen, at virksomheder, der anvender software til elektronisk udveksling af data (fase tre) på kort sigt må formodes at have lavere produktivitet end virksomheder i fase to. Dette stemmer overens med tilsvarende studier af virksomhedernes produktivitet, der viser at overgangen fra fx fase to til tre kan medføre en kortsigtet nedgang i virksomhedernes produktivitet.

Virksomhedernes størrelse og branche synes at have betydning for hvilken fase virksomhederne placerer sig i. Det betyder, at man med fordel kan skræddersy fremtidige spørgeskemaanalyser, så de tager hensyn til mere specifikke branche- og størrelseskarakteristika.

---

<sup>1</sup> FORA er Økonomi- og Erhvervsministeriets enhed for erhvervsøkonomisk forskning og analyse, jf. [www.foranet.dk](http://www.foranet.dk).

## 2. Indledning

Størrelsen af væksten i virksomhedernes produktivitet bestemmes i et komplekst samspil mellem virksomhedernes investeringer i maskiner og udstyr, forskning og udvikling, uddannelsesniveaut blandt de ansatte og den måde hvorpå ny informations- og kommunikationsteknologi (IKT) implementeres i virksomhederne.

Samspillet mellem IKT og produktivitet er altså relativt kompliceret. Produktivitetsgevinster fra ny IKT kommer ikke ned som manna fra himlen. Først skal virksomhederne foretage investeringer i det rette IKT-udstyr, dernæst skal man sørge for at medarbejderne har de rette kompetencer til at betjene udstyret – fx gennem efteruddannelse eller rekruttering af nye kompetencer. Og endelig vil det ofte være nødvendigt, at foretage visse omorganiseringer af virksomheden således at virksomhedens arbejdsprocesser harmonerer med virksomhedens IKT.<sup>2</sup>

Denne analyse ser udelukkende på hvorledes virksomhedernes IKT-anvendelse og produktivitet spiller sammen. Til en vis udstrækning forudsættes det altså, at virksomhedernes IKT-investeringer gennemføres på en fornuftig måde, og at virksomhederne rekrutterer de nødvendige kompetencer og gennemfører de nødvendige organisationsændringer i forbindelse med indførsel af ny IKT.

Analysens forudsætninger kan diskuteres. I et vist omfang er de kommet i vej som følge af begrænsninger på datasiden. Dette kan løses på sigt, ved at supplere de allerede eksisterende oplysninger med nye spørgeskemaoplysninger; specielt hvad angår virksomhedernes organisation. I stor udstrækning understøttes analysens konklusioner af tilsvarende studier af samspillet mellem virksomhedernes IKT- anvendelse og produktivitet.

Analysen er udarbejdet for Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling. Analysen er udført af FORA. Mens Danmarks Statistik har fungeret som sparringspartner på projektet samt leverandør af data.<sup>3</sup> En sammenfatning af analysen findes i Ministeriet for Teknologi og Udvikling og Danmarks Statistiks fælles publikation om informationssamfundet, Informationssamfundet Danmark - It-status (2003).

Dette papir er organiseret i fire afsnit og to bilag. Afsnit et og to er henholdsvis sammenfatning og indledning. I afsnit tre præsenteres de data, som analysen baserer sig på og den model, der anvendes som analyseramme. Afsnit fire præsenterer de statistiske resultater; først præsenteres en analyse hvor hele virksomhedsuniversets IKT-anvendelse analyseres under eet, dernæst analyseres både størrelsesmæssige og branchespecifikke karakteristika. Sidst i papiret følger bilag et og to, de præsenterer henholdsvis proceduren for opdelingen af IKT i de fire faser og den statistiske metode bag produktivitetstestet.

---

<sup>2</sup> Nyholm (1995), *Information Technology, Productivity and Demand for Skills in Danish Manufacturing*, Ministry of Business and Industry, Denmark.

<sup>3</sup> B.K. Atrostic, Peter Boegh-Nielsen og Kazuyuki Motohashi (2002); *IT, Productivity and Growth in Enterprises: Evidence from new international micro data*.

### 3. Data og model

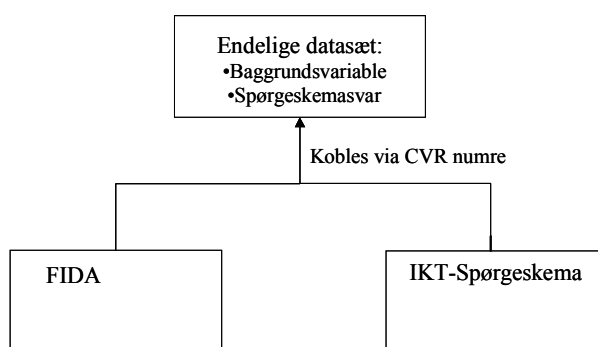
#### 3.1 Data

Med henblik på at analysere hvordan virksomhedernes anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi (IKT) påvirker deres produktivitet, tages der udgangspunkt i en sammenkobling mellem Danmarks Statistiks FIDA-database og resultaterne af Danmarks Statistiks IKT-spørgeskemaundersøgelse:

- FIDA er en database, der indeholder oplysninger om medarbejdere og regnskaber for virksomheder i Danmark. FIDA er konstrueret ved at sammenkøre *Firmastatistikken* med *Integreret Database for Arbejdsmarkedsforskning*. FIDA indeholder de fornødne variabler til at opstille et mål for virksomhedernes produktivitet.
- Spørgsmålene fra Danmarks Statistiks IKT-spørgeskemaet indsamles årligt og retter sig mod virksomhedernes anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi.

I 1998 fik Danmarks Statistik svar tilbage på IKT-spørgeskemaer fra 1590 virksomheder. De samme virksomheder er repræsenteret i FIDA. Dette giver mulighed for at kombinere oplysningerne om virksomhedernes IKT-anvendelse i 1998 med virksomhedernes produktivitetsniveau i 1999 fra FIDA. Dermed haves et unikt udgangspunkt for at analysere om virksomhedernes anvendelse af IKT i 1998 kan have haft betydning for deres produktivitetsniveau i 1999. Oplysningerne fra henholdsvis FIDA og IKT-spørgeskemaet er koblet sammen til eet samlet datasæt ved hjælp af virksomhedernes CVR-numre, jf. figur 3.1.

