



RAPPORT 2010:1

Joakim Gullstrand

Cecilia Hammarlund

Produktionsfunktioner i jordbruket

AgriFood Economics Centre

Produktionsfunktioner i jordbruket

Joakim Gullstrand och Cecilia Hammarlund

För mer information kontakta:
Joakim Gullstrand 046-222 07 91
Cecilia Hammarlund 046- 222 07 90
E-post: joakim.gullstrand@nek.lu.se
cecilia.hammarlund@agrifood.lu.se

AgriFood Economics Centre
Box 730
220 07 Lund
<http://www.agrifood.se>
Joakim Gullstrand
Cecilia Hammarlund
Rapport 2010:1

FÖRORD

Vad händer med tillväxten, inkomsterna eller sysselsättningen i jordbruket om jordbrukspolitiken förändras eller om de externa förutsättningarna, dvs. produktpriserna eller priser på insatsvaror, förändras? För att kunna analysera sådana frågor behövs ett redskap som visar sambandet mellan insatsvaror och utfallet av produktionsprocessen (output). Sambandet beskrivs av en produktionsfunktion. Även andra frågor som miljöns påverkan på produktionen eller vilken typ av gårdar som är mest effektiva kan studeras med utgångspunkt i en produktionsfunktion.

I vanliga fall publicerar AgriFood analyser som fokuserar på resultat och policy-relevans, medan den bakomliggande analysmetoden presenteras översiktligt. I den här rapporten görs istället en djupdykning i hur ett specifikt analytiskt verktyg fungerar. Rapporten är därför teknisk till sin karaktär. Den kan ses som ett referensverk för den som vill ha fördjupad förståelse av hur produktionsfunktionen kan användas i ekonomisk analys. Ett bidrag i rapporten är att peka på vilken typ av frågeställningar som kan analyseras med metoden. Dessutom skattas elasticiteterna för arbetskraft och kapital för Sverige och EU. Storleken på elasticiteterna visar i vilken utsträckning förändringarna av arbetskraft respektive kapital påverkar jordbrukets output och de är själva grundkomponenterna för fortsatt analys med hjälp av produktionsfunktioner.

Rapporten har skrivits på uppdrag av och finansierats av Jordbruksverket.

Lund i mars 2010

Ewa Rabinowicz
Forskningsledare

Helena Johansson
Föreståndare

Sveriges lantbruksuniversitet

Lunds universitet

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER	7
EXECUTIVE SUMMARY AND CONCLUSIONS	11
1 INLEDNING	15
1.1 Elasticiteter	16
1.2 Produktivitet	16
1.3 Övriga användningsområden	17
2 PRODUKTIONSFUNKTIONEN	19
2.1 Produktionsfunktionens grund	19
2.2 Skalavkastning	20
2.3 Substitution mellan insatsvaror	22
2.4 Duala funktioner	23
2.5 Total faktorproduktivitet	24
3 SKATTNINGAR AV PRODUKTIONSFUNKTIONEN	27
3.1 Funktionens form	27
3.2 Simultanitetsproblemet	29
3.3 Selektionsproblemet	32
3.4 Metoder för att lösa simultanitets- och selektionsproblemet	33
4 PRODUKTIONSFUNKTIONER I LITTERATUREN	35
4.1 Tidiga studier	35
4.2 Studier om det svenska jordbruket	37
4.3 Stokastiska produktionsfronter	39
4.4 Duala funktioner	39
4.5 Effekter av politik	41
4.6 Miljöeffekter	43
4.7 Landstudier	44
4.8 Övriga studier	47
4.9 Sammanfattning	49
5 JORDBRUKET I 15 EU-LÄNDER	51
5.1 Databasen och de variabler som används	51
5.2 Den empiriska produktionsfunktionen	52
5.3 Resultat av skattningar för EU:s jordbruk	54
6 SVENSKA JORDBRUKSFÖRETAG	61
6.1 Databasen och de variabler som används	61
6.2 Resultat av skattningar för det svenska jordbruket	62
6.3 Resultat av alternativa metoder för det svenska jordbruket	65

7 REFERENSER

69

APPENDIX

75

Sammanfattning och slutsatser

Effekter av politiska åtgärder på jordbrukets utveckling och på produktiviteten är särskilt intressanta för beslutsfattare inom jordbrukspolitiken. Tidigare studier där produktionsfunktionen använts har bland annat tagit upp effekter av mjölkkvoter, EU:s mjölkreform, den amerikanska jordbrukspolitiken i ett längre perspektiv och införandet av egenkontroll för säkra livsmedel. Andra intressanta studier tar upp sambandet mellan produktion av miljönyttor och produktivitet eller miljöföreningar och produktivitet. Politiska åtgärder av skilda slag kan analyseras med produktionsfunktionen. I den här rapporten presenteras produktionsfunktionen och de metoder som kan användas för att skatta den.

Produktionsfunktionen för jordbruket är utgångspunkten för att empiriskt studera hur jordbrukare reagerar på förändringar i omvärlden. I den här rapporten svarar vi på frågor som: Vilka är de grundläggande antagandena för produktionsfunktionen? Vad kan man mäta med hjälp av en produktionsfunktion? Vilka produktionsfunktioner för jordbrukssektorn har skattats i tidigare studier? Vilka metoder kan användas för att skatta funktionen? Hur kan jordbruket i femton EU-länder beskrivas och hur kan det svenska jordbruket beskrivas med hjälp av produktionsfunktionen?

Ett sätt att visa hur jordbruket reagerar på förändringar är att titta på hur output (värdet av produktionen) förändras då mängden insatsvaror förändras. Effekterna av att öka olika insatsvaror kan på så sätt mätas och jämföras genom att den s.k. output-elasticiteten för olika insatsvaror räknas ut. Denna elasticitet svarar på frågan: Hur mycket förändras output då en viss insatsvara ökar med en procent?

Liksom i många andra studier visar den empiriska delen i denna rapport att arbetskraft är mer betydelsefullt än kapital för jordbrukare. En ökning av arbetskraften med en procent ökar alltså output mer än en ökning av insatt kapital med en procent. Output-elasticiteten för arbetskraft i denna studie är i genomsnitt 0,29 för de femton EU-länderna och 0,28 för Sverige. Denna siffra är jämförbar med resultat i många tidigare studier.

Beräkningarna i denna rapport visar också att betydelsen av arbetskraft i EU-ländernas jordbruksproduktion i genomsnitt minskar under tidsperioden 1995-

2005, vilket innebär att jordbruksproduktionen blir allt mindre arbetskraftsintensiv. Jämfört med andra EU-länder är dock arbetskraften relativt betydelsefull för jordbrukets output i Storbritannien och Irland.

För Sveriges del visar resultaten att arbetskraft är en relativt mer betydelsefull insatsvara för små jordbruk, för blandjordbruk och för jordbruk i norra Sverige. Jordbruk som är specialiserade på animalieproduktion eller spannmålsproduktion är däremot mindre arbetsintensiva.

Enligt beräkningarna i denna rapport tycks mark och kapital bidra mindre till output än vad arbetskraft gör. Detta skulle kunna bero på att mark med lägre avkastning används allt oftare i produktionen eller att politiska åtgärder har medfört att mark och kapital har blivit mindre produktivt. När det gäller mark varierar outputelasticiteterna i andra studier mycket, vilket försvårar jämförelser. Mark har högre output-elasticitet än kapital i de flesta studier men spridningen av resultaten är stor, vissa studier visar att ett ökat markinnehav inte alls bidrar till mer output, eller t.o.m. ibland har en negativ påverkan.

Outputelasticiteten för kapital är dock ofta låg i andra studier liksom i denna. Den jämförelse mellan olika regioner inom EU som görs visar att mark och kapital är mer betydelsefullt för jordbruken i kontinentala Europa än för jordbruken i Sverige, Finland, Danmark, Storbritannien och Irland.

Den insatsvara, som med alla metoder som använts i denna rapport, visar sig ha den största betydelsen för både jordbruket i de 15 EU-länderna och det svenska jordbruket är kategorin "övriga insatsvaror". I denna kategori ingår bland annat utsäde, gödningsmedel, foder, el och bränsle. När det gäller EU-länderna bidrar dessa insatsvaror, till skillnad från arbetskraft, kapital och mark, allt mer till output i de 15 EU-länderna. Detta tyder på att bruksmetoderna i EU blir allt mer intensiva; insatsvaror så som pesticider och gödning ökar per hektar.

Output-elasticiteterna för insatsvarorna kan summeras för att undersöka graden av skalavkastning, om det finns skalavkastning finns det också stordriftsfördelar i jordbruksproduktionen. Graden av skalavkastning minskar mellan 1995 och 2005 för de 15 EU-länderna. Det blir alltså allt mindre viktigt att öka gårdarnas storlek för att öka output i de femton EU-länderna. För Sveriges del visar beräkningarna att skalavkastningen är ungefär den samma i olika sektorer och i olika regioner. Däremot visar det sig att mindre företag skulle vinna på att expandera

och därmed utnyttja skalfördelar mer. Detta resultat är dock inte entydigt eftersom en uppdelning mellan stora och små jordbruk indikerar att skillnaderna även kan bero på teknologiska skillnader mellan professionella företag och halvtidsjordbruk.

Slutligen visar beräkningarna i rapporten att den teknologiska utvecklingen (mätt som en tidstrend) har en negativ effekt på output inom EU-15, vilket leder till frågan om EU:s jordbrukspolitik kan ha medverkat till denna utveckling.

I rapporten diskuteras också olika metoder för att skatta produktionsfunktioner. Metoder som tar hänsyn till att insatsvaror korrelerar med ökning av output på grund av förändringar som inte kan observeras ger, som väntat, en lägre arbets- och en högre kapitalelasticitet än då dessa problem inte kontrollerades för. Rangordningen mellan elasticiteterna påverkas dock inte; en procents ökning av kapitalet ger en mindre ökning av output än motsvarande ökning av arbetskraften och en ökning av övriga insatsvaror ökar output allra mest.

För att besvara frågor om hur jordbrukare reagerar på förändringar i omvärlden kan de funktioner som använts här utvecklas och fördjupas. De data som tagits fram för projektet skulle till exempel kunna utnyttjas ytterligare. Oavsett vilka förändringar som studeras är jordbrukets produktionsfunktion grundläggande för att undersöka hur produktionen påverkas. Nedan diskuteras vidare hur de produktionsfunktioner som presenterats i denna rapport skulle kunna vidareutvecklas.

En allt större del av budgetmedlen inom EU:s jordbrukspolitik ges till s.k. landsbygdsutveckling. Förhoppningen är att politiken ska påverka sysselsättning och tillväxt på landsbygden. Eftersom politiken i huvudsak riktas mot jordbrukare är det av intresse att studera hur jordbruksproduktion påverkas av stöd till landsbygden. Genom att inkludera stöd som ges inom ramen för landsbygdsprogrammet i produktionsfunktionen är det möjligt att undersöka effekterna på jordbruksproduktionen av dessa.

Ovan konstaterades att den teknologiska utvecklingen har utvecklats negativt för jordbruket i de femton EU-länder som undersökts. För att ta reda på mer om vilka förändringar som ligger bakom denna utveckling skulle den tekniska tillbakagången kunna delas upp i olika delar för att undersöka hur olika insatsvaror medverkar. Är det en minskad betydelse av arbetskraft och mark, eller är det in-

stitutionella skillnader mellan olika länder som driver utvecklingen? En intressant fråga i detta sammanhang är också om förändringarna inom EU:s jordbrukspolitik kan ha orsakat den tekniska tillbakagången. Förutom att undersöka effekter på jordbruket av politiska åtgärder skulle den negativa korrelationen mellan skalavkastning och storlek som visas i rapporten kunna undersökas närmare. Går det att visa att mindre jordbruk vinner på att växa? Eller kan skillnader mellan stora och små företag förklaras av att stora och små företag använder olika teknologier?

En ytterligare intressant utveckling av denna studie är att närmare studera hur andra faktorer utöver de insatsvaror som finns med i analysen påverkar output. Analyser skulle kunna visa i vilken mån olika företagsegenskaper och regionala förhållanden påverkar jordbrukens produktivitet.

Litteraturgenomgången i denna rapport visar också att forskningen om jordbrukets produktionsfunktion idag i stor utsträckning är inriktad på att skatta teknisk effektivitet. Teknisk effektivitet är en del av produktiviteten, och är ett mått på hur olika företag förhåller sig till den bästa teknologin som finns tillgänglig. Genom att mäta hur långt från denna bästa teknologi olika företag befinner sig kan den tekniska effektiviteten i en sektor mätas. Även samband mellan effektivitet och andra förhållanden, till exempel gårdsstorlek, diversifieringsgrad eller politiska åtgärder, kan undersökas.

Executive summary and conclusions

The effects of policy measures on the development of agriculture and productivity are particularly interesting for decision makers. Earlier studies in which the production function has been used have dealt with the effects of milk quotas, EU's milk reform, U.S agricultural policy from a long-term perspective and the introduction of own control for safe food. Other interesting studies have looked at the connection between producing environmental benefits and productivity, or environmental pollution and productivity. Policy measures of widely differing types can be analysed with the production function and the methods that are presented in this report.

This report uses the production function for agriculture as its point of departure in an empirical investigation of how farmers respond to changes around them. It provides answers to questions such as: What are the basic assumptions for the production function? What can be measured with the help of a production function? What production functions for the agricultural sector have been estimated in earlier studies? What methods can be used to estimate the production function? How can the agricultural sectors in 15 EU countries and Sweden be described with the help of production functions?

A way of showing how agriculture responds to changes is to look at how output (value of production) changes when the amount of inputs is changed. The effects of increasing various inputs can thus be measured and compared by calculating their so-called output elasticities. The elasticity answers the question: How much does output change when a certain input is increased by one percent?

Like many other studies, the empirical part of this report shows that, for the farmer, labour is more important than capital. An increase in the amount of labour by one percent raises output more when compared to an increase in the amount of capital by one percent. The output elasticity of labour in this report is on average 0.29 for the 15 EU countries and 0.28 for Sweden. These figures are comparable to the results obtained by many earlier studies.

The calculations in this report also show that, on average, the importance of labour for agricultural production in the EU countries decreased in the period 1995-2005, suggesting that agricultural production was becoming less labour-

intensive. Nonetheless, compared to other EU countries, labour is still relatively important for agricultural output in Britain and Ireland.

The results for Sweden show that labour is a relatively more significant input for small farms, mixed farms and farms in the north. However, farms that are specialised in livestock production or grain production are less labour-intensive.

According to the calculations in this report, land and capital appear to contribute less to output than labour. This is perhaps due to the fact that land with lower returns is more frequently used in production, or that policy measures have made land and capital less productive. When it comes to land, the output elasticities in other studies vary considerably, which complicates comparisons. Land has a higher output elasticity than capital in most studies, but the spread of the results is wide, with some studies showing that an increased land ownership does not contribute more to output, and sometimes even has a negative effect.

The output elasticity of capital, which is often low in other studies, is also low in this report. The comparison of different regions within the EU shows that land and capital are more important for agriculture in continental Europe than in Sweden, Finland, Denmark, Britain and Ireland.

In all the methods employed in this report, the category "other inputs", which includes seeds, fertilizers, feed, electricity and fuel, proves to be the most significant for agriculture in the 15 EU countries and Sweden. These inputs, unlike labour, capital and land, are contributing more and more to output in the 15 EU countries, indicating that agricultural methods in the EU are becoming more intensive; inputs such as pesticides and fertilizers are increasing per hectare.

The output elasticities of inputs can be aggregated to investigate the degree of returns to scale; if there are returns to scale in agricultural production, there are also economies of scale. The degree of returns to scale decreased in the 15 EU countries between 1995 and 2005, implying that it was less important to increase the size of farms and thus raise output. The calculations for Sweden show that the returns to scale were about the same in the various sectors and regions. On the other hand, it is shown that smaller firms could gain from expanding and thereby exploit the economies of scale more fully. This result is not clear-cut since distinguishing between large and small farms indicates that the differences could also have been due to the technological differences between professional

and part-time farming. Finally, the calculations in this report show that the technological development (measured as a time trend) had a negative effect on output in the 15 EU countries, which raises the question of whether the EU's agricultural policy may have contributed to this development.

The report also discusses various methods for estimating production functions. Methods that take into account the fact that inputs are correlated with higher output, as a result of changes that cannot be observed, provide, as expected, lower labour and higher capital elasticities than when these things are not controlled for. The ranking of the elasticities is not affected though; a one percent increase in capital gives a lower increase in output than a corresponding increase in labour, and an increase in other inputs raises output the most.

To answer the question of how farmers respond to changes around them, the functions that are used here could be developed and intensified. For example, the data collected for the project should be exploited further. Regardless of what changes are studied, the agricultural production function is fundamental in an assessment of how production is affected. The discussion below is on how the production functions contained in this report can be further developed.

An increasingly larger part of the budget in EU's agricultural policy is being devoted to so-called rural development, in the hope that it will stimulate employment and growth in rural areas. Since the policy is mainly aimed at farmers, it is of interest to study how agricultural production is affected by this support. Besides, including the support in the production function makes it possible to assess its effects on agricultural production.

In order to find out more about what changes lay behind the technical decline that occurred in the agricultural sectors of the 15 EU countries, the decline can be divided into parts to ascertain how various inputs contributed to it. Was it a decreased importance of labour and land, or did institutional differences among countries drive the development? An interesting question in this context is whether the changes brought about by the EU's agricultural policy may have caused the decline.

Apart from examining the effects of policy measures on agriculture, the negative correlation between returns to scale and size, which is shown in this report, should be examined more closely. Is it possible to show that smaller farms gain

by growing? Can the differences between large and small firms be explained by the fact that they use different technologies?

A further interesting development of this report would be to study how other factors, apart from the inputs that are included in the analysis, affect output. The analyses should be able show the extent to which various characteristics of firms and regional conditions affect the productivity of agriculture.

The literary review in this report also shows that current research on the production function for agriculture is largely oriented towards estimating the technical effectiveness, which is a part of productivity. It measures the extent to which firms employ the best available technology. By measuring how far from this best technology firms are found, the technical effectiveness of a sector may be estimated. It is also possible to examine the connection between effectiveness and other factors, for example farm-size, degree of diversification or policy measures.

1

Inledning

Då en allt större del av EU:s gemensamma jordbrukspolitik inriktas på landsbygdsutveckling ökar kraven på information om effekter av de stöd som ges till landsbygden. Det övergripande målet för Sveriges landsbygdprogram 2007-2013 är att stödja en ekonomiskt, ekologiskt och socialt hållbar utveckling på landsbygden. När det gäller ekonomiskt hållbar utveckling ska politiken påverka ekonomisk tillväxt och antalet sysselsatta på landsbygden genom olika former av stöd. Ett ökat fokus på tillväxt och sysselsättning är alltså tydligt, något som också gäller för EU-politiken generellt sett. Detta märks inte minst i Lissabonfördraget, vilket betonar att alla politiska åtgärder ska redovisas med hänsyn till effekter på tillväxt och sysselsättning.

En naturlig utgångspunkt för att studera effekter på tillväxt och sysselsättning är att utgå från en produktionsfunktion. Denna funktion beskriver hur företag kombinerar insatsvaror för sin produktion och ligger sedan till grund för hur företagen reagerar på förändringar av priser, teknologi eller, som i fallet med stöd till landsbygden, politiska åtgärder. Denna rapport syftar till att visa hur produktionsfunktioner för jordbruket kan se ut. Syftet är i första hand att lägga en grund för fortsatta analyser genom att i litteraturen se hur andra har gjort och genom att prova olika metoder för att skatta produktionsfunktioner.

