

Hagrannsóknir sf

Framleiðni í íslenskri mjólkurvinnslu

Hluti II. Meginskýrsla



Nóvember 2020

Formáli

Í mars sl. tóku Hagrannsóknir að sér það verkefni fyrir MS að gera athugun á þróun framleiðni í mjólkurvinnslu á Íslandi. Hér er um nokkuð viðamikil verkefni að ræða. Það felur í sér fræðilega greiningu, yfirgrípsmikla gagnaöflun m.a. úr frumgögnum, talsverða gagnavinnslu, tölfræðilegt mat og reikninga.

Í skýrslu þessari er gerð grein fyrir rannsókninni og niðurstöðum hennar. Skýrslan er í tveimur hlutum. Í fyrri hluta hennar eru helstu niðurstöður verkefnisins dregnar saman í tiltölulega stuttu máli. Í síðari hlutanum sem hér fer á eftir er gerð miklu rækilegri grein fyrir hinum ýmsu þáttum verkefnisins og niðurstöðum þess.

Af hálfu Hagrannsóknna hefur Dr. Ragnar Árnason prófessor emeritus einkum unnið að þessu verki. Margir aðrir hafa aðstoðað við verkið. Þeirra á meðal má nefna starfsfólk hjá Hagstofunni, Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytinu og Deloitte að ógleymdu starfsfólki MS sem veitt hefur mikilsverða aðstoð við gagnaöflun.

Reykjavík 15. Nóvember 2020

Fyrir hönd Hagrannsóknna sf.

Ragnar Árnason

Þakkir

Sem fyrr greinir hafa allmargir einstaklingar veitt mikilsverða aðstoð við gagnaöflun vegna þessa verks. Sérstaklega ber að þakka Arnari Frey Einarssyni hjá Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytinu, Einari Hafliða Einarssyni hjá Deloitte og Bjarna R. Brynjólfssyni, Pálma Vilhjálmssyni, Jóni K. Baldurssyni og Birgi Gylfasyni hjá MS.

Efnisyfirlit

	Bls.
1. Inngangur	3
2. Þróun mjólkuriðnaðar: stutt sögulegt yfirlit	5
2.1 Rjómbúin	5
2.2 Fyrstu mjólkurbúin	6
2.3 Fjölgun og síðan fækkun mjólkurbúa	7
2.4 Aukning mjólkurframleiðslu	8
2.5 Fjölgun afurða	9
2.6 Starfsskilyrði-framleiðslustýring	10
2.7 Orsakir þróunarinnar	12
2.8 Hvert stefnir?	14
3. Framleiðni og framleiðnimælikvarðar	16
3.1 Framleiðni: Grundvallaratriði	16
3.2 Útvíkkun: Mörg aðföng, margar afurðir	18
3.3 Hvað skapar framleiðniaukningu?	18
4. Mat á framleiðni	21
4.1 Gögnin	22
4.2 Leiðrétt gögn	24
4.3 Stikafríar aðferðir: Matsniðurstöður	25
4.4 Stikaðar aðferðir: Matsniðurstöður	29
4.5 Framleiðniþróun: Samantekt	34
4.6 Samanburður við einsþáttarframleiðni	34
4.7 Verðmæti aukinnar framleiðni	36
5. Aðfanga-, afurðaverð	37
5.1 Mælingar á verðum: Verðvísitölur	37
5.2 Þróun afurða- og aðfangaverða	39
5.3 Samanburður við Þróun neysluvöruverðlags	40
5.4 Aðalatriði	42
6. Helstu niðurstöður, umræða	44
Heimildir	47
Viðaukar	50
Viðauki A Framleiðni og framleiðnimælikvarðar	50
Viðauki B Mjólkurvinnsla: Aðalatriði	58
Viðauki C Samhengi framleiðni og vinnulauna	60
Viðauki D Skekkjur í mati á hlutdeildum	62
Viðauki E Gögnin	63
Viðauki F Áhrif skakkra verða á metna framleiðni	65
Viðauki G Vísitölur: Grunnfræði	67
Viðauki H Nýjar vörur og verðteygni: Dæmi	70
Viðauki I Verðvísitölur	72
Viðauki J Stikað mat á framleiðni	73

Myndaskrá

Mynd 2.1	Tala starfandi mjólkurbúa	7
Mynd 2.2	Mjólkurframleiðsla (m. lítrar)	8
Mynd 2.3	Mjólkurvinnsla á mjólkurbú (m. lítrar per bú)	9
Mynd 2.4	Mjólkurbú: Hagkvæm rekstrarsvæði	13
Mynd 3.1	Framleiðnbreytingar: Dæmi 1	17
Mynd 3.2	Framleiðnbreytingar: Dæmi 2	17
Mynd 4.1	Samanburður á mældum virðisauka og leiðréttum virðisauka	24
Mynd 4.2	Samanburður á mældu fjármunum og leiðréttum	25
Mynd 4.3	Mældar breytingar í framleiðni: Leiðrétt og óleiðrétt gögn	27
Mynd 4.4	Mæld tveggja þátta (vinnuafli og fjármunir) framleiðni (vísitala)	28
Mynd 4.5	Heildar- og einsþáttarframleiðni	35
Mynd 5.1	Þróun hrámjólkur- og afurðaverðs: Vísitölur	39
Mynd 5.2	Afurðaverð og almennt neysluverð: Vísitölur	40
Mynd 5.3	Nývöruleiðrétt afurðaverð og almennt neysluverð: Vísitölur	42
Mynd 6.1	Mæld framleiðni: Vísitölur	45
Mynd A.1	Aukin framleiðni (tækniframfarir)	50
Mynd B.1	Helstu framleiðsluferli og afurðir í mjólkurvinnslu	58

Töfluskrá

Tafla 2.1	Meðalafkastageta mjólkurvinnslustöðva	15
Tafla 4.1	Heildarframleiðni: Hlutfallslegar breytingar milli ára	26
Tafla 4.2	Framleiðniþróun eftir tímabilum	28
Tafla 4.3	Stíkað mat: Metinn árlegur framleiðnivöxtur, ϕ	31
Tafla 4.4	Stíkað mat: Metinn árlegur framleiðnivöxtur. Líking (4.7)	32
Tafla 4.5	Reiknaður árlegur framleiðnivöxtur: Líking (4.8)	33
Tafla 4.6	Helstu niðurstöður Mismunandi matsaðferðir	34
Tafla 4.7	Ávinningur af framleiðnivexti umfram viðmið	36
Tafla B.1	Hlutdeild helstu vöruflokka í heildarmagni innanlands 2018	59
Tafla E.1	Óleiðrétt gögn á föstu verðlagi (2018)	63
Tafla E.2	Leiðrétt gögn á föstu verðlagi (2018)	64
Tafla I.1	Reiknaðar verðvísitölur	72

1. Inngangur

Markmið þessarar athugunar er að meta framleiðniþróun í íslenskri mjólkurvinnslu. Mjólkurvinnsla er hér talin öll starfsemi frá því tekið er við hrámjólk frá bónda þar til mjólkurafurð er afhent smásala (eða heildsala). Til að framkvæma þessa athugun hefur verið aflað gagna frá þeim mjólkurvinnslufyrirtækjum sem nú starfa innan samvinnufélagsins Auðhumlu og forverum þeirra. Gögnin spanna tímabilið 2000-2018 og taka til nálægt 90% af vinnslu hrámjólkur á Íslandi.

Framleiðnin er metin sem heildarþáttaframleiðni (e. total factor productivity), enda er fábátta- eða einsþáttarframleiðni ekki í stakk búin til að gefa réttvísandi mynd af framleiðniþróun og gerir það ekki nema fyrir einskæra tilviljun.

Framleiðniþróunin er metin með hefðbundnum fræðilegum aðferðum (sjá t.d. Coelli o. fél. 1998, OECD 2001, Hulten 2001). Allt frá því að Robert Solow birti sína grundvallargrein um framleiðnivöxt (Solow 1957) hafa svokallaðar óstikaðar (e. nonparametric) aðferðir verið ríkjandi við mat á framleiðniþróun.¹ Þessar aðferðir hafa þá miklu kosti að (i) þurfa ekki að meta stikla (stuðla) tiltekins framleiðslufalls með tölfræðilegum aðferðum og (ii) geta metið framleiðnibreytingar frá ári til árs. M.a. af þessum ástæðum er mest áhersla lögð á þessa aðferð í þessari skýrslu. Framleiðniþróunin er þó einnig metin með stikuðum aðferðum. Er það bæði gert til hliðsjónar og til að varpa ljósi á áreiðanleika hinna óstikuðu niðurstaðna. Niðurstöður óstikuðu og stikuðu aðferðanna um framleiðniþróun reyndust mjög svipaðar.

Eftir því sem næst verður komist hafa fáar skipulegar athuganir verið birtar um þróun framleiðni í mjólkurvinnslu. Aðeins tvær slíkar athuganir hafa fundist, báðar gerðar á tíunda áratug síðustu aldar. Þessar athuganir einskorðast við einsþáttarframleiðni, nánar tiltekið framleiðni vinnuafls, og eru þegar að því leyti fræðilega gallaðar. Í athugun sem Þjóðhagsstofnun mun hafa gert² árið 1995 var komist að þeirri niðurstöðu að framleiðni vinnuafls í mjólkuriðnaði hefði minnkað um þriðjung á árunum 1973-93 (Pálmi Vilhjálmsson 1996). Þessi framleiðni var hins vegar ekki mæld sem virðisauki á vinnuaflseiningu heldur framleiðsluvirði á vinnuaflseiningu og verður því að skoðast sem mjög ófullkominn mælikvarði á framleiðni vinnuafls. Athugun Samtaka Afurðastöðva í Mjólkuriðnaði (Pálmi Vilhjálmsson 1996) sem notaði sömu skýrgreiningu á framleiðni en byggðist á miklu vandaðri gagnavinnu komst hins vegar að þeirri niðurstöðu að framleiðni vinnuafls hefði vaxið um yfir 13% á sama tímabili. Álit nefndar um stefnumótun í mjólkurframleiðslu (2004) framlengdi sömu reikninga til ársins 2002 og komst að þeirri niðurstöðu að umrædd framleiðni vinnuafls hefði hækkað um yfir 40% frá 1975.

Skipulag þessarar skýrslu er með eftirfarandi hætti. Í kafla tvö er saga mjólkurvinnslu frá upphafi síðustu aldar og fram á þennan dag rakin stuttlega. Þessi saga hefur það gildi að setja framleiðsluhætti í atvinnugreininni í sögulegt samhengi og varpa þannig ljósi á þróun framleiðni í henni. Í kafla þrjú er þess freistað að útskýra á tiltölulega einfaldan hátt helstu hugtök og kenningar í framleiðniþróun. Miklu ýtarlegri og formlegri útskýringar á sömu hlutum má finna í viðaukum A og I. Í kafla fjögur er mat á þróun heildarþáttaframleiðni birt. Fyrst er farið yfir þau gögn sem matið byggist á (kafla 4.1). Þá eru niðurstöður stikafríu mælinganna raktar og bornar

¹ Þessar aðferðir eru einnig oft kenndar við hagvaxtarbókhald (e. growth accounting).

