

Athugun á framleiðni og skilvirkni á íslenskum kúabúum 1993–1999¹

STEFANÍA NINDEL

Búnaðarsambandi A-Skaftafellssýslu, Rauðabergi, 781 Höfn

og

SVEINN AGNARSSON

Hagfræðistofnun Háskóla Íslands, Aragötu 14, 101 Reykjavík

YFIRLIT

Á síðustu tveimur áratugum hafa orðið miklar breytingar á rekstrarumhverfi íslenskra mjólkurbænda. Tekin hefur verið upp framleiðslustýring með framseljanlegum mjólkurkvótum, sem hefur leitt til þess að töluverðar tilfærslur hafa orðið á kvótum á milli landssvæða. Jafnframt hafa komið fram kröfur um að bændur hagræði í rekstri og reyni þannig að auka framleiðni.

Í þessari grein er reynt að meta hvernig bændum hafi tekist að laga sig að breyttum aðstæðum. Í því skyni er notað líkan, sem Battese og Coelli hafa þróað, til að meta framleiðni og skilvirkni með svokölluðu slemibjarsframleiðslufalli.

Rannsóknin byggir á gögnum frá Hagþjónustu landbúnaðarins um rekstur 53 kúabúa á árunum 1993–1999. Niðurstöður gefa til kynna að lítilsháttar skalahagkvæmni sé til staðar í íslenskri mjólkurframleiðslu og því séu stærri bú hagkvæmari en minni. Þá virðist sem framleiðni hafi farið vaxandi á tímabilinu, en þó minna en ráð var fyrir gert í mjólkursamningum. Skilvirkni hefur einnig farið vaxandi, sem bendir til þess að íslenskir kúabændur hafi ekki látið nýjungar fara hjá garði.

Kannað var sérstaklega hvort bændur sem keyptu mjólkurkvóta væru skilvirkari en aðrir og niðurstöður gefa sterkar vísbendingar um að svo sé. Þetta atriði þyrfti að rannsaka nánar og þá sérstaklega hvort verið gæti að orsakasambengið væri annað en hér er talið, þ.e. að bændur hafi orðið skilvirkir af því að kaupa kvóta, en ekki að þeir skilvirkustu hafi fjárfest í auknu greiðslumarki.

SUMMARY

Productivity and efficiency of Icelandic dairy farmers 1993–1999

The last two decades have witnessed tremendous changes in the economic environment of Icelandic dairy farmers. In 1985, total production limitations were introduced and since 1992 a system of individual transferable quotas has been in operation. As a consequence, considerable transactions between regions have taken place. At the same time there has been substantial pressure on farmers to increase efficiency and raise productivity.

This article examines how well farmers have adapted to this changing scenery. Using a stochastic frontier production function model proposed by Battese and Coelli, productivity and efficiency in dairy farming is estimated for 53 farms during the period 1993–1999.

The results indicate the presence of slight economics of scale, and some productivity gains during the period. Efficiency appears to have been increasing, but attempts to pinpoint which factors have caused

1) Þessi grein byggir að hluta til á BSc-verkefni Stefaníu Nindel frá Búvísindadeild Landbúnaðarháskólans á Hvanneyri vorið 2001.

this positive development proved unsatisfactory. Future research should therefore address this issue more carefully.

Attempts were also made to analyse whether those farmers who engaged in quota transactions were more efficient than other. Tentative results indicate that this was indeed the case, but the causal relationship could easily run both ways, i.e. farmers may just as well have become efficient by acquiring more quotas.

Key words: dairy farming, efficiency, individual transferable milk quotas, production limitations, productivity.

INNGANGUR

Á síðustu tveimur áratugum hafa orðið miklar breytingar á rekstrarumhverfi kúabænda á Íslandi. Fram að þeim tíma fengu bændur fullar niðurgreiðslur fyrir alla þá mjólk sem seld var á innanlandsmarkaði, en með fyrsta mjólkursamningnum árið 1985 var horfið af braut óheftrar framleiðslu og þess í stað tekin upp framleiðslustjórnun. Í því skyni var ákveðið að greiða bændum eingöngu fullt verð fyrir tiltekið magn mjólkur á hverju verðlagsári. Var þetta magn nefnt fullvirðisréttur og miðaðist það við framleiðslu árána 1981–83. Í mjólkursamningnum árið 1985 var framsal á fullvirðisrétti leyft, en viðskipti með fullvirðisrétt lágu hins vegar niðri árin 1989–1991. Í þriðja mjólkursamningnum, sem tók til árána 1992–1998, var hins vegar kvótakerfi fest í sessi og bændum á ný heimilað að kaupa og selja fullvirðisrétt sinn, sem, er hér var komið sögu, hafði skipt um nafn og var kallaður greiðslumark. Gert var ráð fyrir að kvótakerfið myndi auka sveigjanleika í mjólkurframleiðslu og þar með gera bændum mögulegt að hagræða í rekstri og auka framleiðni. Af þeim sökum var samið um að mjólkurverð til bænda skyldi lækka um 1% árið 1992, 2% árið 1993 og 2% árið 1994.

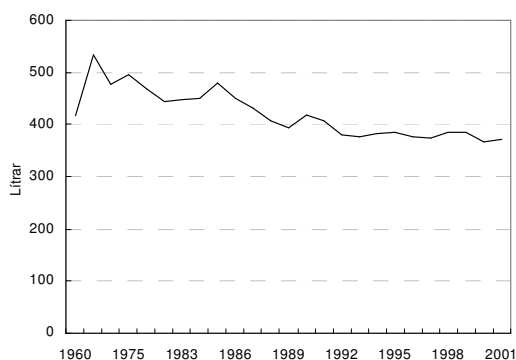
Samtímis hafa verið gerðar veigamiklar breytingar á verðlagningu mjólkur og greiðslum til bænda. Í stað fimmmanna- og sexmannanefndanna var komið á fót svokallaðri verðlagsnefnd landbúnaðarins, sem ákveður lágmarksverð á mjólk til bænda og verð mjólkurafurða í heildsölu. Lágmarksverðið miðast við 1. flokks mjólk með skilgreindu efnainnihaldi og hækkar verð til bænda eftir því sem efnainnihaldið er hagstæðara. Fyrir mjólk, sem er lakari að gæðum, er greitt fyrir með leyfilegum afföllum frá verði 1. flokks mjólkur. Niður-

greiðslur til bænda hafa einnig verið aflagðar, en þeirra í stað komið beingreiðslur. Þá hafa útflutningsbætur á mjólkurvörur verið afnumdar.

Hér á eftir er ætlunin að kanna hvernig bændum hefur gengið að aðlagast breyttum aðstæðum og hvort hinar nýju leikreglur hafi aukið framleiðni og skilvirkni á íslenskum kúabúum. Þau gögn, sem athugunin byggir á, ná að vísu eingöngu til árána 1993–1999, en niðurstöður ættu eigi að síður að gefa vísbendingu um hvort markmið mjólkursamninganna um aukna hagræðingu hafi gengið eftir.

FÆKKUN OG HAGRÆÐING

Á síðustu fjórum áratugum hefur neysla Íslendinga á mjólk dregist mjög saman (1. mynd). Árið 1965, þá er mest var drukkið af mjólkinni, nam neyslan að meðaltali um 530 lítrum á íbúa, en fimm árum síðar hafði hún fallið í um 475 lítra. Þróunin í átt til minnkandi mjólkurneyslu hélt áfram næsta áratuginn, en upp úr 1980 tók neyslan að aukast að nýju og nam um 480



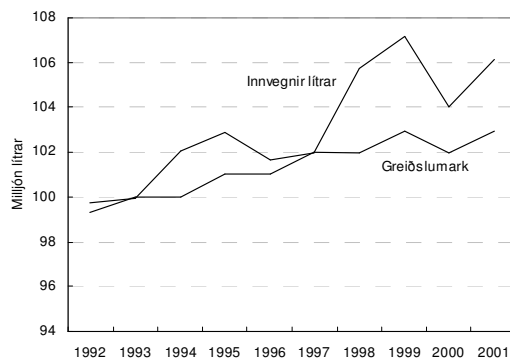
1. mynd. Innvegnir mjólkurlítrar á hvern íbúa 1960–2001. (Heimild: Hagtölur landbúnaðarins).