För det första beskrivs produktionsfunktionens grunder och dess olika användningsområden. En genomgång av tidigare litteratur inom jordbruksområdet görs sedan för att se hur produktionsfunktioner skattats i den jordbruksekonomiska litteraturen. Fokus ligger på parametriska metoder, dvs. metoder som går ut på att en specifik produktionsfunktion antas och sedan skattas med hjälp av ekonometriska metoder. Tillgängliga data från olika databaser används slutligen för att skatta en produktionsfunktion för jordbruket i EU-15 och en för det svenska jordbruket. Syftet är att resultaten av dessa skattningar ska kunna användas i olika sammanhang som är relevanta för beslutfattare inom jordbrukspolitiken.

I kapitel 2 beskrivs produktionsfunktionen formellt och i kapitel 3 finns en diskussion om hur produktionsfunktionen kan skattas. I kapitel 4 finns en sammanställning av tidigare litteratur och i kapitel 5 redovisas egna skattningar. Nedan

beskrivs först några tänkbara användningsområden för att ge en snabb inblick i produktionsfunktionens relevans för olika typer av analyser.¹

1.1 Elasticiteter

Elasticiteter används för att beskriva hur företag reagerar då priser eller tillgång till insatsvaror förändras. Om priser förändras, om en ny teknik blir tillgänglig eller om ett företag beslutar sig för att expandera förändras valen av hur mycket och på vilket sätt företag ska producera. Ett företag kan till exempel investera i nytt kapital och minska antalet anställda. I detta fall visar substitutionselasticiteten hur mycket mer kapital och hur mycket mindre arbetskraft företaget använder. Outputelasticiteten visar däremot hur produktionsvolymen förändras till följd av kapitalinvesteringen. Slutligen kan efterfrågan på olika insatsvaror studeras med hjälp av priselasticiteter från en uppskattad kostnadsfunktion. Till exempel kan priselasticiteten för arbetskraft visa hur mycket mindre arbetskraft företag använder då priset på arbetskraft stiger.

Eftersom politiska beslut (till exempel lagstiftning, stöd till jordbruket, medel till forskning och utveckling eller höjning och sänkning av skatter) förändrar villkoren för företagen kan elasticiteterna visa hur dessa kommer att reagera. I studier som utvärderar jordbrukspolitikens effekter används till exempel ofta produktionsfunktioner eller varianter av denna för att skatta hur efterfrågan på insatsvaror eller hur fördelningen av jordbruksmarken förändras då prisstöd eller subventioner förändras.

1.2 Produktivitet

Företagens produktivitet ökar om insatsvaror kombineras mer effektivt eller om företaget får ut mer output av varje insatsvara. Eftersom ökad produktivitet leder till ökad produktion utan att företagen använder mer insatsvaror är ökad produktivitet önskvärd både ur företagets och ur samhällets synvinkel.

De analyser som fokuserar på produktivitet undersöker ofta företagens relativa produktivitet, dvs. varje företag jämförs med ett referensföretag. Därefter undersöks ofta hur olika företagsegenskaper hör samman med variationen i produktiviteten. Det går till exempel att undersöka hur arbetskraftens utbildningsnivå el-

¹ Studien är finansierad och initierad av Jordbruksverket.

ler hur företagens exportbeslut påverkar produktiviteten. Eller så kan sambandet mellan produktivitet och företagsstorlek undersökas för att ta reda på i vilken mån större företag kan hantera effekterna av politiska förändringar, så som ett minskat prisstöd, bättre än mindre företag.

Även produktiviteten inom en hel industri kan undersökas genom att skatta produktionsfunktionen med hjälp av företagsdata. Detta görs genom att vikta ihop enskilda företags produktivitetstermer med hjälp av deras marknadsandelar. Därmed kan företagens enskilda beslut påverka den totala produktiviteten inom en industri. Oavsett om ett företag beslutar sig för att fortsätta på marknaden som vanligt, utöka produktionen, börja producera något helt annat eller lägga ner så påverkar detta hela industrins produktivitet eftersom det kan påverka företagens produktivitet och/eller deras marknadsandelar. Ytterligare ett intressant forskningsområde är i vilken mån institutionella eller politiska beslut påverkar produktiviteten för olika typer av företag, olika industrier eller olika länder. Det går till exempel att studera hur jordbrukspolitik, miljöregleringar eller handelsliberaliseringar påverkar företagsproduktiviteten.

1.3 Övriga användningsområden

Även om den här studien framförallt fokuserar på de användningsområden som nämns ovan, dvs. att få fram elasticiteter och undersöka produktivitet, används produktionsfunktionen även inom andra viktiga forskningsområden. Ett sådant område är forskningen kring ekonomisk tillväxt. Sådan tillväxt kan mätas på regional eller nationell nivå och mäts antingen som förändringar av BNP per capita eller förändringar av total produktion. Viktiga förklaringar till tillväxtmönster är ackumulering av insatsvaror, effektivitetsförändringar, teknologisk förändring eller andra faktorer som innovationer, institutioner eller olika typer av spridningseffekter.²

Produktionsfunktioner kan även användas för att studera värdet av olika typer av varor som är av offentlig karaktär och därmed inte finns på en marknad. Sådana värden kallas för skuggpriser. Skuggpriser kan beräknas genom att till exempel inkludera en produktionsfunktion i hushållens nyttofunktion eller i jordbrukarnas vinstfunktion. Den senare funktionen skulle kunna användas för att skatta

² Se Helpman (2004) för en översikt eller Gullstrand och Hammarlund (2007) för en analys av regional tillväxt i Sverige.

till exempel värdet av betesmarker. Genom att undersöka hur betesmark påverkar vinsten på marginalen kan det pris som företaget skulle ha betalat för betesmarken på en hypotetisk marknad uppskattas, dvs. skuggpriset.

2

Produktionsfunktionen

Produktionsfunktionen har alltså många användningsområden och i detta kapitel redovisas grunderna för denna samt hur den kan användas för att beskriva företagens situation.

2.1 Produktionsfunktionens grund

Produktionsfunktionen kan, i sin allra enklaste form, uttryckas som:

$$(1) \quad y = f(x),$$

där y är output, x är en vektor med insatsvaror³ och $f()$ är produktionsfunktionen som beskriver relationerna mellan insatsvarorna x som ger *ett* outputvärde y . Denna produktionsfunktion beskriver också den högsta möjliga nivå på y som kan nås givet mängden insatsvaror, dvs. funktionen beskriver vad som gäller då företaget är effektivt.

Produktionsfunktionen som definieras i ekvation (1) är mycket allmän och för att den bättre ska spegla ekonomiska beteenden hos företagare brukar ett antal antaganden göras (Chambers, 1988). För det första antas produktionsfunktionen vara *monoton*, vilket innebär att om mängden insatsvaror ökar kan output inte minska. Marginalprodukten som definieras som effekten på output då mängden av en input ökar är därför positiv. Antagandet om monotonicitet är rimligt eftersom företagare troligtvis inte tillverkar mindre om de får tillgång till mer insatsvaror.

För det andra antas produktionsfunktionen vara *konkav*, vilket innebär att om allt mer av en insatsvara används kommer ökningen av output bli allt mindre (åtminstone vid strikt konkavitet) för varje extra ökning av denna insatsvara. Antagandet om konkavitet innebär alltså att marginalprodukten är minskande. Ett ofta använt exempel är den positiva effekten av gödningsmedel på output. I

³ Vi har valt att tala om output och insatsvaror i denna skrift. Det skulle också vara möjligt att tala om output och input eller produktion och insatsvaror. Eftersom produktion också kan tolkas som en process har vi här valt ordet output för att poängtera att det är frågan om fysisk produktion.

början är effekten stor, men den positiva effekten blir mindre och mindre ju mer gödningsmedel som används.⁴

Om endast en insatsvara förändras kan genomsnittsproduktiviteten (GP), marginalproduktiviteten (MP) och output-elasticiteten (ε_i) beräknas. Dessa definieras som;

$$(2) \quad \begin{aligned} GP_i &= y / x_i, \\ MP_i &= \partial f(x) / \partial x_i, \\ \varepsilon_i &= MP_i(x_i / y), \end{aligned}$$

där i är en insatsvara som exempelvis arbetskraft. Genomsnittsproduktiviteten visar hur mycket output som går att uppnå med en viss mängd x_i . En ofta använd GP är arbetsproduktiviteten som är politiskt intressant då den är kopplad till arbetsinkomster. Ju högre GP för arbetskraft desto större utrymme finns det för högre löner. Marginalprodukten (MP) visar istället hur output förändras då x_i ändras marginellt samtidigt som alla andra insatsvaror förblir oförändrade. För att kunna jämföra olika insatsvarors effekter mäts marginalprodukten oftast som en elasticitet (ε_i) som visar hur stor den procentuella förändringen av output är då x_i ändras med en procent. Dessa outputelasticiteter visar naturligtvis även de olika insatsvarors vikt i produktionsfunktionen och visar därmed hur mycket mer av de olika insatsvarorna som behövs för att uppnå en viss output.

2.2 Skalavkastning

Något som ofta diskuteras är produktionsfunktionens skalavkastning, dvs. vad som händer då alla insatsvaror ökar i samma utsträckning så att relationen mellan insatsvarorna blir oförändrad. Om alla insatsvaror ökar med γ (>1) och output ökar med mer än γ , så anses skalavkastningen vara ökande. Om den ökar med mindre än γ så anses skalavkastningen vara minskande, medan den är konstant om ökningen är lika stor. Skalavkastning definieras som:

⁴ Förutom dessa antaganden används även fyra mer tekniska antaganden som underlättar en formell analys. Ett tredje antagande är *väsentligheten* för inputs, vilket i sin svagaste form innebär att om inga knappa resurser används i produktionen så fås inte heller någon output. Produktionsmängden antas exempelvis vara komplett (utan hål) så att alla positiva värden går att producera. Produktionsfunktionen antas även ge ett ändligt, icke negativt och reellt värde samt vara kontinuerlig så att teknologin inte tar diskreta hopp.

$$\varepsilon = \left. \frac{\partial \ln f(\gamma x)}{\partial \ln \gamma} \right|_{\gamma=1} = \sum_i \varepsilon_i,$$

vilket är samma sak som summan av outputelasticiteterna. Om $\varepsilon = 1$ är skalavkastningen konstant, om $\varepsilon > 1$ är den ökande och om $\varepsilon < 1$ är den minskande. Ur ett ekonomiskt perspektiv är det viktigt att poängtera vilka incitament de olika skalavkastningarna ger (se exempelvis Chambers, 1988). Om en företagare möter ökande skalavkastningar så innebär det att det finns incitament att koncentrera sina resurser eftersom ju mer som samlas under ett tak desto högre blir output relativt den mängd insatsvaror som används. Däremot har företagaren incitament att sprida ut produktionen till mindre och mindre arbetsställen om skalavkastningen är minskande eftersom output per insatsvara då skulle bli större med mindre företag än med större.

Skalavkastningen är även en central del för diskussionen kring jordbruksföretags överlevnad och effektivitet eftersom skalavkastningen visar om större företag är effektivare än mindre (Chavas, 2001). Om företag producerar med ökande skalavkastning blir den ekonomiska vinsten större. Detta leder till att företag expanderar och att nya företag träder in på marknaden. Om företag istället producerar med en minskande skalavkastning borde företagsstorleken i genomsnitt minska eller så borde vissa företag träda ur marknaden. Diskussionen kretsar alltså kring vilken storlek som är den optimala för företagen. Relevansen är uppenbar eftersom jordbruksföretag finns i alla typer av storlekar, allt ifrån små familjegårdar till stora gods. Om alla resurser kan röra sig fritt borde utvecklingen gå mot att alla företag producerar med konstant skalavkastning.⁵ Empiriska studier visar dock, enligt Chavas (2001), oftast att (1) små gårdar producerar med ökande skalavkastning, (2) att de flesta gårdar producerar med konstant skalavkastning och (3) att det inte finns något starkt stöd för att de största företagen producerar med minskande skalafördelar. Detta tyder på att mindre företag borde öka storleken för att få större vinst. Men detta är inte nödvändigtvis sant eftersom det också finns stöd för att små företag är lika effektiva som stora. Det-

⁵ Om resurser inte rör sig fritt kan exempelvis fördelningen av mark relateras till maktrelationer (se Chavas, 2001) och enligt Binswanger m.fl. (1993) så härstammar stora gårdar i utvecklingsländer från en ojämn fördelning av mark samt subventioner till dessa för att motverka en ineffektiv storlek.

ta skulle kunna förklaras av att små familjegårdar eller ”hobby”-gårdar använder en annan teknologi, vars optimala storlek är mindre än den för stora gårdar.⁶

2.3 Substitution mellan insatsvaror

Slutligen kan produktionsfunktionen användas för att studera hur olika insatsvaror kan bytas ut mot varandra samtidigt som outputnivån hålls konstant. Den marginella tekniska substitutionskvoten (MRTS - marginal rate of technical substitution) mäter relationerna mellan insatsvarorna i och j :

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} = - \frac{\frac{\partial f(x)}{\partial x_i}}{\frac{\partial f(x)}{\partial x_j}} = MRTS_{ij}.$$

Uttrycket ovan innebär att insatsvara i måste öka/minska då input j minskar/ökar för att output ska förbli oförändrad. I vissa fall är det omöjligt att byta ut en insatsvara mot en annan utan produktionen kräver att insatsvaror används i fasta proportioner (brukar kallas för Leontiefs produktionsfunktion). I andra fall går det att byta ut insatsvaror och utbytesgraden är konstant (vilket är fallet vid en linjär produktionsfunktion) eller skiftande (exempelvis Cobb-Douglas) beroende på den initiala teknologin (dvs. kvoten mellan olika inputs).

Relationen mellan insatsvaror kan även diskuteras i termer av elasticiteter (substitutionselasticiteten) för att underlätta jämförelser och då visas hur många procent kvoten mellan input i och j ökar/minskar då $MRTS_{ij}$ minskar/ökar med en procent. Därmed visar substitutionselasticiteten hur lätt eller svårt det är att byta ut en insatsvara mot en annan. Om elasticiteten är noll finns det ingen möjlighet att byta ut insatsvaror (dvs. insatsvaror används i fasta proportioner), men om den är större än noll så finns det en möjlighet att byta ut samtidigt som produktionsvolymen hålls konstant. Den mest extrema situationen är när produktionsfunktionen är linjär. Då är utbytesgraden konstant och när denna aldrig ändras oavsett vilken kvot mellan inputs som används så är substitutionselasticiteten oändlig (Chambers 1988).

⁶ Alternativt kan skillnaderna bero på svårigheten att mäta kostnader för arbetskraft i exempelvis ”hobby”-gårdar eftersom arbetsinsatsen kan ses som en avkoppling/hobby. Vidare finns det många andra faktorer (se Chavas, 2001) som kan leda till olika storlekar så som imperfekt marknad, marknadstillträde, tillgång till kapital, transaktionskostnader etc.

2.4 Duala funktioner

Produktionsfunktionen visar vilka möjligheter företagen har att välja kombinationer av insatsvaror för att producera en viss output. Men företagens val bland dessa möjligheter är knappast slumpmässiga. Det är rimligt att anta att företag agerar så att de kan få ut största möjliga vinst eller så att de behöver betala så lite så möjligt för sina insatsvaror, dvs. företag vinstmaximerar eller kostnadsminimerar.

Vinstmaximerande företags val av output beror på output- och insatsvarupriser. Företagets val av output (y) kan då uttryckas som:

$$y = f(x^*, p, w),$$

där $*$ indikerar att insatsvarorna x (som utgörs av en vektor) är valda för att maximera företagets vinst. Valet av insatsvaror är i sin tur beroende av priser, dvs. priser både på företagets output (p) och på de insatsvaror som företaget använder (w).

Istället för att titta på produktionsfunktionen för att beskriva företagets teknologi kan man istället utgå från vinstfunktionen eller kostnadsfunktionen (s.k. duala funktioner). Eftersom både produktionsfunktionen och vinst- och kostnadsfunktioner beskriver företagets optimala val ger de samma resultat när det gäller hur mycket och i vilken kombination insatsvarorna används givet en viss outputnivå. Skillnaden är att de två senare funktionerna optimerar utifrån priser. Vinstfunktionen beskriver företagets maximala vinst som en funktion av priser på output och priser på de insatsvaror som används, dvs. $(\pi^*(p, w))$. Kostnadsfunktionen beskriver istället företagets minsta möjliga kostnader som en funktion av output och insatsvarornas priser, dvs. $(c^*(y, w))$. Det är möjligt givet att en specifik produktionsfunktion antas, att få fram produktionsfunktionen genom att utgå från en vinst- eller kostnadsfunktion. Likaså är det möjligt att härleda vinst- och kostnadsfunktioner från en produktionsfunktion som beror på priser. Detta är anledningen till att vinst- och kostnadsfunktioner även kallas för duala funktioner.⁷ För att skilja de duala funktionerna från de funktioner som förklarar output

⁷ Även andra funktioner som intäktsfunktioner och indirekta intäktsfunktioner är duala funktioner som beskriver produktion. De vanligaste är dock vinstfunktionen och kostnadsfunktionen.

med mängden insatsvaror kallas ibland den ”vanliga” produktionsfunktionen för den primära produktionsfunktionen.

De duala funktionerna kan liksom den primära funktionen användas för att undersöka outputelasticiteter och substitutionseleasticiteter. Eftersom de duala funktionerna alltid innehåller uppgifter om priser kan också effekter av prisförändringar undersökas. Både den egna priselasticiteten för en insatsvara och korspriselasticiteten mellan två insatsvaror kan mätas. Om till exempel lantbruksarbetarnas löner ökar med en procent visar priselasticiteten för arbetskraft hur mycket mindre arbetskraft som kommer att anlitas och korspriselasticiteten mellan arbete och kapital hur mycket mer kapital som kommer att användas. Priselasticiteterna ger alltså möjligheter att studera hur efterfrågan på insatsvaror påverkas av prisförändringar (Coelli m.fl., 1998).

2.5 Total faktorproduktivitet

Om företagets produktion ökar utan att mer av insatsvarorna behöver användas förbättras företagets produktivitet. Ovan nämndes att produktionsfunktionen kan användas för att beräkna genomsnittproduktivitet som till exempel arbetskraftsproduktivitet. Arbetsproduktivitet är dock bara ett partiellt mått eftersom en förändrad arbetsproduktivitet kan förklaras av att användningen av andra produktionsfaktorer har förändrats. Om till exempel kapitalintensiteten ökar kan arbetsproduktiviteten öka utan att företaget blivit mer produktivt totalt sett. Därför används den totala faktorsproduktiviteten (TFP) som definieras i relativa termer:

$$TFP_{st} = (y_t / y_s) / (x_t / x_s),$$

där y är output och x en insatsvara (eller ett index som summerar alla insatsvaror) och t samt s står för två tidsperioder (eller två olika företag). Om alla företag producerar med den bästa teknologin, om teknologin inte förändras och om teknologin kännetecknas av konstant skalavkastning, skulle TFP vara 1 för alla tidsperioder eller företag. Om detta inte är fallet så kan TFP förändras över tiden eller skilja sig åt mellan företag. Företag är exempelvis inte alltid effektiva i den mening att de producerar samma mängd output givet den teknologi som finns tillgänglig. Ineffektivitet innebär att företag producerar λ_t av vad som är möjligt givet teknologin $f_t(x_t)$ då $\lambda_t \in [0,1]$. Teknologin kan också skilja sig åt över tiden, vilket innebär att $f_t(x_t) \neq f_s(x_t)$, trots att samma mängd insatsvaror används i pro-

duktionen. Slutligen kan teknologin karakteriseras av en ökande eller minskande skalavkastning. TFP kan alltså variera utifrån tre olika komponenter så att förändringen över tiden (eller skillnaden mellan företag) skulle kunna delas upp på följande sätt (givet att $x_t = \delta x_s$ och $\delta > 1$):

$$TFP_{st} = \frac{\lambda_t f_t(x_s)}{\lambda_s f_s(x_s)} \delta^{\varepsilon_t - 1},$$

där λ utgör en effektivitets term, $f(\cdot)$ teknologin och ε skalavkastningen. Förändringen i TFP inkluderar därmed tre effekter: förändring av teknisk effektivitet, teknisk förändring och skalfördelar. Förändring av teknisk effektivitet uppstår då företagen i genomsnitt producerar närmare eller längre ifrån vad som är möjligt givet teknologin. Teknisk förändring definieras som ett skift i produktionsfunktionen som beror på att ny teknologi har introducerats. Förändringar i skalfördelar visar i sin tur hur företagets produktivitet förändras av att storleken på företag förändras. TFP ökar från period s till period t om effektiviteten förbättras ($\lambda_t > \lambda_s$), om teknologin förbättras ($f_t(x_s) > f_s(x_s)$) eller om teknologin karakteriseras av en ökande skalavkastning då mängden insatsvaror ökar ($\varepsilon > 1$).