² Ekki virðist um formlega útgáfu stofnunarinnar að ræða.

saman við einsþáttarframleiðni framleiðsluþáttanna tveggja, vinnuafls og fjármagns. Að lokum eru birtar niðurstöður stikaðs mats á heildarþáttaframleiðninni. Staðfesta þær svo langt sem þær ná hinar óstikuðu mælingar. Í fimmta kaflanum er athyglinni beint að aðfanga- og afurðverðum mjólkurvinnslu. Augljóst er að þróun þessara verða ræður miklu um mældan virðisauka í greininni og þar með metna framleiðniþróun. Í ljós kemur á gagnatímabilinu hefur bilið milli hrámjólkurverðs sem mjólkurvinnslan greiðir og afurðaverðsins þrengst nokkuð. Er það vísbending um að framleiðni aukning í mjólkurvinnslu hafi verið nokkru meiri en ofangreindar beinar mælingar gefa til kynna.

2. Þróun mjólkuriðnaðar: Stutt sögulegt yfirlit

Hagsögurannsóknir (sjá t.d. Ólaf Björnsson 1964 og Sigurð Snævarr 1993) benda til að á síðari hluta 19. aldar hafi hafist verulegt framfaraskeið í framleiðsluháttum Íslendinga. Á þetta ekki síður við um landbúnaðinn en aðra atvinnuvegi og þar á meðal úrvinnslu og dreifingu mjólkurafurða.

2.1 Rjómbúin

Með vaxandi þéttbýli og bættum samgöngum í upphafi 20. aldarinnar sköpuðust efnahagslegar forsendur fyrir því að safna mjólk, bæði kúa- og sauðamjólk, og vinna í sérhæfðum fyrirtækjum. Fyrstu vinnslustöðvarnar voru svonefnd rjómbú, sem eins og nafnið bendir til unnu rjóma úr mjólk og síðan smjör úr rjómanum, en smjörið var tiltölulega geymsluþolin markaðsvara sem hentaði vel til útflutnings.³ Undanrennu og áfir munu þeir bændur sem lögðu mjólk inn í búin hafa tekið til baka (Lýður Pálsson 1988). A.m.k. eitt bú, Rjómbú Ljósvetninga, vann ost úr áfunum (Tímarit Kaupfjelaga og Samvinnufjelaga 1907a).

Fyrsta rjómbúíð, Áslækjar-rjómbúíð, var stofnsett af nokkrum bændum í Hrunamannahreppi árið 1900 (Árni Árnason 1904). Smjörið sem þetta bú framleiddi var selt til Bretlands. Þessi rekstur reyndist ábatasamur og á næstu árum fjölgaði rjómbúum mjög hratt. Í árslok 1905 voru rjómbú á landinu orðin 34 talsins. Voru þau í öllum landshlutum utan Vestfjarða og Austfjarða en flest í Árnessýslu og Rangárvallasýslu (Tímarit Kaupfjelaga og Samvinnufjelaga 1907b).

Rekstur rjómbúanna virðist hafa gengið vel allt fram að fyrri heimstyrjöld. Þótt rjómbúum fjölgaði ekki frá árinu 1905, urðu þau stærrí og framleiðsla þeirra jókst. Á tímabilinu 1905 til 2012 óx smjörframleiðsla þeirra um 3.4% á ári að jafnaði (Lýður Pálsson 1988, tafla III). Heimsstyrjaldarárin urðu rjómbúunum hins vegar erfið. Verulegar hindranir urðu á útflutningi smjörs til Bretlands og verð lækkaði (Lýður Pálsson 1988). Við þetta bættist að til að hamla gegn „dýrtíðinni“ svokölluðu var hámarksverð sett á smjör innanlands og það stutt útflutningsbanni árið 1917.⁴ Þetta olli því að hagkvæmara var fyrir marga bændur að framleiða heimasmjör með lakari gæðum fremur en senda mjólk sína til vinnslu í rjómbúunum. Ennfremur hækkaði kjöt mjög í verði miðað við smjör með þeim afleiðingum að sauðfjárþændur kusu að leggja áherslu á kjötframleiðslu fremur en mjólkurframleiðslu, en hluti af þeirri mjólk sem unnin var á rjómbúunum, einkum á Norðurlandi, var sauðamjólk (Óskar Guðmundsson 2007). Mörg rjómbú lentu því í rekstrarerfiðleikum á styrjaldarárunum og hættu rekstri. Að styrjöldinni lokinni voru einungis 5-7 rjómbú í rekstri og samanlögð smjörframleiðsla þeirra vel innan við tíundi hluti þess sem mest hafði verið á árunum fyrir heimsstyrjöldina (Sigurður Sigurðsson 1924, Lýður Pálsson 1988).

Enda þótt átak hafi verið gert til að efla rjómbúin á nýjan leik eftir heimstyrjöldina fyrri og smjörútflutningur til Bretlands hafi verið endurvakinn var árangurinn bundinn við Suðurland og

³ Útflutningslandið var fyrst og fremst Bretland þar sem smjörverð var tiltölulega hagstætt (Ísafold 2004, Lýður Pálsson 1988).

⁴ Ef útflutningur gegn herra verði hefði verið ótakmarkaður hefði ekki verið unnt að framfylgja hámarksverðinu innanlands vegna skorts á framboði.

heildarframleiðsla rjómbúanna einungis um fimmtungur af því sem áður hafði verið (Lýður Pálsson 1988). Síðustu rjómbúin munu hafa hætt framleiðslu árið 1929 er Mjólkurbú Flóamanna tók til starfa.

2.2 Fyrstu mjólkurbúin

Með vexti Reykjavíkur óx mjög markaðseftirspurn eftir nýmjólk og öðrum mjólkurafurðum. Var þessari eftirspurn framan af mætt með mjólkurframleiðslu bænda og annarra eigenda mjólkurkúa innan bæjarmarkanna og í næsta nágrenni. Árið 1917 gengust bændur í nágrenni Reykjavíkur fyrir stofnun Mjólkurfélags Reykjavíkur til að koma betra skipulagi á framleiðslu og dreifingu mjólkur og bæta gæði hennar (Óskar Guðmundsson 2007). Byggði félagið í þessu skyni hús fyrir fyrsta mjólkurbú landsins við Lindargötu 14 í Reykjavík sem tekið var í notkun árið 1920 (Sigurður Skúlason 1932, Óskar Guðmundsson 2007). Til þessarar stöðvar var mjólk safnað, hún gerilsneydd, sett á flöskur og síðan dreift til neytenda. Auk þess virðist óhætt að gera ráð fyrir að búíð hafi framleitt aðrar venjulegar mjólkurafurðir eins og rjóma, skyr, smjör og undanrennu. Mjólkurbúíð að Lindargötu 14 mun hafa verið fyrsta mjólkurbúíð sem starfrækt var á Íslandi.

Mjólkurbú Mjólkurfélags Reykjavíkur við Lindargötu varð fljótlega of lítið til að mæta vaxandi eftirspurn á höfuðborgarsvæðinu og hófst félagið handa við að reisa fullkomið mjólkurbú þar sem nú er Snorrabraut 54 og stendur það hús enn. Þetta nýja mjólkurbú Mjólkurfélags Reykjavíkur tók til starfa árið 1930. Sama ár tók einnig til starfa fullbúíð tæknivætt mjólkurbú Thors Jensens á Korpúlfsstöðum í nágrenni Reykjavíkur. Í báðum þessum mjólkurbúum voru nýjustu tæki til gerilsneyðingar og átöppunar mjólkur. Jafnframt þjónuðu þau sama markaði fyrir mjólkurafurðir, þ.e. Reykjavíkmarkaðnum. Hvað framleiðsluhætti snerti, lá munurinn einkum í því að Korpúlfsstaðabúíð framleiddi einnig sína eigin mjólk. Mjólkurkúr voru þar 250-300 og framleiðslan nam allt að 1 milljón lítra á ári (Óskar Guðmundsson 2007). Framleiðslukostnaður var því tiltölulega lágur og samkeppnisstaðan við mjólkurbú Mjólkurfélags Reykjavíkur, sem aflaði sér mjólkur frá mörgum tiltölulega smáum kúabændum, að sama skapi sterk.⁵

Það voru fleiri mjólkurbú stofnuð á landinu á þessum árum. Þeirra á meðal má nefna mjólkurbú Mjólkursamsölu KEA sem mun hafa hafið starfsemi 1928 (Þröstur Viðarsson 2007), Mjólkurbú Flóamanna sem hóf rekstur árið 1929 (Sigurgrimur Jónsson og fél. 1989) og Mjólkurbú Ölfusinga, sem hóf starfrækslu árið 1930. Við þessi mjólkurbú bættust nokkrum árum síðar Mjólkurbúíð á Akranesi árið 1935 og Mjólkurbú Hafnarfjarðar sem hóf rekstur 1936 (Nýja Dagblaðið 1936).

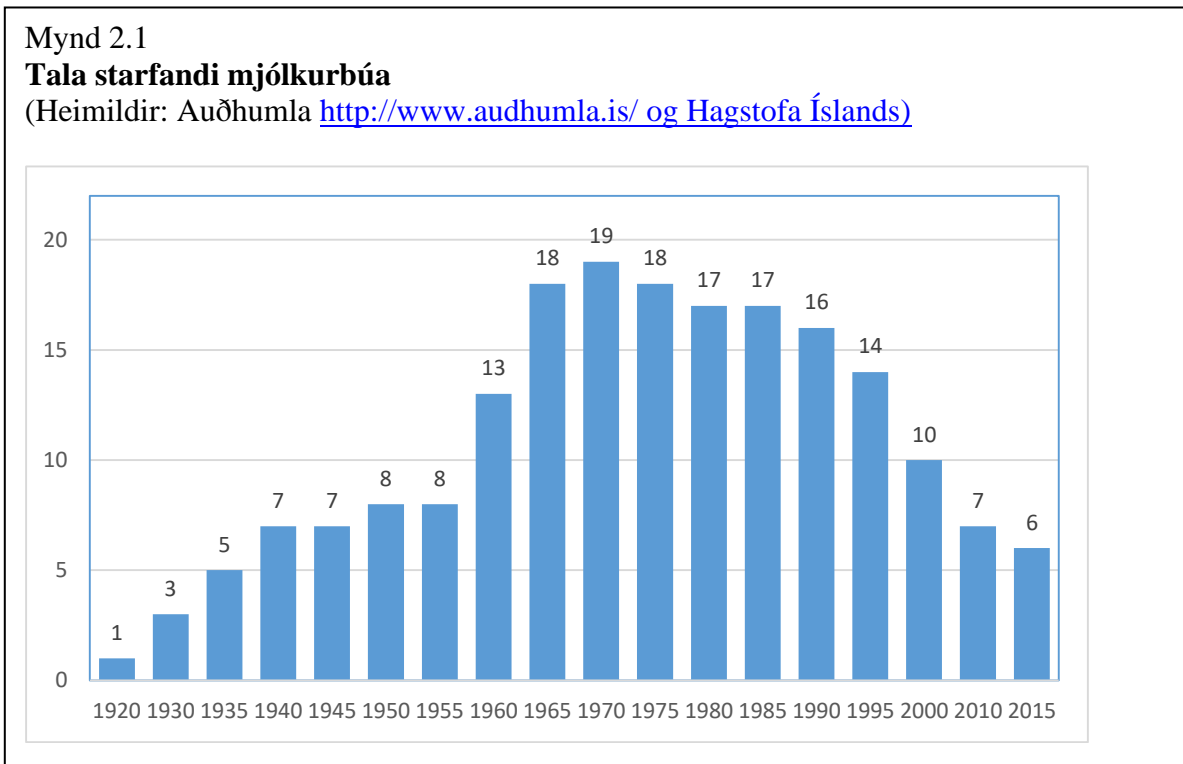
Þessi hraða fjölgun mjólkurbúa á árunum á síðari hluta þriðja áratugarins á þeim fjórða má að hluta rekja til atvinnustefnu hins opinbera. Árið 1927 voru sett lög á alþingi sem heimiluðu að fjórðungur af stofnkostnaði mjólkurbúa væri greiddur úr ríkissjóði (Saga Auðhumlu

