

**ERIK MELLANDER  
PONTUS ROOS**

## **Metoder för produktivitetmätning när kvalitetsaspekter är väsentliga\***

*Företag och organisationer lägger ner allt mer resurser på att bibehålla eller öka kvalitén i de varor och tjänster som de tillhandahåller. Konsumenterna ställer samtidigt ökade krav på flexibilitet och kundanpassning. Eftersom både producenter och konsumenter fäster stor vikt vid kvalitetsaspekter bör de också beaktas vid produktivitetmätning. I denna artikel presenterar Erik Mellander och Pontus Roos ett antal moderna metoder som tillgodoser detta behov. Framställningen utgår ifrån olika antaganden om den information som finns om den aktuella verksamhetens produktionsresultat. Översikten tar därigenom hänsyn till att tillgången på sådan information ofta skiljer sig emellan, exempelvis, privata företag och offentliga organisationer.*

### **Inledning**

Vi har i en tidigare artikel (Mellander & Roos [1995]) diskuterat det förslag till att beakta kvalitetsaspekter i produktivitetmätningar som framförts av Sven-Olov Larsson [1994, 1995]. Avsikten med denna artikel är dels att föra fram ett antal alternativ till den av Larsson föreslagna

metoden, dels att komplettera de omfattande översiktsartiklar om produktivitetmätningar i tjänstesektorn som Lennart Hjalmarsson nyligen har skrivit (Hjalmarsson [1991a,b]). Kompletteringen gör emellertid inte några anspråk på representativitet – diskussionen nedan avser i huvudsak metoder som vi har utnyttjat i vår egen forskning.

Kvalitetsaspekter har under de senaste åren fått en ökad uppmärksamhet, både i ett producentperspektiv och i ett konsumentperspektiv. När det gäller producentperspektivet är ett exempel det starkt ökade intresset bland företag för kvalitetscertifiering. Konsumentperspektivet märks genom att "kundanpassad" och "kundorienterad" produktion har blivit ett allt vanligare konkurrensmedel.

Vår metoddiskussion utgår ifrån ett an-

*ERIK MELLANDER är ekon dr i nationalekonomi och verksam vid Industriens Utredningsinstitut (IUI), Stockholm. Hans forskning är inriktad på produktivitets- och humankapitalfrågor.  
PONTUS ROOS är fil lic i nationalekonomi och ansvarig projektledare vid Institutet för Hälso- och Sjukvårdsekonomi (IHE) i Lund. Hans arbetsområde är mätmetoder för produktivitet och effektivitet.*

\* Vi tackar Eugenia Kazamaki Ottersten och redaktörerna för *Ekonomisk Debatt* för värdefulla synpunkter.

tal olika antaganden om den information som finns tillgänglig för analys. Dataunderlaget för produktivitets- och kvalitetsmätningar kan delas upp i två delar. Den ena delen utgörs av *inputdata*, d v s information om de produktionsfaktorer som utnyttjas i produktionsprocessen – exempelvis arbetskraft, kapital i form av maskiner och byggnader samt förbrukningsmaterial. Den andra delen avser *outputdata*, d v s uppgifter om produktionsresultatet. Detta kan utgöras av en eller flera produkter, vilka kan ha både kvantitativa och kvalitativa dimensioner. För att kunna fokusera på de svårigheter som är förknippade med att mäta output kommer vi här genomgående att anta att fullständiga *inputdata* finns tillgängliga. Detta antagande är naturligtvis inte helt realistiskt. I litteraturen finns emellertid utförliga diskussioner om problem och möjligheter med *inputdata*.<sup>1</sup>

Vi inleder metodöversikten med att diskutera fallet när *outputdata* saknas helt. Syftet är att visa att man kan mäta produktivitet, och indirekt ta hänsyn till kvalitetsaspekter, även när man bara har tillgång till *inputdata*. Därefter diskuteras fall där det finns succesivt mer information om output: när värdemått på produktionen är tillgängliga, när det finns både kvantitativa och kvalitativa outputmått och, slutligen, när man utöver kvantitativ och kvalitativ information om output även har tillgång till uppgifter om hur konsumenterna/avnämarna värderar produktionsresultatet. För att undvika tekniska resonemang nöjer vi oss med att beskriva vad man kan göra. Referenser gör det dock möjligt för den intresserade läsaren att gå till källorna för att se hur det kan göras.

Metoddiskussionen föregås av två avsnitt. Det första behandlar ett antal viktiga distinktioner och begrepp. Det andra innehåller en allmän definition av produktivitet och en diskussion av bakomliggande orsaker till produktivitetsutveckling.

## Några viktiga distinktioner och begrepp

Beskrivningen av de olika metoderna och jämförelser mellan dem underlättas av följande distinktioner och de begrepp som de baseras på.

### D1. Distinktionen mellan privata och offentliga produkter

Denna distinktionen är viktig av två skäl. För det första gör bristen på konkurrens i den offentliga sektorn att det är viktigt att man vid produktivitmätningar kan ta hänsyn till olika slag av ineffektiviteter, se vidare distinktionen D3 nedan.<sup>2</sup> Det andra skälet är att för produkter som avsetts på marknader finns det i allmänhet värdeuppgifter om produktionen, exempelvis i form av totala försäljningsintäkter. Denna information kan man, som vi ska se, utnyttja i produktivitetsanalyser när volymmått saknas på produktionen.

### D2. Distinktionen mellan produktionsteknologin och konsumtionsteknologin

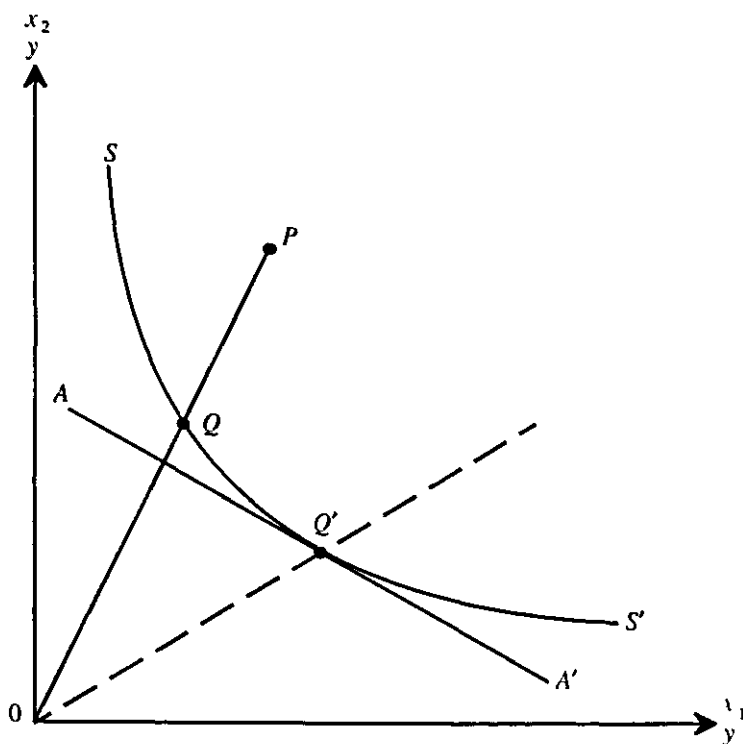
Produktionsteknologin kan ses som en beskrivning av den process som transformerar inputs till outputs. Producenten fattar beslut om produktionsteknik, organisation och inputsammansättning för att producera en viss outputuppsättning, som antingen bestäms av producenten eller helt/delvis av andra, beroende på om produktionen sker i privat eller offentlig sektor.

Konsumtionsteknologin kan karaktäriseras på motsvarande sätt som produktionsteknologin: hushållen efterfrågar de outputs som företag och andra organisationer producerar och använder dessa

<sup>1</sup> För översikter, se t ex Usher [1980] och Hamermesh [1986].

<sup>2</sup> Därmed inte sagt att man kan bortse ifrån ineffektiviteter när det fråga om privata verksamheter som är utsatta för konkurrens – även dessa uppvisar ofta stora effektivitetsskillnader.

Figur 1 Effektivitet i produktionsprocessen.



Källa: Farrell [1957].

som inputs i sina sk hushållsproduktionsfunktioner för att omvandla dem till önskvärda aktiviteter. I vissa fall kan de inköpta tjänsterna eller varorna användas direkt, i andra fall kan flera olika produkter behöva kombineras för att generera en aktivitet.