**Figur 3.1** Oversigt over sammenkobling af datasæt



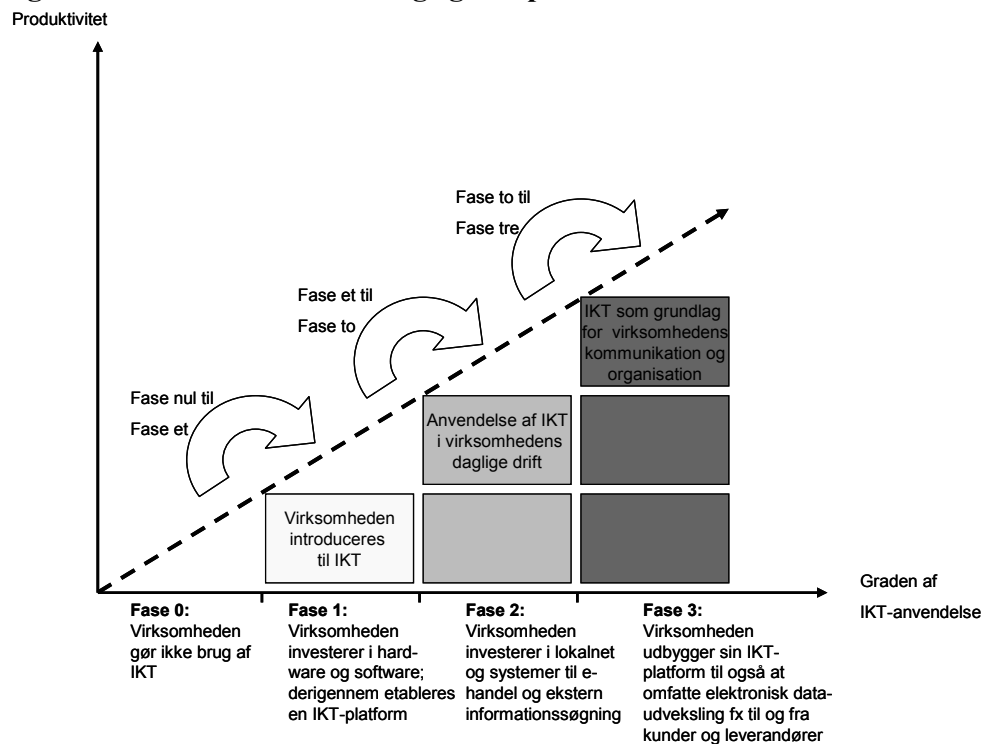
Det endelige datasæt indeholder en række forskellige spørgsmål til virksomhedernes IKT-anvendelse samt ét samlet mål for virksomhedernes produktivitet. Produktiviteten er udregnet som summen af lønsum per medarbejder og virksomhedernes årsresultat før skat per medarbejder. Lønsum omfatter samlede lønninger samt gager og vederlag til arbejdere, direktion og bestyrelse inklusiv ferieløn, overtidsbetaling, løntillæg i form af

gratis ydelser eller ydelser til nedsat pris og bonusordninger. Posten inkluderer også løn under sygdom og graviditet. Årets resultat før skat er beregnet som ordinærdrift incl. finansielle og ekstraordinære poster.<sup>4</sup>

### 3.2 Model

En række analyser og casestudier af virksomheders IKT-anvendelse viser, at virksomheder bedst udnytter nye teknologier, når teknologierne introduceres trinvist i forskellige IKT-faser.<sup>5</sup> Som illustreret i figur 3.2 er det muligt at opdele IKT-anvendelse i fire faser, startende fra fase nul.

**Figur 3.2 Virksomhedernes langsigtede produktivetsniveau i de fire IKT-faser**



Figuren er bygget op, så første fase er en forudsætning for fase to, som igen er en forudsætning for fase tre. Dermed kan man betragte de enkelte faser som elementer eller moduler i virksomhedernes IKT-strategi.

- *Fase nul:* Denne fase er udelukkende for virksomheder der ikke anvender IKT. Fasen benyttes som benchmark for produktiviteten i de øvrige faser.

<sup>4</sup> Man kan argumentere for, at finansielle og ekstraordinære poster ikke bør inkluderes i årets resultat, når dette anvendes som mål for produktivitet. En komparativ analyse af resultaterne med og uden finansielle og ekstraordinære poster viser, at dette ikke har indvirkning på analysens konklusioner.

<sup>5</sup> McKinsey Global Institute (2002), *Whatever happened to the New Economy?*, San Francisco, samt Bertschek og Kaiser (2002), *Productivity Effects of Organizational Change: Microeconomic Evidence*, CEPR, Denmark

- *Fase eet*: Virksomhederne investerer i computere samt forskellige hardware- og softwarepakker. I den forbindelse begynder virksomhederne typisk at automatisere forskellige processer, fx regnskab eller lagerstyring.
  - *Fase to*: Virksomhederne benytter Internettet til salg, markedsføring og overvågning af de nærmeste konkurrenters strategiske beslutninger. Derudover har virksomheden opbygget et internt IKT netværk, så medarbejderne kan hente oplysninger fra virksomhedens databaser.
  - *Fase tre*: I denne fase anvender virksomhederne mere avanceret software til elektronisk dataudveksling med offentlige institutioner og/ eller private samarbejdspartnere, fx til at bearbejde information om medarbejdere, kunder, finansiering eller betaling af skat.
- På *kort sigt* antages det, at virksomheder, der går fra fx fase to til fase tre, må påregne sig en mindre nedgang i produktiviteten. Det sker blandt andet fordi overgangen lægger beslag på ressourcer, uden at det umiddelbart fører til gevinster i form af nye innovationer eller rationaliseringer. Men på *lang sigt* vil produktivetsniveauet typisk være højere end i udgangspunktet på grund rationaliserings- og innovationseffekter.<sup>6</sup>

## 4. Resultater

Dette afsnit omfatter to analyser. Først analyseres samspillet mellem IKT-anvendelse og produktivitet for samtlige virksomheder. Dernæst foretages en analyse af virksomhedernes størrelse og branchemæssige betydning for IKT-anvendelsen.

### 4.1 Samspillet mellem virksomhedernes IKT-anvendelse og produktivitet

Virksomhedernes indplacering i de enkelte faser er baseret på deres IKT-anvendelse i 1998. Inddelingen svarer helt til faserne i figur 3.2. Inden for hver fase måles virksomhedernes gennemsnitlige produktivetsniveau i 1999. Analysen forudsætter altså, at virksomhedernes produktivetsniveau i 1999 blandt andet er et resultat af den form for IKT-anvendelse, som virksomhederne anvendte i 1998.

Det testes om virksomhedernes produktivitet er stigende fra fase til fase. Resultatet af dette er gengivet i tabel 4.1 og figur 4.1.