Figure 1. Per capita milk consumption 1960–2001.

lítum á íbúa þegar fyrsti mjólkursamningurinn tók gildi árið 1985. Síðan þá hefur hún aftur farið minnkandi og hafði við lok aldarinnar dregist saman um nálega fjórðung á 15 árum. Lét þá nærri að hvert mannsbarn neytti sem svarar til um 370 lítra af mjólk á ári.²

Til að stemma stigu við þeirri framleiðsluaukningu, sem við blasti um 1980, ákváðu stjórnvöld að takmarka það magn sem hver kúabóndi mætti framleiða. Árið 1992 var síðan tekið upp kvótakerfi í mjólkurframleiðslu og höfðu búnaðarsambönd fyrst í stað forkaupsrétt ef selja átti framleiðslurétt út af þeirra sambandssvæði.

Þokkalega hefur gengið að aðlaga mjólkurframleiðsluna að greiðslumarki hvers árs þann tæpa áratug sem kvótakerfið hefur verið við lýði (2. mynd). Á árunum 1992–2001 var heildarframleiðsla t.d. tvívegis minni en leyfilegt var, en síðustu árin hefur framleiðslan verið um 5% umfram greiðslumark. Í raun er ekkert sem bannar bændum að framleiða umfram greiðslumark, en það verð, sem fæst fyrir umframframleiðsluna, er yfirleitt mun lægra en nemur umsömdu lágmarksverði. Þetta er þó ekki algilt og sem dæmi ná nefna að verðlagsárin 1997/98 og 1998/99 var eftirspurn eftir mjólk meiri en svaraði til umsamins magns og mjólkurbúin greiddu



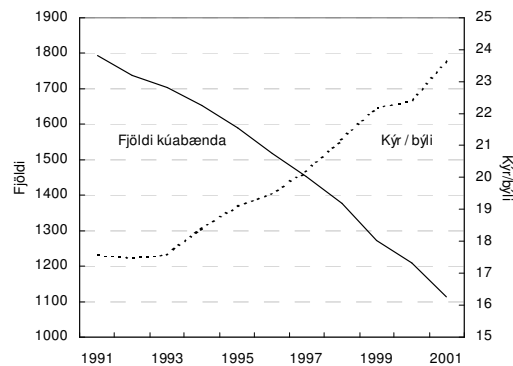
2. mynd. Innvegnir mjólkurlítrar og heildargreiðslumark 1992–2001. (Heimild: Hagtölur landbúnaðarins).

Figure 2. Milk production and total quota 1992–2001.

2) Ítarlega umfjöllun um stöðu og horfur í nautgripa-rækt er að finna í skýrslu Rannís (2001).

bændum fullt lágmarksverð fyrir alla innvegna mjólk.

Á síðasta áratug hefur kúabændum fækkað verulega, en býlin aftur á móti stækkað (3. mynd). Árið 1991 voru nær 1800 bændur starfandi á landinu með að meðaltali 18 mjólkurkúr, en hafði árið 2001 fækkað í ríflega 1100. Hver bóndi hélt þá að meðaltali 24 kúr. Ársnyt kúnna hefur einnig farið vaxandi (4. mynd). Samkvæmt búnaðarskýrslum Hagþjónustu landbúnaðarins var meðalnytin um 4200 lítrar árið 1991, en hafði vaxið í 4900 lítra árið 2001. Aukningin nemur rúmum 17%.



3. mynd. Fjöldi kúabænda og meðalfjöldi kúa á býli 1991–2001. (Heimild: Hagtölur landbúnaðarins).
Figure 3. Number of dairy farmers and average herd size 1991–2001.

4. mynd. Fjöldi mjólkurkúa og meðalársnyt skýrslufærðra kúa 1991–2001. (Heimild: Hagtölur landbúnaðarins).

Figure 4. Number of dairy cows and average yield per year 1991–2001.

1. tafla. Aðilaskipti á greiðslumarki á lögbýlum 1992–2002. (Heimild: Bændasamtök Íslands, Hagþjónusta landbúnaðarins).

Table 1. Quota transactions between legal farms 1992–2002.

Verðlagsár <i>Period</i>	Fjöldi viðskipta <i>Number of transactions</i>	Heildarviðskipti, þús. lítrar <i>Total number of transactions '000 litres</i>	Meðalmagn í viðskiptum, þús. lítrar <i>Average size transactions '000 litres</i>
1992/93	-	4446	
1993/94	221	2461	11,2
1994/95	236	2436	10,3
1995/96	213	3655	17,2
1996/97	248	2909	11,7
1997/98	323	3610	11,2
1998/99	265	3478	13,1
1999/00	270	6011	22,3
2000/01		5687	
2001/02		4500	
Alls— <i>Total</i>		39192	

Þótt eflaust megi rekja þessa þróun til ýmissa þátta í búskap, svo sem betri aðbúnaðar kúa í fjósi, betri heyja, markvissari fóðurgjafir og aukinnar menntunar bænda, leikur vart nokkur vafi á að sá sveigjanleiki, sem felst í framleiðslustýringu með framseljanlegu greiðslumarki, skiptir einnig miklu máli. Sú hagræðing, sem átt hefur sér stað í greininni, hefði ekki getað orðið ef viðskipti með greiðslumark hefðu ekki verið leyfileg. Frjálst framsal er því ein mikilvægasta forsenda þeirra breytinga sem orðið hafa í mjólkurframleiðslu.

Engar opinberar tölur eru til um fjölda og umfang þeirra viðskipta með greiðslumark sem átt hafa sér stað. Í 1. töflu er að finna yfirlit yfir skráð aðilaskipti á greiðslumarki milli lögbýla, ýmist vegna þess að greiðslumark sé selt eða að tilfærsla fari fram á milli jarða, t.d. á vegum landbúnaðarráðuneytis á milli ríkisjarða.

Frá verðlagsárinu 1992/93 til verðlagsársins 2001/02 áttu sér stað aðilaskipti með 39,2 milljónir lítra, sem er um þriðjungur heildargreiðslumarks síðustu ára. Að meðaltali hafa því um 3,9% heildargreiðslumarksins skipt um hendur á hverju verðlagsári.³ Fjörugust voru

viðskiptin verðlagsárin 1999/00 og 2000/01, en krafturinn í þeim virðist hafa dottið nokkuð niður síðasta verðlagsárið. Þá virðist einnig sem meðalmagn í viðskiptum hafi aukist með árunum.

Þessi aðilaskipti hafa leitt til þess að mjólkurkvóti sumra svæða hefur minnkað en annarra aukist, svo sem sýnt er í 2. töflu. Svo dæmi sé tekið þá minnkaði mjólkurkvóti bænda í Borgarfirði norðan og sunnan Skarðsheiðar um nálega 850 þúsund lítra á árunum 1994/95–2001/02 og bænda í Gullbringu- og Kjósarsýslu um nær 500 þúsund lítra á sama tíma. Líklegt má telja að aukin eftirspurn eftir sumarbústaðalandi valdi þessum samdrætti í mjólkurkvótáeign á svæðunum næst höfuðborginni. Þessir bændur hafa séð hag sínum betur komið með því að selja frá sér mjólkurkvóta og selja síðan skika úr landi sínu undir sumarbústaði. Þá hefur kvótáeign bænda á Vestfjörðum og Norðausturlandi einnig dregist saman og er nú svo komið að enginn kvóti er eftir í N-Þingeyjarsýslu, en

3) Hér er miðað við heildargreiðslumark verðlagsársins 2001/02, sem var 104 milljónir lítra.

2. tafla. Skipting greiðslumarks í mjólk 1994–2002 eftir svæðum. Þúsund lítrar. (Heimild: Hagtölur landbúnaðarins).
Table 2. Regional distribution of milk quotas 1994–2002. Thousand litres.