⁵ Af þessum samkeppnisaðstæðum spannst talsverð átakasaga sem m.a. er rakin af Óskari Guðmundssyni (2007). Ekki bætti friðinn að Mjólkurfélag Reykjavíkur var samvinnufélag en Korpúlfsstaðabúíð í einkaeign sem gerði átökin hápólitísk. Niðurstaðan varð að Korpúlfsstaðabúíð hætti mjólkurvinnslu árið 1935 þótt kúabú væri þar áfram rekið allmörg ár til viðbótar. Reykjavíkurborg keypti búíð af Thor Jensen árið 1942.

<http://www.audhumla.is>). Má ætla að þessi stuðningur hafi ýtt undir stofnsetningu mjólkurbúa næstu árin.

2.3 Fjölgun og síðan fækkun mjólkurbúa

Á fjórða áratugnum og fram á sjöunda áratuginn voru stofnuð mjólkurbú víða um landið. Þótt nokkur mjólkurbú legðu upp laupana eða sameinuðust öðrum fór þeim því fjölgandi. Flest urðu mjólkurbúin 19 talsins um 1970 (sjá mynd 2.1). Upp úr því tók þeim að fækka, fyrst hægt síðan hraðar. Árið 1990 voru 15 mjólkurbú starfandi í landinu. Í lok árs 2000 voru þau tíu og í árslok 2018 aðeins sex talsins (Saga Auðhumlu <http://www.audhumla.is/>).⁶ Þessari þróun í fjölda mjólkurbúa er nánar lýst í mynd 2.1.



Rétt er að taka það fram að auk ofangreindra sex mjólkurbúa árið 2018, sem öll voru samvinnufélög, voru á því ári starfandi þrjú önnur mjög smá mjólkurbú á vegum einkaaðila.⁷ Þessi bú taka ekki við hrámjólk af bændum en kaupa mjólk af hinum stærri mjólkurbúum. Miðað við hin síðarnefndu var vinnslumagn þeirra hverfandi eða innan við 3% af innveginni mjólk.

⁶ Þessi mjólkurbú eru á Selfossi, í Reykjavík, í Búðardal, á Akureyri, Egilstöðum og Sauðárkróki. Fimm þau fyrsttöldu eru vinnslustöðvar sem starfa innan eins rekstrarélags, Mjólkursamsölnunar ehf. eða MS. Sjötta mjólkurbúið er Mjólkursamlag Kaupfélags Skagfirðinga. Rétt er að vekja athygli á því að mjólkurbúið í Reykjavík er einvörðungu dreifingarmiðstöð. Þar fer nú engin mjólkurvinnsla fram.

⁷ Þessi mjólkurbú voru Biobú ehf í Reykjavík sem hóf framleiðslu 2003, Rjórabúið Erpsstaðir við Búðardal frá árinu 2009 og Arna ehf í Bolungarvík sem hóf starfrækslu 2013.

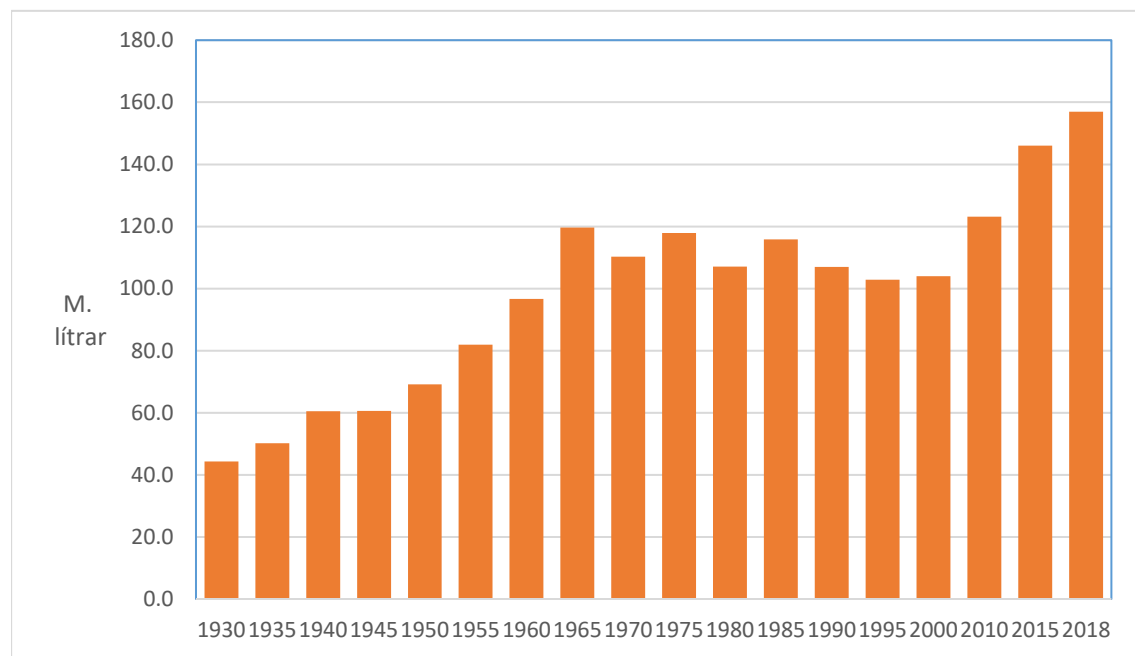
2.4 Aukning í mjólkurframleiðslu

Á því tímabili sem hér um ræðir, þ.e. frá 1920, jókst framleiðsla mjólkur í landinu mjög mikið. Árið 1930 var hún um 45 milljón lítrar og aðeins tiltölulega lítill hluti hennar (sennilega vel innan við fimmtungur) var unnin í mjólkur- eða rjómbúum. Árið 1970 þegar fjöldi mjólkurbúa var í hámarki hafði framleiðslan meira en tvöfaldast og var orðin yfir 100 milljón lítrar og þórrinn (yfir 90%) unninn í mjólkurbúum. Árið 2018, þegar starfandi mjólkurbú voru aðeins sex talsins, var mjólkurframleiðslan í landinu í námunda við 155 milljón lítrar og nánast öll unninn í mjólkurbúum. Þessari þróun er nánar lýst í mynd 2.2.

Mynd 2.2

Mjólkurframleiðsla (m. lítrar)

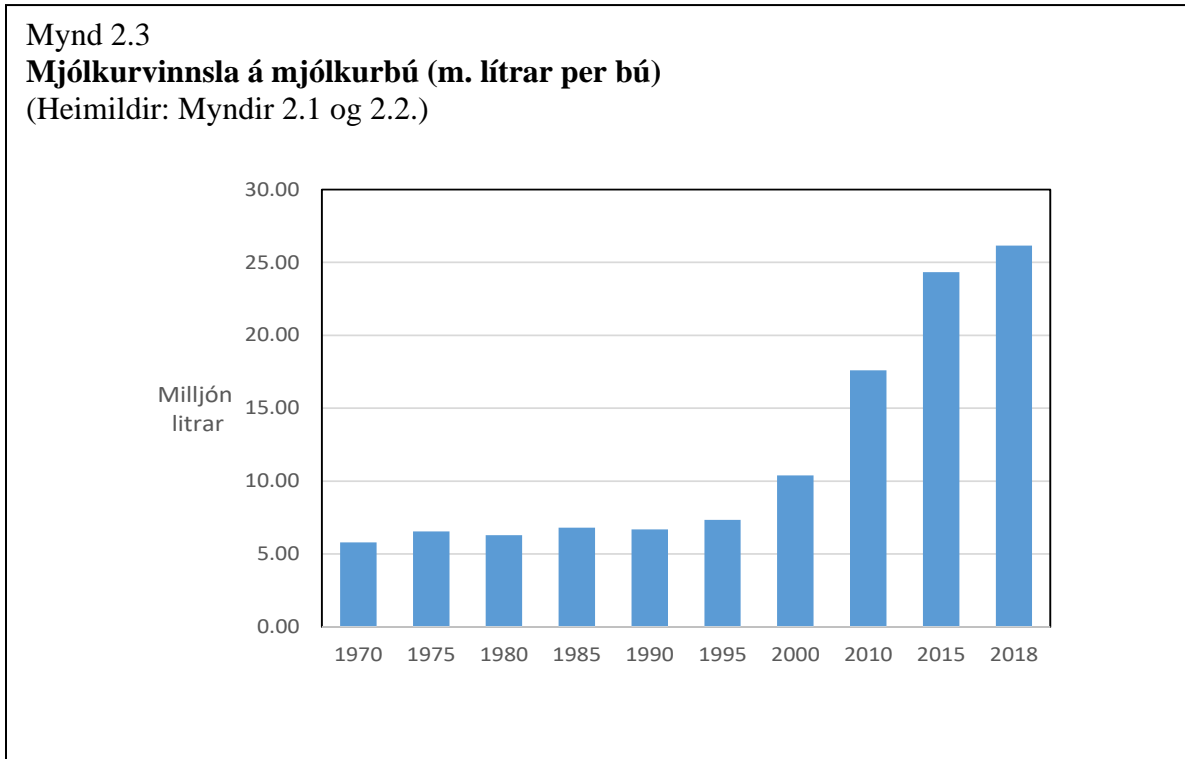
(Heimildir: Guðmundur Jónsson og Magnús Magnússon 1997. Hagstofan)



Það er athyglivert að aukning mjólkurframleiðslunnar 1930 til 2018 helst mjög í hendur við vöxt mannfjöldans. Á tímabilinu vex mjólkurframleiðslan um 355% en mannfjöldinn um 237%. Mjólkurframleiðsla per manni óx því um aðeins 8.6% á tímabilinu í heild.