**Tabel 4.1 Statistisk test af virksomhedernes produktivetsniveau i 1999**

Forskel i produktiviteten mellem...	T-teststørrelse	Signifikanssandsynlighed	Resultat
fase nul og fase eet	- 3,55	0,0002	Virksomheder i fase 1 har <i>signifikant højere</i> produktivitet end virksomheder i fase 0 (på et 5-pct. signifikansniveau)
fase eet og fase to	-2,76	0,003	Virksomheder i fase 2 har <i>signifikant højere</i> produktivitet end virksomheder i fase 1 (på et 5-pct. signifikansniveau)

<sup>6</sup> Dette ræsonnement understøttes af Börrefors A. og V. Welin (1989), *Från idé till kommersiell succé*, 2. oplag, Kristianstad Boktryckeri Ab, 1989, Sløk. T. (1998), *Economic effects of innovation policy in Denmark*, WP no. 4/98, blå serie, Erhvervsministeriet og Petrin (2001), *Quantifying the benefits of new products: The case of the minivan*, NBER working paper nr. 8227, USA.

fase to og fase tre	0,40	0,3446	Virksomheder i fase 3 har <i>insignifikant lavere</i> produktivitet end virksomheder i fase 2 (på et 5-pct. signifikansniveau)
---------------------	------	--------	--

Anm: De udførte test er t-tests er nærmere beskrevet i bilag 2.

Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

*Produktivitetsforskellen mellem fase nul og fase eet:* Testet bekræfter antagelsen om, at virksomheder i fase eet har signifikant højere produktivitet end virksomheder i fase nul. Det betyder, at virksomheder, der har anskaffet sig hardware- og softwareudstyr - og dermed er gået i gang med at automatisere forskellige processer - er mere produktive end virksomheder der endnu ikke gør brug af IKT. Dette bekræftes af en række studier, der finder dokumentation for at investeringer i hardware mv. genererer produktivetsgevinster blandt virksomhederne.<sup>7</sup>

*Produktivitetsforskellen mellem fase eet og to:* Her viser testet, at virksomheder der har opbygget elektroniske salgs- og informationskanaler og benytter Internettet til at overvåge deres nærmeste konkurrenter (fase to), har højere produktivitet end virksomheder i fase eet. Flere analyser underbygger denne konklusion, idet de viser, at virksomhederne kan hente betydelige produktivetsgevinster ved at gå fra fase et til fase to. Gevinsterne genereres typisk som følge af nye innovationer og rationaliseringsgevinster.<sup>8</sup>

*Produktivitetsforskellen mellem fase to og tre:* Testet bekræfter, at virksomheder, der anvender software til elektronisk udveksling af data (fase tre) formodes at have lavere produktivitet end virksomheder i fase to. Dette stemmer overens med argumentationen i forbindelse med figur 3.2, der er baseret på analyser og casestudier, som viser at jo mere en ny teknologi relaterer sig til processer og organisatoriske forhold, jo større er behovet for en re-organisering af de medarbejdere, der er i berøring med den nye teknologi.<sup>9</sup> Indfører en virksomhed fx et nyt system til elektronisk udveksling af økonomiske data med banker, skattemyndigheder m.v., bør virksomheden også foretage en reorganisering af sin økonomiafdeling. I de fleste tilfælde tager sådanne omstruktureringer tid, før de kan realiseres i rationaliseringsgevinster. Så i mange tilfælde er der en *indkøringsperiode* i virksomheden, hvor virksomhedens produktivetsudvikling kan være negativ.<sup>10</sup>

Testresultaterne er illustreret grafisk i figur 4.1. Figuren understøtter argumentationen fra figur 3.2. Fra fase nul til eet og fase eet til to stiger virksomhedernes produktivitet, men fra fase to til tre ses der en nedgang.

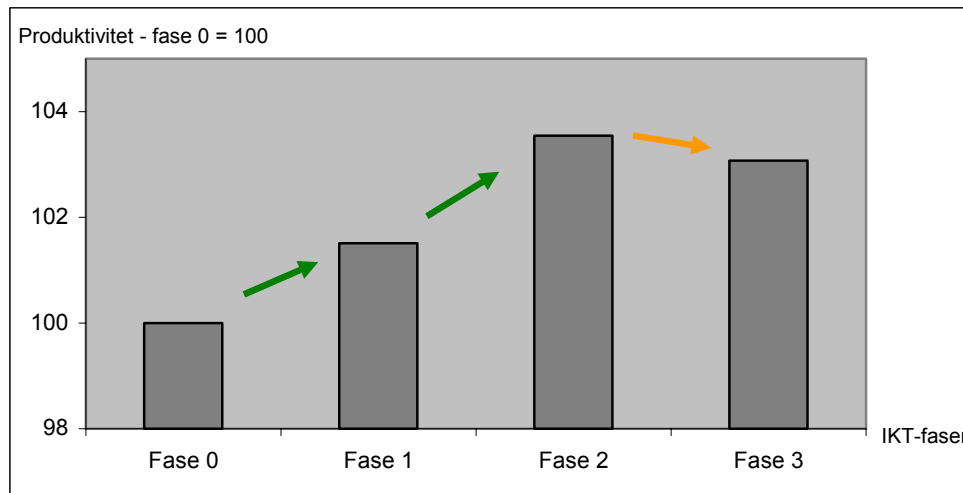
<sup>7</sup> Jorgensen, Hu og Stiroh (2002), *Projecting Productivity Growth: Lessons from the U.S. Growth Resurgence*, paper prepared for the conference on "Technology, Growth and Labour Market", Federal Reserve System and Federal Reserve Bank, New York

<sup>8</sup> Lehr og Lichtenberg (1999), *Information technology and its impact on productivity: firm-level evidences from government and private sources, 1977-1993*, Canadian Journal of Economics, Vol. 32, No. 2

<sup>9</sup> Nyholm (1995), *Information Technology, Productivity and Demand for Skills in Danish Manufacturing*, Ministry of Business and Industry, Denmark og Brynjolfsson og Kahin, editors (2000), *Understanding the Digital Economy*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

<sup>10</sup> Dette ræsonnement understøttes af Börrefors A. og V. Welin (1989), *Från idé till kommersiell succé*, 2. oplag, Kristianstad Boktryckeri Ab, 1989, Sløk. T. (1998), *Economic effects of innovation policy in Denmark*, WP no. 4/98, blå serie, Erhvervsministeriet og Petrin (2001), *Quantifying the benefits of new products: The case of the minivan*, NBER working paper nr. 8227, USA.