Teknisk effektivitet kan i sin tur delas upp i ren teknisk effektivitet och allokerings effektivitet. Ren teknisk effektivitet visar företagets förmåga att producera en så stor output som möjligt givet de insatsvaror som finns tillgängliga. Allokerings effektiviteten visar istället företagets förmåga att kombinera insatsvaror för att uppnå största möjliga output.

Teknisk förändring kan också delas upp i två delar; neutral och icke-neutral. En neutral teknisk förändring påverkar inte förhållandet mellan olika insatsvaror såsom en icke-neutral teknisk förändring gör. När till exempel ny teknologi introduceras kan produktionen bli mer kapitalintensiv. Den del av produktionsökningen som beror på att kapital ersätter arbetskraft är ett resultat av den icke-neutrala tekniska förändringen (Coelli m.fl. 1998).

3

Skattningar av produktionsfunktioner

Produktionsfunktioner och utvidgningar av dem kan skattas empiriskt. Innan en produktionsfunktion skattas med hjälp av statistiska metoder måste den funktionella formen bestämmas. När funktionens form har bestämts kan ekonometriska skattningar göras för att beräkna elasticiteter eller andra effekter på produktionen. Det finns emellertid två viktiga problem med dessa skattningar som måste lösas för att funktionerna ska ge bra resultat. För det första bestäms insatsvaror ofta samtidigt som produktionsnivån och därför är det svårt att säga att produktionsnivån beror på valet av insatsvaror. Detta kallas för simultanitetsproblemet. För det andra finns problem med urvalets representativitet, s.k. selektionsproblem. Detta kapitel presenterar några av de vanligaste formerna på produktionsfunktionen samt tar upp problemen med simultanitet och selektion.

3.1 Funktionens form

De vanligaste funktionerna är:

$$f(x) = A \prod_i^K x_i^{a_i}, a_i > 0,$$
$$(3-4) \quad \ln(f(x)) = A + \sum_i^K \beta_i \ln(x_i) + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln(x_i) \ln(x_j),$$
$$i = 1, 2, \dots, K,$$

dvs. Cobb-Douglas funktionen och translog-funktionen.⁸ A är en produktivitetsterm, x_i är insatsvaror och parametrarna α_i β_i ρ (konstant substitutionselasticitet) bestämmer produktionsfunktionen ($f(\cdot)$) utseende och egenskaper.

Skillnaden mellan dessa funktioner är deras förmåga att ta hänsyn till olika teknologier. Cobb-Douglas-funktionen är inte lika flexibel som translog eftersom

⁸ Ytterligare en flexibel funktion som inte är så populär är CES-funktionen (constant elasticity of substitution), se Debertin (1986), och notera även att translog är en ofta använd specificering av den kvadratiske

funktionen:
$$f(x) = A + \sum_i^K \beta_i g_i(x_i) + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} g_i(x_i) g_j(x_j).$$

elasticiteten mellan olika insatsvaror är konstant och alltid lika med ett. I Cobb-Douglas-funktionen innebär en 1-procentig förändring i den marginella tekniska substitutionskvoten (MRTS) att kombinationen av insatsvaror (t.ex. kvoten mellan arbete och kapital) förändras med 1 procent.

Translogfunktionen är den mest populära funktionsformen inom jordbruksekonomi.⁹ Denna funktion, liksom andra funktioner, uppfyller de grundläggande antaganden som diskuterades ovan fast med färre restriktioner. Flexibiliteten innebär att en specifik funktion för att beskriva relationen mellan insatsvaror och output inte behöver antas (se Thompson, 1988, för en diskussion). De elasticiteter som skattas (som till exempel arbetskraftens effekter på output) görs beroende av den kombination av insatsvaror som används. Denna flexibilitet innebär möjligheter att skatta elasticiteter som skiljer sig åt mellan producenter (länder, regioner eller företag) trots att de antas ha samma produktionsfunktion.

Problemet med translog är mer av empirisk art. Antalet parametrar som ska skattas blir lätt många och interaktioner mellan variabler kan skapa problem med variabler som korrelerar med varandra (Thompson 1988, Mundlak 2001).¹⁰ Dessutom har det visat sig att användandet av mer flexibla funktioner, som translog, inte tycks ha gett mer robusta resultat än Cobb-Douglas-funktionen. De empiriska resultaten har inte konvergerat, utan snarare tvärtom (Mundlak 2001).

Den produktivitetsterm, A , som inkluderas i funktionerna ovan går att utveckla på det sätt som redovisades i avsnitt 2.3. För det första kan hänsyn tas till teknologisk förändring genom att inkludera en tidstrend (dvs. genom att lägga till årtal till funktionen). Parametern som bestämmer trendeffekten visar hur output inom en sektor förändras årligen på grund av teknologiska förändringar som är de samma för alla företag. Trenden kan tolkas som en genomsnittlig grad av teknologisk förändring i den sektor som undersöks. I den empiriska delen av denna studie kommer Cobb-Douglas-funktionen och Translog-funktionen att skattas med tidstrender. Nedan nämns några utvecklingar av produktionsfunktioner som ofta görs i andra studier.

⁹ Se Thompson (1988) för en sammanställning av olika flexibla funktioner.

¹⁰ Komplexiteten i dessa modeller innebär även att tolkningen av de olika parametrarna försvåras. För att reducera dessa problem antas en symmetri, $\beta_i = \beta_{j,i}$, vilket innebär att interaktionen mellan variabel i och j antas ha samma effekt som interaktionen mellan j och i .

Om trenden läggs till utan någon interaktion med andra variabler antas förändringarna vara neutrala, (se t.ex. Coelli m.fl., 1998), vilket innebär att förhållandet mellan olika insatsvaror inte förändras trots att mer produceras än året tidigare. Icke-neutrala förändringar kan introduceras till modellen genom att interagera tid med andra förklarande variabler så som arbetskraft eller kapitalstock. Detta görs i flexibla produktionsfunktioner som Translog.

Även teknisk effektivitet kan inkluderas i skattningar av produktionsfunktionen. De vanligaste metoderna är att inkludera en företagsspecifik effekt (eller en ”extra” felterm i modellen) med hjälp av paneldatametoder eller att använda en specifikation som kallas för stokastisk front.¹¹ Den företagsspecifika feltermen används för att uppskatta ett visst företags tekniska effektivitet. Då stokastiska fronter används ligger denna term mellan 0 och 1 och mäter företagets output i förhållande till den maximala output som företaget skulle kunna uppnå om företaget var effektivt. Medel för alla företag som undersöks visar i procent hur stor effektiviteten är i den industri som undersöks. Det är möjligt att även göra den uppdelning av teknisk effektivitet som nämndes ovan (avsnitt 2.3), dvs. en uppdelning i ren teknisk effektivitet och allokeringseffektivitet. För att göra detta används de duala funktionerna. Genom att till exempel skatta både en primär och en dual produktionsfunktion kan extra feltermen från båda användas.

3.2 Simultanitetsproblemet

Ett problem som har följt produktionsfunktionsanalyser under lång tid är att valet av insatsvaror i många fall bestäms samtidigt som själva output. Valet av insatsvaror kan alltså vara endogent, dvs. valen av både insatsvaror och output beror på faktorer som inte går att observera, något som påpekades av Marschak och Andrews redan 1944.¹² Sådana icke-observerbara faktorer beror på förhållanden inom företag som inte syns i statistiken men som ändå påverkar företag. Ett exempel kan vara att en ny och bättre chef har tillträtt. Denna nya chef kan få företagets kostnader att minska och därmed kan företaget öka output på kort sikt genom att öka mängden rörliga insatsmedel så som arbetskraft. Förändringen av output beror i detta fall på att den nye chefen vill öka output på kort sikt

¹¹ Det är också vanligt att mäta teknisk effektivitet med DEA (Data Envelopment Analysis). Denna metod kräver matematisk programmering och ligger därför utanför denna beskrivning som handlar om parametriska metoder.

¹² Se Mundlak (2001).

och inte på att arbetskraftens betydelse i produktionen har ökat. Risken är att analytikern överskattar relationen mellan arbetskraft, eller någon annan rörlig insatsvara, och output medan relationen mellan en fast insatsvara, som kapital, och output underskattas. Anledningen är det är lättare att förändra antalet anställda än mängden kapital på kort sikt.

Detta problem har diskuterats under en lång tid i litteraturen och traditionellt har det funnits två sätt att komma till rätta med problemet; (1) genom att använda sig av instrument eller (2) genom att utnyttja paneldatametoder. För att poängtera för- och nackdelar med dessa metoder används följande produktionsfunktion (logaritmerad Cobb-Douglas) som ett exempel på hur funktionens parametrar estimeras:

$$y_{it} = \alpha + \beta_l l + \beta_k k + \mu_{it},$$

$$b_l = \beta_l + \frac{\sigma_{kk}\sigma_{l\mu} - \sigma_{lk}\sigma_{k\mu}}{\sigma_{ll}\sigma_{kk} - \sigma_{lk}^2}, b_k = \beta_k + \frac{\sigma_{ll}\sigma_{k\mu} - \sigma_{lk}\sigma_{l\mu}}{\sigma_{ll}\sigma_{kk} - \sigma_{lk}^2},$$

där y_{it} är output för företag i vid period t , l_{it} är mängden arbetskraft, k_{it} är kapitalstocken, μ_{it} är en felterm, α och β är funktionens parametrar, σ_{sn} är kovariansen mellan s och n , och b är den parameter som skattas med OLS.

Det som framgår av denna ekvation är att så länge det finns en korrelation mellan feltermen (som fångar in alla förhållanden inom ett företag som varken analytikern eller företaget kan observera) och någon insatsvara så kommer skattningarna av de olika parametrarna skilja sig åt från de verkliga. Simultanitetsproblemet innebär att feltermen och arbetskraft, som antas vara rörlig på kort sikt, korrelerar när förhållanden inom företag som inte går att observera förändras (m.a.o. $\sigma_{l\mu} > 0$). Detta leder till en överskattning av β_l . Finns det sedan en korrelation mellan arbetskraft och kapital (vilket är sannolikt vid en kort panel eftersom variationen mellan företag därmed får en stor förklaringsgrad) kommer detta att leda till en underskattning av β_k trots att kapital inte korrelerar med feltermen.¹³

¹³ Se Levinsohn och Petrin (2003) för en genomgång.

För att undgå felskattningar används ibland instrument, dvs. variabler som är korrelerade med den insatsvara som vållar problem (i vårt exempel arbetskraft), men inte med feltermen. Exempel på potentiella instrument är priser på insatsvaror eller tidigare mängder av insatsvaror (l_{it-s} och k_{it-s} , där $s > 0$). Dessa eller andra lämpliga instrument skulle även kunna reducera fel i skattningarna på grund av exempelvis mätfel i kapitalstock (Tybout och Westbrook 1996). Det är dock inte alltid enkelt att hitta bra instrument. Priser finns till exempel oftast inte på företagsnivå och laggarna för tidigare mängder insatsvaror måste ofta vara långa för att bryta korrelationen mellan feltermen och mängden insatsvaror (Levinsohn och Petrin 2003). Problem med att använda priser finns även på land- och regionnivå eftersom dessa inte nödvändigtvis behöver vara exogena, dvs. variation i priser och output följs åt på aggregerad nivå (Mundlak 2001).

Ett alternativ som är möjligt då företag kan följas över tiden är att använda sig av paneldatametoder. Metoderna går ut på att fånga upp företagsspecifika effekter i feltermen som kan vara korrelerade med mängden insatsvaror. Feltermen definieras då som:

$$\mu_{it} = \omega_i + \varepsilon_{it},$$

där ω_i är en företagsspecifik produktivitetsterm som inte varierar över tiden och som endast företaget kan observera och ε_{it} är andra förhållanden som påverkar produktionen som varken analytikern eller företaget kan observera. Den företagsspecifika produktivitetstermen skulle exempelvis kunna bestå av skillnader mellan jordbrukarnas skicklighet i att bruka jorden eller skillnader i mikroklimat då en produktionsfunktion för spannmålsodlare uppskattas. Genom att introducera företagsspecifika dummies kan dessa företagsspecifika effekter kontrolleras för och problemet med simultanitet mildras eftersom analysen tar hänsyn till korrelationen mellan feltermen och mängden insatsvaror. Detta kallas för en "within" skattning.

Även denna metod har dock sina nackdelar. En uppenbar nackdel är att den företagsspecifika produktivitetstermen inte nödvändigtvis behöver vara konstant över tiden. Efterfrågan på olika produkter, ny teknologi och politiska åtgärder kan förändras snabbt och jordbrukare reagerar inte nödvändigtvis på samma sätt på en förändring eftersom de har olika erfarenheter och kunskaper. Ett annat problem med en "within" skattning kan uppstå om panelen har få observationer

per företag (dvs. tidsperioden är kort) eftersom fasta insatsvaror (t.ex. mark och kapital) då inte varierar särskilt mycket. I en sådan situation skulle skillnaden mellan företag kunna vara en källa till att identifiera dessa insatsvarors effekter på output (se exempelvis Levinsohn och Petrin, 2003). Men eftersom en "within" skattning fångar upp skillnader mellan företag med hjälp av den företagsspecifika produktivitetstermen så reduceras variationen i datamaterialet. Denna reduktion av variationen i datamaterialet kan även leda till att mätfel i exempelvis företagets kapitalstock blir än mer betydelsefulla för utfallet (Tybout och Westbrook, 1996). Slutligen innebär en "within" skattning att det endast är marginalprodukten som uppskattas eftersom alla fasta kostnader (t.ex. maskiner eller åkermark) som krävs för att starta upp ett företag fångas upp av den företagsspecifika termen. Skalavkastningen tenderar därmed att underskattas (se Tybout och Westbrook, 1996).

3.3 Selektionsproblemet

Ytterligare ett problem som kan uppstå när en produktionsfunktion ska skattas är att dataurvalet inte är representativt. Eftersom företag som är mer produktiva har högre vinster är det mer sannolikt att dessa företag finns kvar i dataurvalet under en längre tidsperiod. Om en hög vinstnivå till exempel är relaterad till en högre kapitalstock så har företag med en större kapitalstock större sannolikhet att överleva. Detta innebär att en tillfällig negativ chock som endast företaget kan observera har mindre effekt på företag med en stor kapitalstock än på företag med en liten kapitalstock. Eftersom en uppskattning av produktionsfunktionen endast kan baseras på företag som överlever underskattas relationen mellan output och kapital (Olley och Pakes, 1996; Pavcnik, 2002).

En vanlig metod då företagsdata används är att reducera antalet företag så att endast företag som återfinns i datamaterialet under hela analysperioden tas med, dvs. använda en s.k. balanserad panel. Men eftersom datamaterialet därmed utesluter vissa företag kommer inte hela populationen att representeras och selektionsproblemet kan därmed leda till snedvridna uppskattningar av produktionsfunktionens parametrar. Olley och Pakes (s. 1265, 1996) diskuterar detta problem och visar i en empirisk studie att en regression som innefattar alla företag fördubblar elasticiteten för kapital jämfört med då en balanserad panel används.

3.4 Metoder för att lösa simultanitets- och selektionsproblemet

Olley och Pakes (1996) föreslog ett tillvägagångssätt för att lösa både simultanitets- och selektionsproblemet.¹⁴ Denna metod utgår från antagandet om att företag önskar maximera förväntad vinst (dagens vinst såväl som morgondagens). Alla företag står därmed i början av varje år inför beslutet att lägga ner (dvs. sälja alla sina tillgångar) eller att fortsätta. Om företagets förväntade vinst från att fortsätta är större än likvidationssumman fortsätter företaget att producera och ledningen måste besluta vilka mängder som ska användas av olika insatsvaror. Den förväntade vinsten är i sin tur en funktion av ett antal variabler; kapitalstocken, en för företaget observerad produktivitetsterm och den förväntade framtida produktivitetstermen (som antas vara en funktion av dagens produktivitetsterm och kapitalstock). Däremot beror den förväntade vinsten inte på insatsvaror som lätt kan förändras vid plötsliga förändringar. Utifrån detta problem kan sedan en utträdesregel respektive en regel om efterfrågan på investeringar härledas.

Anta följande produktionsfunktion:

$$(5) \quad y_{it} = \alpha + \beta_l l + \beta_k k + \omega_{it} + \varepsilon_{it},$$

där ω_{it} är den företagsspecifika produktivitetstermen som endast kan observeras av företaget. För att kontrollera för simultanitetsproblemet kan ω_{it} härledas från investeringsfunktionen vilket leder till följande produktionsfunktion:

$$(6) \quad \begin{aligned} y_{it} &= \beta_l l + \phi(i_{it}, k_{it}) + \varepsilon_{it}, \\ \phi(i_{it}, k_{it}) &= \alpha + \beta_k k + g(i_{it}, k_{it}), \end{aligned}$$

där $g(\cdot)$ approximeras med hjälp av ett polynom och i_{it} är företagets investering. Eftersom produktivitetstermen nu är omskriven med hjälp av variabler som kan observeras kommer skattningen av parametern för arbetskraft inte att påverkas av denna term. Denna omskrivning antar dock att investeringar påverkas positivt av en positiv produktivitetsförändring och att investeringarna är positiva. När

¹⁴ Förutom i Olley och Pakes (1996) diskuteras denna metod utförligt i Pavcnik (2002) och i Yasar, m.fl. (2008).

parametrarna till rörliga insatsvaror är skattade är det möjligt att gå vidare för att skatta kapitalets effekt på output genom att först skatta en överlevnadsfunktion. Den uppskattade sannolikheten för varje företag att överleva (\hat{P}) används sedan i ett tredje steg, i likhet med "sample-selection" modeller så som Heckit (Yasar m.fl. 2008):

$$(7) \quad y_{it} - \hat{\beta}_l l = \beta_k k + g(\hat{\phi}_{t-1}, k_{it-1}, \hat{P}_{it}) + \varepsilon_{it}.$$

En nackdel, som noterades ovan, med denna metod är att den kräver att investeringar inte sker oregelbundet, dvs. det bästa är om företag investerar varje år och att det alltså inte finns några "nollor" i datamaterialet. Om investeringar sker oregelbundet följer de inte nödvändigtvis den företagsspecifika produktivitetstermen och är då inte bra som instrument. Levinsohn och Petrin (2003) introducerade därför en alternativ metod som använder insatsvaror som är mycket rörliga (t.ex. råvaror, el och energi)¹⁵ som instrument för företagsspecifika förändringar istället för investeringar. Denna metod liknar Olley och Pakes (1996) men med skillnaden att metoden inte kontrollerar för selektionsproblemet.