Produktionsteknologin och konsumtionsteknologin länkas följaktligen samman genom att outputs från produktionen blir inputs i konsumtionen. Denna interaktion innehåller ofta kvalitativa aspekter och det är dessa vi avser när vi nedan diskuterar kvalitetsmätning.<sup>3</sup>

### D3. Distinktionen mellan effektivitet i produktionsprocessen och effektivitet i inriktningen av produktionen

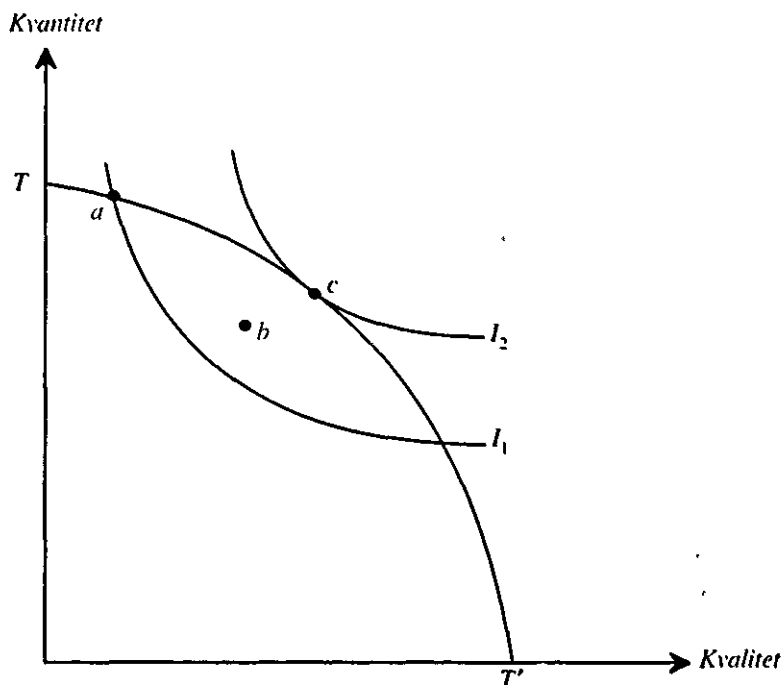
Effektivitet i produktionsprocessen kan illustreras med hjälp av Figur 1.

Här tänkes en output,  $y$ , produceras med hjälp av två inputs,  $x_1$  och  $x_2$ . Vi behöver i detta sammanhang inte skilja mellan kvantitativa och kvalitativa dimensioner av produktionsresultatet –  $y$  kan ses som innefattande båda aspekterna. På axlarna mäts de sk input/output-koefficienterna, som talar om åtgången av  $x_1$  respektive  $x_2$  vid produktionen av  $y$ . Den undre begränsningen för åtgångstalen ges av kurvan  $SS'$ , *enhetsisokvanten*, som är bestämd av produktionsteknologin.

Punkter på enhetsisokvanten säges vara tekniskt *effektiva*. De kännetecknas av det inte är möjligt att ensidigt minska användningen av någon input utan att minska output. Punkterna  $Q$  och  $Q'$  utgör

<sup>3</sup> Se den inledande diskussionen i Dertouzos, Thurow & Solow [1989].

Figur 2 Effektivitet i inriktningen av produktionen.



två exempel. Punkten  $P$  däremot är tekniskt ineffektiv eftersom man med samma förhållande mellan  $x_1$  och  $x_2$  men med en proportionellt mindre insats av båda också kan producera  $y$ , nämligen i punkten  $Q$ . Graden av teknisk effektivitet i  $P$  ges av kvoten  $OQ/OP$ . För punkter på enhetsisokvanten är graden av teknisk effektivitet 1.

Om man har information om inputpriserna,  $w_1$  och  $w_2$ , kan man också undersöka om produktionsprocessen är allokerings effektiv, dvs om inputkvoten  $x_1/x_2$  är optimal givet priskvoten  $w_1/w_2$ . Priskvoten är lika med lutningen på budgetlinjen  $AA'$ . Punkten  $Q'$  där budgetlinjen tangerar isokvanten är inte bara tekniskt effektiv utan även allokerings effektiv, vilket innebär att det inte finns någon punkt på eller ovanför isokvanten som medför lägre produktionskostnader. Punkter som ligger på den streckade linjen och ovanför  $Q'$  är allokerings effektiva men tekniskt ineffektiva.<sup>4</sup>

Effektivitet i inriktningen av produktionen, å andra sidan, föreligger om det som produceras överensstämmer med det som konsumenterna efterfrågar. Detta effektivitetsbegrepp illustreras i *Figur 2* som också visar på sambandet mellan effektivitet i produktionsprocessen och effektivitet i inriktningen av produktionen.

Vi tänker oss det är fråga om en vara eller tjänst som kan beskrivas i två dimensioner: "kvantitet" och "kvalitet". Konsumenternas preferenser med avseende på dessa två dimensioner framgår av indifferenskurvorna  $I_1$  och  $I_2$  som anger två olika nyttonivåer. Nyttan är lägst på  $I_1$  och högst på  $I_2$ . Av indifferenskurvornas form

<sup>4</sup> Man kan också definiera begreppet *skaleffektivitet* som anger hur den faktiska produktionsnivån förhåller sig till den optimala, se t ex Førsund & Hjalmarsson [1974, 1979] eller Färe, Grosskopf & Lovell [1985]. Detta effektivitetsbegrepp kommer vi dock inte att diskutera vidare.

framgår att om kvalitén minskar måste kvantiteten öka för att konsumenterna ska kunna hålla sig kvar på en given nyttonivå.

Vilken nyttonivå konsumenterna hamnar på beror dels på hur mycket som produceras av den aktuella produkten, dels på avvägningen mellan kvantitet och kvalitet. Vid givna produktionsresurser avgränsas de möjliga kombinationerna av kvantitet och kvalitet av *transformationskurvan* som skär kvantitetsaxeln i punkten  $T$  och kvalitetsaxeln i  $T'$ . Om effektivitet föreligger i produktionsprocessen kommer produktionen att äga rum på transformationskurvan.<sup>5</sup> Kurvans krökning anger att vid effektivitet i produktionsprocessen måste en höjning av produktens kvalitet ske till priset av en minskning i kvantiteten, och vice versa.<sup>6</sup> Punkter innanför kurvan, t ex  $b$ , är möjliga men ineffektiva i produktionsteknisk mening.

Olika punkter på transformationskurvan medför olika nytta för konsumenterna. Exempelvis är nyttan högre i  $c$  än i  $a$  eftersom indifferenskurvan  $I_2$  representerar högre nytta än  $I_1$ . Punkten  $c$  representerar dessutom den maximala nyttan – den högsta möjliga effektiviteten i inriktningen av produktionen – eftersom transformationskurvan tangerar den högsta indifferenskurvan i just  $c$ .

I allmänhet bortser man ifrån konsumenternas värdering av produktionsresultatet när man bedömer (graden av) effektivitet i produktionen. Omvänt så bortser man i regel från produktionsprocessen när man utvärderar effektiviteten i produktionens inriktning. Av *Figur 2* framgår att en ökad grad av effektivitet i produktionsprocessen inte behöver innebära högre effektivitet i produktionens inriktning, och tvärtom. Förflyttningar från  $b$  till  $a$ , respektive från  $a$  till  $b$  illustrerar detta. Det finns dock möjligheter att koppla ihop de två begreppen. Ett exempel på detta är den sista av de metoder som vi diskuterar.

## Produktivitet: Definition och bakomliggande orsaker

Produktiviteten talar om hur produktionsresultatet (outputs) förhåller sig till volymen av utnyttjade produktionsfaktorer (inputs). För att detta förhållande ska vara oberoende av i vilka enheter man mäter inputs och outputs studerar vi produktivitetens relativa (procentuella) förändring över tiden. När vi talar om "produktivitet" är detta alltså en kortform för "den relativa förändringen i produktivitet mellan två tidpunkter".

Outputs betecknar vi med  $y_i$ ,  $i=1, \dots, m$ . För dessa skiljer vi mellan kvantitativa dimensioner,  $z_i$ ,  $i=1, \dots, m$ , och kvalitativa dimensioner eller kvalitetsattribut,  $a_r$ ,  $r=1, \dots, s$ . Inputs betecknar vi med  $x_1, \dots, x_n$ . Produktiviteten,  $\hat{P}$ , kan då skrivas som

$$\begin{aligned} \hat{P} &= \sum_{i=1}^m \gamma_i^y \hat{y}_i - \sum_{j=1}^n \gamma_j^x \hat{x}_j \\ &= \sum_{i=1}^m \gamma_i^z \hat{z}_i + \sum_{r=1}^s \gamma_r^a \hat{a}_r - \sum_{j=1}^n \gamma_j^x \hat{x}_j \end{aligned} \quad (1)$$

där " $\wedge$ " över en variabel anger att det är fråga om en relativ (procentuell) förändring och  $\gamma_i^y$ :na,  $\gamma_j^x$ :na,  $\gamma_i^z$ :na och  $\gamma_r^a$ :na är vikter med vilka tillväxttakterna i outputs, inputs, outputkvantiteter och outputkvaliteter vägs samman. Den relativa förändringen i produktivitet kan alltså uttryckas som skillnaden mellan två vägda summor av relativa förändringar i de kvantitativa och kvalitativa dimensio-

<sup>5</sup> Det bör påpekas att det effektivitetsbegrepp vi använder oss av här talar om hur mycket produktionen kan öka vid givna produktionskostnader. De effektivitetsmått som illustrerades i *Figur 1* anger istället hur mycket produktionskostnaderna kan minska vid en given nivå på produktionen.