**Figur 4.1 Virksomhedernes kortsigtede produktivetsniveau i de fire IKT-faser i 1999**



- Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 10-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant lavere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)

Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

Hvis produktivitetstallene havde indeholdt en lidt længere fremadskuende tidsserie end blot produktivitetstal for 1999, kunne man endvidere have analyseret om virksomheder i fase tre har haft mulighed for at realisere en produktivetsgevinst på lidt længere sigt.

Virksomhedernes branche synes at have betydning for, hvilken fase de placerer sig i. Bygge- og anlægsbranchen er den branche, hvor færrest virksomheder anvender IKT; her befinder over 70 procent af virksomhederne sig i fase nul. Inden for industri og transport, post og tele er IKT-anvendelsen også forholdsvis lav, mens virksomhederne inden for hotel, handel og forretningsservice er relativt mere IKT-intensive.

Når vi ser på virksomhedernes størrelse, er der en tendens til at de små og mellemstore virksomheder anvender mindre IKT end de store virksomheder.

#### **4.2 Analyse af virksomhedernes størrelse og brancheforholds betydning for deres produktivitet**

I det følgende opdeles analysen på virksomhedsstørrelse og branchetilknytning. Dermed undersøges det, om virksomhedernes størrelse og brancheforhold har betydning for deres IKT-anvendelse.

##### **IKT-anvendelse og virksomhedernes størrelse**

Først gennemføres en analyse af store samt små og mellemstore virksomheders IKT-anvendelse. Analysen gennemføres for at undersøge, om virksomhedernes størrelse har afgørende indflydelse på virksomhedernes IKT-anvendelse. Analysen viser, at den



generelle sammenhæng mellem IKT og produktivitet fra figur 1 primært genfindes hos de store virksomheder, jf. figur 3.2, mens billedet for de små og mellemstore virksomheder er mindre entydigt.

Store virksomheder defineres som virksomheder med minimum 100 ansatte og en omsætning over 100 mio. kr i 1998. I datasættet klassificeres 553 virksomheder som store, mens 1017 virksomheder er små.

Virksomhedernes størrelse og deres placering i de fire IKT-faser ses i tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Relativ fasefordeling af virksomheder ift. størrelse i 1998**

	<i>Små og mellemstore virksomheder</i>	<i>Store Virksomheder</i>
<i>Fase nul</i>	44 %	30 %
<i>Fase eet</i>	44 %	46 %
<i>Fase to</i>	6 %	18 %
<i>Fase tre</i>	6 %	7 %
<i>I alt</i>	100 %	100 %

Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

De små og mellemstore virksomheder placerer sig primært i fase nul og et – altså med beskedent eller intet brug af IKT. Over halvdelen af de store virksomheder placerer sig også i de to første faser. Herudover ses også en forholdsvis større andel af store virksomheder i fase tre.

Inden for hver fase er der en svag tendens til højere produktivitet blandt de store virksomheder i forhold til de små og mellemstore virksomheder. Tendensen er dog så svag, at den ikke er signifikant, jf. tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Produktivitet ift. virksomhedsstørrelse i de forskellige IKT-faser i 1999**

	Små og mellemstore virksomheder SMV = 100	Store virksomheder	Små og mellemstore virksomheder Samlet = 100	Store virksomheder	T-test-størrelse	Signifikanssandsynlighed
<i>Fase 1</i>	100	103	95	91	-0.76	0.2245
<i>Fase 2</i>	100	102	103	99	-0.42	0.3378
<i>Fase 3</i>	100	111	109	115	-1.16	0.126
<i>Fase 4</i>	100	107	110	112	-0.7	0.2441

Anm: De benyttede t-tests er udført mht. det alternativ, at store virksomheder har en højere produktivitet end små og mellemstore. I signifikanssandsynligheden under 0,05 siges store virksomheder derfor at være signifikant mere produktive end og de små og mellemstore.

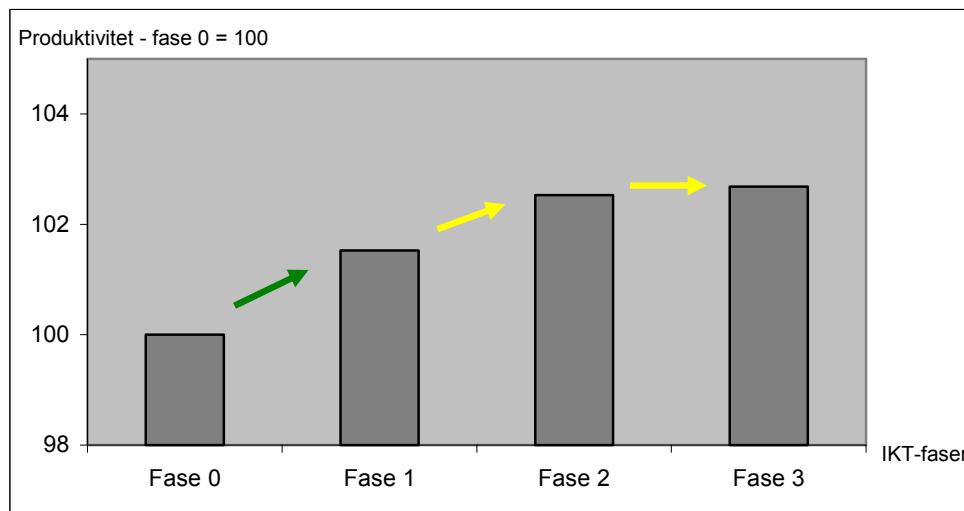
Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

Generelt kan det konkluderes, at store virksomheder bruger IKT i et større omfang end små og mellemstore virksomheder. Sammenligner man små og store virksomheders produktivetsniveau inden for hver enkelt fase, finder vi ikke signifikante produktivetsforskelle. Der er altså ikke statistisk belæg for at hævde, at en stor virksomhed i fase ét vil være mere produktiv end en lille virksomhed i fase ét.

### Små og mellemstore virksomheder

Små og mellemstore virksomheder er defineret som virksomheder, der i 1998 både har under 100 ansatte og har en omsætning under 100 mio. kr. Figur 4.2 viser, at produktiviteten blandt små og mellemstore virksomheder generelt øges med øget brug af IKT, men at det udelukkende er springet fra fase nul til fase eet, der øger produktiviteten signifikant. Således viser analysen, at det primært er den indledende etablering af en IKT-platform herunder investeringer i software og computere, der har gavnnet de små og mellemstore virksomheders produktivitet i 1999.