Sem fyrr greinir var sauðamjólk umtalsverður hluti af þeirri mjólk sem barst til rjómbúa og mjólkurbúa á fyrstu áratugum 20. aldar. Framleiðsla sauðamjólkur var hins vegar tiltölulega vinnuafsláfrök og framboð hennar minnkaði er á leið. Staðtölur um framleiðslu sauðamjólkur eru ekki auðfundnar en óhætt virðist að gera ráð fyrir að í lok síðari heimsstyrjaldarinnar hafi ekki verið um umtalsverða framleiðslu sauðamjólkur að ræða.

Þar sem mjólkurframleiðsla hefur farið svo mjög vaxandi auk þess sem æ stærri hluti framleiðslunnar hefur farið til vinnslu en mjólkurbúum á hinn bóginn fækkað frá 1970 hefur vinnslumagn á hvert mjólkurbú vaxið mjög mikið einkum frá tíunda áratugnum. Þessari þróun er nánar lýst í mynd 2.3.



Eins og myndin sýnir hækkaði magn mjólkur á hvert mjólkurbú úr tæplega 6 milljón lítrum að jafnaði árið 1970 upp í liðlega 26 milljón lítra árið 2018 eða um 451%. Þetta samsvarar tæplega 4% hækkun á ári hverju að jafnaði. Með því að skalahagkvæmni (e. returns to scale) í mjólkurvinnslu og dreifingu er veruleg (sjá t.d. Föresund og Hjalmarsson 1979 og Caravell og Traill 1998, Jaforullah og Whiteman 1999) má ætla að hagkvæmni í mjólkurvinnslu hafi vaxið í samræmi við þetta. Athyglisvert er að þessi aukning á sér fyrst og fremst stað frá árinu 1995. Fram að því var aukning í vinnslumagni per mjólkurbú tiltölulega lítil eða innan við 1% á ári að jafnaði. Eftir það var hún mjög hröð eða 5.5% árlega að jafnaði.

2.5 Fjölgun afurða

Samfara því að mjólkurframleiðsla hefur aukist og mjólkurbú hafa stækkað hefur orðið mikil fjölgun í þeim afurðum sem þau framleiða. Á upphafsárum mjólkurbúanna (um 1930) voru afurðir einungis nýmjólk (venjuleg og barnamjólk), rjómi, smjör, ostar, undanrenna, skyr og mysa. Um aldamótin 2000, sjötíu árum síðar, var fjöldi afurða samkvæmt vörumerkjum um og yfir 70 talsins (Pálmi Vilhjálmsson persónulegt samtali). Árið 2020 var fjöldi afurða kominn yfir 120 (upplýsingar frá MS 2020). Telja má að þessi þróun sé annars vegar afleiðing af aukinni og fjölbreyttari eftirspurn eftir mjólkurafurðum samfara auknum tekjum heimilanna og hins vegar

viðleitni mjólkurvinnslunnar til að færa sér þessa eftirspurnarþróun í nyt og gera sem mest verðmæti úr því hráefni sem hún fær til vinnslu.

2.6 Starfsskilyrði-framleiðslustýring

Um langan aldur hafa starfsskilyrði íslensks landbúnaðar verið mjög mótuð af hinu opinbera. Hið svonefnda einokunartímabil 1602 til 1854⁸ einkenndist af því að brensla hlutfallsleg afurðaverð landbúnaðar og sjávarútvegs (Gísli Gunnarsson 1987, Sumarliði Ísleifsson 2017). Eftir að landsmenn tóku sjálfir við landstjórninni á síðasta fjórðungi 19. aldar og upphafi þeirrar 20.⁹ urðu þessi opinberu afskipti margbrotnari og fóru í vaxandi mæli um ríkissjóð. Skiptust þar á hömlur og stuðningur. Dæmi um hið fyrrnefnda er setning hámarksverðs á smjör á innanlandsmarkaði og útflutningsbann árið 1917 sem reyndust rjómaúunum þung í skauti eins og fyrr er rakið. Dæmi um hið síðarnefnda er opinber stuðningur við fjárfestingu í mjólkurbúum frá árinu 1927.

Allar götur síðan hafa opinber afskipti af landbúnaði verið mikil (sjá t.d. Björn Stefánsson 1986). Oftast er þar um að ræða stuðning í þeim skilningi að lagt er fram fé úr ríkissjóði eða innflutningur samkeppnisvara takamarkaður¹⁰, en einnig hömlur í þeim skilningi að sett hafa verið hámarksverð, framleiðsla og framleiðsluhættir takmörkuð og aðgangur að erlendum mörkuðum teptur. Hvort sem þessi afskipti samanlögð myndu mælast sem stuðningur eða byrði ef þeir reikningar væru gerðir upp, er ljóst að þau hafa brenslað starfsskilyrði landbúnaðarins miðað við ótruflaðan boðskap markaðsafla og ráðið miklu um þróun hans og þar með núverandi stöðu.¹¹

Mjólkurframleiðslan hefur ekki farið varhluta af hinum opinberu afskiptum. Frá því snemma á 20. öldinni hefur hún búið við verðlagstakmarkanir, útflutningstakmarkanir, fjárfestingarstyrki, innflutningsvernd, framleiðslustyrki, framleiðslutakmarkanir og niðurgreiðslur.

Niðurgreiðslur mjólkurafurða hófust árið 1943 til að hamla gegn dýrtíðinni (Björn Stefánsson 1986, OECD 1995). Með stofnsetningu Framleiðsluráðs Landbúnaðarins 1947 var þessum málum komið í formlegri farveg og í framhaldinu hófst tímabil víðtækrar verðjöfnunar og niðurgreiðslna landbúnaðarafurða (sjá t.d. Björn Stefánsson 1986).

Fram til ársins 1980 voru engar takmarkanir á framleiðslu í landbúnaði. Leiddi þetta til framleiðslu umfram eftirspurn á innanlandsmarkaði og í framhaldinu til útflutnings landbúnaðarvara á mun lægra verði en gilti innanlands.¹² Mismuninum var að hluta mætt með útflutningsuppbótum úr ríkissjóði og fóru þær bætur vaxandi.

⁸ Einokunartímabilið skiptist í tvö mishörð skeið. Á fyrra skeiðinu 1602 til 1787 höfðu tilteknir kaupmenn í Kaupmannahöfn einkarétt á verslun við Ísland. Á því síðara gátu allir þegnar Danaveldis (að undanteknum nýlendunum Færeyjum og Grænlandi) verslað við Ísland.

⁹ Með stjórnarskránni 1874, heimastjórninni 1904 og fullveldinu 1918.

¹⁰ Með innflutningsgjöldum eða beint.

¹¹ Mikilvægt er að átta sig á að stuðningur við atvinnugreinar sem brenslar fjárfestingar þeirra og framleiðsluhætti getur hæglega veikt greinarnar og gert þær óhagkvæmari.

¹² Þar sem bændum var tryggt ákveðið lágmarksverð fyrir afurðir sínar höfðu þeir hver fyrir sig enga ástæðu til að laga framleiðslu sína að innlendra markaðseftirspurn.

Opinber framleiðslustýring í landbúnaði hófst árið 1980. Með lögum nr. 15/1979 var Framleiðsluráði Landbúnaðarins veittar heimildir til að takmarka framleiðslu helstu búvara. Markmiðið var að draga úr umframframleiðslunni og þar með þörf fyrir útflutningsbætur. Hvað mjólkurframleiðslu snerti voru aðgerðir Framleiðsluráðs einkum tvíþættar: Annars var tekið upp svokallað búmark, sem var það framleiðslumagn sem leitast skyldi við að bændur fengju fullt afurðaverð fyrir. Hins vegar var lagður á kjarnfóðurskattur sem gat verið allt að 100% ofan á innflutningsverð (Jóhann Nikulásson og fél. 2020).

Þar sem búmarkskerfið skilaði ekki tilætluðum árangri (Guðmundur Stefánsson 1998, Jóhann Nikulásson og fél. 2020), var kerfinu breytt árið 1985 (l. nr. 46/1985). Svokallaður fullvirðisréttur, sem var sá fjöldi mjólkurlíttra hvers bús sem framleiðendur fengu fullt verð fyrir, kom í stað búmarks (Friðrika Ásmundsdóttir, 2012). Jafnframt var kjarnfóðurskattur hækkadur og útflutningsbætur lækkaðar (Jóhann Nikulásson og fél. 2020).

Þáttaskil í framleiðslustýringu mjólkur urðu árið 1992. Útflutningsbætur voru afnumdar. Beingreiðslur til bænda komu í stað niðurgreiðslna á mjólkurafurðum frá vinnslustöð og greiðslumark kom í stað fullvirðisréttar (l. nr. 112/1992). Greiðslumark var í stuttu máli það magn mjólkurframleiðslu frá búi sem veitti rétt til beingreiðslna frá hinu opinbera og greiðslu lágmarksverðs frá vinnslustöð (samkvæmt ákvörðun verðlagsnefndar búvara). Summa beingreiðslna og greiðslna frá vinnslustöð myndaði fullt verð á hrá mjólk til bænda. Í framhaldinu var greiðslumarkskerfið fest í sessi í búvörulögum (l. nr. 99/1993, sjá einnig Daði Kristófersson og fél., 2007).

Ástæðan fyrir því að greiðslumarkskerfið olli svo miklum þáttaskilum í mjólkurframleiðslu var í fyrsta lagi að greiðslumarkið reyndist bindandi hámark á beingreiðslur og í öðru lagi að það var framseljanlegt milli bænda. Þetta gjörbreytti rekstrarhvötum í mjólkurframleiðslu. Í fyrsta lagi dró mjög úr hvata einstakra bænda til að auka framleiðslu sína umfram markaðseftirspurn. Það var vegna þess að fyrir framleiðslu umfram greiðslumark fengu bændur einungis það verð sem samsvaraði því verði sem mjólkurstöðvarnar gátu fengið fyrir afurðirnar. Þar með komust bændur sem framleiðendur í sæmilega bein tengsl við markaðseftirspurnina. Í stað þess að bæta hag sinn með því að auka framleiðsluna varð nú sá hvati ráðandi fyrir bændur að lágmarka kostnað við framleiðsluna og, að því marki sem verðlagning mjólkurstöðva gaf tilefni til, bæta gæði hennar.

Í öðru lagi gafst bændum nú kostur á að nýta sér (i) kosti verkaskiptingar og (ii) skalaskil (e. returns to scale) í mjólkurframleiðslu. Með framsali á greiðslumarki var nú unnt að færa framleiðsluna frá óskilvirkari til skilvirkari bænda.¹³ Þar sem bæði seljandinn og kaupandinn nutu góðs af slíkum viðskiptum, fól kerfið í sér hvata til slíkrar verkaskiptingar sem var þeim mun sterkari sem munurinn á skilvirkni var meiri.