<sup>6</sup> Detta gäller vid en given tidpunkt. Över längre perioder kan både kvantitet och kvalitet öka parallellt, som en följd av teknisk utveckling.

nerna av outputs och en motsvarande summa för inputs.<sup>7</sup>

Bestämningen av vikterna behöver vi inte gå närmare in på här. Det räcker med att påpeka att till skillnad från vikterna  $\gamma_i^x$  och  $\gamma_j^y$  som alltid är positiva så kan kvalitetsvikterna ( $\gamma_i^z$ :na) också vara negativa, om kvalitetsattributen värderas negativt.

Traditionella definitioner av produktivitet brukar inte särskilja kvantitativa och kvalitativa dimensioner av output. Vanligtvis används bara den första likheten i (1), dvs man använder ett mått som underförstått innefattar båda aspekterna, se tex Jorgenson & Griliches [1967]. Den andra likheten gör det dock möjligt att utvärdera produktivitetseffekterna av olika avvägningar mellan kvalitet och kvantitet. En ökning av kvalitetsattributet  $\hat{a}_i$  med 1% och samtidig minskning av  $\hat{z}_i$  med 1% kan leda antingen till en ökning eller minskning av produktiviteten beroende på förhållandet mellan  $\gamma_i^z$  och  $\gamma_j^y$ .

Ibland kan det givetvis vara svårt att mäta kvalitetsförändringar. Många kvalitetskaraktäristika är emellertid förhållandevis lätta att operationalisera. Exempel är "tillgänglighet till service" och "leveranssäkerhet". Servicetillgänglighet kan mätas med hjälp av öppethållandestider, kötider m m och leveranssäkerhet som andel leveranser i utlovad tid, andel felaktiga produkter o s v.

Med hjälp av (1) kan vi också enkelt illustrera effekterna av att man helt bortser ifrån kvalitativa aspekter vid produktivetsmätningar. I termer av (1) innebär detta att alla vikterna  $\gamma_i^z$  sätts till noll. Som vi påpekade i Mellander & Roos [1995] är det möjligt att utelämnade kvalitetsaspekter kan förklara både den mycket låga produktivitet som under 1970- och 80-talen uppmättes i offentlig sektor och den i vissa fall mycket höga produktivitetstillväxt som man i samma sektor uppmätt under senare år. Detta illustreras i Figur 3.

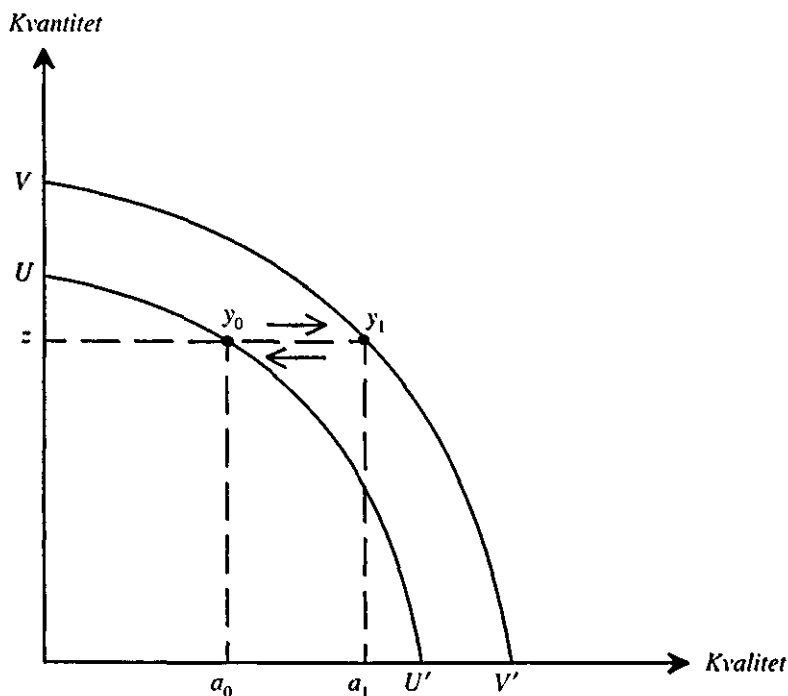
I tidpunkten 0 ges den offentlige producentens transformationskurva av  $UU'$  och

produktionen äger rum i punkten  $y_0$ , vilket innebär att kvantiteten uppgår till  $z$  och kvaliteten till  $a_0$ . Eftersom  $y_0$  ligger på transformationskurvan föreligger effektivitet i produktionsprocessen. I tidpunkten 1 utökas producentens budgetramar vilket medför att transformationskurvan förskjuts utåt, till  $VV'$ . Producenten utnyttjar det extra budgetutrymmet till att höja kvaliteten till  $a_1$ , under oförändrad kvantitet. Produktionen flyttas således till  $y_1$  som också är en effektiv punkt med avseende på produktionsprocessen. Eftersom den kvalitativa dimensionen inte beaktas i produktivetsmätningen registreras emellertid inte någon produktionsökning mellan tidpunkterna 0 och 1. Istället erhålles en produktivetsnedgång, beroende på att samma kvantitet som i tidpunkten 0 nu produceras till en högre kostnad. Detta avspeglas i (1) genom att termen  $\Sigma_j^y = \gamma_j^y \hat{x}_j$  ökar.

För att på motsvarande sätt ge en stilerad förklaring till de senaste årens utveckling kan vi kasta om processen. På ett kärvare budgetläge möter producenten återigen transformationskurvan  $UU'$ . Genom att låta hela anpassningen ske på kvalitetssidan, dvs genom att förflytta sig tillbaka till  $y_0$ , kan han registrera en produktivetsökning genom lägre kostnader

<sup>7</sup> Ofta beräknas den relativa förändringen i arbetsproduktivitet istället för  $\hat{P}$ . Skillnaden mellan de två är att arbetsproduktivetsmättet bortser ifrån alla produktionsfaktorer utom arbetskraft. Det vägda summan av de relativa förändringarna i samtliga inputs ersätts således med bara den relativa förändringen i arbetskraftsutnyttjandet, som får vikten ett. Arbetsproduktiviteten är enkel att beräkna men den kan många gånger vara starkt missvisande. Vi kommer därför inte att diskutera arbetsproduktivetsmättet. En utförlig diskussion av detta och andra partiella produktivetsmätt finns dock i Hjalmarsson [1991b].

Figur 3 Illustration av effekten av att bortse ifrån kvalitetsaspekter.



vid oförändrad kvantitet.<sup>8</sup>

Detta enkla exempel visar att variationer i produktivetsutvecklingen kan bero på att kvalitetsförändringar ignoreras. Som framgår av (1) kommer de förändringar i kvalitet som man faktiskt beaktar också att påverka produktiviteten – den icke oväsentliga skillnaden är att man då viktar kvalitetsförändringarna med positiva eller negativa vikter istället för vikter som är lika med noll.

Utöver kvalitetsutveckling kan man urskilja två typer av orsaker till produktivetsförändringar: teknisk utveckling och effektivitetsförändringar.

Teknisk utveckling kan uppstå både genom tekniska innovationer och genom införandet av nya, effektivare, sätt att organisera produktionen. Ytterst visar den tekniska utvecklingen på potentialen för långsiktig tillväxt i ekonomin och därmed på möjligheterna till ökad levnadsstandard.

För att kunna definiera teknisk utveckling behöver man en funktion som visar dels hur inputs transformeras till outputs vid en given tidpunkt, dels hur denna process förändras över tiden. Teknisk utveckling definieras som den relativa förändringen över tiden i själva processen. I termer av *Figur 1* kan teknisk utveckling illu-

<sup>8</sup> Som synes har vi till skillnad ifrån *Figur 2* inte lagt in några indifferenskurvor i diagrammet. Detta speglar ett allmänt problem för många producenter av offentliga tjänster: de har ofta svårt att bilda sig en uppfattning om hur avnämarna/konsumenterna värderar den service de erbjuder. I termer av exemplet innebär detta att den ensidiga satsning på höjd kvalitet som producenten genomförde under period 1 inte nödvändigtvis var optimal med avseende på effektiviteten i inriktningen av produktionen. Ett syfte med den sista metoden som vi diskuterar är att försöka komma tillrätta med detta problem.

streras av ett skift i enhetsisokvanten  $SS'$ . Vid positiv teknisk utveckling skiftar isokvanten inåt, mot origo, vilket innebär att efter förändringen är (den minimala) resursåtgången för att producera en enhet output mindre än tidigare.