Svæði—Region	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	Breyting—Change 1994–2002
Gullbringu- og Kjósarsýsla	1625	1459	1296	1216	1184	1162	1139	1144	–480
Borgarfjörður sunnan Skarðsheiðar	2269	2181	2175	2031	1980	1898	1917	1980	–289
Borgarfjörður norðan Skarðsheiðar	2992	2987	2990	2812	2796	2678	2507	2427	–566
Mýrasýsla	4004	3963	4113	4051	4038	3868	3771	3817	–187
Snæfellsnessýsla	3189	3141	3099	3153	3300	3278	3166	3122	–67
Dalasýsla	1583	1609	1613	1625	1632	1574	1617	1748	165
A-Barðastrandarsýsla	524	511	524	560	571	626	662	666	142
V-Barðastrandarsýsla	987	999	1023	941	917	870	910	931	–56
V-Ísafjarðarsýsla	884	847	749	751	795	817	786	770	–114
N-Ísafjarðarsýsla	684	556	573	574	539	503	500	401	–284
Strandasýsla	146	106	108	118	123	122	124	130	–15
V-Húnavatnssýsla	2323	2273	2320	2354	2363	2312	2347	2332	8
A-Húnavatnssýsla	3864	3991	4127	4195	4224	4036	4009	4068	205
Skagafjörður	8459	8601	8959	9243	9361	9501	9730	9937	1479
Eyjafjörður vestan Fnjóskadals	19668	19509	19802	19873	20051	19854	20139	19931	262
S-Þingeyjarsýsla austan Fnjóskadals	6026	6028	6097	6082	6251	6232	6241	6224	197
N-Þingeyjarsýsla	300	290	278	107	107	85	2	0	–300
Vopnafjörður	659	669	688	739	729	680	687	693	34
Hérað	2622	2685	2727	2838	2852	2911	2887	2789	167
Norðfjörður	562	528	534	535	499	374	352	355	–207
Breiðadals- og Djúfavogshreppur	454	454	387	392	407	443	472	484	29
A-Skaftafellssýsla	1444	1450	1472	1474	1499	1485	1500	1495	51
V-Skaftafellssýsla	3479	3444	3428	3503	3525	3498	3505	3497	18
Rangárvallasýsla	13427	13548	13809	14065	14313	14287	14282	14758	1331
Árnessýsla	19167	19180	19108	18731	18892	18858	19693	20249	1082
Allt landið—Whole country	101343	101011	102000	101963	102947	101952	102944	103947	2604

3. tafla. Meðalafkoma kúabúa 1990–2001. Þúsund kr. (Heimild: Hagur landbúnaðarins).
Table 3. Average operating profits of dairy farmers 1990–2001. Thousand kr.

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001
Tekjur af mjólkurkúm <i>Income from dairy farming</i>	5577	5455	5362	5800	6801	8828	9993
Aðrar búgreinatekjur <i>Other farm income</i>	533	472	401	515	561	612	624
Framlegð <i>Contribution to fixed costs and wages</i>	3633	3669	3449	3840	4538	5976	6762
Framlegð í % af tekjum <i>Contribution in % of income</i>	59,5	61,9	59,8	60,8	61,6	63,3	63,7
Hagnaður fyrir laun eiganda <i>Profits before own wages</i>	1749	1498	1362	1391	1774	1928	1989
Hagnaður í % af tekjum <i>Pre-wage profits as % of income</i>	28,6	25,3	23,6	22,0	24,1	20,4	18,7

í báðum þessum landshlutum hefur átt sér stað töluverð fólksfækkun á síðustu árum.

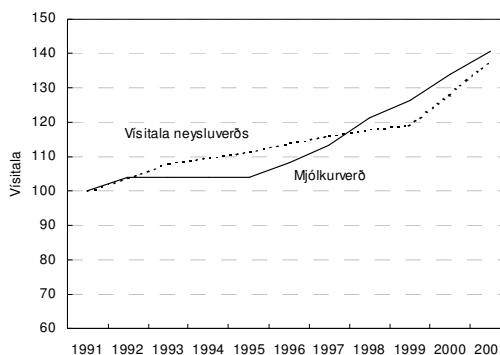
Bændur í Skagafirði hafa aftur á móti aukið kvóta sinn um nær 1500 þúsund lítra og kollegar þeirra í Árnessýslu og Rangárvallasýslu um 1080–1330 þúsund lítra. Bændur í Eyjafirði, S-Pingeyjarsýslu og í A-Húnavatnssýslu hafa einnig bætt við sig um 200–260 þúsund lítrum frá verðlagsárinu 1994/95.

Hagur kúabænda hefur hins vegar ekki batnað, þrátt fyrir þá hagræðingu sem átt hefur sér stað, enda eru fjárfestingar í greiðslumarki lengi að skila sér. Svo sem fram kemur í 3. töflu var hagnaður fyrir laun eiganda um 25% 1991–1993, en fór síðan fallandi og var kominn í 19% árið 1997. Næstu tvö árin fór hagnaður aftur vaxandi, en féll svo á ný árin 2000 og 2001.

Ástæður þess hve rekstur kúabúa hefur gengið erfiðlega að jafnaði eru vísast margar, en þó hlýtur að vega þungt sú óhagstæða þróun sem varð á verði mjólkur miðað við almennt verðlag á árunum 1992–1997, sérstaklega fyrstu fjögur árin þegar mjólkurverð stóð í stað. Síðustu árin hefur þessi þróun snúist við og verð á mjólk hækkað umfram vísitölu neysluverðs (5. mynd).

Einnig er hugsanlegt að kaup á greiðslumarki hafi reynst mörgum þungur baggi, enda hefur verð á greiðslumarki hækkað verulega frá því viðskipti með það voru leyfð árið 1992.

Upplýsingar um verð á greiðslumarki eru fremur fátæklegar, en Landssamband kúabænda hefur þó reynt að fylgjast með greiðslumarksviðskiptum. Þær upplýsingar benda til að verð á greiðslumarki haustið 1992 hafi verið tæplega 100 kr hver lítri, en að verðið á föstu verðlagi hafi verið orðið nær tvöfalt herra haustið 2000 (6. mynd).⁴ Á sama tíma hefur grundvallarverð á mjólk til bænda nær staðið í stað. Það var tæpar 64 kr haustið 1992, en hafði lækkað í 58,50 kr þremur árum síðar. Síðan hefur verðið



5. mynd. Þróun á verði á mjólk og vísitölu neysluverðs. Vísitala, 1991=100. (Heimild: Hagstofa Íslands, Hagtölur landbúnaðarins).
Figure 5. Development of milk prices and the consumer price index. Index, 1991=100.

4) Miðað er við verðlag í febrúar 2001.

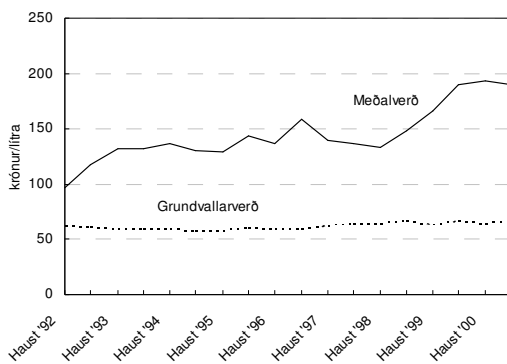
aftur þokast upp á við og var komið í 67,60 kr vorið 2001. Haustið 1992 var verð á greiðslumarkum um 50% hærra en grundvallarverðið á mjólk, en áratug síðar var verð á greiðslumarkum orðið nálega þrefalt hærra en grundvallarverðið.

AÐFERÐAFRÆÐI

Sögulegur inngangur

Í hefðbundinni rekstrarhagfræði er alla jafna gert ráð fyrir því að fyrirtæki nýti öll aðföng á hagkvæmasta máta til að framleiða hagkvæmstu blöndu afurða. Með þessu er í raun gert ráð fyrir að fyrirtæki séu á framleiðsluáðrinum og að engin óskilvirkni (e. inefficiency) sé til staðar. Í reynd þarf þessu alls ekki svo að vera farið. Þvert á móti geta ýmsar ástæður valdið því að fyrirtækjum verði minna úr aðföngum sínum en að var stefnt. Stundum er um að ræða atriði sem fyrirtækin sjálf ráða litlu um, t.d. áhrif veðurfars, en óskilvirknin kann einnig að eiga rætur að rekja til þátta sem fyrirtækin geta haft áhrif á, t.d. stjórningun og nýting aðfanga.

Þótt þessi óskilvirkni hafi lengi verið ljós er tiltölulega stutt síðan fræðimenn tóku að þróa aðferðir til að reyna að meta hana. Um og upp úr 1970 var þó byrjað að meta skilvirkni með hefðbundnum stikuðum aðferðum, s.s. venjulegri aðferð minnstu kvaðrata, VAMK (e. ordinary least squares, OLS), og línulegri bestun. Í



6. mynd. Þróun á verði á greiðslumarkum og grundvallarverði mjólkur 1992–2001 á verðlagi febrúar 2001. (Heimild: Lands samband kúabænda).

Figure 6. Milk quota prices and base milk prices 1992–2001 in constant February 2001 prices.