Með viðskiptum með greiðslumarks gafst bændum að auki færi á að nýta sér skalaskil í mjólkurframleiðslu.¹⁴ Kaupandinn hagnaðist því með meira framleiðslumagni gat hann hagnýtt

¹³ Mismunandi skilvirkni gat og getur stafað af mismunandi umhverfisskilyrðum, mismunandi fjármunum og mismunandi framleiðsluhæfileikum.

¹⁴ Flestir íslensk mjólkurbýli voru og eru raunar enn mikið undir hagkvæmustu framleiðslustærð miðað við nútímataækni og munar þar mjög miklu. Ekki er fjarri lagi að við íslenskar aðstæður sé hagkvæm stærð

sér skalaskil sem gerðu honum kleift að lækka framleiðslukostnað á einingu. Seljandinn hagnaðist því að með söluverðinu¹⁵ fékk hann hlutdeild í hinum auknu skalaskilum kaupandans.

Það er skemmst frá að segja, að greiðslumarkskerfið frá 1992 virðist hafa leitt til mikillar framleiðniaukningar í mjólkurframleiðslu. Frá 1990 hefur mjólkurbýlum fækkað um tæplega 2/3. Á sama tíma hefur mjólkurframleiðslan hins vegar aukist um nálægt 50%. Meðalframleiðsla á hvert mjólkurbú hefur því næstum fjórfaldast eða úr 70 þús. lítrum í rúma 275 þús. lítra á ári (Birgir Runólfsson 2020).

Ekki er ósennilegt að skilvirkari rekstrarskilyrði í mjólkurframleiðslu hafi einnig bætt rekstrarskilyrði í mjólkurvinnslu. Í fyrsta lagi hefur mjólkurbændum fækkað mest á óhagkvæmari framleiðslusvæðunum og mjólkurframleiðslan þannig þjappast á hagkvæmari svæði. Í öðru lagi gróf sú þróun að sjálfsögðu undan rekstri mjólkurvinnslustöðva á hinum lakari svæðum og ýtti þar með undir sameiningu þeirra við stærri stöðvar á hagkvæmari svæðum. Í þriðja lagi má ætla að færri skilvirkari mjólkurbændur séu bæði áhugasamari um og í betri stöðu til að stuðla að aukinni hagkvæmni í mjólkurvinnslunni. Því kann greiðslumarkskerfið að hafa bæði ýtt undir og gert það auðveldara en ella að leggja niður hin óhagkvæmari mjólkurbú og/eða sameina þau öðrum.

2.7 Orsakir þróunarinnar

Sú sögulega staðreynd að mjólkurbúum fór fjölgandi í hálfu öld (1920-1970) og fækkandi næstu hálfu öld (1970-2020) er merkileg og kallar á orsakaskýringar. Þrátt fyrir nokkra eftirgrennslan er ekki að sjá að slíkar skýringar hafi verið settar fram í rituðu máli.

Þar sem aðrar skýringar skortir má setja má fram þá tilgátu að fjölgun mjólkurbúa 1920-1970 hafi öðru fremur verið knúin áfram af (i) viðleitni mjólkurbænda til að bæta hag sinn, (ii) framleiðslutækni sem einkenndist af skalahagkvæmni og (iii) bættum samgöngum.

Vegna aukins þéttbýlis og fólksfjölgunar fór eftirspurn á markaði eftir mjólkurvörum vaxandi. Mjólkurvörur var þá og er enn ódýrast að framleiða í tiltölulega miklu magni í vélvæddum og sérhæfðum mjólkurbúum. Erfiðar samgöngur og dreifð byggð stóðu hins vegar í upphafi í vegi fyrir því að þessi framleiðslutækni væri nýtt. Bættar samgöngur bæði til aðdráttar hrámjólkur og dreifingar unninna mjólkurafurða til neytenda sem og fjölgun neytenda í þéttbýli lækkuðu þessar hindranir. Af þessum sökum fyrst og fremst spruttu upp mjólkurbú fyrst þar sem þéttbýli var mest og samgöngur bestar, þ.e. nágrenni Reykjavíkur, og síðar í nágrenni Akureyri og á Eyjafjarðarsvæðinu og eftir það í hinum dreifðari byggðum. Viss opinber stuðningur við stofnsetningu mjólkurbúa og auknar heilbrigðiskröfur til mjólkurvinnslu og –afurða, sem auðvitað var auðveldara að mæta í sérhæfðum mjólkurbúum en einstökum bóndabýlum ýttu enn frekar undir þessa þróun. Afleiðingin var fjölgun mjólkurbúa og dreifing þeirra um allt land á árunum 1920-70.

mjólkurbýla um og yfir milljón lítrar á ári. Meðalframleiðsla þeirra árið 1992 var hins vegar vel innan við 0.075 milljón lítra ári og var enn aðeins um 0.275 milljón lítrar 2019 (Birgir Þ. Runólfsson 2020).

¹⁵ Þ.e. fjálsu samningsverði milli aðila.

Ekki verður annað séð en að sömu aflavakar hafi leitt til gagnstæðrar þróunar eftir 1970. Þegar fram í sótti urðu stöðugt bættar samgöngur ásamt vaxandi stærðarhagkvæmni í mjólkurvinnslu vegna véltengdra tækniframfara til þess að gera enn stærri mjólkurbú hagkvæmari. Þá hófst skeið fækkunar mjólkurbúa og samruna þeirra í stærri fyrirtæki, sem enn stendur yfir. Grunnaflvakinn var sem fyrr viðleitni til að ná meiri hagkvæmni í vinnslu og dreifingu í því skyni að hækka skilaverð til bænda sem voru eigendur mjólkurbúanna. Vissar tilfæringar af opinberri hálfu m.a. hið framseljanlega greiðslumarkskerfi frá 1992 en þó enn frekar lög nr. 85/2004, sem leyfðu að vissu marki samvinnu og samruna mjólkurbúa, greiddu enn frekar fyrir þessari þróun.

Samkvæmt þessari kenningu voru helstu aflavakar þróunarinnar viðleitni bænda til að bæta hag sinn, stærðarhagkvæmni í mjólkurvinnslu og aukið þéttbýli og bættar samgöngur sem gerðu bændum kleift að nýta stærðarhagkvæmnina. Framan af leiddi aukið þéttbýli og bættar samgöngur til þess að mjólkurbú urðu hagkvæm víða um landið og þeim fjölgaði. Er á leið og þéttbýli óx enn og samgöngur urðu enn betri, varð hagkvæmara að sameina mjólkurbú og þeim fækkaði. Þannig urðu aukið þéttbýli og bættar samgöngur í upphafi til að fjölga mjólkurbúum og síðar til að fækka þeim aftur og stækka þau. Aðalatriðunum í þessari kenningu má lýsa með einfaldri skematískri mynd (mynd 2.4).

Mynd 2.4 er ætlað að lýsa landsvæði með bóndabæjum sem framleiða mjólk (þ.e. kúabúum) dreifðum um svæðið. Í upphafi eru samgöngur lélegar og markaðseftirspurn lítil (vegna lítils þéttbýlis) og hin hagkvæmu rekstrarsvæði mjólkurvinnslu takmarkast við hvert kúabú fyrir sig.

Síðar, er samgöngur hafa batnað (og/eða markaðseftirspurn hefur vaxið) verður hið hagkvæma rekstrarsvæði

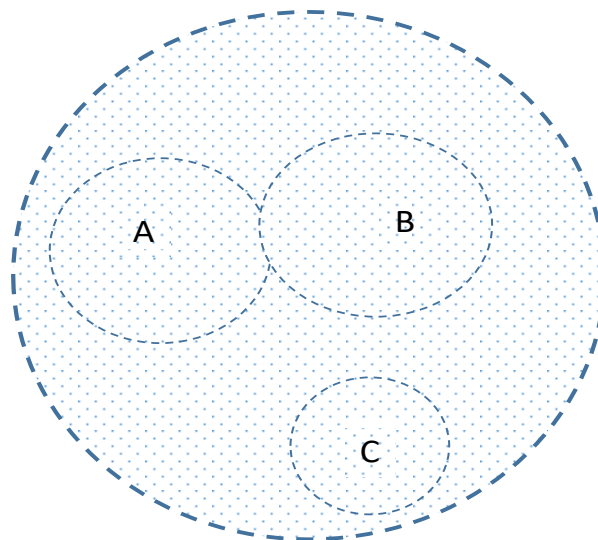
mjólkurvinnslunnar stærra og mjólkurbú myndast í punktunum A, B og C sem hverjir fyrir sig hafa hagkvæm aðdráttarsvæði mjólkur sem táknuð eru með mjóum punktalínum. Á þessu skeiði fjölgar mjólkurbúum. Takið eftir að hagkvæm rekstrarsvæði búa A og B skerast en hið hagkvæma rekstrarsvæði bús C er fjarlægara. Takið einnig eftir að í myndinni eru einhver kúabú enn utan hinna hagkvæmu aðdráttarsvæða og vinna því sína mjólk heima.

Enn síðar er samgöngur hafa batnað enn frekar (og/eða markaðseftirspurn vaxið) hefur hið hagkvæma aðdráttarsvæði víkkað í það að umlykja A, B og C eins og sýnt er

Mynd 2.4

Mjólkurbú: Hagkvæm rekstrarsvæði

(Hagkvæm rekstrarsvæði í upphafi: Hvert mjólkurbýli .
Hagkvæm rekstrarsvæði síðar: Mjó slitin lína.
Hagkvæmt rekstrarsvæði enn síðar: Breið slitin lína.)



með ytri hringnum auk þeirra mjólkurbýla sem áður unnu sína eigin mjólk. Það verður því tilhneiging til að mjólkurbúin þrjú sameinist í eitt og jafnframt að allir mjólkurbændur á svæðinu hafi viðskipti við þetta mjólkurbú. Þetta er með öðrum orðum skeið fækkunar mjólkurbúa og þess að þorri kúabúa leggi inn mjólk sína í hinu stóra mjólkurbú.

Ofangreind kenning miðast við hlutlæg framleiðsluskilyrði, þéttbýlismyndun og samgöngubætur. Í henni er lítið rúm fyrir opinber afskipti. Þó er ljóst að hið opinbera getur komið í veg þá þróun sem kenningin lýsir t.d. með því að banna samruna og stækkun mjólkurbúa eða með stuðningi við lítil mjólkurbú. Hið opinbera getur einnig seinkað þróuninni með stuðningi við smábýlaframleiðslu á mjólk sem víðast um landið. Ætla má að opinber afskipti af mjólkurgeiranum fram á áttunda tug 20. aldarinnar hafi einmitt virkað í þessa átt. Með framseljanlega greiðslumarkskerfinu frá 1992 og enn frekar lagabreytingunni 2004 (l. nr. 85/2004) voru hindranir af þessu tagi hins vegar lækkaðar verulega. Þá er þess að geta að styrkir til úreldingar mjólkurbúa sem veittir voru í framhaldi af áliti svokallaðrar Sjömannanefndar 1991 (sjá t.d. Dagblaðið Vísi 1992) hafa uglaust hraðað úreldingu sumra þeirra og/eða samruna við stærri mjólkurbú (Bændablaðið 1993).