Slutligen kan produktivitetsförändringar också komma till stånd genom förändringar i effektiviteten i produktionsprocessen och/eller i inriktningen av produktionen, jfr diskussionen ovan i anslutning till *Figur 1* och *Figur 2*.<sup>9</sup>

Innan vi övergår till metoddiskussionen är det viktigt att påpeka att (1) inte är något annat än en definition. Metoder för att mäta produktivitetsförändringar och teknisk utveckling behöver inte bestå i direkta tillämpningar av denna definition. Exempelvis är det i allmänhet så att man inte särskilt beräknar vare sig vikterna eller tillväxttakterna i inputs och outputs men att man likväl erhåller mått på produktivitetstillväxten som kan tolkas som (1).

## Produktivitetmätning under olika antaganden om data

### *Produktionsmått saknas helt*

Här tänker vi oss att vi har tidseriedata över inputs,  $x_1, \dots, x_n$ , och deras priser,  $w_1, \dots, w_n$ , men att vi helt saknar information om output. Finns det verkligen exempel på sådana situationer? Ja, åtminstone om man menar outputdata som kan användas för produktivitetmätningar. I de svenska nationalräkenskaperna är exempelvis värdet av offentliga tjänster per definition lika med inputkostnaderna, dvs  $\sum_{j=1}^n w_j x_j$ , vilket innebär att någon produktivitetstillväxt aldrig kan förekomma, jfr Jorgenson & Griliches [1967].

När det verkligen inte finns några outputmätt att tillgå har man naturligtvis inget annat val än att försöka utnyttja inputdata på bästa möjliga sätt. En intressant situation uppstår dock om det finns mått på produktionsresultatet som sanno-

likt är behäftade med systematiska fel.<sup>10</sup> Ett alternativ är då givetvis att genomföra analysen både med och utan outputmätt. Om resultaten skiljer sig åt måste man emellertid fråga sig vilket av dem man bör fästa störst tilltro till. Intuitivt kan det kanske förefalla rimligare att utnyttja mer information än mindre, även om den extra informationen är dålig. Eftersom ofullständig information kan vara missledande är det emellertid inte självklart att den är bättre än ingen information alls.<sup>11</sup> Vilken ansats som är bäst beror helt enkelt på vilket antagande som är "längst ifrån sanningen": att i) outputindikatorn är ett uttryck för det verkliga produktionsresultatet eller att ii) produktionsprocessen har de egenskaper som krävs för att den ska kunna karaktäriseras utan information om output (se nedan). Tyvärr ligger det i sakens natur att man i allmänhet inte kan säga något om detta.<sup>12</sup>

Den metod som beskrivs nedan diskuteras i detalj i Mellander [1993, kap 2] och utgår ifrån följande fråga: Under vilka förutsättningar kan en produktionsprocess beskrivas fullständigt med hjälp av endast inputdata? Efterfrågesidan behandlas inte alls i analysen, vilket innebär att man inte kan säga något om konsumtionsteknologin och effektiviteten i pro-

<sup>9</sup> Det finns här anledning att påpeka att synsättet på förhållandet mellan effektivitetsförändringar och förändringar i produktivitet varierar mellan olika forskningsinriktningar. En del definierar produktivitetsförändringar relativt enbart effektiva produktionsprocesser, vilket medför att effektivitetsaspekter ligger utanför produktivitetsbegreppet. Andra ser produktivitet som ett vidare begrepp, såsom vi har valt att göra här.

<sup>10</sup> Exempelvis ett renodlat kvantitativt mått som antal omsorgsdagar (per år) i barnomsorgen.

<sup>11</sup> Jfr diskussionen i anslutning till *Figur 3*.

<sup>12</sup> För en mera utförlig diskussion, se Mellander [1993, kap 1].



duktionens inriktning. Detta betyder dock inte att metoden helt bortser ifrån kvalitetsaspekter. Analysen förutsätter att det existerar ett aggregerat mått  $y$  på output som innefattar både kvantitativa och kvalitativa aspekter, men att detta mått är okänt för forskaren.<sup>13</sup> En av metodens förtjänster är att den resulterar i en skattning av ett index för  $y$ .

För enkelhets skull bortser vi först ifrån ineffektiviteter i produktionsprocessen, vilket medför att produktivetsförändringen blir lika med teknisk utveckling. Vi utgår ifrån en produktionsfunktion,  $f$ , som beskriver hur inputs transformeras till output, enligt  $y = f(x_1, \dots, x_n, t)$ . Produktivetsutvecklingen utgörs av den relativa förändringen i produktionsfunktionen och betecknas med  $f_t$ . Subindexet  $t$  anger att det är fråga om partiell förändringen över tiden, dvs en förändring vid givna inputs, och "Λ" anger som tidigare att det är en relativ (procentuell) förändring som avses.

Produktionsfunktionen  $f$  kan emellertid inte bestämmas med mindre än att information finns om både inputs,  $x_1, \dots, x_n$ , och output,  $y$ . Metoden bygger därför inte på en analys av produktionsfunktionen utan på en ekvivalent representation av produktionsprocessen i termer av kostnadsfunktionen. Kostnadsfunktionen,  $g$ , kan skrivas  $C = g(y, w_1, \dots, w_n, t)$  där  $C$  betecknar produktionskostnaderna dvs  $C = \sum_{j=1}^n w_j x_j$ .

För att skatta produktivitetstillväxten med hjälp av kostnadsfunktionen utnyttjar man följande resultat, härlett av Ohta [1975]

$$f_t = -\hat{g}_t \cdot s, \quad (2)$$

där  $\hat{g}_t$ , som förväntas vara negativ, är definerad som den relativa minskningen i kostnaderna över tiden, vid givna inputpriser. Faktorn  $s$  betecknar den sk skal elasticiteten. Om en förändring i output när inputpriserna och  $t$  hålles konstanta leder till en relativ förändring i kostna-

derna som är mindre än den relativa förändringen i output föreligger ökande skalavkastning och  $s > 1$ . Om de relativa förändringarna i output och kostnader är lika stora är skalavkastningen konstant och  $s = 1$ . Om, slutligen, den relativa förändringen i kostnaderna är större än outputförändringen är skalavkastningen avtagande och  $s < 1$ .

Uttrycket (2) är lättast att tolka i fallet med konstant skalavkastning. Produktivetsutvecklingen mäts då helt enkelt genom den sänkning av styckkostnaderna som inte kan förklaras av ändrade inputpriser. Vid variabel skalavkastning måste detta mått korrigeras för att styckkostnaderna beror på hur mycket som produceras.

Vi ska nu visa hur man kan skatta  $f_t$ , utan tillgång till information om  $y$ . Vi kan inte utnyttja själva kostnadsfunktionen eftersom  $y$  ingår som argument i denna, jfr ovan. Tricket är att istället utnyttja ekvationer för produktionsfaktorernas kostnadsandelar, dvs

$$\frac{w_j x_j}{\sum_{j=1}^n w_j x_j}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Det gäller nämligen att kostnadsandels-ekvationerna är oberoende av output men innehåller likväl fullständig information om kostnadsfunktionen givet att:

1. konstant skalavkastning föreligger,
2. all teknisk utveckling är icke-neutral.

Villkoret 1. medför att  $s=1$ , jämför ovan.

<sup>13</sup> Villkoret att produktionsprocessen kan behandlas som om endast en output produceras utesluter inte att flera produkter framställs. Det innebär bara att de optimala inputuppsättningarna ska vara oberoende av vilka outputkombinationer som produceras. Detta förutsätts ofta gälla i studier av tjänsteproduktion – Bernsteins [1992] analys av den kanadensiska livförsäkringsindustrin utgör ett intressant exempel.

Antagandet 2. är inte speciellt restriktivt. Det krävs p.g.a. att teknisk utveckling påverkar kostnadsandelarna endast om den är icke-neutral, vilket innebär att den påverkar den produktiva förmågan hos olika inputs olika mycket, proportionellt sett. Det är endast i det speciella fallet när den tekniska utvecklingen påverkar alla inputs exakt lika mycket, relativt sett, som den inte har någon effekt på kostnadsandelarna. Den tekniska utvecklingen säges då vara neutral.

Givet att man specificerar en funktionsform för kostnadsfunktionen kan man skatta parametrarna i andelsekvationerna – och därmed parametrarna i kostnadsfunktionen – med hjälp av regressionsanalys.<sup>14</sup> Produktivitetens utvecklingen (2) erhålles därefter genom beräkning av  $\hat{g}$ , eftersom skalelasticiteten  $s$  ju antagits vara 1.