**Figur 4.2 Små og mellemstore virksomheders produktivetsniveau i 1999**



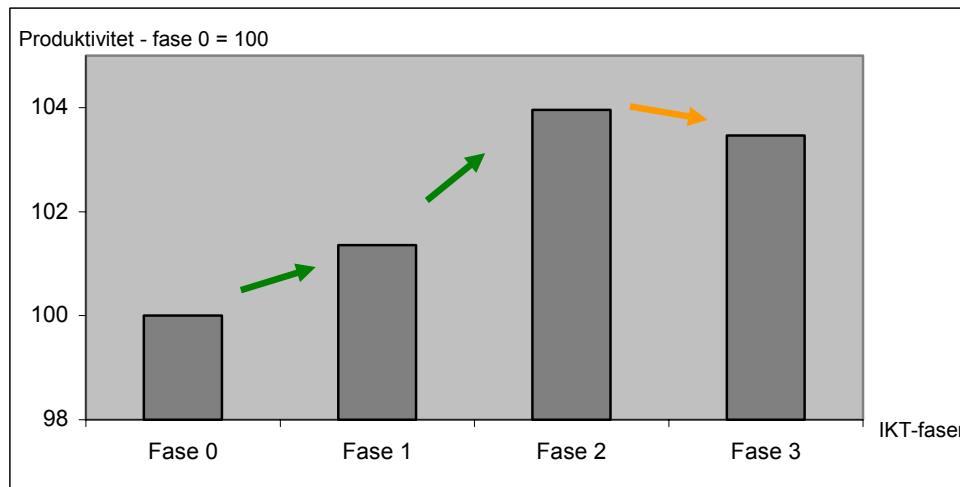
- Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 10-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant lavere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)

Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

### Store virksomheder

For de store virksomheders vedkommende observeres i figur 4.3 især en signifikant produktivetsgevinst fra fase nul til fase eet samt fase eet til fase to. Herefter formodes der en produktivetsnedgang fra fase to til fase tre.

**Figur 4.3 Produktivitsniveauet blandt store virksomheder i 1999**



- Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 10-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant lavere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)

Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

Indtil 1999 har store virksomheder altså primært forbedret deres produktivitet ved at udnytte de anvendelsesmuligheder der ligger inden for anskaffelse af computere og adgang til Internettet (fase et og to).

#### *Delkonklusion*

Som det fremgår af tabel 4.2. er andelen af små og mellemstore virksomheder i fase to og tre beskedent sammenlignet med store virksomheder. Dette kan muligvis skyldes, at store virksomheder har været hurtigere til at investere i IKT, fx på grund af større ressourcer.

#### **IKT-performance set i forhold til virksomhedernes branche-tilknytning**

Det er væsentligt at undersøge, om virksomhedernes branche-tilknytning har afgørende indflydelse på IKT-performance og sammenhængen mellem IKT og produktivitet.

I det følgende er samtlige 1570 virksomheder placeret i en af fem brancher, opdelt på baggrund branchekoden DB 93<sup>11</sup>, jf tabel 4.3.

<sup>11</sup> Danmarks Statistiks Dansk Branchekodeinddeling fra 1993

**Tabel 4.3 Specifikation af den benyttede brancheopdeling**

<i>Branche</i>	<i>Specifikation</i>	<i>Antal</i>
Industri	Fremstillingsvirksomhed og forsyning.	750
Bygge- og anlægsvirksomhed	Håndværker- og entreprenørvirksomhed.	149
Handel, hotel og restauration	Engros- og detailhandel, reparationsvirksomhed, hoteller, restaurationer etc.	509
Transport, post og telekommunikation	Person- og godstransport, anlæg og services i forbindelse med transport, post, telekommunikation.	139
Forretnings- og servicevirksomhed	Finansielle inst., forsikring, udlejning, anden servicevirksomhed som advokater, rengøring, reklame etc.	285

Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

Virksomhedernes fordeling på brancher og deres placering i de forskellige IKT-faser fremgår af tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Virksomhedernes fordeling på brancher og faser**

	<i>Industri</i>	<i>Bygge og anlæg</i>	<i>Hotel, handel og restauration</i>	<i>Transport, post og tele</i>	<i>Forretning og service</i>
<i>Fase 0</i>	39 %	76 %	35 %	61 %	16 %
<i>Fase 1</i>	47 %	18 %	51 %	28 %	48 %
<i>Fase 2</i>	9 %	3 %	12 %	8 %	17 %
<i>Fase 3</i>	6 %	4 %	3 %	2 %	19 %
<i>I alt</i>	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

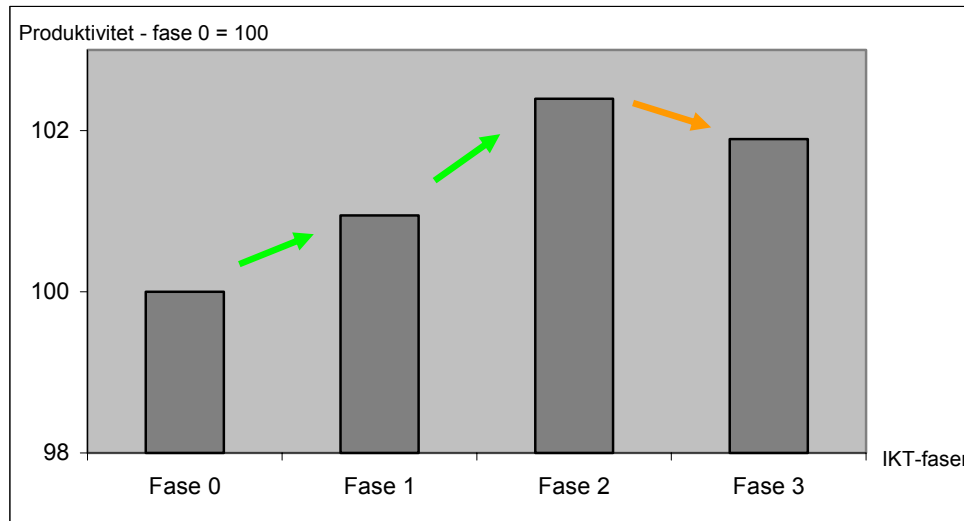
Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

*Bygge og anlæg* fremstår med over 70 procent i fase nul virksomheder som den mindst IKT-intensive branche. Virksomhederne inden for *industri* og *transport, post og tele* ligger også primært i de to laveste faser. *Hotel, handel og restauration* har en relativ stor andel af virksomheder i fase to, mens *forretning og service* klart viser sig at være den branche, der i højest grad benytter sig af IKT. Her ligger næsten 40 procent af virksomhederne i fase to og tre, hvilket er markant større andel end hos de øvrige brancher.