2.8 Hvert stefnir?

Vinnslustöðum mjólkur hefur fækkað mjög (mynd 2.1). Þær hafa jafnframt orðið miklu stærri að meðaltali (mynd 2.3). Þetta vekur spurningu um það hvert þessi þróun stefni.

Samkvæmt kenningunni hér að ofan eiga fjórir aflvakar; leit að hagkvæmni, vannýtt stærðarhagkvæmni í mjólkurvinnslu, þéttbýlismyndun og bætтар samgöngur mestan þátt í þróuninni til þessa. Því má ætla að þróunin í átt að færri og stærri vinnslustöðvum haldi áfram á meðan þessir aflvakar eru enn til staðar.

Ólíklegt virðist að draga muni úr viðleitni mjólkurbænda, eigenda mjólkurvinnslustöðvanna, til að auka hagkvæmni í mjólkurvinnslu og bæta þannig hag sinn. Við þennan hvata bætist einnig þrýstingur neytenda og smásala á að fá mjólkurafurðir á lægra verði.

Þá er ljóst er að mikið vantar upp á að íslenskar mjólkurvinnslustöðvar hafi náð hagkvæmstu framleiðslustærð. Samkvæmt fyrirliggjandi upplýsingum um mjólkurvinnslustöðvar erlendis (sjá t.d. FAO 2009) er meðalstærð þeirra víða miklu meiri en hér á landi. Eftirfarandi tafla (tafla 2.1) sýnir meðalstærð (afkastageta) mjólkurvinnslustöðva í smjör- og ostaframleiðslu í nokkrum löndum.

Tafla 2.1 Meðalafkastageta mjólkurvinnslustöðva (Milljón lítrar á ári. Heimild: FAO 2009)		
	Smjörvinnsla	Ostavinnsla
Holland	190.5	256.9
Danmörk	50.0	92.6
Nýja Sjáland	309.1	325.5
USA	74.6	99.8
Írland	101.8	124.8

Eins og sjá má er meðalafkastageta þessara mjólkurvinnslustöðva frá 50 milljón lítrum á ári (Danmörk) upp í yfir 300 milljón lítra (Nýja Sjáland). Meðalstærð innlendra mjólkurvinnslustöðva er hins vegar undir 30 milljón lítrum.¹⁶ Ganga má að því vísu að meðalstærð mjólkurvinnslustöðva erlendis sé ekki yfir tæknilega hagkvæmustu stærð. Því má afar líklegt telja að mikið vanti upp á að íslenskar mjólkurvinnslustöðvar hafi náð hagkvæmstu stærð.

Ennfremur má fullvíst telja að íslenskt samgöngukerfi muni halda áfram að batna. Það er nú miklu lakara en gengur og gerist annars staðar á vesturlöndum og stjórnvöld hafa markað þá stefnu að færa það nær erlendum kröfum á komandi árum.

Niðurstaðan er því sú að sömu öfl og hafa leitt til færri, stærri og sérhæfðari mjólkurvinnslustöðva á undanförunum áratugum séu enn að verki og muni þrýsta á frekari þróun í sömu átt. Það eru hins vegar viss tæknileg mörk fyrir því hvað þessi þróun getur gengið langt. Heildarframleiðsla mjólkur á Íslandi er innan við 160 milljón lítrar á ári og mjólkurvinnslustöðvar eru nú einungis sex.¹⁷ Vegna sérhæfingar í afurðavinnslu og markaðsaðstæðna virðist ólíklegt að þær verði geti orðið færri en tvær til þrjár. Þær gætu hins vegar verið reknar af einu fyrirtæki.

¹⁶ Rétt er að taka fram að öll löndin í töflu 2.1 að Bandaríkjunum undanskildum framleiða mjólkurafurðir til útflutnings.

¹⁷ Örstöðvarnar þrjár; Arna, Biobú og Rjómabúið að Erpsstöðum eru þá ekki meðtaldar. Þá ber þess að geta að Mjólkurbú MS í Reykjavíkur er nú einungis dreifingarmiðstöð og vinnur enga mjólk. Eignilegar mjólkurvinnslustöðvar eru nú einungis fimm.

3. Framleiðni og framleiðnimælikvarðar

Framleiðni (e. productivity) er mikilvægt hugtak í framleiðslu- og hagvaxtarfræðum (sjá t.d. Coelli et al. 1998, Hulten 2001, Jorgensen 2009). Í sinni einföldustu mynd er framleiðni mælikvarði á skilvirkni í framleiðslu, þ.e. hversu mikið af afurðum fæst úr tilteknu magni aðfanga. Því meira sem magn afurðanna er, að gefnu magni aðfanga, þeim mun meiri er framleiðnin.

Aukin framleiðni er efnahagslega (og samfélagslega) eftirsóknarverð vegna þess að hún merkir að meiri hrein framleiðsla, þ.e. virðisauki, er til skiptanna milli framleiðslupáttanna vinnuafis og fjármagns. Haldist hlutdeildir vinnuafis og fjármagns¹⁸ í virðisaukanum óbreyttar munu laun breytast um sama hlutfall og framleiðnin (sjá nánar viðauka C).¹⁹ Með því að aukin framleiðni skapar (eða a.m.k. getur skapað) aukinn virðisauka í hagkerfinu er hún sömuleiðis önnur meginuppspretta hagvaxtar á mann – hin meginuppsprettan er fjárfesting. Af þessum tveimur ástæðum beinist athyglin í efnahagsmálum iðulega að framleiðniþróun bæði í einstökum atvinnugreinum og hagkerfinu í heild. Í þessu samhengi er vert að hafa í huga að framleiðnibreytingar og svokallaðar tæknibreytingar (e. technical change) í hagvaxtarfræðum eru eitt og hið sama (sjá t.d. Solow 1957 og OECD 2001).

Vegna þess að framleiðnibreytingar eru breytingar í framleiðslu (magni eða virði) sem ekki er unnt að rekja til breyttrar notkunar aðfanga er stundum litið svo á að framleiðni sé sá hluti af framleiðslunni sem við getum ekki útskýrt (sjá t.d. Hulten 2001). Þetta hefur orðið sumum rannsakendum undir forystu Jorgenson and Grilliches tilefni til að halda því fram að framleiðniaukning stafi í rauninni af því að sum aðföng hafi ekki verið nægilega vel mæld og önnur jafnvel ekki einu sinni verið tekin með í reikninginn. Hafa þeir í framhaldinu freistað þess að útskýra meinta framleiðniaukningu með betri mælingum á aðföngum (sjá t.d. Jorgenson and Grilliches 1967). Þessi afstaða þeirra Jorgenson and Grilliches er þó umdeild og empírískar mælingar þeirra hafa verið gagnrýndar og leiðréttar af ýmsum (sjá t.d. Denison 1969, Hulten 2001).

Vegna þess að framleiðni hefur ekki náttúrulega mælieiningu getur notandinn valið grunnildi hennar. Að þessu grunnildi völdu má finna framleiðni á hverjum tíma sem summu þeirra framleiðnibreytinga sem orðið hafa til þess tíma. Að þessu leyti er framleiðni eins og vísitala.

3.1 Framleiðni: Grundvallaratriði

Grunnhugsuninni í aukinni framleiðni er unnt að lýsa með myndrænum hætti með einföldum línuritum í rúmi hreinnar aðfanga og afurða (þ.e. virðisauka).²⁰

¹⁸ Hlutdeild fjármagnsins skiptist í meginatriðum milli eigenda fyrirtækjanna, þeirra sem hafa lánað þeim fé og hins opinbera skattheimtumanns.

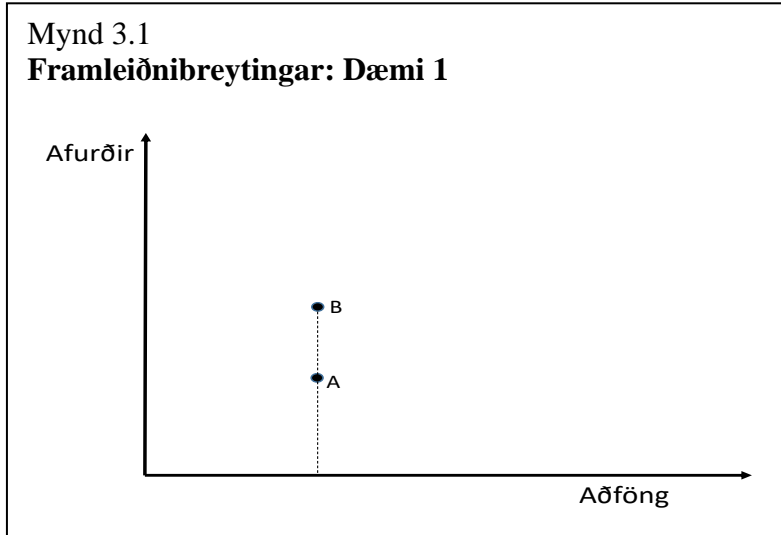
¹⁹ Þetta er sannleikskornið í þeirri algengu fullyrðingu að aukin framleiðni sé forsenda raunlaunahækkana. Málið er þó talsvert flóknara í reynd eins og rakið er í viðauka C.

²⁰ Þegar talað er um afurðir í þessum kafla er ætíð átt við hreinar afurðir, þ.e. virðisauka.

Einfaldasta myndræn framsetning á framleiðniaukningu er í mynd 3.1. Í myndinni eru tvö hnit; A og B. Hvort þessara hnita lýsir vissu sambandi aðfanga og afurða. Því köllum við þau framleiðsluhnit. Takið eftir að hnitin A og B hafa mismunandi afurðamagn en sama magn aðfanga.

Gerum nú ráð fyrir að A sé upphaflega framleiðsluhnitið. Framleiðsluhnit B hefur sömu aðföng en meiri afurðir. Framleiðni er því meiri í B en A. Í þessu dæmi má mæla framleiðniaukninguna sem lóðréttu mismuninn B-A. Hlutfallsleg framleiðniaukning er þá $(B-A)/A$.