¹⁵ Levinsohn och Petrin kallas dessa insatsvaror för intermediära insatsvaror; dessa kännetecknas av att de ingår i produktionsprocessens mellanliggande led.

4

Produktionsfunktioner i litteraturen

Under de senaste två decennierna har intresset för produktionsfunktioner på nytt ökat, vilket i stort sett beror på en ökad tillgång på detaljerad information på både företags- och arbetsställesnivå. Informationen finns ofta som en panel, vilket innebär att det finns möjligheter att följa ett och samma företag över en tidsperiod. Denna detaljrikedom har medfört nya möjligheter för att ta hänsyn till gamla problem då en produktionsfunktion ska skattas. Framförallt gäller detta problemet då output och insatsvaror bestäms samtidigt, dvs. simultanitetsproblemet eller då analysen påverkas av att urvalet förändras över tiden eftersom endast de bästa företagen överlever, dvs. selektionsproblemet.

Studierna i det här kapitlet är indelade i olika områden. Först görs en kort beskrivning av hur produktionsfunktioner skattades fram t.o.m. 1970-talet. Sedan redovisas studier som fokuserar på elasticiteter och produktivitet, både med det primära och med det duala tillvägagångssättet som utgångspunkt. För att få en uppfattning om hur produktionsfunktioner används för att undersöka effekter av politiska åtgärder redovisas till slut några studier som undersöker effekter av bland annat jordbruksstöd och miljöpåverkan. I appendix finns dessutom en genomgång av ett urval av studier där metoder och resultat redovisas i tabellform (se appendix A1).

4.1 Tidiga studier

Tidiga studier om jordbrukets produktionsfunktion influerades av Cobb och Douglas (1928)¹⁶ studie om produktionsfunktionen. Dessa studier från 1940-talet handlar om hur olika insatsvaror bidrar till output för olika slags gårdar och mäter ofta produktivitet som teknisk förändring. Outputelasticiteter skattas för olika insatsvaror, främst mark och arbetskraft. Elasticiteterna visar sig variera mycket. Heady och Dillon (1961)¹⁷ går till exempel igenom 32 studier som baseras på gårdsdata och finner att elasticiteten i medeltal är 0,38 för mark och 0,21 för arbetskraft. Variationen när det gäller outputelasticiteterna är dock stor mellan olika studier. Däremot ligger skalavkastningen (dvs. summan av output-

¹⁶ Se Mundlak (2001).

¹⁷ Se Mundlak (2001).

elasticiteterna) nära ett i de flesta av dessa studier, dvs. storleken på gårdarna betyder inte särskilt mycket för den procentuella förändringen av output.

Skattningarna i de tidiga studierna tar dock inte hänsyn till simultanitetsproblemet som diskuterades ovan i avsnitt 3.2. Simultanitetsproblemet uppkommer eftersom valet av insatsvaror kan vara endogent, jordbrukarna bestämmer hur mycket insatsvaror de ska använda samtidigt som de bestämmer hur mycket de tänker producera. Under 1950- och 1960-talen diskuterades detta problem inom den ekonomiska jordbrukslitteraturen och hur man kunde lösa det. Två studier där simultanitetsproblemet hanteras med paneldatametoder är Mundlak (1961), om israeliskt jordbruk, och Hoch (1962)¹⁸. I dessa studier kunde effekter på produktionen som berodde på egenskaper hos de enskilda företagen undanhållas analysen. Skalfördelarna i Mundlaks studie var bara 0,8, dvs. skalavkastningen var avtagande. Output-elasticiteten för mark visade sig vara mycket nära noll i Mundlaks studie, dvs. en ökning av landarealen för en gård bidrog inte alls till att öka output.

Under 1970-talet började de duala funktionerna (främst vinst- och kostnadsfunktioner) att användas för att beskriva produktionsstrukturer. Det innebar att information om priser började användas i funktionerna. Som tidigare nämnts innehåller vinstfunktionen priser på insatsvaror och produktpriser medan kostnadsfunktionen innehåller priser på insatsvaror och outputkvantiteter. Mundlak (2001) menar dock att studier som använder duala funktioner oftast visar att förändringar i användandet av insatsvaror förklaras av att teknologin förändras över tiden snarare än att priser förändras. Att allt mindre arbetskraft och allt mer kapital och gödningsmedel används förklaras alltså inte av att priserna på dessa insatsvaror förändras utan av att teknologin har förändrats. Tidiga skattningar av duala funktioner tenderar, i likhet med tidiga primära skattningar, inte heller att finna några skalfördelar i jordbruksproduktionen.

¹⁸ Se Mundlak (2001).

4.2 Studier om det svenska jordbruket

För det svenska jordbruket har produktionsfunktioner för spannmålsproducenter, fläskköttproducenter och mjölkproducenter skattats i tre studier av Heshmati från mitten av 1990-talet. Dessa studier redovisas nedan.

Heshmati (1994) beräknar outputelasticiteter och teknisk förändring för svenska spannmålsproducenter 1976-1988. Artikeln syftar framförallt till att ta hänsyn till eventuella selektionsproblem eftersom de gårdar som finns med i urvalet inte med säkerhet är representativa för alla spannmålsproducenter i Sverige. För att ta hänsyn till detta används Heckmans tvåstegsmetod. Denna går ut på att en sannolikhetsmodell först skattas för att fånga upp urvalsegenskaper som sedan läggs till produktionsfunktionen. Resultaten från denna studie visar att mark är den insatsvara som påverkar output mest, men att denna betydelse minskar över tiden. Heshmati studerar också hur mark som insatsvara påverkar skalavkastning genom att räkna ut skalfördelar med och utan mark. Eftersom mark inte kan öka på samma sätt som andra insatsvaror visar skalfördelar utan mark situationen för jordbrukarna på kort eller medellång sikt. Resultatet visar att skalavkastning utan mark var avtagande men att den gick mot att bli konstant över tiden. Med mark så kännetecknades teknologin av ökande skalavkastning, men gick mot att bli konstant över tiden. Betydelsen av mark som insatsvara i spannmålsproduktionen minskade alltså både på kort och på lång sikt.

Produktivitet mäts i Heshmatis studie som teknisk förändring genom att en tidstrend läggs till funktionen. Tidstrenden visar att produktiviteten minskar under den studerade tidsperioden för svenska spannmålsproducenter. Tidstrenden interageras också med insatsvarorna för att undersöka icke-neutral teknisk förändring. Det visar sig att icke-neutral teknisk förändring bidrar positivt till produktiviteten, dvs. insatsvaror kombineras allt mer på ett sätt som ökar produktiviteten. Däremot hjälper inte detta för att motverka effekterna av att användningen av insatsvarorna sammantaget inte ökar produktiviteten.

Heshmati m.fl. (1995) beräknar outputelasticiteter, teknisk effektivitet och teknisk förändring för svenska fläskköttproducenter 1976-1988. Författarna försöker att skilja gårdsspecifika effekter från teknisk ineffektivitet genom att anta att de förra inte varierar med tiden på samma sätt som teknisk effektivitet. Teknisk effektivitet antas vara sådant som jordbrukaren kan påverka medan sådant som

jordbrukaren inte kan påverka finns i feltermen. Den tekniska effektiviteten för fläskköttproducenterna beräknas vara 91 procent i genomsnitt under den studerade tidsperioden och förändrades inte över tiden.

Under 1970-talet är den tekniska förändringen (tidstrenden) för svenska fläskköttproducenter positiv men en minskning som pågår under hela den studerade tidsperioden gör att från och med 1980 sker en teknisk tillbakagång. Eftersom den tekniska effektiviteten (se ovan) inte förbättrades betyder detta att den totala faktorproduktiviteten minskade för fläskköttproducenterna under den studerade tidsperioden. Den tekniska förändringen ledde också till att man använde mer djur och material och mindre av alla andra insatsvaror (bland annat arbetskraft och kapital).

Outputelasticiteterna i Heshmati m.fl. (1995) visar en del intressanta samband. Arbetskraft visade sig ha den näst störst outputelasticiteten under perioden, 0,14, men denna minskar kraftigt. Fläskköttproduktionen blev alltså allt mindre arbetsintensiv under 1980-talet. Kapitalets outputelasticitet varierade kraftigt under perioden; från att ha varit den viktigaste insatsvaran 1976 blev kapital den minst viktiga insatsvaran 1988 då elasticiteten till och med var negativ. Fläskköttproducenterna fick alltså allt mer kapital som inte bidrog till produktionen under 1980-talet. Den viktigaste insatsvaran under hela tidsperioden var s.k. materialinsatser med en beräknad elasticitet på 0,15. Denna elasticitet ökade över tiden. Material bestod av en sammanslagning av olika utgiftsposter som exempelvis kostnader för veterinärbesök, medicin och transporter.

En annan studie som också är relevant för det svenska jordbruket är Heshmati och Kumbhakar (1994) som beräknar outputelasticiteter, teknisk förändring och teknisk effektivitet för svenska mjölkbönder 1976-1988. Huvudsyftet med artikeln är att studera teknisk effektivitet då hänsyn tas till gårdsegenskaper som inte förändras över tiden. Resultatet visar att den tekniska effektiviteten är ungefär densamma för de fyra paneler som undersöks, dvs. den verkliga produktionen var ungefär 81-83 procent av den möjliga produktionen för svenska mjölkbönder mellan 1976 och 1988. Teknisk förändring är positiv i början och slutet av den studerade tidsperioden och negativ däremellan.

Studien om mjölkproduktionen visar att det bästa sättet för mjölkproducenterna att öka output var att öka antalet djur, insatsvaran ”djur” hade nämligen den största outputelasticiteten. Att öka antalet anställda bidrog mindre till output och ännu mindre effekt på output hade ökning av kapitalstocken.

4.3 Stokastiska produktionsfronter

Två av de studier av Heshmati som presenterades ovan använde den s.k. stokastiska produktionsfronten. Denna variant av produktionsfunktionen har som nämnts blivit allt vanligare inom den jordbruksekonomiska litteraturen. En genomgång av de senaste artiklarna i *Agricultural Economics* (2004-2008) visar till exempel att elva av fjorton artiklar som handlar om att skatta produktionsfunktioner parametriskt har som huvudsyfte att skatta teknisk effektivitet. Som nämdes ovan är produktionsfronten helt enkelt en produktionsfunktion där hänsyn tas till att företag har olika teknisk effektivitet. Även om intresset främst är riktat mot teknisk effektivitet i dessa studier redovisas ofta även tekniska förändringar och elasticiteter.

Syftet med stokastiska produktionsfronter är ofta att försöka förklara hur olika faktorer påverkar företagens tekniska effektivitet, antingen genom att jämföra olika företag eller genom att jämföra samma företag över tiden. Exempel på studier där teknisk effektivitet har skattats med en stokastisk produktionsfront är till exempel Boshraadi m.fl. (2008) som handlar om veteproduktion i ett område i Iran, Kumbhakar och Tsionas (2008) studie om spanska mjölkgårdar och en studie av Dinar m.fl. (2007) som undersöker effekter av rådgivningsbesök på teknisk effektivitet. En studie som liknar den sistnämnda är Arega och Manyongs (2006) studie om skördevariationer hos bönder som tagit del av ett program för att odla nya typer av vignabönor. Andra exempel är Osborne och Trueblood (2006) som undersöker ekonomisk effektivitet i rysk spannmålsproduktion under en reformperiod på 1990-talet, Coelli och Flemming (2004) som undersöker hur diversifiering hänger samman med teknisk effektivitet samt Alvarez och Arias (2004) som undersöker förhållandet mellan teknisk effektivitet och gårdsstorlek.

4.4 Duala funktioner

De duala funktionerna kan som nämnts användas för att räkna ut samma typer av elasticiteter som den primära produktionsfunktionen, men eftersom duala

funktioner innehåller uppgifter om priser går det också att räkna ut priselasticiteter från dessa studier. Det finns en del studier där primära och duala funktioner jämförs genom att samma data används. Tidiga studier (Lau och Yotopoulos 1972, Yotopoulos, Lau och Lin 1976)¹⁹ visar att resultaten från de båda typerna av funktioner skiljde sig mycket åt medan senare studier visar att så inte är fallet (Thijssen 1992 och Bittencourt 2003).

Thijssen (1992) skattar en primär produktionsfunktion och en dual vinstfunktion med samma data och med translog-funktioner. Skillnaderna mellan output-elasticiteter och substitutionselasticiteter från de båda modellerna är inte signifikanta. Elasticiteterna är dock i högre utsträckning signifikanta då den primära modellen används, vilket troligtvis beror på att elasticiteter från den duala modellen räknas ut från fler skattade koefficienter. Substitutionselasticiteten visar att lätttrörliga insatsvaror som foder, gödning, bekämpningsmedel, och bränsle är lätta att byta ut mot andra insatsvaror som arbetskraft, kapital eller mark på de holländska mjölkgårdar som undersöks.

Rasmussen (2000) skattar teknisk förändring, både neutral och icke-neutral, och skal fördelar för spannmåls- fläskkött- och mjölkproducenter i Danmark med hjälp av en translog kostnadsfunktion. Resultaten från denna studie visar att skalavkastningen är störst för spannmålsproducenter, vilket tyder på att spannmålsproducenter vinner mest på att öka gårdsstorleken. Teknisk förändring ledde till ett ökat användande av gödningsmedel för spannmålsproducenter medan den ledde till ett minskat användande av gödningsmedel för mjölk- och fläskköttproducenter.

Duong m.fl (2008) undersöker extensivt jordbruk i Australien med en kostnadsfunktion som provas i två varianter; translog och generell kvadratisk. Den kvadratiske funktionen ger färre signifikanta variabler än translog, men funktionerna ger i stort sett samma tecken på parametrarna. Substitutionselasticiteterna mellan de olika insatsvarorna visar att de flesta insatsvaror är nära substitut till varandra. Material och tjänster som jordbruksföretagen kunde köpa in var mycket lätt att byta ut mot arbetskraft när det gällde spannmålsproduktion. Användningen av insatsvaror tycks dock inte påverkas av förändringar i priser;

¹⁹ Se Mundlak (2001).

vare sig priser på insatsvaror som undersöks eller priser på substitut till dessa insatsvaror tycktes påverka mängden insatsvaror som användes. Undantaget var att priset på inhyrd arbetskraft verkade vara av viss betydelse för spannmålsproducenter.

En annan australiensk studie är Coelli (1996) där teknisk förändring mäts för det australienska jordbruket. Utbud och efterfrågan på insatsvaror skattas med en vinstfunktion. Teknisk förändring drevs delvis av att allt mindre material och tjänster köptes in och av att allt mindre arbetskraft användes medan djur, kapital och mark blev viktigare som insatsvaror. Men av störst betydelse var den tekniska förändring som drevs av förändringar i output; fårkött- och ullproduktion blev allt mer produktiv jämfört med spannmålsproduktion.

4.5 Effekter av politik

Produktivitet inom jordbruksområdet kopplas ofta till förändringar i politiska åtgärder. Några av de studier som nämnts ovan tar upp sådana kopplingar. Heshmati och Khumbakar (1994) menar till exempel att den tillbakagång i teknisk effektivitet som skedde för svenska mjölkbönder under tidsperioden 1979-1984 kunde förklaras av införandet av hårdare lagar om djurhälsa. O'Neill och Matthews (2001) spekulerar i om CAP-reformen i början av 1990-talet (MacSharry-reformen) kan ha påverkat det irländska jordbruket så att det blivit mindre effektivt och så att den tekniska förändringstakten har avtagit. Författarna menar att eftersom nötköttsproduktion och fårköttproduktion har varit särskilt påverkade av produktionsbegränsade åtgärder som extensifiering och miljöutbetalningar, kan detta förklara varför denna typ av gårdar har en relativt låg teknisk effektivitet och avtagande teknisk förbättring under tidsperioden.

I ett flertal studier har produktionsfunktionen använts mer explicit på gårdsdata för att undersöka effekter av politiska åtgärder. Till exempel har Kumbhakar m.fl (2008) undersökt effekterna av mjölkkvoter på förändringar av output på norska mjölkgårdar och Ooms och Peerlings (2005) undersökt effekter på holländska mjölkbönder av EU:s mjölkreform år 2003. Även kostnadsfunktionen har använts för att undersöka effekter av jordbrukspolitik, bland annat i Shaik och Helmers (2006) studie om Nebraskas jordbruk 1936-2004. Ovan nämnda studier presenteras lite närmare nedan.

Införandet av mjölkkvoter har länge varit vanligt som politisk åtgärd för att hålla nere mjölkproduktionen. Syftet har varit att hålla uppe priserna för de jordbrukare som historiskt sett har producerat mjölk. Mjölkkvoterna leder emellertid till att mjölkgårdar inte kan expandera så att mjölk produceras på de gårdar som är bäst på att producera mjölk. Detta får även effekter på output från andra produktionsgrenar eftersom mjölkproducenter ofta också producerar andra varor, t.ex. nötkött. I en studie om norska mjölkbönder undersöker Kumbhakar m.fl. (2008) därför hur mjölkkvoter har påverkat mjölkböndernas produktionstillväxt mellan 1976 och 2005. Eftersom gårdarna kan producera flera outputs används en distansfunktion i detta fall (en variant av produktionsfunktionen där flera outputs och insatsvaror kan inkluderas). Genom att studera förändringar av output över tiden tar författarna hänsyn till gårdsspecifika egenskaper och undviker därmed simultanitetsproblemet.

Genom att dela upp datamaterialet i tre olika tidsperioder med olika politiskt styrda förutsättningar studeras sedan effekterna på förändringar i output. Under den första tidsperioden fanns inga mjölkkvoter, under den andra tidsperioden begränsades produktionen i stor utsträckning av mjölkkvoterna och under den sista tidsperioden var begränsningarna något mindre restriktiva.

Det visar sig att tillväxten var som lägst under den period då mjölkkvoterna var som mest restriktiva, dvs. det var svårt för producenterna att utöka produktionen inom andra näringsgrenar för att öka output när mjölkkvoterna var restriktiva. Teknisk förändring visade sig minska under hela den studerade tidsperioden, dvs. 1976-2005. De mest troliga förklaringarna till denna minskning anges vara att lagar om djurhälsa infördes och att begränsningar i användandet av gödningsmedel och bekämpningsmedel infördes samt att reella priser på output ökade mindre än motsvarande priser på insatsvaror.

Ooms och Peerlings (2005) använder en primär produktionsfunktion för att undersöka effekterna av EU:s mjölkreform år 2003 på holländska mjölkbönder. Produktionsfunktionen används för att undersöka hur reformen påverkar mjölkböndernas vinst, dvs. priser inkluderas i produktionsfunktionen. Då mjölkpriset förväntas minska med 21 procent minskar vinsterna enligt modellen med 22 procent. Det är främst genom att påverka värdet av mjölkkvoterna som böndernas vinst påverkas.