#### *Industri*

Industrivirksomheder er typisk virksomheder inden for fremstillingsindustrien. Figur 4.4 viser, at industrien kan opnå signifikante produktivetsforbedringer i overgangene fra fase nul til fase eet og fra fase eet til fase to – altså ved den indledende etablering af en IKT-plattform og i udnyttelsen af Internettet. Ligeledes er det værd at bemærke, at den produktivetsnedgang, vi formodede i overgangen fra fase to til fase tre for samtlige virksomheder kan genfindes her.

**Figur 4.4 Produktivitsniveauet blandt industrivirksomheder i 1999**



- Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
  - Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 10-pct. signifikansniveau)
  - Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
  - Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant lavere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

#### *Bygge og anlæg*

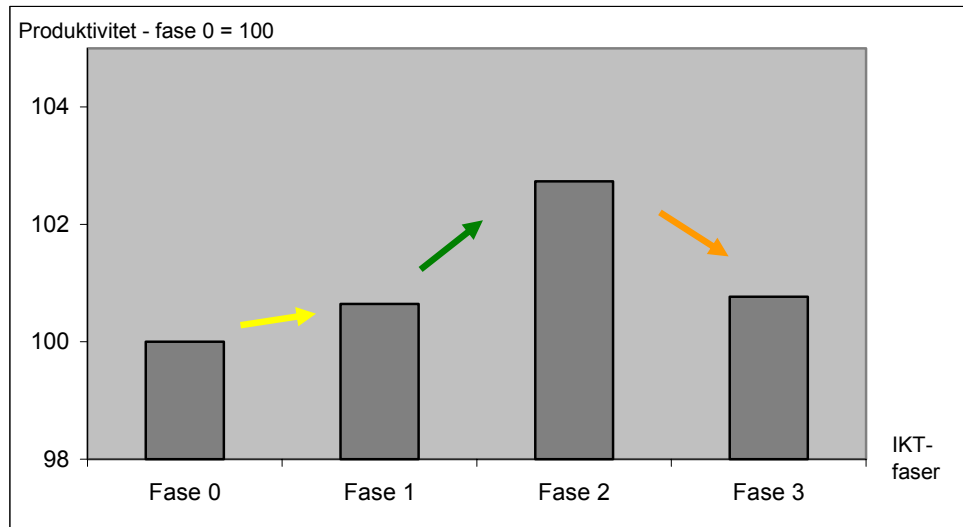
Bygge- og anlægsbranchen dækker både over større entreprenørselskaber og mindre håndværkerfirmaer. Da spørgeskemaet omfatter relativt få virksomheder inden for bygge og anlæg, er det statistiske analysegrundlag for at opdele bygge og anlægsvirksomhederne i fire faser relativt spinkelt. Derfor har vi i det følgende kun foretaget en kvalitativ analyse for bygge- og anlægsvirksomhedernes produktivitsniveau.

Den kvalitative analyse viser, at overgangen fra fase nul til fase eet indebærer en produktivitsforbedring. For de øvrige faser kan der ikke udtrages noget klart mønster.

#### *Handel, hotel og restauration*

Virksomheder i denne branche kan være alt fra hoteller, restauranter og spisesteder til diverse detail- og engroshandelsselskaber. Overgangen fra fase eet til to er ifølge figur 4.5 den eneste signifikante produktivitsforbedring., jf figur 4.5. Mønsteret fra tidligere kan altså delvist genfindes.

**Figur 4.5 Produktivitsniveauet inden for handel, hotel og restauration i 1999**



- Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 10-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant lavere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)

Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

#### *Transport, post og telekommunikation*

Denne branchekategori indeholder transport- og kurerselskaber samt firmaer inden for telefon- og internetkommunikation. Da spørgeskemaet omfatter relativt få virksomheder inden for transport, post og telekommunikation er det statistiske analysegrundlag for at opdele denne branche i fire faser relativt spinkelt. Derfor har vi i det følgende kun foretaget en kvalitativ analyse af produktivitsniveauet inden for transport, post og telekommunikation.

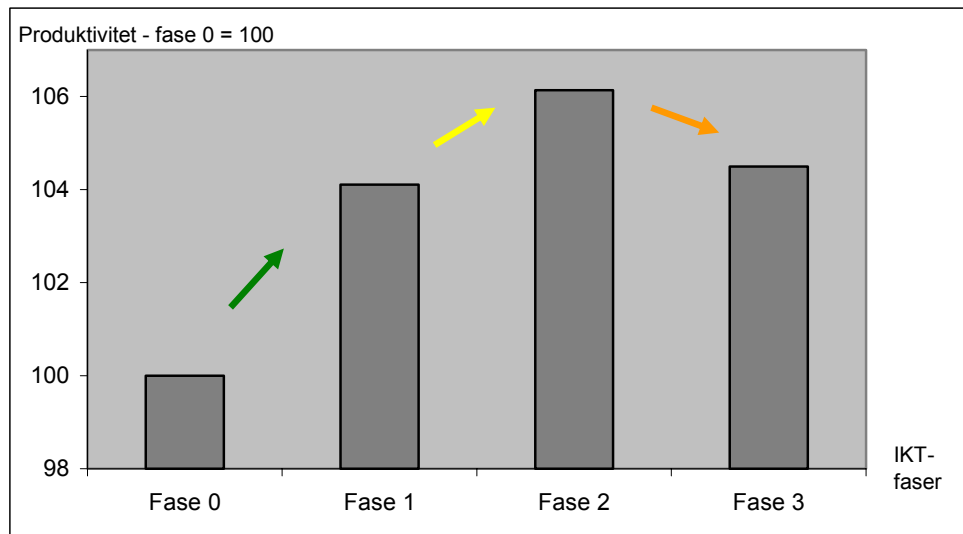
Den kvalitative analyse viser, at virksomheder inden for denne branche primært har hentet deres produktivitsgevinster gennem etablering af en IKT-plattform. For de øvrige faser er det ikke muligt at identificere et klart mønster.

#### *Forretningsservice*

Denne branche dækker over forskellige typer af konsulentvirksomheder og andre service-selskaber, der ikke umiddelbart kan placeres i de 4 foregående brancher.

Som det var tilfældet for de øvrige brancher, ses også for forretningsservice, at overgangen fra fase nul til fase eet kan give signifikante produktionsforbedringer, jf. figur 4.6. Investeringer derudover er ikke slået signifikant igennem i virksomhedernes produktivitet i 1999.