þessum rannsóknum var alla jafna gert ráð fyrir því að fjarlægð einstakra fyrirtækja frá framleiðsluáðrinum mætti meta með leifaliðunum í framleiðslufallinu og að framleiðsluáðarinn væri forákvarðaður (e. deterministic). Allt frávik frá áðrinum var talið stafa af tæknilegri óskilvirkni, en því lítt gefinn gaumur að óskilvirkni gæti stafað af öðrum orsökum og að geta fyrirtækjanna til að hafa áhrif á þá þætti gæti verið takmörkuð.

Í tveimur greinum, Meeusen og van den Broeck (1977) og Aigner o.fl. (1977),⁵ var hins vegar tekið á þessum göllum og þróuð líkön til að meta tæknilega skilvirkni við framleiðslu, þar sem skilið var á milli hreinna slembistærða og þeirra atriða sem hefðu áhrif á tæknilega skilvirkni og fyrirtækin hefðu að einhverju leyti í hendi sér. Í báðum þessum rannsóknum er sett fram eftirfarandi framleiðslufall;

$$y = f(x; \beta) \exp\{v - u\} \quad (1)$$

þar sem y táknar framleiðslumagn, x er vektor aðfanga og β er vektor metinna stuðla í framleiðslufallinu. Framleiðslufallið $f(x; \beta)$ má segja að sé forákvarðað, það er gefið þegar stuðlarnir β hafa verið metnir. Hinum hefðbundnu leifaliðum er hér skipt í tvennt, v og u . Leifaliðurinn $v \sim N(0, \sigma_v^2)$ er slembistærð, en liðnum $u \geq 0$ er ætlað að lýsa þeirri tæknilegu óskilvirkni sem sérhver framleiðslueining býr við. Þeim tilvikum þegar framleiðslan er fullkomlega skilvirk er lýst með $u=0$, en u tekur jákvæð gildi ef einhver óskilvirkni er til staðar. Í grein Meeusen og van den Broeck er gert ráð fyrir að u sé veldisdreifð stærð, en í líkani Aigner o.fl. getur u ýmist verið veldisdreifð eða hálf-normaldreifð stærð. Slembistærðin v getur vitaskuld tekið bæði jákvæð (punktur B á 7. mynd) og neikvæð gildi (punktur A) og slembijaðarinn, sem lýst er með fallinu $y = f(x; \beta) \exp\{v\}$, sveiflast því í kringum þann forákvarðaða (sem nefndur er framleiðsluáðar á 7. mynd).

Í báðum greinum var framleiðslufallið metið með aðferð hámarkslíkinda og fengnir frammetlar fyrir β , σ_v^2 , σ_u^2 . Leifaliðurinn $(v-u)$ verður

5) Seinna sama ár birtist einnig grein eftir Battese og Corra (1977) um sama efni.

ættíð sveigður til vinstri (e. negatively skewed), óháð því hvort gert er ráð fyrir að u sé veldisdreift eða hálf-normaldreift. Mat á því hver tæknilega óskilvirkni úrtaksins er að meðaltali má síðan fá með því að reikna $E(-u) = E(v-u) = -(2\pi)^{0.5}\sigma_u$ ef gert er ráð fyrir að u sé hálf-normaldreift, eða $E(-u) = E(v-u) = -\sigma_u$ ef miðað er við að u sé veldisdreift.

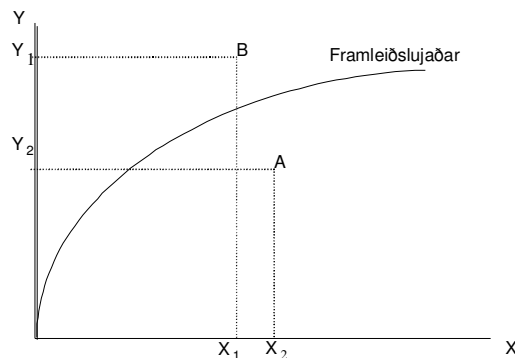
Líkan úr smiðju Battese og Coelli

Í fyrstu rannsóknunum á tæknilegri skilvirkni, sem byggðust á aðferð slembijaðra, var eingöngu notast við þverskurðargögn, en seinna komu fram aðferðir við að meta skilvirkni í þverskurðargögnum sem einnig hafa tímavídd. Í þeim líkönum er ýmist gert ráð fyrir að skilvirknin sé óháð tíma eða fall af einhverjum breytum. Meðal þessara líkana eru tvö sem Battese og Coelli hafa þróað og er annað þeirra notað hér á eftir til að meta skilvirkni íslenskra kúabænda.

Gerum ráð fyrir að mjólkurframleiðslu kúabænda megi lýsa með framleiðslufallinu;

$$Y_{it} = \exp(X_{it}\beta + V_{it} - U_{it}) \quad (2)$$

þar sem Y táknar framleiðslumagn, X er vektor þeirra aðfanga sem notuð eru við framleiðsluna, β er vektor óþekktra stuðla, sem eftir á að meta og V_{it} eru slembistærðir sem eru normaldreifðar og innbyrðis óháðar, $V_{it} \sim iid N(0, \sigma_v^2)$, sem og óháðar U_{it} . Slembibreyturnar U_{it} , sem ákvarða tæknilega skilvirkni sérhvers framleiðanda, taka gildi sem eru jöfn núlli eða stærri. Dreifing



7. mynd. Slembijaðarsframleiðslufall.

Figure 7. Stochastic frontier production function.

þeirra er stýfð normaldreifing með meðaltal μ og dreifni σ_u^2 og takmarkast gildi hennar við núll. Meðaltalið, μ , má annað hvort setja fast, t.d. sem jafnt 0 en í því felst að gert er ráð fyrir að slembibreyturnar sé hálf-normal dreifðar, eða meta líkt og aðra stuðla líkansins.

Í líkaninu, sem Battese og Coelli settu fram árið 1992, er gert ráð fyrir að slembibreytunni U_{it} megi lýsa með jöfnunni;

$$U_{it} = U_i(\exp(-\eta(t-T))) \quad (3)$$

Hér gildir að $U_i \sim iid N(\mu, \sigma_u^2)$ og meðaltalið μ er metið samhliða öðrum stuðlum líkansins, og η er einnig óþekktur stuðull sem þarf að meta. T táknar hér síðasta tímabilið sem gögnin ná yfir, en t tekur gildi frá einum og upp í T . Á síðasta tímabilinu gildir að $U_{it} = U_i$, vegna þess að stærðin innan sviga, $\exp(-\eta(t-T))$, tekur gildið 1 þegar $t=T$. Stærðina U_i má því líta á sem mat á tæknilegri óskilvirkni viðkomandi framleiðslueiningar i , hér kúabús i , á síðasta tímabilinu. Óskilvirkni fyrra tímabila ræðst hins vegar bæði af U_i og gildinu sem $\exp(-\eta(t-T))$ tekur. Það gildi er aftur á móti háð matinu á stuðlinum η og því hve mörgum tímabilum við erum frá síðasta tímabilinu, þ.e. $-(t-T) \equiv (T-t)$. Ef stuðullinn η er jákvæður verður stærðin $\eta(T-t) \geq 0$ og stærðin $\exp(-\eta(t-T))$ getur þá aldrei orðið minni en einn, sem aftur hefur í för með sér að $U_{it} \geq U_i$. Tæknileg óskilvirkni fer þá minnkandi með tímanum og skilvirkni þar af leiðandi batnandi. Ef stuðullinn η er á hinn bóginn neikvæður þá snýst dæmið við og $U_{it} \leq U_i$. Óskilvirkni eykst þá með árunum.

Annar mikilvægur eiginleiki þessa líkans er sá að vegna þess að stærðin $\exp(-\eta(t-T))$ er sú sama fyrir öll kúabú er skilvirkni röð kúabúanna ætíð sú sama á öllum tímabilum. Ef eitt kúabú mælist t.d. vera fimmta skilvirkasta búíð á síðasta tímabilinu þá mun það einnig vera það öll fyrri tímabilin.