Ett exempel där kostnadsfunktionen har använts för att undersöka effekter av politiska åtgärder är Shaik och Helmers (2006) studie om de amerikanska jordbruksstödens påverkan på Nebraskas jordbruk 1936-2004. Stöden undersöks dels totalt sett men också interaktionstermer mellan stöd och de tretton jordbruksreformer som gjorts i USA sedan 1936 används. Kostnadsandelarna visar sig öka för avelsdjur och mark och minska för kapital när jordbruksstöden ökar. Effekterna av politiken tilltar över tiden, vilket innebär att jordbruksstöden gör så att en större del av kostnaderna utgörs av kostnader för avelsdjur och en mindre del av kapital. Sedan det femte jordbruksprogrammet (farm bill) som infördes i slutet på 1960-talet blir även kostnadsandelen för arbetskraft lägre.

Även olika aspekter på säkra livsmedel kan analyseras med hjälp av produktionsfunktioner. Nganje och Mazzocco (2003) analyserar hur införandet av kontrollsystemet HACCP²⁰ påverkar efterfrågan på insatsvaror och produktionen i köttindustrin. Detta är ett system som företagare måste ta hänsyn till när de gör egenkontroll av kvalitet även i Sverige. Både en kostnadsfunktion och kostnadsandelsfunktioner skattas. Bakgrunden är att författarna vill undersöka vilka incitament producenterna har för att införa systemet, beroende på hur lätt de kan anpassa sin produktion. HACCP hanteras därför som en insatsvara i funktionen. Eftersom HACCP lätt kunde substitueras med slaktkroppar och output fann författarna att företag hade incitament att införa kontrollsystemet.

4.6 Miljöeffekter

Genom att anta att miljöpåverkan är en insatsvara bland andra och stoppa in denna i produktionsfunktionen kan effekter på produktionen av miljöpåverkan mätas. Output-elasticiteter för miljöpåverkan, dvs. hur mycket miljöpåverkan påverkar output i procent, kan till exempel räknas ut. Neeliah och Shankar (2005) använder produktionsfunktionen för att undersöka effekter på produktionen av marknära ozon på gårdar i England och Wales. Den primära produktionsfunktionen används för att undersöka hur marknära ozon påverkar veteskördar medan en vinstfunktion används för att se hur vinster påverkas av marknära ozon.

²⁰ HACCP betyder Hazard Critical Control Point vilket betyder ungefär faro-analys och kritiska styrpunkter.

Marknära ozon inkluderas som en fast insatsvara i de båda funktionerna. De outputelasticiteter som beräknas utifrån den primära produktionsfunktionen är små, och detta gäller också den elasticitet som är av intresse, dvs. ozon-elasticiteten. Ozon-elasticiteten är 0,023, vilket innebär att om det marknära ozonet ökar med 10 procent minskar veteskörden bara med 0,23 procent. Elasticiteterna som beräknas utifrån vinstfunktionen är i de flesta fall inte signifikanta, inte heller den elasticitet som mäter ozonets effekter på rörlig vinst. Därför går det inte att utesluta att det marknära ozonet inte har haft någon effekt alls på företagens vinst. Enligt författarna har tidigare studier visat att effekterna av ozon är större. Skillnaderna kan bero på att sättet att mäta ozon.

På ett liknande sätt undersöker Omer m.fl (2007) förhållandet mellan biologisk mångfald och produktivitet med en stokastisk front. Intensiv spannmålsproduktion i Storbritannien undersöks 1989-2000. Ett index för den biologiska mångfalden för varje jordbruksföretag används för att undersöka hur produktiviteten påverkas. I genomsnitt påverkas output positivt av ökad biologisk mångfald under perioden. Det visar sig dessutom att biologisk mångfald under den tidigare delen av tidsperioden påverkade produktiviteten negativt medan det omvända förhållandet gällde för den senare delen av tidsperioden. Författarna kopplar denna förändring till införandet av miljöåtgärder riktade mot jordbrukssektorn. Studien visar sammanfattningsvis att ökad biologisk mångfald i jordbrukslandskapet kan påverka jordbrukets produktivitet positivt.

4.7 Landstudier

De studier som redovisats ovan bygger på gårdsdata. Under 1960- och 1970-talen blev det allt vanligare att produktionsfunktioner också baserades på landdata. Fördelen med landdata är att eftersom skillnader mellan länder är stora ger dessa data mycket information som kan förklara till exempel produktivitet. Hayami och Ruttan (1970)²¹ gjorde en av de första studierna av produktionsfunktionen med landdata och fann att output-elasticiteten för mark var 0,10 och output-elasticiteten för arbetskraft var 0,4. Resultaten varierar dock mycket mellan olika studier. Ett underliggande antagande i landstudier var länge att alla länder använde samma teknologi. Detta antagande ifrågasattes i början av 1980-talet av

²¹ Se Mundlak(2001).

Mundlak och Hellinghausen (1982)²² som istället ansåg att antagandet borde vara att alla länder hade tillgång till samma teknologi. Ett sätt att ta hänsyn till detta nya antagande var att använda en mer flexibel funktionsform än Cobb-Douglas (Mundlak 2001). Cobb-douglas funktionen verkar dock fortfarande vara vanlig då produktionsfunktionen skattas på landnivå. Däremot har det blivit vanligare att ta hänsyn till att teknologin eller produktiviteten skiljer sig åt mellan länder genom att använda paneldatametoder (exempelvis ”within”-skattning).

Cornia (1985) undersöker förhållandet mellan gårdsstorlek och produktivitet för 15 u-länder 1973-1978.²³ Syftet med studien är att undersöka i vilken mån det finns skäl för landreformer för att skapa fler mindre jordbruk eftersom de anses vara mer produktiva än större. För att undersöka relationen mellan storlek och produktivitet används landarealen som förklarande variabel i ett flertal enkla log-log regressioner, land för land, där den förklarade variabeln är resursanvändning, markproduktivitet eller arbetsproduktivitet. Resultaten visar att företagens produktivitet minskar med dess storlek i de flesta länder. Då output-elasticiteterna skattas med hjälp av en Cobb-Douglas funktion, visar Cornia att hälften av länderna tycks ha avtagande skalavkastning och ju mer markintensiv produktionen är desto lägre är output-elasticiteten för mark.

Många av landstudierna innehåller även landspecifika variabler för att ta hänsyn till att teknologier skiljer sig åt mellan länder. Ett exempel på detta är en studie av Mundlak m.fl. (2008) där valet av teknologi antas styras av olika landegenskaper som befolkningens utbildning, BNP, inflation, relativpriser, medborgerliga rättigheter och tillgång till vatten. Mundlak m.fl. visar att inkludandet av landegenskaper kan förbättra skattningen av produktionsfunktionen. Relativpriser, variation i relativpriser och BNP är de landegenskaper som förklarar mest i Mundlak m.fl. som innehåller data för 30 länder i olika delar av världen.

Mundlak m.fl. (2008) redovisar också output-elasticiteter för ”within”-skattningar av Cobb-Douglas-funktionen både med och utan landegenskaper. Skillnaderna är inte särskilt stora. Kapital och mark har mycket höga output-

²² Se Mundlak(2001).

²³ Denna studie använder gårdsdata, men undersöker skillnader mellan länder.

elasticiteter; 0,42 och 0,33 utan landegenskaper och 0,37 och 0,45 med landegenskaper. Arbetskraft bidrar däremot mindre till output; output-elasticiteten är 0,12 utan landegenskaper och 0,09 med landegenskaper.

Produktionsfunktionen har även använts av Macours och Swinnen (2000) för att förklara varför output minskade i de öst- och centraleuropeiska länderna under övergången till marknadsekonomi 1989-1995. Författarna skattar en produktionsfunktion för länderna där output förklaras med de fyra insatsvarorna kapital, arbetskraft, gödningsmedel och mark samt med landegenskaperna väder, omstrukturering, avbrott, privatisering och osäkerhet. Vädervariabeln mäter regnmängd under de månader som är viktiga för spannmålsproduktion under ett visst år och förväntas korrelera positivt med output. Omstrukturingsvariabeln är ökning i andelen av jordbruksmarken som ägs av familj jordbruk och används som proxy för output från familj jordbruk. Avbrottsvariabeln mäter andelen av jordbruksmarken som övergått till familj jordbruk under ett visst år eller året innan detta år. Privatisering mäter förändringen i andelen privatägd mark. Osäkerhet är en tidsvariabel för de år som politiken förändrades på ett avgörande sätt.

Skattningarna visar att outputelasticiteten för kapital är 0,28, för gödningsmedel 0,10 och för mark 0,41. De höga elasticiteterna för kapital och mark är i överensstämmelse med Mundlak m.fl. (2008) ovan. Outputelasticiteten för arbetskraft är inte signifikant. Elasticiteterna i Macours och Swinns studie används för att räkna ut olika insatsvarors bidrag till förändringar i output sedan 1989. Det visar sig att 80 procent av output-minskningen förklaras av minskad användning av insatsvaror, där en tredjedel utgörs av minskningar av gödningsmedel. Dessa förändringar beror i sin tur på prisförändringar, osäkerhet och institutionella förändringar.

Kommunikationer och information är viktiga för att landsbygdsbaserade företag ska slippa höga transaktionskostnader som uppkommer på grund av långa avstånd. Lio och Liu (2006) undersöker effekterna av informations- och kommunikationsteknologi (ICT) på jordbrukets output i 81 länder. Författarna gör ett ICT-index där antal Internetanvändare, persondatorer, mobiltelefoner och huvudledningar för telefoni per 100 invånare ingår. Ett justerat ICT-index mäter dessutom nivån på ICT utanför storstäderna.

I genomsnitt är outputelasticiteten för ICT 0,21 procent för alla länder. Outputelasticiteten för ICT är högre för rika länder än för fattiga. Författarna menar att detta beror på att befolkningen i rika länder har högre utbildningsnivå, något som gör det lättare att ta till sig ny teknologi.

En annan studie där landdata används är Blocks (1994) studie om produktivitet i Afrika söder om Sahara. Genom att använda vete-ekvivalenter anser Block att han får ett bättre mått på output eftersom effekter av växelkurser och priser inte påverkar detta mått. Den fysiska outputen för fyrtio olika varor räknas om till vete-ekvivalenter för 39 afrikanska stater för åren 1963-1988. TFP visar sig öka med i genomsnitt 2 procent per år mellan åren 1983 och 1988 för de afrikanska länderna. Därefter förklaras tillväxten av TFP under 1980-talet. Teknisk förändring, väder, politiska reformer och forskningsresurser används då som variabler. Största delen (2/3) av tillväxten av TFP förklaras av politiska reformer och ökade forskningsresurser.

4.8 Övriga studier

Det finns en del studier som påpekar att de produktionsfunktioner som ofta används för att analysera jordbruket undgår att behandla vissa viktiga aspekter. I detta avsnitt redogörs för några sådana studier.

Eftersom jordbruksproduktion i grunden är en biologisk process diskuterar Zhengfei m.fl. (2006) om insatsvaror bör delas upp i sådana som har med den biologiska processen att göra och övriga insatsvaror. I denna studie specificeras en produktionsfunktion där insatsvaror som inte är biologiska, som till exempel arbete och kapital, är en vikt för biologiska insatsvaror som till exempel mark, utsäde och vatten. Den produktionsfunktion som skattas med denna vikt kallar författarna för en asymmetrisk translog-funktion. Då den senare funktionen skattas för nederländska potatisproducenter visar det sig att mark bidrar mycket till produktiviteten medan arbetskraft och kapital överanvänds. Outputelasticiteten för mark är betydligt större i denna studie än i andra studier som redovisas i denna genomgång. Resultaten i Zhengfei m.fl. tyder på att det skulle vara lönsamt att öka potatisarealen utan att införskaffa mer kapital eller anställa mer arbetskraft.

En annan aspekt på produktionsfunktionen är hur mycket relativpriser betyder för att driva fram teknologisk förändring. Paris (2008) undersöker sådana prisorsakade tekniska framsteg. Relativpriser skulle enligt Paris fungera på två sätt; dels som signaler för knappa resurser och dels som bestämningsfaktorer för företagens val av teknologi. Val av teknologi styrs av förväntad vinst och därför ingår det förväntade outputpriset och förväntade insatsvarupriserna (eg. förväntade relativpriser) i produktionsfunktionen, som förväntas skifta pga detta. Insatsvaruefterfrågan styrs därmed inte bara av mängden output och priserna på insatsvaror utan också av relativpriser på output och insatsvaror.

Modellen testas på USAs jordbruk mellan 1880 och 1990 och Paris konstaterar att den kan användas för att tolka tekniska framsteg i detta lands jordbrukssektor. Paris räknar också ut hur tekniska framsteg påverkar användningen av olika insatsvaror och hur relativpriser påverkar denna användning. Prisorsakade tekniska framsteg gjorde till exempel så att allt mer arbetskraft användes fram till 1960 och så att allt mindre arbetskraft användes därefter.

De studier som redovisas ovan skattar produktionsfunktionen antingen för olika länder eller för gårdar i ett visst område. I detta sammanhang kan det vara intressant att se vad som händer då produktionsfunktioner skattas på en ännu lägre nivå än gårdsnivå. Fuwa m.fl (2007) skattar stokastiska produktionsfunktioner för risproduktion på olika nivåer; gårdsnivå, jordlottsnivå och jordlottstyps-nivå. Kontrollvariabler för förhållanden i omgivningen används också (till exempel topografiska förhållanden). Det visar sig att teknisk effektivitet är mycket större då jordlottsnivån används än då gårdsnivån används. Effektiviteten beror på topografiska förhållanden och på vilken ris-sort som odlas. Författarna menar att gårdsanalyser på ett felaktigt sätt kan ge intryck av att vissa gårdar sköts dåligt och därför har liten output när det egentligen är frågan om olika kvaliteter på jordmån och andra miljöförhållanden.

Förändringar i omvärlden kan vara kortsiktiga eller långsiktiga och det är möjligt att ta hänsyn till detta då produktionsfunktionen skattas. Othman och Jusoh (2001) beräknar faktorandelar, produktivitet, outputelasticiteter och tidstrender för jordbruket i Malaysia 1960-1996 med hjälp av en modell som kan ta hänsyn till att förändringar kan vara under olika lång tid. Modellen bygger på att det finns både permanenta förändringar som till exempel teknologiska eller socio-

politiska förändringar, och förändringar som är mer kortvariga. En Cobb-Douglas produktionsfunktion skattas, både med metoden som beskrivs ovan och med vanlig OLS för att jämföra. Eftersom OLS inte tar hänsyn till långsiktiga förändringar ger den framförallt annorlunda resultat när det gäller insatsvaran arbetskraft vars elasticitet inte var signifikant med OLS-metoden. Resultaten från modellen med långsiktiga förändringar visar att både arbetskraft och mark bidrar allt mindre till output över tiden.

4.9 Sammanfattning

Tidiga studier av produktionsfunktionen (1940-talet) visar att elasticiteter för olika insatsvaror varierar väldigt mycket medan skalavkastningen (dvs. summan av output-elasticiteterna) är nära ett. De tidiga studierna tar dock inte hänsyn till det simultanitetsproblem som komplicerar användandet av produktionsfunktionen. Valet av insatsvaror och valet av output kan antas ske samtidigt.

Under 1970-talet börjar de duala produktionsfunktionerna att användas, något som innebär att information om pris-elasticiteter blir allt vanligare. Priser på insatsvaror förklarar dock inte varför användandet av insatsvaror förändras i dessa studier. Studier från senare år visar att de duala funktionerna inte skiljer sig särskilt mycket från de vanliga produktionsfunktionerna när det gäller beräknade output-elasticiteter.

För Sveriges del har output-elasticiteter och produktivitet undersökts i tre studier av Heshmati som publicerades i mitten av 1990-talet. Tre produktionsgrenar undersöks mellan 1976 och 1988. Den första av studierna visar att produktiviteten för spannmålsproducenter minskar samtidigt som insatser av större landarealer bidrar allt mindre till output. Den andra studien, som handlar om fläskköttproducenter, visar att fläskköttproduktionen blir allt mindre produktiv och allt mindre arbetskraftsintensiv under 1980-talet. En tredje studie om mjölkproducenter visar att förändringar av djurantalet påverkade mjölkproducenternas output mer än förändringar av andra insatsvaror under den studerade tidsperioden.

För beslutsfattare är studier som undersöker effekter av politiska åtgärder särskilt intressanta. Många studier kopplar förändringar av produktivitet till politiska åtgärder medan andra studier har som huvudsyfte att undersöka effekter av olika åtgärder. Effekter av mjölkkvoter, EU:s mjölkreform och den amerikanska

jordbrukspolitiken har till exempel undersökts i studier där produktionsfunktionen används. Även effekter av negativ miljöpåverkan, som förekomsten av marknära ozon, och effekter av positiv miljöpåverkan, som biologisk mångfald, har undersökts med hjälp av produktionsfunktioner.

Många studier utgår från gårdsdata. Men det är också vanligt att använda data på landnivå för att skatta produktionsfunktioner. I landstudier används ofta, förutom de vanliga insatsvarorna, också olika typer av landvariabler som gör det möjligt att undersöka påverkan på jordbruket av till exempel befolkningens utbildning, BNP, inflation, medborgerliga rättigheter, forskningsresurser eller nivå på infrastrukturen i ett land.

Slutligen finns det studier som menar att de traditionella sätten att använda produktionsfunktionen har brister. Det finns till exempel de som menar att jordbruket är en biologisk process och därför bör behandlas med utgångspunkt från detta. Användningen av produktionsfunktioner inom jordbruket är alltså ständigt under utveckling.

5

Jordbruket i 15 EU-länder

I denna del undersöks produktionsfunktionen för EU-15 med aggregerad data från enskilda jordbrukare i EU. Eftersom teknologier och inriktningen på produktionen är olika i olika länder blir det nödvändigt att justera produktionsfunktionen. I detta avsnitt justeras produktionsfunktionen genom att utgå från en flexibel translog-funktion som skattas med hjälp av "within" metoden. Den stora fördelen med datamaterialet är att en lång period kan följas och att det är möjligt att undersöka skillnader mellan länder. Sveriges situation kan alltså sättas i relation till andra länder. En nackdel med datamaterialet är att storleken på de företag som valts ut som representativa för varje land kan variera och skillnader mellan länder skulle kunna bero på urvalsprocessen.

5.1 Databasen och de variabler som används

Databasen som används i detta kapitel kallas för FADN (Farm Accounting Data Network) och den lanserades av EG redan 1965 med syftet att undersöka jordbrukets inkomster. I korthet utgörs de insamlade variablerna (ca 1000 stycken) av såväl fysiska variabler (t.ex. areal och antal arbetade timmar) som ekonomiska variabler (t.ex. försäljningsvärde, kostnader och subventioner). FADN är dock inte heltäckande utan består av ett slumpmässigt urval (med vissa praktiska restriktioner) inom varje medlemsland. Syftet är att 90 procent av jordbruksproduktionen i länderna ska vara representerad. I och med att databasen inte är heltäckande så redovisas variablerna som "standardresultat", vilket innebär att de representerar ett genomsnittligt jordbruk inom varje land. Skattningen i detta kapitel av produktionsfunktionen utgår alltså från ett genomsnittligt företag i varje land och år.

De variabler som ingår i analysen är arbetskraft, kapitalstock, landareal samt övriga insatsvaror. Dessa insatsvaror är de som anses vara de mest betydelsefulla ur ett ekonomiskt perspektiv och samma uppdelning görs i andra studier. I litteraturen används till exempel alltid (om information finns) insatsvarorna arbetskraft, fysiskt kapital och mark. Oftast inkluderas även övriga insatsvaror, vars innehåll kan variera beroende på datatillgång. Ibland delas övriga insatsvaror upp i olika delar men i denna studie används en sammanslagning som består av bland annat av utsäde, gödningsmedel, foder, el, bränsle och räntor. En definition av variablerna och genomsnittliga värden återfinns i tabell 1. Datamaterialet

består av 172 observationer fördelade på perioden 1995-2006 och 15 länder. För sju länder återfinns data för hela perioden medan perioden begränsas till 1995-2005 för åtta länder.