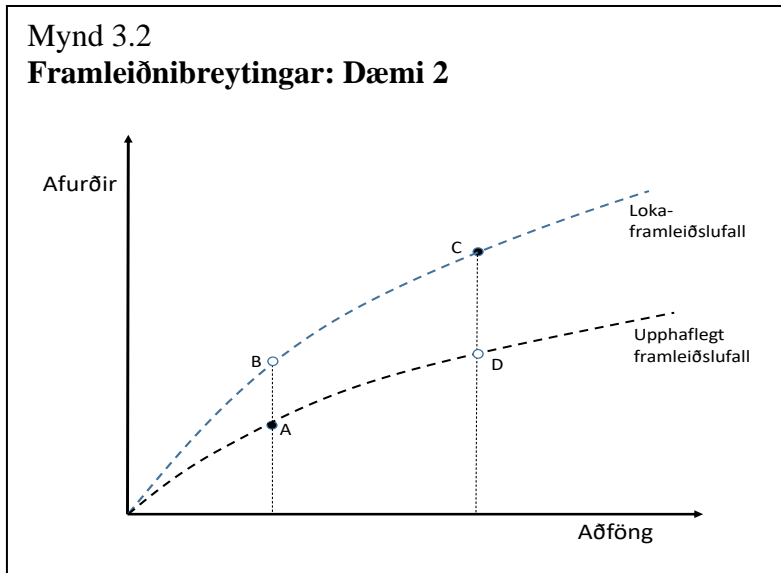
Sé B hins vegar upphaflega framleiðsluhnitið og A lokahnitið er augljóslega um framleiðniminnkun að ræða, og þá minnkun má mæla sem $-(B-A)/A$. Þetta sýnir að framleiðnibreyting getur bæði verið jákvæð (aukning) og neikvæð (minnkun).



Raunveruleikinn er sjaldan svo þægilegur að framleiðsla á tveimur tímupunktum noti nákvæmlega sama magn aðfanga eins og í mynd 3.1. Miklu líklegra er að síðara framleiðsluhnitið sé eins og C í mynd 3.2 þar sem bæði afurða- og aðfangamagn hafa breyst. Framleiðniaukningin er þá augljóslega ekki lóðrétti mismunurinn C-A, því að aðföngin eru mismunandi. Til að mæla framleiðniaukninguna (eða -minnkunina) er nauðsynlegt að hafa þekkingu á svokölluðu framleiðslufalli. Framleiðslufallið er fallsamband sem lýsir samhenginu á milli aðfanga og afurða. Formlega er þetta fall oft ritað

$$y=Y(x,\phi),$$

þar sem y táknar magn afurðanna, x notkun aðfanga og ϕ framleiðni (sjá nánar viðauka A). Áhrif framleiðnibreytinga eru þá að hnika framleiðslufallinu upp eða, eftir atvikum, niður í rúmi aðfanga-afurða.



Þessu er lýst með myndrænum hætti í mynd 3.2. Upphaflega framleiðslufallið liggur í gegn um upphaflega framleiðsluhnitid A. Lokaframleiðslufallið, sem framleiðniaukning, hefur svipt upp á við, liggur í gegn um lokaframleiðsluhnitid C. Framleiðniaukninguna má þá mæla sem mismuninn á C og þeim afurðum sem fengist hefðu með notkun sama magns aðfanga samkvæmt upphaflega framleiðslufallinu, þ.e. ímyndaða framleiðsluhnitsins D.²¹

Af dæminu í mynd 3.2 getum við dregið tvær mikilsverðar ályktanir. Í fyrsta lagi er ekki unnt að mæla framleiðnibreytingu án tilvísunar í viðkomandi framleiðslufall a.m.k. yfir viðeigandi bil aðfanga. Í öðru lagi sjáum að framleiðnibreyting er í rauninni tilfærsla framleiðslufalla í rúmi aðfanga-afurða.²²

3.2 Útvíkkun: Mörg aðföng, margar afurðir

Raunveruleg framleiðsla er nánast alltaf miklu margþættari en myndir 3.1 og 3.2 gefa til kynna. Þar skipir mestu að í raunverulegri framleiðslu er yfirleitt um að ræða mörg aðföng og margar afurðir. Til að unnt sé að meta framleiðnibreytingar er því nauðsynlegt að vega aðföngin saman í eitt samsett aðfang og afurðirnar í eina samsett afurð. Hagfræðileg greining sýnir að viðeigandi vogtölur í þessu skyni eru hlutfallsleg verðmæti þessara stærða (sjá t.d. Solow 1957). Séu markaðir sæmilega virkir eru markaðsverð góður mælikvarði á þessi hlutfallslegu verðmæti. Fræðilega öflug aðferð til að nota hlutfallsleg verðmæti til að vega saman mismunandi afurðir eða aðföng kallast Divisia vísitala (eftir franska hagfræðingnum Francois Divisia sem setti hann fram fyrstur manna árið 1926). Erwin Diewert hefur sýnt fram á að Divisia vísitölur hafa fræðilega yfirburði yfir aðrar þekktar vísitölur (Diewert 1976). Hlutfallið á milli Divisia vísitölu afurðanna og Divisia vísitölu aðfanganna er þá mælikvarði á framleiðni.

Þegar um er að ræða margar afurðir og/eða aðföng er því óhjákvæmilegt að byggja mat á framleiðni á verðmæti viðkomandi aðfanga og afurða. Af því er ljóst að metin framleiðni er ekki aðeins tæknilegt samband á milli aðfanga og afurða. Það er jafnframt og ekki síður háð virði þessara stærða, þ.e. einingarverði þeirra. Því er það að framleiðni minnkar að öðru jöfnu þegar raunverð afurð lækkar og öfugt, jafnvel þótt magn afurða og aðfanga hafi ekkert breyst. Sama máli gegnir um breytingar á raunverði aðfanga.

Frá þessu sjónarhorni er skilvirkni í framleiðslu, þ.e. framleiðni, mælikvarði á hversu mikið virði afurða fæst úr tilteknu virði aðfanga. Því stærri sem þessi munur er þeim mun meiri er framleiðnin.

3.3 Hvað skapar framleiðniaukningu?

Sem fyrr getur er framleiðni mælikvarði á það virði afurða sem fæst úr tilteknum aðföngum.²³ Framleiðniaukning á sér stað ef meira virði afurða fæst með sömu notkun aðfanga. Þetta vekur

²¹ Hana má auðvitað einnig mæla sem mismuninn ímyndaða framleiðsluhnitinu B og upphaflega framleiðsluhnitinu A.

²² Þessi atriði og fleiri eru útskýrð með miklu formlegri hætti í viðauka A við þessa skýrslu.

²³ Ef afurðin er aðeins ein er unnt að nota magn hennar í stað virðis. Sama máli gegnir um aðföngin.

spurningu um hvað það sé sem skapar þessa framleiðsluaukningu. Svarið er að það getur verið fjölmargt (sjá t.d. Harberger 1998). Verður nú dregið á nokkur af þessum atriðum.

Gæði aðfanga

Bætt gæði aðfanga, t.a.m. aukin menntun og þjálfun vinnuafslsins, betri vélbúnaður, húsakostur og aðrir fjármunir í framleiðslunni leiða að öðru jöfnu til framleiðniaukningar. Augljóst er að séu vélar betri en áður mun framleiðsla þeirra á hverja vélareiningu vera meiri að öðru jöfnu. Sama má segja um vinnuafli. Hæfara vinnuafli framleiðir að öðru jöfnu meira á hverja unna vinnustund.²⁴

Bætt gæði framleiðsluþáttanna, sérstaklega fjármuna, eru oft kennd við tækniframfarir. Tækniframfarir eru þó víðfeðmari. Þær birtast t.a.m. iðulega í algerlega nýjum aðferðum og samsvarandi vélbúnaði. Gufuvélin, ljósaperan og örgjörvinn eru dæmi um slíkar tækniframfarir.

Bætt framleiðsluskipulag

Bætt skipulag framleiðslunnar þannig að vinnuafli og fjármunir nýtist betur eykur framleiðslu án þess að aðföng vaxi. Það skapar með öðrum orðum framleiðniaukningu. Umræddar skipulagsbætur geta orðið með ýmsum hætti. Ein er sú að raða vélum upp með haganlegri hætti í framleiðslukeðjunni. Önnur er að skipuleggja betur hvernig starfsfólk gengur til verka og bæta þannig verkaskiptingu og minnka „dauðan tíma“. Endurhönnun framleiðsluferlisins í heild getur einnig aukið framleiðslu á aðfangaeiningu. Sama máli gegnir um samvinnu vinnslustöðva (verksmiðja) innan fyrirtækisins og bætt verkaskiptingu þeirra á milli.

Bætt samsetning afurða

Þegar afurðir eru fleiri en ein, hver með sína eftirspurn og framleiðslukostnað er unnt að auka hreint virði framleiðslunnar með því að velja hagkvæmari afurðasamsetningu (e. product mix) með tilliti til bæði eftirspurnar og framleiðslukostnaðar. Slík hagfærsla er gjarnan tæknilega flókin og krefst öflugrar stjórnunar.

Bætt markaðssetning

Markaðssetning krefst auðvitað aðfanga bæði vinnuafsls og fjármagns. Auk þessara mælanlegu aðfanga getur markaðssetning auðvitað verið missnjöll og árangursrík. Frjálsari alþjóðaviðskipti (oft nefnd heimsvæðingin, e. globalization) skapa aukin tækifæri til markaðssetningar og þar með framleiðniaukningar.

²⁴ Gæðabreytingar aðfanga eru kjarninn í mismunandi mælingum Jorgenson and Grilliches (1967) annars vegar og Denisons (1962), Solows (1957) og Kuznets (1971) hins vegar á framleiðniþróun í Bandaríkjunum. Með því að leiðrétta aðföng fyrir gæðabreytingum tókst Jorgenson and Grilliches að lækka hinn mælda framleiðnivöxt verulega. Hinir höfundarnir kusu hins vegar að líta á gæðabreytingarnar sem hluta af framleiðniþróuninni sem þeir mældu þá að sama skapi meiri. Þetta ágreiningur er augljósslega fyrst og fremst um hvernig skuli skýrgreina framleiðniþróun og er að því leyti deila um keisarans skegg.

Hagkvæmara framleiðslumagn

Hlutfallið milli virðis afurða og aðfanga, þ.e. framleiðni, er jafnan háð því hvað mikið er framleitt. Því er stundum unnt að auka framleiðni með því einu að færa framleiðslumagnið í hagkvæmari stöðu. Ýmsar ástæður geta verið fyrir því að ekki sé framleitt í hagkvæmustu stöðu, t.d. tímabundnar eftirspurnarbreytingar eða framleiðslutakmarkanir og auðvitað mistök stjórnenda. Sé framleiðslumagn fært í hagkvæmari stöðu verður framleiðniaukning.

Bætt stjórnun

Flest af þeim atriðum sem rakin eru hér að ofan má í rauninni flokka undir betri stjórnun. Frá því sjónarhorni má því ætla að stóran hluta af aukinni framleiðni megi rekja til bættrar stjórnunar. Bætt stjórnun getur sömuleiðis aukið framleiðni með beinum hætti. Svokölluð mannauðsstjórnun getur leitt til meiri starfsánægju og þar með meiri afkasta á starfsmann. Betri ákvarðanir um fjárfestingar og aðrar stjórnunarákvarðanir eru sömuleiðis fallnar til að auka afrakstur (tekjur á kostnaðareiningu) og þar með framleiðni.