Slembijaðarsframleiðslufallið í (2) má meta með aðferð hámarkslíkinda og er líkindafallið og hlutaafleiður þess sýndar í viðauka í Battese og Coelli (1992). Til einföldunar eru eftirfarandi umbreytingar notaðar í líkindafallinu;

$$\sigma^2 \equiv \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \quad \text{og} \quad \gamma \equiv \sigma_u^2 / \sigma^2 \quad (4)$$

Stærðin σ^2 er jöfn summu dreifni leifalið-

anna U_{it} og V_{it} og γ sýnir hlutfall dreifni U_{it} af heildardreifninni. Því stærri sem γ er því hærra hlutfall af heildardreifninni má rekja til dreifni leifaliðarins sem áhrif hefur á skilvirkni. Lág gildi á γ þýðir hins vegar að dreifni skilvirkni- liðarins útskýrir aðeins lítinn hluta af heildar- dreifninni.

Skilvirkni framleiðanda i á tíma t má nú skilgreina sem;

$$TE_{it} = \exp(-U_{it}) \quad (5)$$

Vegna þess að γ tekur gildi á milli 0 og 1, má leita á þessu bili eftir heppilegu byrjunargildi í ítrun sem er gerð til að hámarka líkindafallið. Í forritinu Frontier, sem notað var í þessari rannsókn, er notaður Davidson-Fletcher-Powell Newton algrími (e. algorithm) við hámerkunina.

GÖGN

Hagþjónusta landbúnaðarins hefur allt frá árinu 1990 tekið saman og birt ítarlegar upplýsingar um íslenskan landbúnað og eru gögnin, sem notuð eru í þessari rannsókn, fengin úr gagnagrunni Hagþjónustunnar. Þau ná til 53 hreinna kúabúa á tímabilinu 1992–1999, en samkvæmt skilgreiningu Hagþjónustunnar eru bú hrein kúabú ef minnst 70% af reglulegum tekjum búanna koma af sölu nautgripaafurða. Árlegar mælingar eru til frá öllum búunum og er fjöldi athugana því samtals 371.

Mjólkurframleiðslan er metin í lítrum og er notast við upplýsingar um magn innveginna mjólkur. Aðföngin í framleiðslufallinu eru fimm; fjöldi mjólkandi kúa, heildarfóður, rekstrarvörur/þjónusta, mánaðarverk og tímabreyta. Allar þessar breytur, nema tímabreytan, eru teknar beint úr búreikningum bændanna. Stærð kúahjarðarinnar er notuð sem mælikvarði á það fjármagn sem notað er við framleiðsluna, en gera má ráð fyrir að notkun annars fjármagns, s.s. stærð fjósa, fjöldi tækja og véla og stærð túna, sé línulegt fall af fjölda mjólkurkúa. Heildarfóður skiptist í heimaaflið fóður (tún, græn- fóður, korn), kjaranfóður og annað aðkeypt fóður. Rekstrarvörur, sem notaðar eru til mjólkurframleiðslu, eru skráðar sér í búreikningunum. Til þeirra teljast kostnaður vegna dráttarvéla

og annarra véla, tækja og áhalda, hreinlætisvara og annarra rekstrarvara. Með þjónustu er átt við ýmsa þjónustu í tengslum við nautgriparækt, s.s. lyfja- og dýralækniskostnað, sæðingargjöld, sláturkostnað, sjóðagjöld, flutninga, sölukostnað, verðmiðlunargjald og aðra þjónustu. Mánaðarverk er það vinnumagn sem sérhver bóndi áætla að fari í bústörf, talið í mánuðum, en þessar tölur eru þó ekki mjög nákvæmar þar sem sums staðar gæti önnur tímafrek starfsemi verið talin með, t.d. hrossabúskapur. Tímabreytan tekur gildið 1 fyrsta árið og gildið 7 hið síðasta. Henni er ætlað að ná utan um aðrar þær breytingar sem áttu sér stað á tímabilinu og ætla má að hafi haft áhrif á mjólkurframleiðslu. Þar má t.d. nefna betri stjórnun og skipulagningu. Í þessu einfalda líkani má líta á mat á stuðlinum við tímabreytuna sem nálgun á þeim framleiðnibreytingum sem áttu sér stað á tímabilinu. Jákvæður stuðull gefur til kynna að framleiðsla hafi aukist vegna einhverra utanaðkomandi þátta, þ.e. að framleiðni hafi batnað, en neikvæður að sama skapi að framleiðni hafi dregist saman. Hér er ekki gert ráð fyrir að framleiðnibreytingin hafi haft nein áhrif á hlutfallslega notkun aðfanga, heldur að breytingarnar hafi verið algerlega hlutlausar.

Innvegnir mjólkurlítrar, fjöldi kúa og fjöldi mánaðarverka eru raunstærðir, en breyturnar heildarfóður og rekstrarvörur og þjónusta eru báðar mældar í krónum og færðar til fasts verðlags með neysliverðsvísitölu. Krónutölubreyturnar sýna allan kostnað vegna viðkomandi málaflokka, sem fellur til á býlinu, og er kostnaður vegna mjólkurframleiðslu ekki aðgreindur frá kostnaði vegna annarrar starfsemi. Stærðin rekstrarvörur og þjónusta er því trúlega ofmetin, en öðru máli kann að gegna um heildarfóður. Allt eins er líklegt að kostnaður við eigin fóðuröflun sé vanmetinn, annað hvort vegna þess að upplýsingar skortir um raunverulegan kostnað við að afla eigin fóðurs eða að hann sé vanfærður. Nokkur óvissa ríkir einnig um breytuna vinnuafslnotkun, þar eð ekki er skilið á milli þeirrar vinnu sem fer til annarra bústarfa en mjólkurframleiðslu.

Svo sem sjá af 4. töflu eru býlin, sem rann-

4. tafla. Lýsing á gögnum. Fjöldi athugana er 371. (Heimild: Hagþjónusta landbúnaðarins).
Table 4. Descriptive statistics. Number of observations is 371.

	Lággildi <i>Min.</i>	Hággildi <i>Max.</i>	Meðaltal <i>Mean</i>	Staðal- frávik <i>SD</i>
Innvegnir mjólkurlítrar, þús. lítrar <i>Milk production, '000 litres</i>	22,5	216,3	100,1	33,8
Fjöldi kúa <i>Size of herd</i>	8,0	49,5	26,0	7,2
Fóður, þús. kr <i>Feed, '000</i>	258,5	3859,5	1599,8	599,8
Rekstrarvörur og þjónusta, þús. kr <i>Diverse variable costs and services, '000 kr</i>	170,6	1813,4	753,9	255,0
Mánaðarverk <i>Labour months</i>	10,8	42,0	24,4	7,4
Tímabreyta <i>Time trend</i>	1	7	4	2

5. tafla. Kvótakaup kúabænda í úrtaki. Hlutfallstölur.
Table 5. Quota transactions of farmers in sample. Percentages.

Fjöldi viðskipta hvers bónda <i>Number of trans- actions per farmer</i>	Fjöldi bænda <i>Number of farmers</i>	Meðalstækkun % <i>Increase of quota holdings, %</i>	Lágmark, % <i>Minimum, %</i>	Hágmark, % <i>Maximum, %</i>
Ein— <i>One</i>	15	20,02	5,62	104,13
Tvenn— <i>Two</i>	7	9,72	1,53	20,01
Þrenn— <i>Three</i>	3	7,01	1,29	14,00
Fern— <i>Four</i>	2	9,29	2,57	21,35
Öll— <i>Total</i>	27	12,47	1,29	104,13

sóknin nær til, afar misjöfn að stærð. Það stærsta lagði inn ríflega 216 þúsund lítra af mjólk, en það minnsta nær 10 sinnum minna. Þessi stærðarmunur kemur einnig vel fram í notkun aðfanga.

Í þessari rannsókn beindist athyglin sérstaklega að því að kanna hvort skilvirkni bænda, sem keyptu mjólkurkvóta, hafi verið önnur en þeirra sem héldu að sér höndum. Í búreikningum er alla jafna skráð þegar greiðslumark er keypt, en hvorki tekið fram hversu mikið greiðslumark er keypt né við hvaða verði, heldur eingöngu umfang þeirra viðskipta er áttu sér stað. Til að sundurgreina verð og magn eru hér

notaðar upplýsingar frá Landssambandi kúabænda um meðalverð á hvern greiðslumarkslítra. Landssambandið hefur reynt að fylgjast með verði á greiðslumarki, en engin skylda hvílir á kaupendum og seljendum að gefa upp það verð sem greitt er fyrir hvern lítra. Upplýsingar þessar eru þar af leiðandi brotkenndar, en á betra er vart völ. Þá er það einnig galli að í gögnum Hagþjónustunnar kemur ekki fram hvaða bær seldi greiðslumark frá sér. Þótt gera megi ráð fyrir að í sumum tilfellum a.m.k. hafi bændur, sem voru að bregða búí, selt frá sér greiðslumarkið, er einnig hugsanlegt að bændur hafi verið að minnka við sig til að hagræða í

rekstri. Í þeim tilvikum gæti sala á greiðslumarkni haft töluverð áhrif á skilvirkni seljenda, en þau áhrif verða ekki greind af fyrirbyggjandi gögnum. Raunar er ekki einu sinni víst hvort einhverjir seljenda séu í hópi þeirra býla sem gögnin ná til.