Hittills har vi bortsett ifrån ineffektivitet i produktionsprocessen. Det är tyvärr en utbredd missuppfattning att analyser baserade på kostnadsfunktionen måste förutsätta fullständig effektivitet i produktionsprocessen. Skälet är kostnadsfunktionens definition:  $C(y, w_1, \dots, w_n, t)$  anger den minimala kostnaden för att producera  $y$  i tidpunkten  $t$ , givet inputpriserna  $w_1, \dots, w_n$ . Analysen kan emellertid generaliseras så att avvikelser från både teknisk effektivitet och allokerings effektivitet kan beaktas. Av utrymmesskäl inskränker vi oss här till att diskutera allokeringsineffektivitet, dvs ineffektivitet som består i att inputproportionerna inte är optimala i förhållande till de relativa inputpriserna.

Idén är att de inputproportioner som observeras måste vara optimala i förhållande till någon uppsättning av relativpriser, säg  $w_1^*/w_n^*, \dots, w_{n-1}^*/w_n^*$ . I det enklaste fallet antas dessa hypotetiska relativpriser vara proportionella mot de faktiska relativpriserna.<sup>15</sup> I fallet med två inputs kan detta skrivas  $w_1^*/w_2^* = \theta \cdot (w_1/w_2)$ , där  $\theta$  är en okänd konstant. Allokerings effektivitet föreligger endast om  $\theta = 1$ . Givet

denna specifikation kan andelsekvationerna formuleras så att de utan ytterligare data kan beakta avvikelser ifrån allokerings effektivitet.

Om allokeringsineffektivitet föreligger kommer detta att påverka skattningen av den tekniska utvecklingen. Dessutom tillkommer en term i beräkningen av produktivitetsförändringen, en term som avser den relativa förändringen i graden av allokerings effektivitet över tiden.

#### *Endast värdemått på produktionen är tillgängliga*

I detta avsnitt antar vi att vi har tidserieinformation om inputvolymerna,  $x_1, \dots, x_n$ , inputpriser,  $w_1, \dots, w_n$ , samt ett värdemått på output,  $V$ . Vi inriktar oss nu på produkter som avsätts på marknader. För dessa finns det i allmänhet värdeuppgifter om produktionen, exempelvis i form av totala försäljningsintäkter. I vissa sammanhang kan dessa värdeuppgifter vara den enda information om produktionsresultatet som kan utnyttjas för produktivitetens analys. Konsulttjänster kan utgöra ett exempel.

Liksom i föregående avsnitt antar vi att det existerar ett aggregerat mått på produktionsprocessens "sanna" output.<sup>16</sup> Följaktligen kan vi skriva värdemåttet på output som  $V = p_y \cdot y$ , där  $p_y$  är outputpriset, vilket vi i likhet med  $y$  saknar information om.

Värdemåttet ger oss det vi saknade i föregående avsnitt. För det första får vi en koppling till efterfrågesidan: att den aktuella produkten är efterfrågad visas redan av det faktum att den har kunnat ge-

<sup>14</sup> Hogerleden i andelsekvationerna härleds ifrån kostnadsfunktionen med hjälp av det s.k. Shephard's lemma (se t.ex. Varian [1984, s 54]).

<sup>15</sup> Se t.ex. Atkinson & Halvorsen [1984]. För en mer utvecklad ansats, se Althin [1995, kap 2].

<sup>16</sup> Framställning i detta avsnitt är ytterst kortfattad. För detaljer se Mellander [1992, 1995].

nerera intäkter. Hur väl värdemåttet sedan avspeglar konsumenternas preferenser beror på hur konkurrensutsatt den aktuella marknaden är.

För det andra innebär tillgången till ett värdemått att man kan karaktärisera produktionsprocessen fullständigt utan att behöva anta att produktionsteknologin uppvisar konstant skalavkastning och att all teknisk utveckling är icke-neutral.

Här antar vi först att effektivitet föreligger både i produktionsprocessen och i inriktningen av produktionen. Det sistnämnda antagandet är liktydigt med att förutsätta perfekt konkurrens på outputmarknaden. Under dessa omständigheter kan man genom att analysera företagets vinstmaximeringsproblem visa att skal elasticiteten kan skrivas som kvoten mellan totala intäkter och totala kostnader, dvs

$$s = \frac{C}{V}. \quad (4)$$

Eftersom kostnaderna på lång sikt inte kan vara större än intäkterna ser vi att  $s \leq 1$ , dvs den skalavkastning som vi kan mäta med hjälp av kvoten  $C/V$  är antingen avtagande eller konstant. Detta är en avspeglning av det faktum att långsiktigt ökande skalavkastning inte är förenligt med fri konkurrens.

Av (4) ser man direkt att värdemåttet ger oss möjlighet att släppa på det antagande om konstant skalavkastning (dvs  $s=1$ ) som vi tvingades göra i föregående avsnitt. Att även antagandet om endast icke-neutral teknisk utveckling blir onödigt framgår inte. Det kan dock visas att kostnadsfunktionen kan skrivas om på så sätt att argumentet  $y$  byts ut mot kvoten  $C/V$ . Detta innebär i sin tur att man med hjälp av regressionsanalys kan skatta inte bara kostnadsandelsekvationerna utan även själva kostnadsfunktionen. Därigenom kan man komma åt sådan teknisk utveckling som inte påverkar kostnadsandelarna, dvs neutral teknisk utveckling.

Givet skattningarna av parametrarna i kostnadsfunktionen kan man beräkna den tekniska utvecklingen i enlighet med (2) där  $\hat{g}$ , bestäms av kostnadsfunktionens utseende och  $s$  ges av (4). Utöver skattningen av teknisk utveckling ger regressionsanalysen också möjligheter att beräkna volym- och prisindexar för output, dvs indexar för  $y$  och  $p_y$ .

Ineffektiviteter i produktionsprocessen kan beaktas på samma sätt som i fallet när outputinformation saknas helt och hållet. Ineffektiviteter i produktionens inriktning å andra sidan föreligger om det råder imperfekt konkurrens på outputmarknaden. Om så är fallet kan producenterna ta ut ett pris som överstiger den samhälleliga värderingen av produkten. Värdemåttet  $V$  kommer därmed att överskattas. I allmänhet är det svårt att uppskatta storleken på denna överskattning. Det faktum att det  $V$  som man observerar aldrig kan utgöra en underskattning av produktionsresultatets värde kan man emellertid utnyttja för att beräkna en undre gräns för den sanna skalelasticiteten.

#### *Kvantitativa produktions- och kvalitetsmått är tillgängliga*

I detta avsnitt ska vi först diskutera en ansats som i likhet med de föregående baseras på skattningar av kostnadsfunktioner med hjälp av regressionsanalys. Därefter går vi över till att diskutera en helt annan typ av metod, baserad på en sk Malmquist-produktivetsindex. Diskussionen av denna metod inleds med en allmän beskrivning av vad Malmquist-indexar är och vilka egenskaper de har.

Mycket kortfattat kan de ansatser som utnyttjar kostnadsfunktioner beskrivas på följande vis. De data som krävs är tidserier över inputvolym,  $x_1, \dots, x_n$ , inputpriser,  $w_1, \dots, w_n$ , kvantitativa outputmått,  $z_1, \dots, z_m$ , samt kvalitetsattribut,  $a_1, \dots, a_j$ . Tillvägagångssättet är helt enkelt att kostnadsfunktionens outputargument ersätts med mått på kvantitativa och kva-

litativa dimensioner. Ett klassiskt exempel är Spady & Friedlaender [1978]. Där används en särskild funktion för att beskriva hur de kvantitativa och kvalitativa dimensionerna förhåller sig till output. Detta är naturligtvis tilltalande i den meningen att man tex kan ange hur stor kvantitetsökning som krävs för att kompensera en viss kvalitetssänkning om man vill hålla det totala produktionsresultatet oförändrat.

Nackdelen är att man tvingas att anta att kvantitets- och kvalitetsdimensionerna förhåller sig på likartat sätt till inputs. Man kan släppa på detta antagande genom att låta kvantitets- och kvalitetsdimensionerna ingå som separata argument i kostnadsfunktionen, se tex McKay [1988] och Hughes & Mester [1993]. Då blir det dock inte längre möjligt att jämföra effekterna av kvantitets- och kvalitetsförändringar på output.