Tabell 1: Variabler för att skatta en produktionsfunktion för EU-15

Variabel	Definition	Genomsnitt
Output	Försäljning och egenförbrukning av vegetabilier och djur, beräknat i Euro/ECU	95 269
Arbetskraft	Antal fulltidspersoner	1,65
Kapitalstock	Värdet på byggnader, maskiner, skog och avelsdjur, Euro/ECU	150 738
Mark	Jordbruksareal i produktionen, hektar	46
Övriga insatsvaror	Kostnader för insatsvaror (även egen producerade), exempelvis utsäde, gödningsmedel, foder, el, bränsle och räntor, Euro/ECU	58 014

Källa: SCB

5.2 Den empiriska produktionsfunktionen

Analysen utgår från två olika typer av produktionsfunktioner; Cobb-Douglas-funktionen (CD) och den mer flexibla Translogfunktionen:

$$\begin{aligned}
 \ln(q_{it}) &= \alpha + \sum_l \beta_l \ln(x_{lit}) + \beta_t t + \varepsilon_{it}, \\
 \ln(q_{it}) &= \alpha + \sum_l \beta_l \ln(x_{lit}) + \\
 (8-9) \quad &+ \frac{1}{2} \left(\sum_t \sum_j \beta_{lj} \ln(x_{lit}) \ln(x_{jit}) + \beta_t t^2 \right) + \\
 &+ \sum_l \beta_{lt} \ln(x_{lit}) t + \varepsilon_{it},
 \end{aligned}$$

där q_{it} är output för land i vid tidpunkten t , x_{lit} är en vektor med insatsvaror (arbetskraft, kapital, mark och övriga insatsvaror) och t är trenden. Indexen l och j identifierar de olika insatsvarorna som används i analysen. Trenden används för

att uppskatta den teknologiska utvecklingen och liksom i andra studier kvadreras tidtrends då translog-funktionen används. Effekten av den teknologiska utvecklingen på output kan därför avta, accelerera eller kanske t.o.m. bli negativ efter en viss tidpunkt. Förutom dessa variabler ingår även α som är en neutral produktivitetsterm som skattas ekonometriskt, β_l som är skattade koefficienter och ε_{it} som är en felterm. Skillnaden mellan ekvationerna ovan och motsvarande ekvationer i kapitel 3 är feltermen som inkluderas i den empiriska specifikationen. Feltermen kan innehålla både mätfel och fel som beror på att alla företag inte är fullt effektiva i den meningen att de producerar med den allra bästa teknologin.

Translog-funktionens fördel jämfört med CD-funktionen är dess flexibilitet, något som troligtvis är särskilt betydelsefullt i denna situation eftersom länder har olika inriktningar inom jordbruket (se diskussionen ovan). Om denna fördel är reell eller inte ur ett statistiskt perspektiv testas och diskuteras nedan.

En viktig fråga angående specifikationerna ovan är hur feltermen ska antas se ut. Om det är troligt att feltermen innehåller produktivitetsskillnader som kan vara korrelerade med insatsvarorna (se diskussionen kring simultanitetsproblem ovan) finns det risk för att de skattade elasticiteterna blir felaktiga. Därför undersöks i vilken mån en ”within”-skattning²⁴ kan ge bättre resultat. En sådan skattning innebär att feltermen delas upp i två olika termer; en del som representerar produktivitetsskillnader som inte kan observeras i datamaterialet (ω_i) och en del som är slumpmässig (μ_{it}) som inte kan observeras av någon (inte heller av jordbrukaren). I sådana fall definieras feltermen som följer:

$$\varepsilon_{it} = \omega_i + \mu_{it}.$$

När det gäller EU-datan kallas termen ω_i i fortsättningen också för de landspecifika effekterna eftersom denna term innehåller skillnader mellan genomsnittsföretag från olika länder. Risker för att en ”within”-skattning reducerar variationen för mindre rörliga produktionsfaktorer som mark och kapital motverkas av att tidsperioden är relativt lång (11-12 år).

²⁴ Within-skattning kan kallas även för fixed effect (FE) skattning.

5.3 Resultat av skattningar för EU:s jordbruk

Som nämnts ovan är det troligtvis nödvändigt att justera produktionsfunktionen genom att ta hänsyn till att jordbruken inom EU har olika teknologier och inriktningar. För att kunna bekräfta att dessa justeringar är riktiga måste dock olika funktioner och skattningar jämföras. Därför har både CD-funktionen och translog-funktionen skattats med och utan landspecifika effekter. De fyra olika modellerna presenteras i appendix A2.

Resultaten visar för det första att förklaringsgraden (R^2) för både CD och translog är hög vilket visar att dessa funktioner förklarar en stor del av outputvariationen. Vidare undersöks i vilken mån translog-funktionen är bättre än CD-funktionen genom att analysera i vilken mån den mer restriktiva CD-funktionen (mer restriktiv eftersom inga interaktioner tillåts) presterar sämre än den mer flexibla Translog-funktionen. Ett sådant test utgår från att den mer restriktiva funktionen ingår i den flexibla (dvs. går att härleda genom att sätta vissa parametrar till noll), vilket är fallet här. Testet (Likelihood-test, CD vs Translog) visar att förklaringsgraden, trots relativt många insignifikanta resultat, minskar så mycket med CD-funktionen att det är lämpligare att utgå från Translog.

För det andra visar både Ramsey RESET-testet och ett test av restriktionen att alla länder har samma produktivitetsnivå (F-test "within" vs OLS) att det är viktigt att ta hänsyn till landspecifika effekter. Specifikationerna utan dessa effekter (dvs. vanlig OLS) resulterar i skattningar som påverkas av utelämnade variabler. För det tredje undersöks om det går att ta hänsyn till de landspecifika produktivitetstermerna (ω_i) genom att korrigera variansen, dvs. genom att skatta med s.k. random effects (RE). Detta skulle vara möjligt om de landspecifika effekterna inte korrelerar med några insatsvaror, dvs. om det inte finns något simultanitetsproblem. Resultatet från Hausman-testet visar att det finns en korrelation, vilket innebär att en "within"-skattning är lämpligast. En modell där hänsyn tas till att jordbruken inom EU ser ut på olika sätt är alltså lämplig. Translogfunktionen som skattas "within" är alltså den modell som föredras enligt de olika testen.

Koefficienterna från CD-funktionen går att tolka direkt som output-elasticiteter, lika lätt är det inte med translog-funktionen eftersom elasticiteterna beror på interaktioner mellan insatsvaror. Output-elasticiteten för insatsvara l definieras som:

$$(10) \quad \varepsilon_l = \frac{\partial \ln(q)}{\partial \ln(x_l)} = \beta_l + \sum_k \beta_{lk} x_k + \beta_t t,$$

då index för företag och tid har uteslutits. I tabell 2 visas de genomsnittliga elasticiteterna från den föredragna translog-funktionen. I tabellen visas också hur elasticiteterna varierar mellan olika EU-regioner och över tiden. Mönstret är det samma som då CD-funktionen används, men nivåerna är inte så extrema utan mer i linje med vad andra studier finner. Resultaten visar att jordbruksmark och kapital inte är särskilt bindande i betydelsen att en förändring i dessa insatsvaror inte har särskilt stor inverkan på output. En förändring av kapitalstocken med en procent ger bara 0,04 procents ökning av output i genomsnitt. Motsvarande ökning av arealen mark ger en ökning av output med 0,10 procent i genomsnitt enligt tabell 2. Däremot är övriga insatsvaror desto mer betydelsefulla medan arbetskraft befinner sig däremellan. Liksom i andra studier är output-elasticiteten för arbetskraft högre än output-elasticiteten för kapital (se appendix A1). När det gäller elasticiteten för mark är resultaten från andra studier mycket skiftande vilket försvårar jämförelser.

Tabell 2: Elasticiteter från produktionsfunktioner skattade med EU-data (translog-within-skattning)

	Arbets- kraft	Kapital	Mark	Övriga insatsv.	Skal- avkast	Tekn. utveckling
<i>Genomsnitt</i>	0.29	0.04	0.10	0.77	1.21	-0.003
<i>Region^a</i>						
Nordiska länder	0.29	0.02	0.03	0.82	1.17	-0.004
Storbritt. + Irland	0.38	0.003	0.03	0.85	1.26	-0.006
Norra EU-kontinental	0.31	0.05	0.14	0.74	1.24	-0.006
Södra EU-kontinental	0.22	0.07	0.14	0.75	1.18	0.004
<i>Period</i>						
1995-1999	0.33	0.06	0.13	0.76	1.27	-0.002
2000-2005	0.26	0.04	0.08	0.78	1.16	-0.003
%-förändring	-21	-33	-38	3	-9	-50
Korrelation med företagsstorlek (mätt som output)	-0.04	-0.58	-0.13	0.43	-0.16	-0.82

Kommentar: De nordiska länderna utgörs av Sverige, Danmark och Finland, norra EU-kontinental av Tyskland, Frankrike, Nederländerna, Belgien och Österrike och södra EU-kontinental utgörs av Portugal, Spanien, Italien och Grekland. Notera att alla elasticiteter utom en (kapitalelasticiteten för Storbritt. + Irland) är signifikanta och har ett 95-% konfidensintervall som inte inkluderar noll.

Insatsvarornas betydelse för output varierar dock betydligt i olika delar av EU och över tiden. Kapital och mark är exempelvis mer bindande för produktionen i kontinentala Europa jämfört med de Nordiska EU-länderna eller Storbritannien och Irland. Med andra ord är dessa insatsvaror mer betydelsefulla för output i

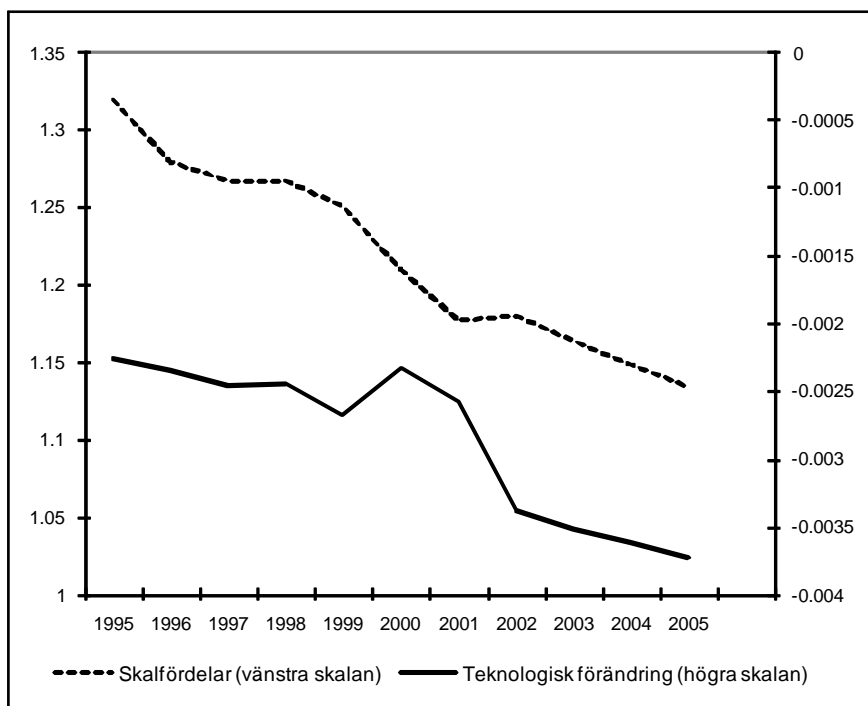
kontinentala Europa. För Storbritannien och Irland är arbetskraften relativt mer bindande än vad den är för de andra regionerna. I tabell 2 visas även utvecklingen för de olika elasticiteterna över tiden och nedgången för arbetskraft, kapital och mark är påtaglig, framförallt för mark. Detta indikerar att produktiviteten för dessa insatsvaror minskar i länderna och att det därmed finns ett minskat utrymme för den ekonomiska avkastningen från dessa. I tabell 2 visas även korrelationen mellan de olika elasticiteterna och företagens storlek. Exempelvis ökar betydelsen för övriga insatsvaror med storleken samtidigt som betydelsen för mark minskar, vilket tyder på att större företag har en mer intensiv produktion (i linje med Heshmati, 1994), dvs. de använder troligtvis mer insatsvaror så som bekämpningsmedel och gödningsmedel.

Utöver output-elasticiteterna beräknas även skalavkastningen (RTS) samt den teknologiska utvecklingen från translog-funktionen:

$$\begin{aligned}
 (11) \quad & RTS = \sum_l \varepsilon_l, \\
 & \varepsilon_t = \frac{\partial \ln(q)}{\partial t} = \beta_t + \beta_{tt}t + \sum_k \beta_{tk}x_k,
 \end{aligned}$$

där den sista delen i termen för den teknologiska utvecklingen (ε_t) visar i vilken mån utvecklingen är snedvriden mot någon insatsvara. Utvecklingen som endast beror på tiden kallas istället för neutral teknisk förändring eftersom den är samma för alla företag oavsett hur insatsvaror kombineras.

Figur 1: Skalfördelar och teknologisk utveckling över tiden.



För det första visar resultaten att skalfördelarna är positiva eftersom summan av alla elasticiteter är mer än ett. För det andra, vilket visas i både tabell 2 och i figur 1, syns en klar och tydlig neråtgående trend i skalavkastningen samt i den teknologiska utvecklingen. Detta innebär att storleksskillnader mellan jordbruk får mindre betydelse för output-skillnader över tiden (en längre diskussion kring storleksskillnader finns i nästa kapitel). Den negativa utvecklingen av ”teknologin”, som visserligen är liten, visar att jordbruket i EU-15 inte lyckas utnyttja insatsvaror bättre genom att tillföra ny teknologi. Detta skulle kunna bero på att jordbrukspolitiken förhindrar jordbrukets utveckling, något som skulle kunna undersökas närmare i framtida studier. Eftersom den teknologiska tillbakagången inte är allmängiltig för hela EU, utan framförallt återfinns i de norra medlemsländerna, skulle det också vara intressant att undersöka om den teknologiska-

ka tillbakagången till exempel beror på att länderna i norra EU har särskilt höga miljökrav som påverkar produktiviteten negativt.

Sammanfattningsvis visar skattningarna att arbetskraft bidrar mer till ökad output än mark och arbetskraft för jordbruk i EU-15. Övriga insatsvaror, som utsäde, gödningsmedel och foder, bidrar mest till ökad output. Graden av skalavkastning minskar och den teknologiska utvecklingen är, om en i liten utsträckning, negativ.

6

Svenska jordbruksföretag

Beräkningarna om jordbruket i EU ovan bygger på relativt få observationer eftersom de är baserade på uppgifter från genomsnittsgårdar. När det gäller det svenska jordbruket finns det möjligheter att ta hänsyn till både simultanitets- och selektionsproblem då det är möjligt att ta hänsyn till att vissa företag lägger ner sin verksamhet.

6.1 Databasen och de variabler som används

I denna del utgår analysen från en databas som innehåller information om 153 242 jordbruksföretag under tre år 2003, 2004 och 2005. Databasen kommer från SCB:s företags- och industristatistik och innehåller *alla* företag, även sådana som inte är aktiva. Datamaterialet reduceras till 32 296 företag då företag som hade en väldigt låg omsättning (under 100 000 SEK) eller inte hade någon output alls under något av de tre åren exkluderas. Exkluderingen görs för att fokusera på företag med ekonomiska motiv och utesluta deltids- eller ”hobby”-jordbruk. Valet av tröskel för att räknas som professionell är här helt godtycklig och resultaten kan variera om denna tröskel förändras (vilket kommer att visas). I ekonomiska termer är de uteslutna företagen inte särskilt betydelsefulla eftersom de endast utgjorde 6 procent av den totala omsättningen trots att de stod för ungefär 50 procent av alla observationer. För de företag som studeras så återfinns ungefär 93 procent av alla företag i datamaterialet under alla tre år medan 1 332 företag (~4 %) faller ur och 822 företag (~3 %) tillkommer 2004.

När det gäller de variabler som ingår i analysen så finns inte samma möjlighet att finfördela insatsvarorna i samma utsträckning som då FADN-databasen används. Här används tre olika insatsvaror eller produktionsfaktorer. Den ena är arbetskraften beräknad som antalet anställda i helårsekivalenter. Vid enskilda företag utan anställda räknas den egna arbetsinsatsen som en helårsanställd. Detta antagande kan ses som restriktivt eftersom det leder till en tröskel där inget företag använder mindre än en helårsekivalent. Antagandet är dock nödvändigt eftersom det inte finns någon information om hur många timmar ägarna arbetar. Antagandet får ändå betraktas som realistiskt eftersom de minsta gårdarna (när det gäller output) utesluts från datamaterialet. Den andra insatsvaran är kapital som innefattar maskiner, byggnader och mark. Det första året utgörs av bokföringsvärdet för dessa enheter medan kapitalstocken åren därpå beräknas genom

att dra av ett deprecieringsvärde (10 procent för maskiner och 5 procent för byggnader och mark) och lägga till investeringar.²⁵ Mark ingår alltså i insatsvaran kapital, vilket inte var fallet då EU-datan användes i förra avsnittet. Slutligen används en post som kallas för övriga insatsvaror, vilken utgörs av de totala kostnaderna minus lönekostnader (dvs. gödning, utsäde, transport, etc.). Både måttet på kapitalstocken och övriga insatsvaror har deflaterats med producentprisindex på 3-siffrig nivå.

6.2 Resultat av skattningar för det svenska jordbruket

Liksom tidigare antas produktionsfunktionerna ta formerna som visas i ekvation (8-9), dvs. en CD-funktion och en Translog-funktion används. För att jämföra resultaten används både en vanlig OLS-skattning och en "within"-skattning (se appendix A3). Precis som tidigare visar de olika testerna att en mer flexibel produktionsfunktion är lämpligare och att "within"-skattningen kan hjälpa till att reducera simultanitetsproblemet. Som diskuterats ovan fångar de företagsspecifika effekterna upp produktivitetsskillnader som inte observeras men som kan påverka användandet av rörliga insatsvaror. En uppskattning av produktionsfunktionen utan dessa effekter skulle kunna överskatta betydelsen av arbetskraft och andra rörliga insatsvaror.

Skattningarna visar att elasticiteten för arbetskraft och insatsvaror minskar då "within"-skattningen används vilket alltså tyder på att betydelsen av rörliga insatsvaror överskattats då hänsyn inte tas till företagsegenskaper. Däremot förändras inte elasticiteten för kapital så som förväntas. Skalfördelarna visar sig däremot vara mindre med "within"-skattningen. Detta är att förvänta när skillnader mellan företag tas bort och endast variationen inom företag studeras (m.a.o. exkluderas fasta kostnader som behövs för att upprätta ett företag).

Överst i tabell 3 visas resultaten för det svenska jordbruket när produktionsfunktionen skattas "within" som en translog-funktion. Skattningarna med företagsdata är relativt lika de skattningar som gjordes med genomsnittsgårdar på EU-nivå

²⁵ Eftersom byggnader och mark inte kan separeras används samma deprecieringsvärde för byggnader och mark. De deprecieringsvärden som används är i linje med de som används i litteraturen. Hansson och Lundin (2004), som studerar företag inom den svenska tillverkningsindustrin, använder exempelvis 11 respektive 3 procent. Försök med olika deprecieringsvärden påverkar dock inte resultaten och olika värden för olika typer av företag (små och stora företag) har en liten effekt under en så kort tidsperiod som tre år. Även om en analys med olika deprecieringsvärden för olika typer av företag kan vara intressant skulle en uppdelning bli godtycklig eftersom nödvändig information inte finns på företagsnivå.