Af þeim 53 bæjum, sem eru í úrtakinu, hafa 27 bæir keypt greiðslumark einhvern tíma á því sjö ára tímabili sem rannsóknin spannar. Flestir þeirra, eða 15, hafa aðeins keypt greiðslumark einu sinni, en sjö bæir hafa keypt greiðslumark tvisvar, þrjár bæir þrisvar og tveir fjórum sinnum (5. tafla). Þetta gefur til kynna að sumir bændur telji vænlegast að aðlaga bústærð sína að heppilegustu stærð í áföngum. Flest viðskipti fóru fram árið 1994, 12, en einungis tvönn árið 1997 og fern árið 1993. Hin árin keyptu 6–8 bæir mjólkurkvóta á hverju ári.

Að meðaltali námu greiðslumarksskaup bænda 12,5% af kvóttaeign fyrir kaup, en í einu tilfelli ríflega tvöfaldaði kúabóndi kvóttaeign sína með kaupum. Minnstu viðskiptin eru upp á rúmt eitt prósent af greiðslumarkni. Þeir bændur sem keyptu aðeins einu sinni kvóta voru að öllu jöfnu hlutfallslega stórtækari í viðskiptum en þeir sem keyptu kvóta oftár á þessu sjö ára tímabili. Kvótta kaup þeirra námu að meðaltali 20% af greiðslumarkni, en 7–10% hjá hinum bændunum í hvert skipti.

NIÐURSTÖÐUR

Gögnin, sem lýst var hér að framan, voru notuð til að meta eftirfarandi slembjadaðars-framleiðslufall:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln F_{it} + \beta_3 \ln R_{it} + \beta_4 \ln L_{it} + \beta_5 t + V_{it} - U_{it} \quad (6)$$

þar sem Y stendur fyrir magn innveginnar mjólkur, K táknar stærð hjarðar, F fódurkaup, R kaup á rekstrarvörum og þjónustu, L fjöldi mánaðarverka, t er tímabreyta og β_0 – β_5 eru stuðlar sem á að meta.

Niðurstöður mats á stuðlum líkansins eru sýndar í 6. töflu. Matið á stuðlum framleiðslufallsins er sýnt í efri hluta töflunnar, en mat á öðrum stuðlum þar fyrir neðan. Þar sem líkanið er metið með aðferð hámarkslíkinda fæst mat á

6. tafla. Stuðlamat slembjadaðars-framleiðslufallsins. Staðalfrávik í sviga. Fjöldi athugana er 371.

Table 6. Parameter estimates of the stochastic frontier production function. Standard deviation in brackets. Number of observations is 371.

	Stuðull	Mat
	Parameter	Estimate
Fasti	β_0	4,3944 ^a
Constant		(0,5970)
Kýr	β_1	0,5699 ^a
Herd size		(0,0606)
Fóður	β_2	0,1330 ^a
Feed		(0,0400)
Rekstrarvörur og þjónusta	β_3	0,2408 ^a
Variable costs and services		(0,0412)
Mánaðarverk	β_4	0,1001 ^a
Labour months		(0,0382)
Tími	β_5	0,0091 ^a
Time trend		(0,0070)
Skalahagkvæmni		0,0438 ^a
Returns to scale		(0,0631)
Aðrar breytur—Other variables		
Summa dreifni leifaliðanna	σ^2	0,0277 ^a
Total variance of the error terms		(0,0052)
Hlutfall óskilvirkniðanna	γ	0,5097 ^a
Proportion of inefficiency terms		(0,0701)
Meðaltal	μ	0,2376 ^a
Mean of inefficiency terms		(0,0475)
Tímabreyta		0,0091
Time trend of inefficiency terms	η	(0,0293)
Log af líkindafallinu		217,170
Log of likelihood function		
LR-próf		101,011
LR-test		

a) Marktækt við 1% mörkin—Significant at the 1% level.

hágildi líkindafallsins og er það tilgreint í næst-neðstu línu.

Stuðlamat

Allir stuðlarnir eru jákvæðir og vel tölfraðilega marktækir frá núlli, nema stuðullinn við tímabreytuna. Stuðullinn við fjölda kúa er stærstur 0,57, en stuðullinn við rekstrar- og þjónustukostnað er næststærstur, eða 0,24. Stuðullinn við fóður tekur gildið 0,13, en

stuðullinn við mánaðarverkabreytuna er heldur lægri, eða 0,10.

Vegna þess að slembijaðarsframleiðslufallið er á lógariþmaformi má túlka stuðlana sem mat á framleiðsluteygni (e. output elasticity) sérhverrar breytu. Summa stuðla aðfanga framleiðslufallsins (allra breytnanna nema tíma) er því mælikvarði á skalahagkvæmni.⁶ Hér reynist skalahagkvæmnin vera 1,04, sem gefur til kynna að aukning allra aðfanga um 1% muni auka mjólkurframleiðslu um 1,04%.⁷ Skalahagkvæmni í mjólkurframleiðslu virðist með öðrum orðum vera lítil, en þó raunveruleg. Þessi niðurstaða er ólík þeirri sem fram kom í rannsókn Daða Más Kristóferssonar (1997) á framleiðni íslenskra kúabúa. Athugun Daða tók til 87 hreinna kúabúa á tímabilinu 1991–94 og mældist skalahagkvæmnin á bilinu 0,788–0,907 eftir því hvaða líkan var notað. Í rannsókn Bravo-Ureta og Rieger (1991) á skilvirkni kúabænda í Nýja Englandi reyndist skalahagkvæmnin vera 0,917. Í nýlegri athugun á stærðarhagkvæmni í íslenskum kúabúskap sýnir Birgir Einarsson (2001) fram á að kúabú sé of lítil á Íslandi. Að hans mati lækkar meðalframleiðslukostnaður með aukinni framleiðslu og því þyrftu bú á Íslandi að vera stærri en þau eru að jafnaði til að hægt væri að reka þau betur. Í athugun Birgis kemur hins vegar ekki fram hver hagkvæmasta bústærðin væri.

Stuðullinn við tímabreytuna er aftur á móti ekki marktækur miðað við hefðbundin mörk, en jákvæður og tekur gildið 0,009. Matið gefur til kynna að tæknibreytingar, sem í þessu einfalda líkani má túlka sem framleiðnibreytingar, hafi numið 0,9% á hverju ári. Framleiðnin í mjólkurframleiðslu hefur með öðrum orðum vaxið um nær heilt prósent á hverju ári. Þessar niðurstöður benda því til þess að framleiðniþróunin hafi ekki verið alveg jafn ör og ráð var fyrir gert í mjólkursamningum á tímabilinu.

6) Tímabreytan er undanskilin.

7) Eins og bent var á hér að framan er óvíst að allar breyturnar í framleiðslufallinu séu rétt mældar og þessi mæliskekkja gæti leitt til bjagaðs stuðlamat. Bjögunin myndi þá jafnframt leiða til þess að skalahagkvæmnin væri rangt metin.

Vegna þess að stuðullinn er ekki nægjanlega vel ákvarðaður er þó varhugavert að lesa of mikið úr gildi hans.

Í 6. töflu eru ennfremur sýnd þau gildi á summu dreifni leifaliðanna, σ^2 , hlutfalli óskilvirkni af heildarleifaliðum, γ , sem hámarka líkindafallið, meðaltal óskilvirknisleifaliðanna, μ , og gildi tímabreytunnar, η . Summa dreifni leifaliðanna mælist 0,028, en hlutfall óskilvirkni 0,51, þ.e. óskilvirknin er rúmur helmingur af dreifni leifaliðanna, og er vel marktækt. Í rannsókn Hallam og Machado (1996) reyndist óskilvirkni t.d. skýra 49% af reiknaðri heildardreifni afgangslíðanna, og í rannsókn Battese og Coelli (1995) reyndist þetta hlutfall 95,2% og 99% í rannsókn Dawson (1990).