Förändringar i kvalitetsattributen kommer, liksom kvantitativa förändringar, att påverka produktivitetens utvecklingen via skalelasticiteten, jämför (2). Om en given relativ förändring i kvaliteten medför en mindre relativ förändring i kostnaderna påverkas produktiviteten positivt.<sup>17</sup>

Ineffektiviteter i produktionsprocessen kan i dessa modeller beaktas på samma sätt som i den första metoden som diskuterades. De kan däremot inte säga något om graden av effektivitet i inriktningen av produktionen eftersom de inte inkluderar information om konsumtionsteknologin.<sup>18</sup>

Vi går nu över till en allmän beskrivning av sk Malmquist-produktivitetsindexar. Benämningen refererar till den svenske professorn i statistik Sten Malmquist. Denne skrev i början av 1950-talet en artikel om indexmetoder för att mäta konsumtionsförändringar (Malmquist [1953]). Med hjälp av Malmquists arbete och produktionsteoretiska resultat i Shephard [1953, 1970] formulerade Caves, Christensen & Diewert [1982] indexbaserade metoder för mätning av produktivi-

tetsförändringar. I slutet av 1980-talet visade Färe, Grosskopf, Lindgren och Roos [1992, 1994] hur Malmquist-produktivitetsindexar kan beräknas med hjälp av sk aktivitetsanalys och hur produktivitetsförändringarna kan delas upp i teknisk utveckling och förändringar i effektiviteten i produktionsprocessen.

Under senare år har indexansatser baserade på Malmquists idéer utvecklats i flera riktningar.<sup>19</sup> Bland annat har kvalitetsaspekter inkorporerats.<sup>20</sup> Tillämpningar av Malmquist-indexar för produktivitetmätningar har skett inom rad olika områden, främst inom tjänstesektorn.

En fördel med ansatser baserade på Malmquist-indexar är att de tillåter mycket generella produktionssamband. De kan också hantera såväl önskvärda som "icke önskvärda" outputs, tex miljöförörelningar.

Till skillnad ifrån traditionella index som beräknas med hjälp av observerade numeriska värden på inputs, outputs och priser så är Malmquist-indexarna baserade på *distansfunktioner* eller, mera korrekt, på de värden som distansfunktionerna antar, givet observerade input- och outputdata. Distansfunktionen är en representation av produktionsprocessen som utgör en generalisering av produktionsfunktionen i den bemärkelsen att den utgår ifrån såväl flera outputs som flera inputs. I fallet med endast en output sammanfaller distansfunktionen med pro-

<sup>17</sup> För utförandet av beräkningarna, se McKay [1985] och Hughes & Mester [1993].

<sup>18</sup> Vi återkommer till denna diskussion i slutet av avsnittet.

<sup>19</sup> För översikter se Hjalmarsson [1991b], Grosskopf [1993] och Roos [1993].

<sup>20</sup> Jfr Fixler & Zieschang [1992], Distexhe & Perelman [1994], Yaisawarng & Klein [1994] samt Färe, Grosskopf & Roos [1995a,b].

duktionsfunktionen.<sup>21</sup>

Det finns många sätt att beräkna värden till distansfunktioner. Ett är att specificera en parametrisk form för distansfunktionen och skatta den med hjälp av ekonometriska metoder. Ett annat tillvägagångssätt är att bestämma distansfunktionernas värden som lösningar till linjära programmeringsproblem. Den sistnämnda metoden är den vanligaste. Det är också den som används i de metoder vi beskriver här.

Den variant av Malmquist produktivetsindex som vi nu ska se närmare på kräver kombinerade tidserie- och tvärsnittsdata över inputolymer,  $x_1, \dots, x_n$ , kvantitativa outputmått,  $z_1, \dots, z_m$ , samt kvalitetsattribut,  $a_1, \dots, a_s$ . Metoden finns detaljerat redovisad i Färe, Grosskopf & Roos [1995a].<sup>22</sup>

För beräkningarna utnyttjas en distansfunktion  $D^t = D^t(z^t, a^t, x^t)$ , där superindexet anger att beskrivningen av produktionsprocessen avser tidpunkten  $t$ . För att spara utrymme har vi skrivit distansfunktionens argument på vektorform. Således betecknar  $z^t$  vektorn ( $z_1^t, \dots, z_m^t$ ) och motsvarande gäller för  $a^t$  och  $x^t$ . För det produktionsresultat som karakteriseras av vektorerna  $z^t$  och  $a^t$  anger distansfunktionen det största tal med vilket elementen i inputvektorn  $x^t$  kan divideras om man har kravet att den resulterande vektorn också ska kunna producera outputkombinationen ( $z^t, a^t$ ).

Distansfunktionens värde är inverst relaterat till begreppet teknisk effektivitet som vi introducerade i samband med *Figur 1*. Följaktligen är det naturligt att om effektivitet föreligger i produktionsprocessen så antar distansfunktionen värdet 1, dvs samma värde som graden av teknisk effektivitet. Om tekniska ineffektivitet föreligger är distansfunktionens värde större än 1.

Förändringar i graden av teknisk effektivitet utgör den första komponenten i Malmquist-indexmättet på produktivetsförändringar. Denna komponent kal-

las ofta "catching up"-effekt. Begreppet syftar på att en produktionsenhet kan närma sig produktionsfronten – enhetsisokvanten i *Figur 1* – och på så sätt öka sin produktivitet. Exempelvis kan ett givet sjukhus eller ett bankkontor närma sig de mest effektiva enheterna inom den studerade sektorn.

Den andra komponenten i produktivetsutvecklingen utgörs av teknisk utveckling, och syftar till att jämföra olika teknologier, dvs förändringar i själva distansfunktionen. För att beräkna den tekniska utvecklingen mellan tidpunkterna 0 och 1 kan man jämföra  $D^1(z^1, a^1, x^1)$  med  $D^0(z^1, a^1, x^1)$ , dvs utfallet av data för period 1 under teknologierna i period 1 respektive 0. Om en positiv teknisk utveckling har ägt rum kommer kvoten

$$D^0(z^1, a^1, x^1)/D^1(z^1, a^1, x^1)$$

att anta ett värde mindre än 1.

Alternativt baseras jämförelsen på input- och outputdata vid tidpunkten 0, dvs  $D^1(z^0, a^0, x^0)$  jämförs med  $D^0(z^0, a^0, x^0)$ . I Malmquist-indexen mäts den tekniska utvecklingen med hjälp av (det geometriska) genomsnittet av dessa två jämförelser.

Den sista komponenten består i kvalitetsförändringar. För att kunna särskilja denna komponent måste man kunna skriva om distansfunktionen i form av en "kondenserad" distansfunktion  $\bar{D}^t$  som bara har  $z^t$  och  $x^t$  som argument och en kvalitetsfunktion  $A^t$  enligt  $D^t(z^t, a^t, x^t) = A^t(a^t) \cdot \bar{D}^t(z^t, x^t)$ . Om denna likhet gäller kan kvalitetsförändringar beräknas ana-

<sup>21</sup> Uttömmande beskrivningar av distansfunktioner finns i Shephard [1953, 1970] och Färe [1988].

<sup>22</sup> För den läsare som vill konsultera källorna finns det anledning att påpeka en viktig skillnad i notation: kvantitativa outputmått som vi här betecknar med  $z$  betecknas i Färe, Grosskopf och Roos [1995a,b] med  $y$ .

logt med teknisk utveckling.<sup>23</sup>

Malmquistindexen för produktivitetsförändringen mellan tidpunkterna 0 och 1 kan under dessa förutsättningar skrivas som

$$M^{01} = EC \cdot TC \cdot QC \quad (5)$$

där *EC* (*E*fficiency *C*hange) står för förändringen i teknisk effektivitet, *TC* (*T*echnical *C*hange) för teknisk utveckling och *QC* (*Q*uality *C*hange) för kvalitetsförändringen.<sup>24</sup> Det bör påpekas att  $M^{01}$  är ett tal på formen  $1 - \Delta$  där  $\Delta$  anger den relativa produktivitetsförändringen. Om ingen produktivitetsförändring ägt rum är således  $M^{01}$  lika med 1. En förbättring indikeras av ett värde mindre än 1 och en tillbakagång med ett indexvärde större än 1.

De tre komponenterna *EC*, *TC* och *QC* kan mycket väl utveckla sig i olika riktning. Dekomponeringen ger oss därmed värdefull information för att förstå drivkrafterna bakom den totala produktivitetsförändringen. Policyimplikationerna kan naturligtvis också vara olika beroende på om produktivitetsförändringen främst är att hänföra till effektivitet, teknik eller kvalitet.

En invändning mot de metoder som vi hittills har diskuterat är att de, bortsett ifrån metoden som utnyttjar värde-data, saknar en koppling till efterfrågesidan. Införandet av kvalitetsattribut möjliggör förvisso en rikare beskrivning av produktionsresultatet men de säger inte något om hur konsumenterna värderar produktionen. Förhållandet mellan kvantitet och kvalitet å ena sidan och output å andra sidan är endast bestämt av produktionsteknologin. Kombinationer av kvantitet och kvalitet som är ekvivalenta i produktionsteknologiskt hänseende behöver dock inte vara jämbördiga ur konsumentens synpunkt, dvs de kan innebära olika grad av effektivitet i konsumtionens inriktning. För att kunna beakta detta krävs informa-

tion om konsumenternas preferenser, vilket för oss över till den sista metoden.