**Figur 4.6 IKT vs. produktivitet – forretning og service**



- ↗ Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- ↗ Virksomheder i fase a+1 har *signifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 10-pct. signifikansniveau)
- ↗ Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant højere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)
- ↘ Virksomheder i fase a+1 har *insignifikant lavere* produktivitet end virksomheder i fase a (på et 5-pct. signifikansniveau)

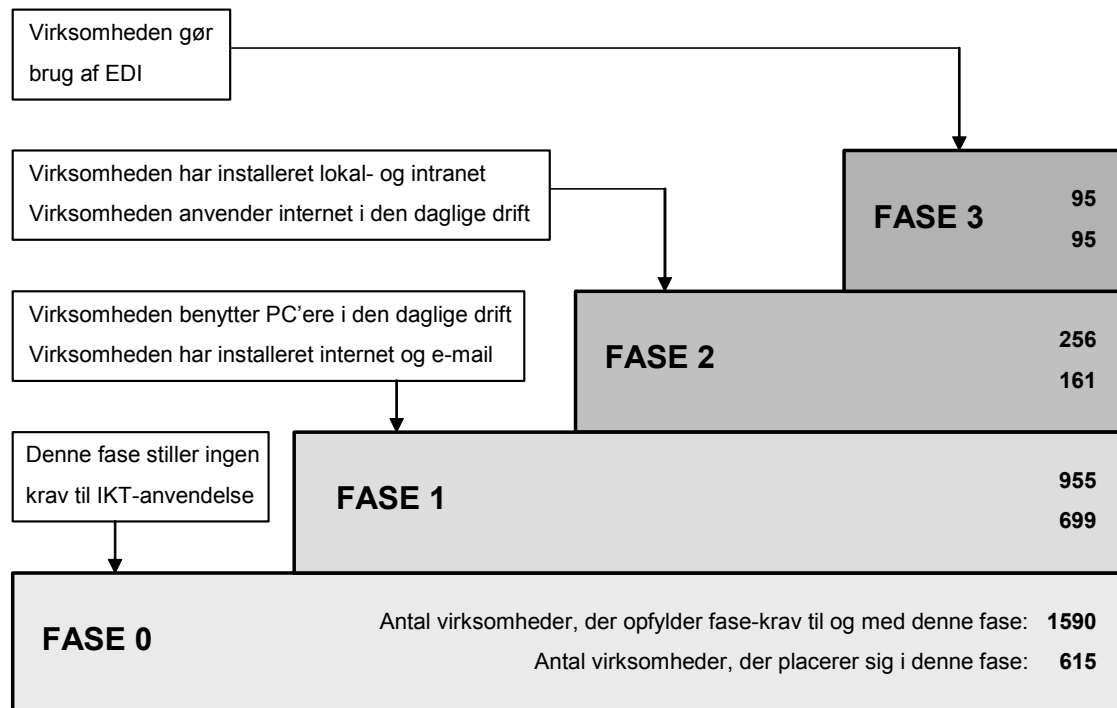
Kilde: FIDA Danmarks Statistik 1998-undersøgelse af virksomhedernes IKT-anvendelse og egne beregninger

## Bilag 1. Opdelingen af IKT-anvendelsen i fire faser

Virksomhederne deles op i fire forskellige IKT-faser. Hver fase er defineret ud fra nogle krav, der kan relateres til konkrete spørgsmål i det spørgeskema, som Danmarks Statistik bruger i deres 1998-undersøgelse af danske virksomheders IKT-anvendelse. Fase-opdelingen er hierarkisk, jf. figur 3.1, således kræver advancement til fase tre, at både kravene til fase eet og fase to er opfyldt. Virksomhederne placeres hele tiden i den højst mulige fase.

Figur B1.1 viser den hierarkiske opdeling af fase nul til tre. Fase nul repræsenterer udgangspunktet, hvor virksomheden ikke anvender IKT. I fase eet har virksomheden investeret i hardware og software, dvs. i denne etableres den indledende IKT-platform. I fase 2 investerer virksomheden i lokalnet og systemer til e-handel og ekstern informationssøgning, mens virksomheden i fase 3 udbygger sin IKT-platform til også at omfatte elektronisk dataudveksling, fx til og fra kunder og leverandører.

Figur B1.1 Definition af de fire IKT-faser



I det følgende uddybes indholdet af hver fase, ligesom det præciseres hvilke spørgsmål fra spørgeskemaet, der bruges til at opstille kravene til hver enkelt fase (numrene i parentes).

### *Fase nul – fravær af IKT*

I denne fase opfylder virksomheden ikke nogle af de krav som stilles til de øvrige faser. Der er således tale om en virksomhed, der enten ikke benytter sig af IKT, eller som kun benytter IKT i yderst beskedent omfang. Fase nul anvendes som et benchmark for de øvrige faser.



### *Fase eet – etablering af IKT-plattform*

Virksomhederne i denne fase har etableret en IKT-plattform (investeringer i hardware og software), som en stor del af de ansatte er tilknyttet. Med IKT-plattform menes blot mulighed for e-mail- og Internet-adgang. Dette giver mulighed for automatisering af virksomhedsdriften inden for områder som lagerstyring, regnskab osv. Fasen udgør dermed et fundament for virksomhedernes IKT-performance.

Spørgsmålene i denne fase er:

- Virksomheden anvender informationsteknologi (2.1).
- Mindst 25 procent af personalet anvender PC (2.2).
- Internet og e-mail er etableret senest i 1998 (3.1.1 - 3.1.2).

Afgrænsningen af fase ét baserer sig på en række studier, der peger på, at investeringer i PC'ere og internet fører til produktivitetsgevinster.<sup>12</sup>

### *Fase to – udvidelse og anvendelse af IKT-plattform*

Virksomhederne i denne fase har udbygget deres IKT-plattform yderligere i forhold til fase eet. På det *interne* område sker dette typisk ved etablering af et kommunikationssystem i form af intra- og lokalnet. På den måde har medarbejderne f.eks. mulighed for at hente oplysninger fra virksomhedens database, ligesom kommunikationen internt i virksomheden lettes. På det *eksterne* område anvender virksomhederne IKT og Internet til en lang række driftsmæssige formål inden for informationsøgning, rekruttering, finansielle transaktioner og betalinger, markedsføring samt modtagelse og afgivelse af ordrer.

Spørgsmålene i denne fase er:

- Der er installeret lokalnet i virksomheden (2.3).
- Mindst 25 procent af personalet er tilsluttet dette lokalnet (2.4).
- Der er installeret intranet i virksomheden (3.1.3).
- Der svares 1998 eller før på mindst 8 ud af 14 spørgsmål vedrørende virksomhedens anvendelse af internet (4.3.1 - 4.3.14).