Loks eru sýndar niðurstöður líkindahlutfallsprófs (e. likelihood ratio test) sem gert var til að sannreyna tilgátuna að $\gamma = \mu = \eta = 0$. Núlltilgátan er sú að engin óskilvirkni sé til staðar og henni er því hafnað ef prófhending (e. test statistic) tilgátunnar er herra en töflugildið. Prófhendingin er með jafn mörgum frelsisgráðum og nemur fjölda þeirra banda sem lögð er á, hér þremur. Eins og bent er á í Coelli (1995) er hins vegar ekki vandræðalaust að setja tilgátuprófið $H_0: \gamma = 0$ upp vegna þess að gildið $\gamma = 0$ liggur alveg á jaðri þeirra gilda sem γ getur tekið. Ef núlltilgátan er sönn mun líkindahlutfallið því ekki vera kíkvaðratdreift, heldur vera blanda af tveimur kíkvaðratdreifingum. Hið krítíska gildi (e. critical value) tilgátuprófs, sem framkvæmt er með óvissu upp á α % ber því að reikna sem 2α .

Tilgátuprófið, sem í þessu tilfelli verður eins hala, er því sett upp á eftirfarandi hátt: $H_0: \gamma = 0$ og $H_1: \gamma > 0$. H_0 ber að hafna ef hið reiknaða líkindahlutfall er herra en krítíska gildið miðað við óvissu upp á 2α .

Hið reiknaða líkindahlutfall er hér jafnt 101,0, en krítíska gildið miðað við 5% mörkin og þrjár frelsisgráður er 6,25.⁸ Þar sem reiknaða gildið er mun herra en hið krítíska er núlltilgátunni

8) Krítíska gildið miðað við 5% mörkin og þrjár frelsisgráður er 7,815, en þar sem hér ber að miða við 2α og $\alpha = 5$ þá skal nota krítíska gildið miðað við 10% mörkin, sem er 6,25.

hafnað og talið rétt að ganga út frá að óskilvirknisáhrif séu til staðar.

Til að kanna samband óskilvirkni og ýmissa atriða í rekstrarumhverfi bænda var einnig metið annað líkan, sem Battese og Coelli hafa þróað. Það er tveggja jöfnu líkan og er önnur jafnan hefðbundin slembijaðarsframleiðslufall, eins og notað er hér, en í hinni jöfnunni er gert ráð fyrir að meðaltal óskilvirkinnar sé fall af tilteknum breytum. Jöfnurnar tvær eru metnar samtímis með aðferð hámarkslíkinda. Nokkrar útfærslur af þessu líkani voru reyndar, þar sem t.d. var gert ráð fyrir að óskilvirknin væri fall af bústærð, kvótakaupum, hlutfalli kjarnfóðurs af heildarfóðri, hlutfalli græn fóðurs af heildarfóðri, staðsetningu býlis og tíma. Ekkert þessara líkana reyndist þó gefa nægjanlega góða raun. Hlutfall óskilvirkni af heildarleifaliðum var yfirleitt afar lágt og oftast en ekki tölfraðilega ómarktækt frá núlli.

Aðrar rannsóknir hafa aftur á móti sýnt fram á skýr tengsl á milli óskilvirkni og ýmissa atriða. Í rannsókn Daða Más Kristóferssonar (1997) reyndist t.d. vera neikvæð fylgni skilvirkni og hlutfalls kjarnfóðurkostnaðar af veltu og áberandi fylgni var einnig á milli skilvirkni annars vegar og veltu, framlegðarstigs, framlegðar á lítra, fjölda mjólkurkúa og mánaðarverka hins vegar. Staðsetning mjólkurbúa reyndist hafa marktæk áhrif hjá Bravo-Ureta og Rieger (1991) og í sumum tilfellum hjá Kumbhakar o.fl. (1991). Í rannsókn Kumbhakar o.fl. (1991) á bandarískum kúabúum árið 1985 reyndist stærð búa einnig hafa jákvæð áhrif á skilvirkni, og sömu sögu er að segja af niðurstöðum rannsóknar Hallam og Machado (1996). Aðrar rannsóknir á skilvirkni og skýristærðum hennar hafa sýnt fram á áhrif menntunar (Battese og Coelli, 1995; Kumbhakar o.fl., 1991), aldurs bóndans (Battese og Coelli, 1995), tæknibúnaðs við mjaltir (Bravo-Ureta og Rieger, 1991), áhrif þess að vera með blandað eða sérhæfð bú og hlutfall fjölskylduafis af vinnuafli (Hallam og Machado, 1996). Vel væri hugsanlegt að einhverjir þessara þátta hafi áhrif á óskilvirkni íslenskra kúabúa, en þessi gögn voru annað hvort ekki tiltæk við þessa rannsókn eða hentuðu ekki.

7. tafla. Skilvirkni íslenskra kúabænda 1993–1999. *Table 7. Estimated efficiency dairy farmers 1993–1999.*

Ár <i>Year</i>	Meðaltal <i>Mean</i>	Lágmark <i>Min.</i>	Hámark <i>Max.</i>	Staðal- frávik <i>SD</i>
1993	0,7685	0,5890	0,9784	0,0816
1994	0,7703	0,5918	0,9785	0,0810
1995	0,7721	0,5946	0,9787	0,0805
1996	0,7739	0,5974	0,9789	0,0799
1997	0,7756	0,6002	0,9791	0,0794
1998	0,7774	0,6029	0,9793	0,0788
1999	0,7791	0,6057	0,9795	0,0783
Öll ár <i>All years</i>	0,7738	0,5890	0,9795	0,0794

Þróun skilvirkni

Tæknileg skilvirkni íslenskra kúabúa mældist að meðaltali 0,77 (7. tafla). Búin hefðu því að jafnaði getað aukið mjólkurframleiðslu sína um 23% án þess að auka notkun aðfanga. Skilvirknin er afar svipuð öll árin og mælist lægst vera um 0,6 og hæst um 0,98. Í rannsókn Daða Más Kristóferssonar reyndist skilvirkni vera á bilinu 0,57–1,0, með meðaltal 0,76. Niðurstöðurnar eru því á móta þeim sem Daði fékk í sinni athugun.

Bravo-Ureta og Rieger (1990, 1991) hafa gert tvær athuganir á kúabúum í Bandaríkjunum. Önnur náði til 404 kúabúa í Utah-ríki á árunum 1982–83 og reyndist skilvirkni vera 0,82–0,85 að meðaltali. Hin beindist að kúabúum í Nýja-Englandi og var tæknilega skilvirkni þar að meðaltali 0,83. Þá rannsakaði Dawson (1990) skilvirkni kúabúa í Englandi og Wales á árunum 1984–87 og reyndist skilvirknin vera á bilinu 0,86–0,89. Loks könnuðu Hallam og Machado (1996) skilvirkni hjá portúgölskum kúabændum á árunum 1989–92 og reyndist hún á bilinu 0,68–0,97.

Kúabú sem keypt hafa greiðslumark virðast yfirleitt hafa verið tæknilega skilvirkari en önnur bú, en munurinn er ekki mikill og líklega vart tölfraðilega marktækur. Meðaltalsskilvirkni þeirra á þessu sjö ára tímabili var 0,8 á móti

8. tafla. Samanburður á skilvirkni kúabænda eftir því hvort þeir keyptu kvóta eða ekki.
Table 8. Comparison of efficiency of farmers who bought quotas and those that did not.

Ár Year	Bændur sem keyptu kvóta <i>Farmers who bought quota</i>				Bændur sem keyptu ekki kvóta <i>Farmers who did not buy quota</i>			
	Meðaltal <i>Mean</i>	Lágmark <i>Min.</i>	Hámark <i>Max.</i>	Staðalfrávik <i>SD</i>	Meðaltal <i>Mean</i>	Lágmark <i>Min.</i>	Hámark <i>Max.</i>	Staðalfrávik <i>SD</i>
1993	0,7322	0,6987	0,7849	0,0375	0,7715	0,5890	0,9784	0,0837
1994	0,7731	0,6379	0,9047	0,0748	0,7694	0,5918	0,9785	0,0838
1995	0,8036	0,6405	0,9755	0,0811	0,7545	0,5946	0,9787	0,0757
1996	0,8049	0,6430	0,9757	0,0764	0,7535	0,5974	0,9789	0,0766
1997	0,8027	0,6456	0,9760	0,0745	0,7549	0,6002	0,9791	0,0779
1998	0,8031	0,6482	0,9762	0,0734	0,7544	0,6029	0,9793	0,0776
1999	0,8022	0,6507	0,9764	0,0706	0,7551	0,6057	0,9795	0,0798
Öll ár <i>All years</i>	0,7981	0,6379	0,9764	0,0739	0,7604	0,5890	0,9795	0,0792

0,76 hjá þeim bændum sem ekki keyptu kvóta (8. tafla). Lítil munur virðist vera á hámarks- og lágmarksgildum eftir því hvort bændur hafi fjárfest í mjólkurkvóta eða ekki.