### *Uppgifter finns även om konsumenternas värderingar*

Här antas att vi utöver tidserie- och tvärsnittsdata över inputvolym,  $x_1, \dots, x_n$ , kvantitativa outputmått,  $z_1, \dots, z_m$  och kvalitetsattribut,  $a_1, \dots, a_s$ , också har uppgifter om konsumenternas värdering av produktionsresultatet. Den metod vi ska beskriva är en direkt generalisering av den Malmquist produktivitetsindex som vi just har diskuterat.

För produkter som säljs på marknader där det råder perfekt konkurrens avspeglas konsumenternas relativa värderingar av marknadspriserna. Om marknadspriser saknas, såsom exempelvis är fallet för de flesta offentliga tjänster, måste man söka andra vägar för att bilda sig en uppfattning om hur konsumenterna värdesätter produkterna. Det är det senare fallet vi ska diskutera här. Metoden finns närmare beskriven i Färe, Grosskopf & Roos [1995b].

Ett sätt att kartlägga konsumenternas preferenser är naturligtvis att ställa di-

<sup>23</sup> Dekomponeringen av den ursprungliga distansfunktionen i den "kondenserade" distansfunktionen och i kvalitetsfunktionen är inte nödvändig för att man ska kunna skatta den totala produktivitetsförändringen. Den behövs endast om man vill kunna dela upp produktivitetsförändringen i effektivitetsförändring, teknisk utveckling och kvalitetsförändring, i enlighet med högerledet i (5).

<sup>24</sup> Komponenterna *EC*, *TC* och *QC* beräknas som  $EC = \frac{\tilde{D}^1(z^1, x^1)}{\tilde{D}^0(z^0, x^0)}$ ,  $TC = \frac{\sqrt{\tilde{D}^0(z^1, x^1) \tilde{D}^0(z^0, x^0)}}{\sqrt{\tilde{D}^1(z^1, x^1) \tilde{D}^1(z^0, x^0)}}$ ,  $QC = \frac{\sqrt{A^0(a^1) A^1(a^1)}}{\sqrt{A^0(a^0) A^1(a^0)}}$

Som berörts ovan utgörs komponenterna *TC* och *QC* av geometriska genomsnitt – det geometriska genomsnittet av två kvoter är just detsamma som roten ur deras produkt.

rekta frågor till dem, exempelvis i form av enkätundersökningar. En annan möjlighet är att genomföra experiment där konsumenterna får visa sin betalningsvilja genom faktiska eller hypotetiska köp. Utrymmet omöjliggör tyvärr en närmare av diskussion av olika ansatser. Vi kommer därför att utgå ifrån att vi känner konsumenternas preferenser. I termer av *Figur 2* antar vi att indifferenskurvorna  $I_1$  och  $I_2$  är kända. Det problem vi ska behandla är hur denna information kan inkorporeras i produktivetsberäkningen.

För detta ändamål beskriver vi produktionsprocessen med hjälp av en sk indirekt distansfunktion,  $ID^i = ID^i(u^i, x^i)$ , jämför Shephard [1974]. Argumentet  $u^i$  betecknar en given nyttonivå, dvs en given indifferenskurva. Den indirekta distansfunktionen anger det största tal med vilket elementen i inputvektorn  $x^i$  kan divideras om man har kravet att den resulterande vektorn ska kunna generera ett produktionsresultat som ger konsumenterna/avnämarna en nytta som minst uppgår till  $u^i$ . Eftersom konsumenternas nytta bestäms av produktionsresultatets kvantitativa och kvalitativa dimensioner, dvs av  $z^i$  och  $a^i$ , medför sambandet mellan  $u^i$  och  $x^i$  en indirekt relation mellan inputvektorn  $x^i$  och produktionsresultatet  $(z^i, a^i)$  som går via konsumenternas preferenser. Därav namnet indirekt distansfunktion.

Med hjälp av den indirekta distansfunktionen kan man utvärdera effektiviteten även med avseende på inriktningen av produktionen.<sup>25</sup> Om man kan producera den observerade  $(z^i, a^i)$  – kombinationen även om man proportionellt minskar elementen i den observerade inputvektorn  $x^i$  föreligger, precis som ovan, produktionsteknisk ineffektivitet. Bestämningen av effektiviteten i produktionsinriktning utnyttjar att kännedom om konsumenternas värdering gör det möjligt att jämföra olika kombinationer av kvantitet och kvalitativa dimensioner som kan produceras med en och samma

inputvektor. Man undersöker således om man med hjälp av den observerade  $x^i$  – vektorn kan producera kvantitets- och kvalitetskombinationer som ger högre nytta än den observerade kombinationen  $(z^i, a^i)$ . Om så är fallet är produktionsinriktningen ineffektiv. Man kan uttrycka denna ineffektivitet på samma sätt som ineffektivitet i produktionsprocessen, dvs som en möjlig proportionell minskning av elementen i  $x^i$ . För effektiva enheter antar den indirekta distansfunktionen värdet 1. Ineffektiva observationer tilldelas av distansfunktionen värden större än 1.

Liksom det direkta Malmquistindexet (5) kan det indirekta Malmquistindexet dekomponeras under vissa förutsättningar. Här är kravet att konsumenternas nyttofunktion kännetecknas av konstant skalavkastning, dvs om alla kvantitativa och alla kvalitativa dimensioner av output ökar med 1 procent så ökar också nyttan med 1 procent.<sup>26</sup> Då är  $ID^i(u^i, x^i) = ID^i(1, x^i)/u^i$ , dvs den indirekta distansfunktionens värde givet nyttan  $u^i$  och inputvektorn  $x^i$  kan skrivas som värdet av motsvarande indirekta distansfunktion när nyttan är 1, dividerad med  $u^i$ .

Motsvarigheten till den direkta Malmquistindexen (5) kan då skrivas

$$IM^{01} = EC \cdot TC \cdot UC \quad (6)$$

där  $EC$  och  $TC$  som tidigare betecknar effektivitetsförändringen respektive teknisk utveckling, och  $UC$  (Utility Change) anger förändringen i konsumenternas

<sup>25</sup> Fallet när marknadspriser är tillgängliga och producenten har möjlighet att öka effektiviteten genom att ändrad outputmix finns diskuterat i Färe & Grosskopf [1994].

<sup>26</sup> Detta antagande krävs inte för att man ska kunna beräkna det indirekta produktivetsindexet utan bara för att man ska kunna dekomponera det enligt (6).

värdering.<sup>27</sup> Produktivitetsindexet  $IM^0$  är mindre än 1 om produktiviteten har ökat och större än 1 vid en produktivitetsminskning.

Till skillnad från det direkta Malmquistindexet blir produktivitetsförändringen i detta indirekta Malmquistindex beroende av konsumenternas nyttoförändring. Exempelvis kan en given förbättring i ett kvalitetsattribut leda till en mycket liten produktivitetsökning om förändringen endast medför en liten höjning av konsumenternas nytta. Det är också viktigt att notera att inkluderandet av konsumenternas värderingar medför att man inte längre kan tolka förändringen i produktivitet enbart som ett mått på producentens prestation – konsumenternas värderingar och därmed faktorn  $UC$  kan ju ändras även om själva produktionsprocessen är helt oförändrad.

### Sammanfattande slutsatser

Att behovet av att beakta kvalitetsaspekter i produktivitetsmätningar är både stort och växande torde det inte råda några tvivel om. I denna artikel har vi beskrivit ett antal metoder som gör det möjligt att tillgodose detta behov. Gemensamt för dem är att de är väl förankrade i modern produktionsteori och mycket generella, både när det gäller underliggande antaganden och tillämpningsområden.<sup>28</sup>

Skillnaden mellan metoderna består i att de ställer olika krav på information om produktionsresultatet i den verksamhet som studeras. I det ena extremfallet antar vi att sådan information saknas helt. Vi visar att man även i en sådan situation kan genomföra produktivitetmätningar, som indirekt tar hänsyn till kvalitetsaspekter på produktionen. Detta resultat innehåller en viktig insikt för produktivitetsanalyser där man endast har tillgång till prestationsmått som man på förhand vet säger ytterst lite om produktionsresultatet. En vanlig föreställning är att man då bara har alternativet att använda det undermå-

liga produktionsmättet och bete sig som om det inte vore behäftat med några brister. Den nämnda metoden erbjuder emellertid möjligheten att helt bortse ifrån det bristfälliga måttet. Eftersom ofullständig information kan vara missledande är detta en möjlighet som bör prövas.