(även om signifikansnivån kan skilja sig åt) . För det första har kapital (där även mark ingår) den lägsta elasticiteten medan övriga insatsvaror har den högsta elasticiteten och arbetskraft återfinns däremellan. Elasticiteterna har även ungefär samma nivå. Elasticiteten för arbetskraft är ca 0,28 medan den är ca 0,17 för kapital (och mark). Däremot är elasticiteten för övriga insatsvaror högre då EU-data används.

Tabell 3: Elasticiteter från produktionsfunktioner skattade med data från svenska jordbruksföretag (translog-within-skattning).^a

	Arbets- kraft	Kapital	Övriga insatsv.	Skal- avkast	Tekn. utveckling
<i>Genomsnitt</i>	0.28	0.17	0.51	0.96	-0.00002
<i>Region</i>					
Norra Sverige	0.31	0.17	0.49	0.97	-0.0003
Mellersta Sverige	0.28	0.18	0.50	0.97	-0.0001
Södra Sverige	0.26	0.17	0.53	0.96	0.0003
<i>Subsektor</i>					
Spannmål	0.30	0.18	0.49	0.97	-0.001
Animalie	0.22	0.18	0.56	0.96	0.001
Blandat jordbruk	0.31	0.18	0.48	0.97	-0.001
Service till jordbruk	0.48	0.12	0.39	0.99	0.001
Jakt och viltvård	0.37	0.09	0.51	0.98	-0.002
Småbruk	0.43	0.17	0.39	0.99	
<i>Stora och små företag</i>					
Stora	0.17	0.18	0.60	0.95	-0.0001
Små	0.38	0.17	0.42	0.98	-0.0005
Korrelation med output	-0.70	0.02	0.66	-0.70	-0.03

Elasticiteter baserade på en Translog-funktion då företag med olika storlekar antas ha olika produktionsfunktioner (genomsnittligt output används för att dela upp företag i två grupper, de som är större och de som är mindre)

<i>Stora företag</i>	0.12	0.12	0.43	0.67	0.01
Korrelation med output	0.07	-0.16	0.64	0.83	-0.37
<i>Små företag</i>	0.27	0.13	0.42	0.82	0.001
Korrelation med output	-0.46	0.23	0.49	0.37	0.14

Not: ^a Notera att alla elasticiteter utom två (teknologisk utveckling för genomsnittet och för service till jordbruk) är signifikanta och har därmed ett 95-% konfidensintervall som inte inkluderar noll.

Elasticiteterna (vilka alla är signifikant skilda från noll) beräknas även för olika typer av jordbruksföretag och för olika regioner i Sverige, vilket också visas i tabell 3. För det första finns det stora skillnader mellan olika sektorer. Arbetskraft är exempelvis mer betydelsefullt för blandbruk och för småbruk jämfört med jordbruk som är specialiserade på spannmål eller animalier. Även relationen mellan övriga insatsvaror och output skiljer sig åt och det är framförallt i animalieproduktionen som dessa insatsvaror efterfrågas. Däremot är skalavkastningen ungefär densamma i olika sektorer och någon teknologisk förändring hittas inte under denna relativt korta period. För det andra finns det även skillnader mellan olika regioner i Sverige. Framförallt tycks arbetskraft vara mer betydelsefull i norra Sverige än i södra, vilket kan vara ett resultat av olika regionala inriktningar i produktionen.

Ett tydligt resultat är den negativa korrelationen mellan output och skalavkastning (vilket även återfanns i EU-materialet). Denna relation visar att skalavkastningen är mindre i större företag. För att undersöka om denna relation endast speglar olika teknologier i olika stora företag (se Chavas, 2001) delas datamaterialet upp i två grupper. En med större företag (de som har en större output än genomsnittet) och en med mindre företag (de som har en mindre output än genomsnittet). Därefter undersöks skillnaderna på två sätt. För det första delas elasticiteterna upp då alla företag antas producera efter samma produktionsfunktion. För det andra skattas en enskild produktionsfunktion för varje grupp (translog-funktion) och de elasticiteter som denna uppdelning resulterade i visas längst ner i tabell 3.

De båda jämförelserna visar samma sak då företagen delades upp i två grupper. Skalavkastningen är mindre för de större företagen, vilket är i linje med de resultat som finns i Kumbhakar (2008) eller Chavas (2001). Större företag utnyttjar alltså skalfördelar mer än mindre företag som har utrymme för expansion för att förbättra produktiviteten. Den generellt låga skalavkastningen (under 1) då produktionsfunktionen skattas för hela eller för delar av urvalet ska ses i ljuset av att within-skattningar ofta underskattar skalavkastningen jämfört med andra metoder. Anledningen till detta (vilket diskuterades ovan) är att alla uppstartningskostnader exkluderas från modellen då endast variationen inom varje företag studeras. Alternativa metoder (avsnitt 6.3) används nedan och de visar, som förväntat, en högre skalavkastning.

Det är dock inte självklart att skillnader i skalfördelar generellt pekar ut små jordbruk som ineffektiva. Företagen skiljer sig nämligen åt även när det gäller teknologi. Mindre företag är mer beroende av arbetskraft än vad större företag är. Mindre företag är också mindre kapitalintensiva. Skillnader i skalfördelar kan alltså bero på att små företag som är halvtids- eller ”hobby”-jordbruk jämförs med professionella jordbruksföretag som använder en betydligt mindre arbetsintensiv produktionsprocess. Resultaten längst ned i tabell 3 visar att den negativa korrelationen mellan skalavkastning och storlek bryts då uppdelningen görs och istället blir den positiv inom varje grupp (framförallt i gruppen med stora företag). Det krävs alltså mer forskning kring hur teknologin skiljer sig åt mellan professionella jordbruksföretag och halvtidsjordbruk. Skillnaderna mellan dessa grupper kan även bero på andra underliggande faktorer som geografiskt läge eller driftsinriktning. Fortsatt forskning kring skillnaderna mellan jordbruksföretag av olika slag är viktig eftersom om skillnaderna i teknologi är betydelsefulla kan det innebära (vilket diskuteras i exempelvis Chavas, 2001) att två företag är lika effektiva trots att det ena av dem är mindre.

6.3 Resultat av alternativa metoder för det svenska jordbruket

Skillnaden mellan en OLS och en within-skattning visar att problemen med simultanitet och selektion kan vara stora eftersom betydelsen för arbetskraft minskade kraftigt då ”within”-skattningen användes. Risken är alltså att betydelsen av rörliga insatsvaror överskattas medan orörliga underskattas. Därför undersöks slutligen i vilken mån de skattade elasticiteterna påverkas av simultanitets- och selektionsproblem då metoderna som diskuterades i kapitel 3 an-

vänds, dvs. Levinsohn och Pettrins metod (L-P) och Olley och Pakes metod (O-P). I tabell 4 visas resultaten från dessa metoder som jämförs med within-skattningen (som reducerar simultanitetsproblemet) och OLS-skattningen (som inte tar hänsyn till simultanitetsproblemet). I denna del används CD-funktionen eftersom de mer flexibla funktionerna inte konvergerade till en lösning då O-P och L-P-metoderna används. Detta beror på problem med korrelation mellan variabler då de många interaktionstermerna används. Translog-funktionen gick visserligen att använda då ett antal parametrar sattes till noll men det visade sig att resultaten var väldigt lika de för CD-funktionen som återfinns i tabell 4.

Tabell 4: Produktionsfunktioner för det svenska jordbruket skattade med fyra olika metoder.

Variabler	CD OLS	CD within	CD L-P	CD O-P
	i	ii	iii	iv
Konstant (produktivitets term)	2.64 (.00)	3.32 (.00)		
Arbetskraft (L)	0.59 (.00)	0.27 (.00)	0.42 (.00)	0.53 (.00)
Kapital och mark (K)	0.15 (.00)	0.14 (.00)	0.13 (.00)	0.21 (.15)
Insatsvaror (M)	0.46 (.00)	0.36 (.00)	0.60 (.00)	0.46 (.02)
Trend (Tr)	0.008 (.00)	0.012 (.00)	0.001 (.37)	0.01 (.00)
Skalavkastning	1.22	0.77	1.14	1.19
Test om Skalavkastning är >, < eller = 1.		<1	>1	>1
# of bootstrap repl.			250	250
Andel observationer utan investeringar				0.26

Jämfört med OLS ger, som förväntat, alla metoder en lägre elasticitet för arbetskraft. Det är alltså troligt att rörliga insatsvaror korrelerar med företagsspecifika effekter. Dock är skillnaderna väldigt små då O-P-metoden används (0,53 jämn-

fört med 0,59). Om antalet anställda dessutom korrelerar med kapitalstocken förväntas OLS också underskatta kapitalelasticiteten. Det är emellertid endast med Olley och Pakes metod som kapitalelasticiteten är större än då OLS används (med begränsningen att koefficienten endast är signifikant på 15-procentsnivån). Men eftersom det endast är O-P metoden, den enda av metoderna som tar hänsyn till selektionsproblemet, som ger en högre kapitalelasticitet tyder detta på att denna elasticitet inte påverkas av simultanitetsproblemet utan snarare av selektionsproblemet. Med andra ord kan kapitalelasticiteten vara underskattad med alla metoder utom O-P, vilket kan bero på att företag som överlever har större kapitalstock.

Ett problem med O-P metoden är dock att metoden påverkas av om det finns en stor andel företag som inte investerar regelbundet (dvs. investeringar sker vid enstaka år). Eftersom endast 75 procent av alla observationer i datamaterialet innehåller investeringar finns det begränsningar med att använda investeringar som instrument för icke-observerade produktivitetsskillnader.

För att undersöka vilken effekt en stor mängd icke-investeringsobservationer har på resultaten så appliceras samma metoder som ovan på ett begränsat urval av företag. I tabell 5 nedan visas resultaten då endast de större företagen används (se ovan för en definition) där åtminstone 85 procent av alla observationer innehåller investeringar. Precis som tidigare då större företag studerades för sig själva visar sig denna grupp ha en något annorlunda teknologi. Exempelvis minskar betydelsen för arbetskraft samtidigt som kapitalets betydelse ökar och den uppskattade skalavkastningen är lägre än då alla företag "tvingas" till samma teknologi.

Tabell 5: Produktionsfunktioner för svenska jordbruksföretag skattade med fyra olika metoder (endast stora företag).

Variabler	CD	CD	CD	CD
	OLS	FE	L-P	O-P
	i	iii	iii	iv
Konstant (produktivitetsterm)	3.98 (.00)	4.45 (.00)		
Arbetskraft (L)	0.47 (.00)	0.15 (.00)	0.34 (.00)	0.43 (.00)
Kapital och mark (K)	0.11 (.00)	0.10 (.00)	0.14 (.00)	0.17 (.15)

Insatsvaror (M)	0.34 (.00)	0.30 (.00)	0.45 (.00)	0.33 (.02)
Trend (Tr)	0.02 (.00)	0.02 (.00)	0.01 (.37)	0.02 (.00)
Skalavkastning	0.93	0.56	0.94	0.94
Test om skalavkastning är >, < eller = 1.	<1	<1	<1	<1
# of bootstrap repl.			250	250
Andel observationer utan investeringar				0.16

Resultaten har ett mönster som liknar det som återfinns ovan och som i andra studier (t.ex. Levinsohn och Petrin, 2003) skiljer sig within-skattningen mest från de övriga skattningarna medan skillnaderna mellan L-P och O-P är relativt små. De båda metoderna ger nu (för gruppen större företag) båda en ökad betydelse för kapital samtidigt som betydelsen minskar för arbetskraft jämfört med en OLS skattning. En större likhet mellan O-P och L-P kan delvis bero på att selektionsproblemet är mindre i den större gruppen och de skillnader som fortfarande består kan bero på att 15 procent av observationerna saknar information om investeringar (dock är kapitalelasticiteten fortfarande endast signifikant på 15-procentsnivån).

Sammanfattningsvis finns det för- och nackdelar med alla de olika metoderna. Within-skattningen underskattar troligen de rörliga insatsvarornas effekter på output, O-P-metoden riskerar att påverkas av att investeringar sker oregelbundet och L-P-metoden, som visserligen undgår problemet med oregelbundna investeringar, tar i sin tur inte hänsyn till selektionsproblem så som O-P-metoden. Rangordningen mellan output-elasticiteterna i de olika skattningarna i både kapitel 5 och 6 tycks dock vara relativt stabil oavsett metod: kapital har minst inverkan på output, arbetskraft kommer därefter medan övriga insatsvaror är de allra mest betydelsefulla.

Referenser

Alvarez, A och C Arias, 2004, Technical efficiency and farm size, *Agricultural Economics* 30, s 241-250.

Arega, D A och V M Manyong, 2006, Farmer-to-farmer technology diffusion and yield variation among adopters: the case of improved cowpea in northern Nigeria, *Agricultural Economics* 35, s 203-211.

Binswanger, H P, K Deininger och G Feder, 1993, Agricultural land relations in the developing world, *American Journal of Agricultural Economics* 75, s 1242-1248.

Bittencourt M, 2003, Presence of stochastic errors in input demands: Are dual and primal estimations equivalent?, paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association, July 27-30, 2003.

Block S, 1994, A new view of agricultural productivity in Sub-Saharan Africa, *American Journal of Agricultural Economics*, August.

Bonnieux F, 1989, Estimating regional-level input demand for French agriculture using a translog production function, *European Review of Agricultural Economics* 16, s 229-241.

Boshrabadi H M, Villano R och E Flemming, 2008, Technical efficiency and environmental-technological gaps in wheat production in Kerman province of Iran, *Agricultural Economics* 38, s 67-76.

Chambers R G, 1988, *Applied production analysis: a dual approach*, Cambridge University Press, New York and Melbourne.

Chavas, J-P, 2001, Structural Change in Agricultural Production: Economics, Technology and Policy, i B.L. Gardner och G.C. Rausser (red.), *Handbook of Agricultural Economics Volume 1A*, Elsevier, Amsterdam.

Coelli T J, 1996, Measurement of Total Factor Productivity Growth and Biases in Technological Change in Western Australian Agriculture, *Journal of Applied Econometrics* 11, s 77-91.

Coelli T, Rao D S P och G E Battese, 1998, *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.

Coelli T J och E Flemming, 2004, Diversification economies and specialisation efficiencies in a mixed food and coffee smallholder farming system in Papua New Guinea, *Agricultural Economics* 31, s 229-239.

Cornia G A, 1985, Farm size, Land Yields and the Agricultural Production Function: An Analysis for Fifteen Developing Countries, *World Development* 13, s 513-534.

Debertin D L, 1986 *Agricultural Production Economics*, Macmillan Publishing Company, New York, Collier Macmillan Publishers, London.

Dinar A, Karagiannis G och V Tzouvelekas, 2008, Evaluating the impact of agricultural extension on farms' performance in Crete: a nonneutral stochastic frontier approach, *Agricultural Economics* 36, s 135-146.

Duong T, Nguyen M, McLaren K och X Zhao, 2008, Multi-output broadacre agricultural production: estimating a cost function using quasi-micro farm level data from Australia, paper presented at AARES 52nd Annual Conference.

Fuwa N, Edmonds C och P Banik, 2007, Are small-scale rice farmers in eastern India really inefficient? Examining the effects of microtopography on technical efficiency estimates, *Agricultural Economics* 36, s 335-346.

Gullstrand J och C Hammarlund, 2007, Plats för tillväxt?, bilaga 2 till långtidsutredningen 2008, SOU 2007:25.

Hansson P och N Lundin, 2004, Exports as an Indicator on or Promoter of Successful Swedish Manufacturing Firms in the 1990s, *Review of World Economics*, 140, s 415-445.

Helpman E, 2004, *Mystery of Economic Growth*, Harvard University Press, Cambridge Mass.

Heshmati A, Kumbhakar, S C och L Hjalmarsson, 1995, Efficiency of the Swedish pork industry: A farm level study using rotating panel data 1976-1988, *European Journal of Operational Research* 80, s 519-533.

Heshmati A och S C Kumbhakar 1994, Farm Heterogeneity and Technical Efficiency: Some Results from Swedish Dairy Farms, *The Journal of Productivity Analysis* 5, s 45-61.

Heshmati A 1994, Estimating random effects production function models with selectivity bias: application to Swedish crop producers, *Agricultural Economics* 11, s 171-189.

Kang H, Lee H och D A Sumner, 2003, Heterogeneity in production technology across farm sizes: Analysis of multi-output production function using Korean farm-level panel data, paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics association Annual Meeting, Montreal, Canada, July 27-30, 2003.

Kumbhakar, S C, 2008, Short-Run Returns to Scale, Farm-Size, and Economic Efficiency, *Review of Economics and Statistics* 75, s 336-341.

Kumbhakar, S C och E G Tsionas, 2008, Estimation of input-oriented technical efficiency using a nonhomogeneous stochastic production frontier model, *Agricultural Economics* 38, s 99-108.

Kumbhakar S C, Lien G, Flaten O och R Tveterås, 2008, Impacts of Norwegian Milk Quotas on Output Growth: A Modified Distance Function Approach, *Journal of Agricultural Economics* 59, s 350-369.

Levinsohn och Petrin, 2003, Estimating production functions using inputs to control for unobservables, *Review of Economic Studies* 70, s 317-341.

Lio M och L Liu, 2006, ICT and agricultural productivity: evidence from cross-country data, *Agricultural Economics* 34, s 221-228.

Macours K och J F M Swinnen, 2000, Causes of Output Decline in Economic Transition: The Case of Central and Eastern European Agriculture, *Journal of Comparative Economics* 28, s 172-206.

Mundlak Y, 2001, Production and Supply, i B.L. Gardner och G.C. Rausser (red.), *Handbook of Agricultural Economics Volume 1A*, Elsevier, Amsterdam.

Mundlak Y, Butzer R och D F Larson, 2008, Heterogeneous Technology and Panel Data: The Case of the Agricultural Production Function, Discussion Paper No. 1.08, The Center for Agricultural Economic Research, The department of Agricultural Economics and Management, The Hebrew University of Jerusalem.

Neeliah H och B Shankar, 2005, Ozone Externalities on Crop Production: Insights from UK Farm Level Data, paper presented for presentation at the XIth congress of the EAAE (European Association of Agricultural Economists, Copenhagen, Denmark, August 24-27, 2005.

Nganje W och M Mazzocco, 2003, The impact of HACCP on factor demand and output supply, selected Paper for Presentation at the July 11-15, 2003 WAEA Annual Meetings in Denver, Colorado.

Olley S och A Pakes, 1996, The dynamics of productivity in telecommunications equipment industry, *Econometrica* 64, s 1263-1297.

Omer A, Pascual U och N P Russel, 2007, Biodiversity conservation and productivity in intensive agricultural systems, *Journal of Agricultural Economics* 58, s 308-329.

O'Neill S och A Matthews, 2001, Technical change and efficiency in Irish agriculture, *The Economic and Social Review* 32, s 263-284.

Ooms D L och J H M Peerlings, 2005, Effects of EU dairy policy reform for Dutch dairy farming: a primal approach using GMM estimation, *European Review of Agricultural Economics* 32, s 517-537.

Osborne S och M A Trueblood, 2006, An examination of economic efficiency of Russian crop production in the reform period, *Agricultural Economics* 34, s 25-38.

Othman J och M Jusoh, 2001, Factor Shares, Productivity, and Sustainability of Growth on the Malaysian Agricultural Sector, *ASEAN Economic Bulletin* 18 s 320-333.