Afgrænsningen af fase to udspringer af en række undersøgelser, der viser, at overgangen fra fase eet til fase to kan føre til en stigning i antallet af innovationer og rationaliseringer og dermed påvirke produktiviteten i positiv retning.<sup>13</sup>

### *Fase tre – IKT som grundlag for virksomhedens kommunikation*

Virksomhederne i denne fase har investeret og udviklet IKT-systemer til elektronisk dataudveksling (EDI) mellem virksomheden og kunder, leverandører, samarbejdspartnere etc. Fasen udgør dermed en videreudvikling og systematisering af virksomhedens IKT-anvendelse.

---

<sup>12</sup> Jorgensen, Hu og Stiroh (2002), *Projecting Productivity Growth: Lessons from the U.S. Growth Resurgence*, paper prepared for the conference on "Technology, Growth and Labour Market", Federal Reserve System and Federal Reserve Bank, New York.

<sup>13</sup> Lehr og Lichtenberg (1999), *Information technology and its impact on productivity: firm-level evidence from government and private sources, 1977-1993*, Canadian Journal of Economics, Vol.32, No. 2.

Spørgsmålene i denne fase er:

- EDI er taget i brug i virksomheden senest i 1998 (5.2).
- EDI er taget i brug i virksomheden senest i 1998 inden for berøringsfladerne kunder, leverandører, øvrige samarbejdspartnere, pengeinstitutter og offentlige institutioner (5.3.1 – 5.3.5).

Afgrænsningen af fase tre baserer sig på forskellige analyser af indførelsen af EDI og tilsvarende teknologier. Analyserne viser, at overgangen til sådanne teknologier på kort sigt vil medføre en produktivitsnedgang. På lang sigt – efter denne indkøringsperiode – er produktivitsniveauet dog hævet.<sup>14 15</sup>

---

<sup>14</sup> Nyholm (1995), *Information Technology, Productivity and Demand for Skills in Danish Manufacturing*, Ministry of Business and Industry, Denmark og Brynjolfsson og Kahin, editors (2000), *Understanding the Digital Economy*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

<sup>15</sup> Dette ræsonnement understøttes af Børrefors A. og Welin V. (1989), *Från idé till Kommersiell succé*, 2. oplag, Kristianstad Boktryckeri Ab. 1989, Sløk T. (1998), *Economic effects of innovation policy en Denmark*, WP no. 4/98, blå serie, Erhvervsministeriet og Petrin (2001), *Quantifying the benefits of new products: The case of the minivan*, NBER working paper no. 8227, USA.

## Bilag 2. Statistisk metode

I de foregående afsnit undersøges flere gange om de mest IKT-intensive virksomheder også har højere produktivitet. For at undersøge dette placeres samtlige virksomheder i én af fire faser, jf. figur 3.2, hvorefter produktivitetsniveauet i de forskellige faser sammenlignes. Dette gøres ved hjælp af et statistisk test, der sammenligner gennemsnitsproduktiviteten i en given fase (kaldet fase A) med gennemsnitsproduktiviteten i fasen umiddelbart under (kaldet fase B).

Det benyttede test er som følger<sup>16</sup>:

$x_1^A, \dots, x_n^A$  er produktiviteten for de  $n$  virksomheder i fase A. Disse størrelser opfattes som værende observationer af uafhængige, normalfordelte variable  $X_1^A, \dots, X_n^A$ , hvor

$$X_i^A \sim N(\mu_A, \sigma_A^2), i = 1, \dots, n.$$

$x_1^B, \dots, x_m^B$  er produktiviteten for de  $m$  virksomheder i fase B. Disse størrelser opfattes som værende observationer af uafhængige, normalfordelte variable  $X_1^B, \dots, X_m^B$ , hvor

$$X_j^B \sim N(\mu_B, \sigma_B^2), j = 1, \dots, m.$$

Den konkrete hypotese bliver nu:

$$H_0 : \mu_A = \mu_B \quad \text{vs.} \quad H_1 : \mu_A > \mu_B$$

En forkastelse af hypotesen ift. alternativet indikerer dermed, at fase A har højere produktivitet end B.

Inden ovenstående hypotese kan undersøges, er det dog nødvendigt at klarlægge, om varianserne i de to normalfordelinger er ens. Således ønskes følgende hjælpehypotese undersøgt:

$$H_0^* : \sigma_A^2 = \sigma_B^2 \quad \text{vs.} \quad H_1^* : \sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$$

Den benyttede teststørrelse er:

$$V^* = \max \left\{ \frac{S_A^2}{S_B^2}, \frac{S_B^2}{S_A^2} \right\}$$

Signifikanssandsynligheden for dette dobbeltsidede test er  $p = 2P(V^* \geq v^*)$ ,

hvor  $V^* \sim F(n-1, m-1)$  hvis  $v^* \geq 1$  -  $V^* \sim F(m-1, n-1)$  hvis  $v^* \leq 1$ .

Efter at have godkendt/forkastet hjælpehypotesen, kan den oprindelige hypotese nu undersøges.

Godkendes hjælpehypotesen, så der haves ens varianser benyttes teststørrelsen

$$T = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{S^2(1/n + 1/m)}}, \quad \text{hvor} \quad S^2 = \frac{(n-1)S_A^2 + (m-1)S_B^2}{n+m-2} \quad \text{kaldes den "pooled" varians.}$$

Signifikanssandsynligheden for dette ensidede test er  $p = P(T \geq t)$ , hvor  $T \sim t(n+m-2)$ .

---

<sup>16</sup> Kilde: Erling B. Andersen m.fl. *Teoretisk statistik for økonomer*. 1998.

Forkastes i stedet hjælpehypotesen, så der haves forskellige varianser benyttes teststørrelsen

$$U = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{S_A^2/n + S_B^2/m}}, \text{ der er approksimativt u-fordelt.}$$

Signifikanssandsynligheden for dette ensidede test er  $p = P(U \geq u)$ . SAS tilnærmer dog fordelingen af  $U$  med en t-fordeling frem for en standardiseret normalfordeling<sup>17</sup>. Dette giver en bedre tilnærmelse, men er ikke muligt at gøre uden brug af computer.

Forkastes hypotesen  $H_0$  (dvs. er testes signifikanssandsynlighed mindre end et givet niveau), haves at gennemsnitsproduktiviteten for virksomhederne i fase A er signifikant højere end gennemsnitsproduktiviteten i fase B. Konklusionen bliver nu, at de IKT-udvidelser, der adskiller fase A fra fase B, signifikant bidrager til øget produktivitet.

---

<sup>17</sup> Kilde: Michael Feilberg og Anders Milhøj. *Introduktion til statistik med SAS*. 2001.