I det andra extremfallet antar vi att det finns både kvantitativa och kvalitativa mått på produktionen och, dessutom, uppgifter om konsumenternas/avnämnarnas värdering av de aktuella varorna eller tjänsterna. Vi beskriver en metod som gör det möjligt att i produktivitetsmätningen ta hänsyn till att olika kombinationer av kvalitet och kvantitet som produceras vid en given resursinsats inte behöver vara jämbördiga från konsumentens synpunkt. Ett viktigt tillämpningsområde är produktionen av offentliga tjänster, som inte prissätts och värderas på marknader. Metoden innebär exempelvis att en kvalitetsförbättring av en viss storlek inte alltid kommer att medföra en lika stor ökning i den uppmätta produktiviteten. Hur stor produktivitetsökningen blir beror bl a på nivån på kvaliteten i utgångsläget. Ju högre kvaliteten var före förändringen desto mindre blir produktivitetsökningen, allt annat givet.

Utöver dessa extremfall har vi dels diskuterat ansatser där kvantitativa prestationsmått kompletteras med kvalitetsin-

<sup>27</sup> Komponenterna  $EC$ ,  $TC$  och  $UC$  beräknas som

$$EC = \frac{ID^1(1, x^1)}{ID^0(1, x^0)}$$

$$TC = \sqrt{\frac{ID^0(1, x^1)}{ID^1(1, x^1)} \frac{ID^0(1, x^0)}{ID^1(1, x^0)}}, \quad UC = \frac{u^0}{u^1}$$

<sup>28</sup> Det finns givetvis ansatser som vi inte har tagit upp. Ett exempel är modeller där man mäter produktivitetsförändringar från prissidan, i termer av skillnaden mellan prisutvecklingen på det som produceras och förändringarna i priserna på produktionsfaktorerna. En intressant studie med denna inriktning är Assarsson [1991].



formation men där ingen direkt koppling görs till efterfrågesidan, dels tagit upp metoder som kan beakta efterfrågesidan med hjälp av marknadsinformation, när sådan finns tillgänglig.

## Referenser

- Althin, R, [1995], *Essays on the Measurement of Producer Performance*, doktorsavhandling, Nationalekonomiska institutionen, Lunds universitet.
- Assarsson, B, [1991], "Kvalitetsförändringar och produktivitetmätt" s 193–257 i *Expert-rapport nr 1 till Produktivitetdelegationen*, Norstedts, Stockholm.
- Atkinson, S E & Halvorsen, R, [1984], "Parametric Efficiency Tests, Economies of Scale and Input Demand in U.S. Electric Power Generation", *International Economic Review*, Vol 25, s 647–662.
- Bernstein, J, [1992], "Information Spillovers, Margins, Scale, and Scope: With an Application to Canadian Life Insurance", *Scandinavian Journal of Economics*, Vol 94 Supplement, s 95–106.
- Caves, D W, Christensen, L R & Diewert, W E, [1982], "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity", *Econometrica*, Vol 50, No 6, s 1393–1414.
- Dertouzos, M, Thurow, L & Solow R M, [1989], *Made in America*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Distexhe, V & Perelman, S, [1994], "Technical Efficiency and Productivity Growth in an Era of Deregulation: the Case of Airlines", *Swiss Journal of Economics and Statistics*, Vol 130, s 669–689.
- Farrell, M J, [1957], "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, Vol 120, s 253–281.
- Fixler, D & Zieschang, K, [1992], "Incorporating Ancillary Measures of Process and Quality Change into a Superlative Productivity Index", *Journal of Productivity Analysis*, Vol 2, s 245–267.
- Färe, R, [1988], *Fundamentals of Production Theory*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Springer-Verlag, Berlin.
- Färe, R & Grosskopf, S, [1994], *Cost and Revenue Constrained Production*, Springer-Verlag, New York.
- Färe, R, Grosskopf, S & Lovell C A K, [1985], *The Measurement of Efficiency of Production*, Kluwer Nijhoff, Boston.
- Färe, R, Grosskopf, S, Lindgren, B & Roos P, [1992], "Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980–1989: A Non-Parametric Malmquist Approach", *Journal of Productivity Analysis*, Vol 3, s 85–101.
- Färe, R, Grosskopf, S, Lindgren, B & Roos P, [1994], "Productivity Developments in Swedish Hospitals: A Malmquist Output Index Approach" i Charnes, A, Cooper, W W, Lewin, Y A & Seiford, L M (red), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methods, and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Färe, R, Grosskopf, S & Roos P, [1995a], "Productivity and Quality Changes in Swedish Pharmacies", *International Journal of Production Economics*, Vol 39, s 137–147.
- Färe, R, Grosskopf, S & Roos P, [1995b], "Consumer Satisfaction and Productivity", mimeo.
- Førsund, F R & Hjalmarsson, L, [1974], "On the Measurement of Productive Efficiency", *Swedish Journal of Economics*, Vol 76, s 141–154.
- Førsund, F R & Hjalmarsson, L, [1979], "Generalized Farrell Measures of Efficiency: An Application to Milk Processing in Swedish Dairy Plants", *Economic Journal*, Vol 89, s 294–315.
- Grosskopf, S, [1993], "Efficiency and Productivity", i Fried, H O, Lovell, C A K & Schmidt, S S (red), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford University Press, Oxford.
- Hamermesh, D S, [1986], "The Demand for Labor in the Long run", Ch 8 i Ashenfelter, O C & Layard, R (red), *Handbook of Labor Economics*, Vol 1, North-Holland, Amsterdam.
- Hjalmarsson, L, [1991a], "Metoder i forskning om produktivitet och effektivitet med tillämpningar på offentlig sektor", rapport till ESO, Ds 1991:20.
- Hjalmarsson, L, [1991b], "Teorier och metoder i forskning om produktivitet och effektivitet med tillämpningar på produktionen av tjänster", s 85–192 i *Expertrapport nr 1*

- till *Produktivtetsdelegationen*, Norstedts, Stockholm.
- Hughes, J P & Mester, L J, [1993], "A Quality and Risk-Adjusted Cost Function for Banks: Evidence on the 'Too-Big-To-Fail' Doctrine", *Journal of Productivity Analysis*, Vol 4, s 293–315.
- Jorgenson, D J & Griliches, Z, [1967], "The Explanation of Productivity Change", *Review of Economic Studies*, Vol 34, s 249–282.
- Larsson, S-O, [1994], "Kvalitet och produktivitet – teori och metod för kvalitetsjusterade produktivtetsmått", rapport till ESO, Ds 1994:23.
- Larsson, S-O, [1995], "Produktivitet, kvalitet och politik", *Ekonomisk Debatt*, årg 23, nr 4, s 346–351.
- Malmquist, S, [1953], "Index Numbers and Indifference Surfaces", *Trabajos de Estadística*, Vol 4, s 209–242.
- McKay, N L, [1988], "An Econometric Analysis of Costs and Scale Economies in the Nursing Home Industry", *Journal of Human Resources*, Vol 23, s 57–75.
- Mellander, E, [1992], "An Indirect Approach to Measuring Productivity in Private Services", *Scandinavian Journal of Economics*, Vol 94 Supplement, s 229–244.
- Mellander, E, [1993], *Measuring Productivity and Inefficiency Without Quantitative Output Data*, doktorsavhandling, Nationalekonomiska institutionen, Uppsala universitet.
- Mellander, E, [1995], "Productivity Measurement in Banking in the Absence of Quantitative Output Data", kommande IUI Working Paper.
- Mellander, E & Roos, P, [1995], "Några aspekter på produktivitet och kvalitet. Kommentar till Larsson", *Ekonomisk Debatt*, årg 23, nr 5, s 413–421.
- Ohta, M, [1975], "A Note on the Duality between Production and Cost Functions: Rate of Returns to Scale and Rate of Technical Progress", *Economic Studies Quarterly*, Vol 25, s 63–65.
- Roos, P, [1993], *Three Essays on the Measurement of Productivity Changes*, licentiatavhandling, Nationalekonomiska institutionen, Lunds universitet.
- Shephard, R W, [1953], *Cost and Production Functions*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Shephard, R W, [1970], *Theory of Cost and Production Functions*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Shephard, R W, [1974], *Indirect Production Functions*, Verlag Anton Hain, Meisenheim am Glan.
- Spady, R H & Friedlaender A F, [1978], "Hedonic Cost Functions for the Regulated Trucking Industry", *Bell Journal of Economics*, Vol 9, s 159–179.
- Usher, D (red), [1989], *The Measurement of Capital*, Studies in Income and Wealth, Vol 45, NBER and the University of Chicago Press, Chicago.
- Varian, H R, [1984], *Microeconomic Analysis*, 2nd ed, Norton, New York.
- Yaisawarng, S & Klein, J D, [1994], "The Effects of Sulfur Dioxide Controls on Productivity Change in the U.S. Electric Power Industry", *Review of Economics and Statistics*, Vol 76, s 447–460.