Paris Q, 2005, Price-induced technical progress in 80 years of US Agriculture, working paper no. 05-002, Giannini Foundation of Agricultural Economics.

Pavcnik N, 2002, Trade liberalisation, exit, and productivity improvements: evidence from Chilean plants, working paper 7852, National Bureau of Economic Research (NBER).

Pope R D och R E Just, 1996, Empirical implementation of ex ante cost functions, *Journal of Econometrics* 72, s 231-249.

Rasmussen S, 2000, Technological Change and Economies of Scale in Danish Agriculture, Unit of Economics Working Papers 2000/7, The Royal Veterinary and Agricultural University, Food and Resource Economic Institute.

Shaik D och G Helmers, 2006, An examination of farm program payments on farm economic structure, selected paper prepared at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Long Beach, California, July 23-26, 2006.

Shumway R C och H Lim, 1993, Functional Form and US Agricultural Production Elasticities, *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 18 s 266-276.

Thijssen G, 1992, A comparison of production technology using primal and dual approaches: The case of Dutch dairy farms, *European Review of Agricultural Economics* 19, s 49-65.

Thompson G D, 1988, Choice of Flexible Functional Forms: Review and Appraisal, *Western Journal of Agricultural Economics*, 13, s 169-183.

Tybout, J R och M D Westbrook, 1996, Scale Economies as a Source of Efficiency Gains, i M J Roberts och J R Tybout (red.), *Industrial Evolution in Developing Countries: Micro Patterns of Turnover, Productivity, and Market Structure*, Oxford University Press, Oxford.

Yasar, M, R Raciborski och B Poi, 2008, Production function estimation in Stata using the Olley and Pakes method, *Stata Journal* 8, s 221-231.

Zhengfei G, Lansink A O, van Ittersum M och A Wossink, 2006, Integrating Agronomic Principles Into Production Function Specifications: A Dichotomy of Growth Inputs and Facilitating Inputs, *American Journal of Agricultural Economics* 88 s 203-214.

Appendix

Tabell A1: Översikt över tidigare studier

GÅRDSSTUDIER					
Författare, år	Funktionsform	Metoder	Data	Mått	Resultat ²⁶
Heshmati, A, 1994	Translog	Produktionsfunktion med 1. Heckit modell med RE (GLS i andra steget) 2. GLS med RE	Roterande paneldata för svenska spannmålsproducenter 1976-1988 (JEU).	ε_i RS TC	Urvalet är skevt och därför ger modell 1 bättre resultat: $\varepsilon_{\text{mark}} = 0,34$ $\varepsilon_{\text{arbete}} = 0,24$ $\varepsilon_{\text{kapital}} = 0,19$ RS = 1,11 TC = -0,03
Heshmati m.fl. 1995	CD	Produktionsfrontskattas med Corrected OLS med FE	Roterande paneldata för svenska fläskproducenter 1976-1988 (JEU).	ε_i TE	$\varepsilon_{\text{material}} = 0,15$ $\varepsilon_{\text{arbete}} = 0,14$ $\varepsilon_{\text{kapital}} = 0,07$ TE = 0,91

²⁶ Alla resultat anger medel i studierna

				TC	TC = -0,02
Heshmati och Kumbhakar 1994	Translog	Produktionsfront skattas med två-stegsmetoden COLS (OLS i första steget och MM med FE i andra steget).	Paneldata för fyra grupper av mjölk-gårdar 1976-1988 (1985 undantaget) (JEU)	ε_i TE TC	Gäller för panel 4(dvs. 1986-1988): $\varepsilon_{djur}=0,30$ $\varepsilon_{arbete}=0,10$ $\varepsilon_{kapital}=0,04$ TE = 0,82 TC = 0,03
Zhengfei m.fl 2006	1. Translog 2. Asymmetrisk translog	Produktionsfunktion skattas med GMM och FE.	Potatisproduktion på 323 gårdar i Nederländerna 1990-1999. Obalanserad panel.	ε_i RS	Funktion 2 är bättre än funktion 1 enligt test. $\varepsilon_{mark} = 0,85$ RS=0,99
Othman och Jusoh, 2001	CD	Produktionsfunktion med tidsvarierande parameter (C-P time-varying parameter) skattas med MLE. Jämför med OLS.	Data över Malaysiskt jordbruk 1960-1996	ε_i AFS	$\varepsilon_{mark} > \varepsilon_{kapital}$ <i>Mark bidrar mest till $\Delta output$ men allt mindre över tiden. TFP bidrar allt mer.</i>

Thijssen, 1992	translog	Produktionsfunktion (1) skattas med 3SLS och vinstfunktion (2) med SUR. FE i båda.	Nederländska mjölkgårdar 1970-1982, obalanserad panel.	ε_i ε_s	<p><i>Skillnaden mellan ε_i och ε_s från 1 och 2 är inte signifikant.</i></p> <p><i>Dock fler signifikanta ε_i och ε_s med 1. Modell 1 ger:</i></p> <p>$\varepsilon_{arbete}=0,09$</p> <p>$\varepsilon_{kapital}=0,09$</p> <p>$\varepsilon_{mark} = 0,30$</p> <p>$\varepsilon_s$ för det som definieras som rörliga inputs är högre än för andra inputs (de ovan).</p> <p>TC=0,006</p>
Ooms och Peerlings, 2005	Symmetrisk kvadratisk	Produktionsfunktion skattas med GMM och FE Simulerar effekter av mjölkreform 2003.	Nederländska mjölkgårdar 1987-1988, 1999-2000, obalanserad panel	RS	<p>$RS=1$</p> <p><i>Vinsten påverkas för mjölkproducenter, särskilt små.</i></p>
Kang m.fl,	Generaliserad linjär transform-	Produktionsfunktioner skattas med fyra insatsvaror	Balanserad panel-data för 2636 koreanska gårdar	ε_i	$\varepsilon_{mark} = 0,31$

2003	tions- funktion	och fyra outputs, modell med FE	1998-2001.	ε_s ε_o	$\varepsilon_{arbete}=0,23$ $\varepsilon_{kapital}=0,13$ $\varepsilon_{land/arbete}=-$ -0,72 $\varepsilon_{land/kapital}=-$ -0,42 $\varepsilon_{arbete/kapital},$ =-0,58 $\varepsilon_o = \text{små}$ TC=-0,02
Neeliah och Shankar, 2005	translog	Produktionsfunk- tion (1) och vinst- funktion (2) skat- tas med GMM med FE.	Balanserad panel- data för 116 spannmålsprodu- center för åren 1993-1998.	ε_i ε_p	Endast 1 ger sig- nifikanta resul- tat: $\varepsilon_{ozon} = -0,023$ $\varepsilon_{arbete} = 0,05$
Paris, 2005	translog	Produktionsfunk- tion och kostnads- funktion skattas samtidigt, med fyra jordbruksin- puts, samt privat R&D ,skattas med	Jordbruksdata för USA från 1880- 1990	TC bias in TC	Relativpriser påverkar TC

		NSUR			
O'Neill och Matthews, 2001	translog (CD-testas men förkastas)	Produktionsfront med TC	Obalanserad panel med 2603 irländska gårdar 1984-1998	TC TE	TC=2,1 TE=0,7
LANDSTUDIER					
Författare, år	Funktionsform	Metoder	Data	Mått	Resultat ²⁷
Cornia, 1985	CD	Produktionsfunktion skattas med OLS	Gårdsdata från 15 u-länder	ε_i ε_s	Inget medel för länderna – var och ett behandlas för sig. Elasticiteternas korrelation med faktorintensiteter redovisas.
Mundlak, m.fl., 2008	CD	Produktionsfunktion skattas within-country, between country och between time med och utan landegenskaper.	Paneldata för 30 länder för åren 1972-2000.	ε_i	Med within-skattningen (utan landegenskaper): $\varepsilon_{kapital}=0,42$ $\varepsilon_{mark} = 0,33$ $\varepsilon_{arbete} = 0,12$

²⁷ Alla resultat anger medel i studierna

Macours och Swinnen, 2000	CD	Produktionsfunktion med fyra inputs, samt väder, omstrukturering, avbrott, privatisering, och osäkerhet.	Data från åtta CEECs 1989-1995.	ε_i <i>TFP</i>	$\varepsilon_{\text{mark}} = 0,41$ $\varepsilon_{\text{kapital}} = 0,28$
Lio och Liu, 2006	CD	Produktionsfunktion med ICT, utbildning och jordbruksinputs med FGLS.	Data från International telecommunication union, WDI och Barro och Lee (human kapital) mellan 1995-2000 för 81 länder.	ε_i	Från skattningen med ICT och utbildning: $\varepsilon_{\text{ICT}} = 0,21$ $\varepsilon_{\text{mark}} = -0,10$ $\varepsilon_{\text{arbete}} = 0,28$
Block, 1994	CD	Produktionsfunktioner för olika tidsperioder skattade med SUR	Produktionsdata för 39 afrikanska länder från FAO för åren 1963-1988.	<i>TFP</i>	<i>Osäkra resultat</i>
STUDIER MED VINST- OCH KOSTNADSFUNKTIONER					
Författare, år	Funktioner	Metoder	Data	Mått	Resultat ²⁸
Shumway och Lim	1.translog	Vinstfunktion skattas med ITSUR och sedan	Data om kvantiteter och priser för amerikansk jordbruksproduktion	ε_p	Funktion 2 och 3 är att föredra enligt log-

²⁸ Alla resultat anger medel i studierna

1993	2.generalized Leontief 3.normalized quadratic	CNLS	(fem outputs och sju inputs) 1948- 1979		likelihood-värde. Effekter på ε_p mycket mindre med 2 och 3.
Shaik och Hel- mers, 2006	translog	Kostnadsfunktion, skattar system med CS ekvatio- ner med insatsva- rupriser, output och stöd som för- klarande variab- ler, oklart hur.	Total jordbruks- produktion, åtta kategorier av in- puts och jord- bruksstöd för Nebraskas jord- bruk 1936-2004.	CS	TC hicks- neutral. Stöd påverkar CS på följande vis: CS + fastigheter, djur och övriga inputs. CS -utrustning, arbetskraft, ke- mikalier och energi
Bitten- court, 2003	CD	Vinstfunktion (OLS) och pro- duktionsfunktion (OLS och IV)	Simulerade data (Monte Carlo)	ε_i	OLS ger inte bra resultat
Bonnie- ux, 1989	translog (den underliggan- de produk- tions-	System med CS ekvationer skattas med MLE	Data för 89 frans- ka regioner (me- del 1979-1981)	ε_s	Material är sub- stitut till kapital, mark och arbets- kraft.

	funktionen)			ε_p	Kapital och mark är komplement. Kapital och mark är substitut till arbetskraft.
Nganje och Maz-zocco, 2003	translog	Kostnadsfunktion och CS	Data från 68 köttproducenter	ε_s	Stora substitutionsmöjligheter mellan egenkontroll och slaktkroppar, samt mellan egenkontroll och output.
Pope och Just, 1996	Leontief	Kostnadsfunktion med förväntad output (ex ante) jämförs med vanlig kostnadsfunktion (ex post). Ex ante – metoden använder en distansfunktion för att modellera förväntad output.	Monte Carlo simulering Data för det amerikanska jordbruket 1948-1980	ε_p	Ex ante-metoden anses bättre, resultat för amerikansk data: $\varepsilon_p(\text{arbete1}) = -0,68$ $\varepsilon_p(\text{arbete2}) = -0,48$
Duong mfl, 2008	translog normaliserad	Kostnadsfunktion: CS och input quantity FIML	representativa australienska gårdar 1990-2005	ε_s ε_p	Båda funktionerna visar att de flesta inputs är substitut och att de är relativt okänsliga för prisförändringar. Hyrd arbetskraft

	kvadratisk				är ett undantag: $\hat{\epsilon}_p(\text{arbete})=-2,9(-2,3)$ (translog/kvadratisk)
Rasmus- sen, 2000	translog	Kostnadsfunktioner med tidstrend: CS med ITSUR	Genomsnitt för tre gårdstyper (spannmål, mjölk och gris) (115 observationer för varje) för åren 1973-1995.	TC	$TC_{\text{arable}}=0,04$ $TC_{\text{dairy}}=0,01$ $TC_{\text{pig}}=0,02$
Coelli, 1996	Generalized McFadden	Vinstfunktion skattad med SUR	Data för tre outputs och fem inputs för jordbruket i västra Australien.	ϵ_p <i>bias in TC</i>	$\epsilon_p(\text{arbete})=-0,32$ $\epsilon_p(\text{kapital})=-0,20$ $\epsilon_p(\text{mark})=-0,52$ <i>Material och tjänster samt arbete var input- sparar.,alltså TC ej hicks- neutral.</i>

Noter: RE = Random Effects, GLS = Generalised Least Squares, ϵ_i = outputelastisiteter för olika inputs, RS = returns to scale, TC = rate of technical change, JEU= Jordbruksekonomiska undersökningen, TE=Technical efficiency, CD=Cobb-Douglas, OLS=Ordinary Least Squares, FE=Fixed Effects, MLE=Maximum Likelihood Estimation, ITSUR=Iterative Seemingly Unrelated Regression, CNLS=Constrained Nonlinear Least Squares, ϵ_p = priselastisiteter (own-price och cross-price), arbete 1=hyrd arbetskraft, arbete 2=eigen arbetskraft, CS= Cost Shares, IV= Instrumental Variable Method, ϵ_s = Substitutionelastisitet mellan två inputs, FIML= Full Information Maximum Likelihood, 3SLS=Three stage least squares, FS = Factor shares, ϵ_o = Substitutionelastisitet mellan två outputs

Tabell A2: Produktionsfunktioner skattade med EU-data ^a

I Tabell A2 visas resultaten för de två olika formerna på produktionsfunktionen med och utan ”within”-skattning. Resultaten från CD-funktionen visas i kolumnerna i-ii medan resultaten från Translog-funktionen visas i kolumn iii och iv. Längst ner i tabellen finns även tester för att undersöka vilken specifikation som är den mest lämpliga

Variabler	CD OLS	CD within	Translog OLS	Translog within
	i	iii	iii	iv
Konstant (produktivitetsterm)	1.47 (.00)	1.41 (.00)	3.49 (.21)	1.80 (.06)
Arbetskraft (L)	0.09 (.11)	0.16 (.01)	-2.79 (.16)	1.31 (.27)
Kapital (K)	0.02 (.51)	0.03 (.26)	-2.72 (.00)	0.52 (.21)
Mark (T)	-0.18 (.00)	-0.02 (.78)	1.37 (.06)	0.23 (.79)
Övriga insatsvaror (M)	0.96 (.00)	0.89 (.00)	3.13 (.02)	0.18 (.85)
Trend (Tr)	-0.002 (.53)	-0.004 (.04)	-0.004 (.94)	0.02 (.46)
L*L			-1.65 (.17)	0.48 (.32)
L*K			0.12 (.64)	0.23 (.08)
L*T			0.21 (.55)	0.33 (.07)
L*M			0.14 (.78)	-0.47 (.07)
L*Tr			0.003 (.87)	-0.01 (.19)
K*K			0.04 (.82)	0.19 (.02)
K*T			-0.35 (.07)	0.06 (.56)
K*M			0.35 (.22)	-0.28 (.03)
K*Tr			-0.02 (.05)	-0.001 (.79)
T*T			0.62 (.00)	-0.11 (.44)
T*M			0.03 (.91)	-0.05 (.71)
T*Tr			-0.01 (.14)	-0.005 (.12)
M*M			-0.62 (.18)	0.40 (.07)
M*Tr			0.02 (.05)	0.001 (.89)
Tr*Tr			-0.0001 (.94)	-0.0001 (.63)
Skalavkastning	0.87	1.06	0.94	1.21
Test om skalavkastning är >, = eller < 1	< 1	=1	<1	>1
R ² (justerad för frihetsgrader)	0.97		0.98	
R ² – ”within”		0.95		0.97
Genomsnittligt VIF-värde	5.42		41 890	
Ramsey RESET-test (H0:	16.6 (.00)		13.51 (.00)	

inga utelämnade variabler)				
Hausman test FE vs RE (H0: RE ger inga snedvridna estimat)		-3.21 (<i>n.a</i>) ^b		67.15 (.00)
F-test FE vs OLS (H0: Individuella effekter är alla lika)		167.5 (.00)		151.43 (.00)
Rho (andel av variansen p.g.a. fixed effects)		0.95		0.98
Likelihood-test, CD vs Translog			66.24 (.00)	36.14 (.00)

Noter: a P-värden baserade på robusta standardfel inom parenteser. Analysen baseras på ett datamaterial med 172 observationer under perioden 1995-2006. b Eftersom testvärdena generellt ska ta ett positivt värde tolkas inte detta test.

Tabell A3: Produktionsfunktioner skattade med data från svenska jordbruksföretag

Variabler	CD	CD within	Translog	Translog within
	i	iii	iii	iv
Konstant (produktivtets term)	2.64 (.00)	3.32 (.00)	5.12 (.00)	4.17 (.00)
Arbetskraft (L)	0.59 (.00)	0.27 (.00)	2.34 (.00)	1.15 (.00)
Kapital (K)	0.15 (.00)	0.14 (.00)	-0.17 (.00)	0.03 (.15)
Övriga insatsvaror (M)	0.46 (.00)	0.36 (.00)	-0.31 (.02)	-0.08 (.02)
Trend (Tr)	0.008 (.00)	0.012 (.00)	-0.004 (.94)	-0.002 (.85)
L*L			0.37 (.00)	0.18 (.00)
L*K			-0.05 (.00)	-0.02 (.00)
L*M			-0.28 (.00)	-0.14 (.00)
L*Tr			-0.01 (.00)	-0.01 (.00)
K*K			0.07 (.00)	0.04 (.00)
K*M			-0.01 (.00)	-0.02 (.00)
K*Tr			-0.002 (.22)	-0.0001 (.95)
M*M			0.19 (.00)	0.14 (.00)
M*Tr			0.003 (.17)	0.002 (.12)
Tr*Tr			0.001 (.82)	-0.004 (.28)
Skalavkastning	1.22	0.77	1.29	0.97
Test om skalavkast-	>1	<1	>1	<1

ning är >, = eller < 1				
R ² (justerad för frihetsgrader)	0.75		0.81	
R ² –"within"		0.27		0.97
Genomsnittligt VIF-värde	1.31		44.36	
Ramsey RESET-test (H0: inga utelämnade variabler)	5326.5 (.00)		766.2 (.00)	
Hausman test FE vs RE (H0: RE ger inga snedvridna estimat)		-2524 (n.a)		67.15 (.00)
F-test FE vs OLS (H0: Individuella effekter är alla lika)		7.20 (.00)		151.43 (.00)
Rho (andel av variansen p.g.a. fixed effects)		0.77		0.98
Likelihood-test, CD vs Translog			26422.50 (.00)	10582.85 (.00)

Kort om AgriFood Economics Centre

AgriFood Economics Centre utför kvalificerade samhällsekonomiska analyser inom livsmedels-, jordbruks- och fiskeområdet samt landsbygdsutveckling. Verksamheten är ett samarbete mellan Sveriges Lantbruksuniversitet och Lunds Universitet och syftar till att ge regering och riksdag vetenskapligt underbyggda underlag för strategiska och långsiktiga beslut.

Alla publikationer kan beställas kostnadsfritt via <http://www.agrifood.se/>

AgriFood Economics Centre
Scheelevägen 15 D
Box 730, 220 07 Lund
www.agrifood.se
e-post: info@agrifood.lu.se