Með betri gögnum væri vafalítið hægt að kanna betur samband kvótakaupa og skilvirkni, en vel gæti verið að orsakasamhengið væri annað en hér er gefið í skyn. Í stað þess að gera ráð fyrir að skilvirkni batni með kvótakaupum er hugsanlegt að það séu einmitt skilvirkari bændur sem kaupi kvóta og að kvótakaupin séu því í raun fall af skilvirkni.

NIÐURLAG

Í þessari athugun hefur verið fjallað um þróun mjólkurframleiðslu á Íslandi síðasta áratuginn og tölfræðilegar aðferðir notaðar til að meta slembijaðarsframleiðslufall fyrir 54 íslenska kúabændur á árunum 1993–1999. Notað var líkan sem Battese og Coelli hafa þróað þar sem gert er ráð fyrir að skilvirkni hafi breyst með tímanum, en ekki skilgreint nákvæmlega hvaða þættir hafi valdið þessum breytingum. Þess í stað er litið á orsakavalda breytinganna sem óþekktar ytri stærðir.

Svo virðist sem örlítill skalahagkvæmni sé til staðar í íslenskri mjólkurframleiðslu og að stórbúskapur sé því líklega heppilegri en smærri bú. Þessar niðurstöður eru aðrar en Daði Már Kristófersson komst að í sinni athugun, en að

hans mati var neikvæð skalahagkvæmni í greininni. Erlendar rannsóknir hafa einnig sýnt fram á að lítil akkur kann að vera í því að reka stórbú.

Í síðustu mjólkursamningum hefur ætíð verið gengið út frá því að bændur gætu hagrætt og aukið framleiðni sína og þannig tekið á sig verðlækkanir á mjólk án þess að verða fyrir tekjuskerðingu. Okkar niðurstöður benda til þess að framleiðni hafi farið vaxandi á tímabilinu, en þó vaxið mun hægar en samningarnir gerðu ráð fyrir. Þessum niðurstöðum ber þó að taka með nokkrum fyrirvara, þar eð nokkur tölfræðileg óvissa ríkir um metna framleiðni. Brýnt væri að kanna þróun framleiðni mun ítarlegar en hér er gert, þar sem hér er um að ræða afar þýðingarmikið atriði fyrir kúabændur.

Niðurstöður benda til þess að óskilvirkni sé um helmingur af heildardreifni leifaliðanna, en af þessu má ráða að bændur hafi alla möguleika á að bæta nýtni aðfanga sinna verulega. Nauðsynlegt er hins vegar að kanna áhrifaþætti skilvirkni mun betur og reyna að meta hvers vegna hún hafi breyst.

Skilvirkni í mjólkurframleiðslu hefur haldist svipuð á þeim sjö árum sem rannsóknin nær til. Þar sem framleiðniþróun hefur verið jákvæð á tímabilinu og framleiðsluþættirinn því að færast út benda þessar niðurstöður til þess að bændur hafi ekki látið tækniframfarir fara hjá garði, heldur

hafi þeir yfirleitt verið fljótir að tileinka sér nýjustu tækni og að jafnaði nýtt aðföng sín vel við mjólkurframleiðsluna.

Lítill munur virðist vera á skilvirkni eftir því hvort bændur hafi aukið við mjólkurkvóta sinn eða ekki. Þó eru vísbendingar um að skilvirkni þeirra bænda sem bætt hafa við sig kvóta sé betri en annarra. Þetta samband þyrfti þó að kanna mun nánar. Allt eins er víst að orsakasambengið á milli kvótakaupa og skilvirkni sé öfugt við það sem hér er gengið út frá, þ.e. að skilvirkari búin bæti við sig greiðslumarki, en verði ekki skilvirkari með því að kaupa kvóta. Til að skera úr um í hvora átt áhrifin ganga þyrftu hins vegar að liggja fyrir mun betri gögn en voru tiltæk fyrir þessa rannsókn.

Að endingu er rétt að taka fram að í þessari athugun var notað framleiðslufall til að meta skilvirkni, en í því felst að reynt er að meta hversu mikið bændur gætu aukið framleiðslu sína án þess að auka aðfanganotkun. Ef gengið er út frá því að bændur fullnýti framleiðslurétt sinn er ljóst að lítill hvati kann að vera að því fyrir bændur að auka enn framleiðslu sína, vegna þess að það verð sem þeir fá fyrir umfram-mjólkina er oftast lægra en lágmarksverð. Annars konar aðferðafræði gæti því verið heppilegri, en sú leið sem hér var farin hentaði betur fyrir liggjandi gögnum.

ÞAKKARORÐ

Við þökkum Hagþjónustu landbúnaðarins fyrir ómetanlega aðstoð við gagnaöflun og Friðriki Pálmarsyni, Hólmgeiri Björnssyni, Júlíusi B. Kristinsyni og Tryggva Gunnarssyni og þátttakendum á málstofu við Hagfræðistofnun Háskóla Íslands fyrir góðar athugasemdir. Þátttaka Sveins í verkefninu er fjármögnuð með rannsóknarstöðustyrk frá Rannís.

HEIMILDIR

- Aigner, D.J., C.A.K. Lovell & P. Schmidt**, 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production models. *Journal of Econometrics* **6(1)**: 21–37.
- Battese, G.E. & T.J. Coelli**, 1992. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddyfarmers in India. *Journal of Productivity Analysis* **3**: 153–169.

- Battese, G.E. & T.J. Coelli**, 1995. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics* **20**: 325–332.
- Battese, G.E. & G.S. Corra**, 1977. Estimation of a production frontier model: With application to the pastoral zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics* **21(3)**: 169–179.
- Birgir Óli **Einarsson**, 2001. Rekstrargreining á kúabúi með hliðsjón af innflutningi á nýju mjólkurkúakyni. *Fjármálatíðindi* **48(1)**: 61–75.
- Bravo-Ureta, B.E. & L. Rieger**, 1990. Alternative production frontier methodologies and dairy farm efficiency. *American Journal of Agricultural Economics* **72(1/3)**: 215–226.
- Bravo-Ureta, B.E. & L. Rieger**, 1991. Dairy farm efficiency measurement using stochastic frontiers and neoclassical duality. *American Journal of Agricultural Economics* **73(1/3)**: 421–427.
- Bændasamtök Íslands, 2001–2002. *Hagtölur landbúnaðarins*.
- Coelli, T.**, 1995. Estimators and hypothesis tests for a stochastic frontier: A Monte Carlo analysis. *Journal of Productivity Analysis* **6**: 247–268.
- Daði Már **Kristófersson**, 1997. Greining á framleiðni kúabúa. *Rit Búvísindadeildar* **23**. Bændaskólinn á Hvanneyri: 23 s.
- Dawson, P.J.**, 1990. Farm efficiency in the England and Wales dairy sector. *Oxford Agrarian Studies* **18(1)**: 35–41.
- Hagþjónusta landbúnaðarins, 1993–1999. *Búreikningaskýrslur*.
- Hagþjónusta landbúnaðarins, 1993–2000. *Hagur landbúnaðarins*.
- Hallam, D. & F. Machado**, 1996. Efficiency analysis with panel data: a study of Portuguese dairy farms. *European Review of Agricultural Economics* **23**: 79–93.
- Kumbhakar, S.C., S. Ghosh & J.T. McGuckin**, 1991. A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in U.S. dairy farms. *Journal of Business and Economic Statistics* **9(3)**: 279–286.
- Meusen, W. & J. van den Broeck**, 1977. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review* **18(2)**: 435–444.
- Rannís, 2001. *Staða og þróunarhorfur í nautgriparrækt á Íslandi*. Rannsóknarráð Íslands, Reykjavík.
- Handrit móttekið 24. janúar 2002, samþykkt 2. janúar 2003.