4. Mat á framleiðni

Í framleiðsluhagfræði (sjá t.d. Varian 1984) er virðisauki skýrgreindur sem þau verðmæti sem til staðar eru að framleiðslu lokinni umfram þau sem byrjað er með.²⁵ Til að skapa virðisauka þarf vinnuafli og fjármuni auk fjölmargra annarra aðfanga sem eyðast við framleiðsluna og eru því ekki hluti af virðisaukanum. Virðisauki umfram það sem unnt er að rekja til vinnuafli og fjármagns er skýrgreindur sem framleiðni (Solow 1957, Jorgenson and Griliches 1967, Hulten 2001). Þessu samhengi er gjarnan lýst með framleiðslufallinu

$$(4.1) \quad y=Y(l,k,\phi),$$

þar sem y táknar virðisaukann, l og k notkun vinnuafli og fjármagns²⁶ í framleiðslunni og ϕ framleiðni.²⁷

Grundvallaratriði í framleiðni-fræðum eru rakin í kafla 3 og viðauka A. Ein af niðurstöðum þeirra fræða er að svokölluð einsþáttarframleiðni, þar sem reiknaður er virðisauki á eitthvað tiltekið aðfang, eins og t.d. vinnuafli, sé í besta falli ófullkominn mælikvarði á framleiðni og geti hæglega verið villandi. Í stað einsþáttarframleiðni er mælt með notkun svokallaðrar heildarþáttaframleiðni (e. total factor productivity) þar sem tekið er tillit til allra framleiðsluþáttanna (þ.e. vinnuafli og fjármagns í líkingu (4.1)) samtímis.²⁸

Heildarþáttaframleiðni má skýrgreina formlega (sjá viðauka A) sem

$$(4.2) \quad \phi \equiv y/X,$$

þar sem y táknar sem fyrr virðisauka og X viðeigandi mælikvarði á aðföngin. Til að mæla framleiðni er því nauðsynlegt að afla gagna um virðisaukann, y , framleiðsluþættina, l og k í líkingu (4.1), og velja viðeigandi sameiginlegan mælikvarði, X , fyrir þá.

Til að meta framleiðniþróun eru í megindrátum tvær aðferðir, *stikafríar* aðferðir og *stikaðar* aðferðir (sjá viðauka A). Báðar aðferðirnar fela í sér mat á framleiðslufallinu, (4.2). Stikafríu aðferðirnar²⁹ gera það með óbeinum hætti og koma sér þannig hjá því að þurfa að velja ákveðið form framleiðslufallsins og meta stuðla þess. Stikafríu aðferðirnar eru að þessu leyti traustari (e. more robust) og því algengari við hefðbundnar framleiðnimælingar (OECD 2001). Stikuðu aðferðirnar fela í sér beint mat á einhverju tilteknu formi framleiðslufallsins og þar á meðal framleiðnistuðlinum ϕ .

²⁵ Vert er að hafa í huga að þegar framleiðslunni lýkur kann virðisaukinn að hafa reynst neikvæður.

²⁶ Rétt er að hafa í huga að bæði vinnuafli og fjármagn eru yfirleitt ekki einsleit fyrirbæri heldur safn mismunandi eininga.

²⁷ Þegar náttúruauðlindir eru veigamikill þáttur í framleiðslunni, sem ekki er í mjólkurvinnslu, er framleiðslufallið gjarnan ritað $y=Y(l,k,x,\phi)$, þar sem x táknar notkun náttúruauðlinda.

²⁸ Þegar framleiðsluþættirnir eru einungis tveir eins og í jöfnu (4.1), þ.e. vinnuafli og fjármagn, er jöfnum höndum talað um tvíþáttaframleiðni.

²⁹ Oft kenndar við „growth accounting“

4.1 Gögnin

Til að meta framleiðni í mjólkurvinnslu á Íslandi og þróun hennar hafa verið dregin saman tímaraðagögn um (i) virðisauka, (ii) notkun vinnuafls og (iii) notkun fjármagns í greininni auk (iv) hlutdeilda vinnuafls og fjármagns í virðisaukanum. Síðasttöldu gögnin eru nauðsynleg til að finna viðeigandi sameiginlegan mælikvarða fyrir vinnuafll og fjármagn, þ.e. *X* í líkingu (4.2) (sjá nánar viðauka A). Gagnasafn þetta nær yfir tímabilið 2000-2018, þ.e. 19 ár. Yfirlit yfir gögnin er að finna í Viðauka E.

Gagnasafn þetta nær einungis til þess hluta mjólkurvinnslunnar sem nú er innan samvinnufélagsins Auðhumlu og þeirra mjólkurvinnslufyrirtækja sem sameinuðust í Auðhumlu svf. í upphafi árs 2007, en það voru öll helstu mjólkurvinnslufyrirtæki landsins að Kaupfélagi Skagfirðinga undanskyldu.³⁰ Samanlagt unnu þessi fyrirtæki nálægt 90% af þeirri hrámjólk sem unnin var á Íslandi á gagnatímabilinu.

Gögnin byggjast í ríkum mæli á upplýsingum úr rekstrar- og efnahagsreikningum umræddra fyrirtækja. Ársreikningar Auðhumlu eru notaðir fyrir tímabilið 2006-18. Fyrir tímabilið 2000-2005 er byggt á ársreikningum þeirra fyrirtækja sem síðar mynduðu Auðhumlu. Hvað þetta snertir er að langmestu leyti notast við þau rekstrar- og efnahagsyfirlit sem endurskoðunarfyrirtækið Deloitte vann upp úr þessum rekstrarreikningum fyrir landbúnaðarráðuneytið (Deloitte 1999-2005). Til að fylla í glöppur í þeim yfirlitum var þó einnig leitað beint í ársreikninga viðkomandi fyrirtækja. Upplýsingar um vinnuaflsnotkun fengust úr yfirlitum sem tekin hafa verið saman innan vébanda MS á grundvelli upplýsinga frá fyrirtækjunum sjálfum (Pálmi Vilhjálmsson og Bjarni R. Brynjólfsson 2020).

Akkilesarhæll framleiðnimælinga er jafnan ófullkomin gögn. Þetta gagnasafn er engin undantekning. Þar sem þessi gögn byggjast milliliðalítið á upplýsingum frá fyrirtækjunum sjálfum eru þau hins vegar væntanlega ekki lakari og e.t.v. traustari en gengur og gerist í öðrum framleiðniathugunum.

Virðisauki

Virðisaukinn er mældur sem summa launa og hagnaðar eftir afskriftir en fyrir vexti og skatta. Vextir (fjármagnskostnaður) eru með öðrum orðum taldir hluti af hlutdeild fjármagnsins.

Helsta vandamálið við þennan mælikvarða sem mat á hagrænum virðisauka er að á gagnatímabilinu ræðst virðisaukinn mjög af opinberum ákvörðunum um verð á hrámjólk og helstu afurðum mjólkurvinnslunnar.³¹ Enda þótt ekki sé ástæða sé til að ætla að þessar verðákvæðanir víki, þegar til lengri tíma er litið, mikið frá þeim jafnvægisverðum sem ella myndu hafa myndast á markaðnum, geta þær gert það til skemmri tíma. Þar við bætist að oft líður tiltölulega langur tími milli opinberra verðákvæðana, misseri og jafnvel ár. Afleiðingin þessa

³⁰ Auk þeirra er um að ræða fáein mjólkurvinnslufyrirtæki í einkaeigu, en framleiðsla þeirra var og er hverfandi.

³¹ Um þessi verð og áhrif þeirra á mælda framleiðni er nánar fjallað í kafla 5 í skýrslunni.

ásamt breytilegri verðbólgu er að hinn mældi virðisauki samkvæmt gögnunum er iðulega nokkuð sveiflukennur milli ára (sjá mynd 4.1) og verulega umfram það sem hin hagrænu grunnsamhengi gefa tilefni til að ætla.

Vinnuafli

Vinnuaflið er mælt sem fjöldi manna á launum við mjólkurvinnslu. Þessum gögnum hefur verið safnað saman af starfsmönnum MS með yfirferð yfir launabókhald mjólkurvinnslufyrirtækjanna (sjá Pálmi Vilhjálmsson og Bjarni Brynjólfsson 2020).

Í framleiðniþæðum eiga vinnuafli og önnur aðföng að endurspeglar það sem notað er fremur en það sem greitt er fyrir. Þessi munur kann að vera einhver í þessum gögnum um vinnuafli en er ekki talinn verulegur.

Fjármagn

Fjármagn er í þessari athugun mælt með tvennum hætti. Annar mælikvarðinn er framleiðslufjármunir, þ.e. fasteignir, vélar og tæki, sem notaðir eru við framleiðsluna. Þessir framleiðslufjármunir eru samkvæmt eignahlið efnahagsreiknings þar sem þeir eru í megindrátum mældir sem innkaupsverð að frádregnum afskriftum. Hinn mælikvarðinn er heildarfjármagnið í rekstrinum, þ.e. summa skulda og eigin fjár samkvæmt skuldahlið efnahagsreikningsins. Þessi mælikvarði er í megindrátum summa fjármuna og fjáreigna og er því víðari en sá fyrri. Fræðileg hagfræði sker ekki úr um hvor mælikvarðinn er meira viðeigandi.³²

Mælingar á fjármagni eru viðvarandi vandamál í hagnýtri hagfræði. Þær eru yfirleitt stærsti veikleikinn í gögnum til framleiðnimælinga (sjá t.d. OECD 2001). Þetta á einnig við um þær mælingar á framleiðni í mjólkurvinnslu sem hér er gerð grein fyrir. Bókfærðir fjármunir eru sem fyrr greindir í aðalatriðum innkaupsverð að frádregnum uppsöfnuðum afskriftum. Afskriftirnar eru að mestu samkvæmt skattalögum. Afleiðingin er að þetta mat á virði fjármuna, sem kann að vera rétt í upphafi, fer afvega með tímanum. Þessu er iðulega mætt með endurmati fjármuna með allmargra ára millibili. Í framhaldinu verða gjarnan stökk í bókfærðu virði fjármunanna sem ekki endurspeglar breytingar í raunverulegum framleiðslufjármunum. Þetta gerðist í reikningum Auðhumlu svf. árið 2017 þegar bókfært virði fjármuna hækkaði um tæplega 70% (sjá mynd 4.2) án þess að nokkrar sérstakar fjárfestingar hafi átt sér stað. Þar sem fjármunir eru stærsti hluti heildarfjár eru sömu vankantar við mælingar á heildarfé.

Við ofangreint bætist að það fjármagn sem notað er það sem skiptir máli við mat á framleiðni en ekki það fjármagn sem til staðar er. Þar sem fjármagn er stöðustærð er ekki auðvelt að auka það og minnka eftir þörfum. Því getur orðið verulegur munur á því fjármagni sem til staðar er og því sem notað er. Um notkun/nýtingu þess fjármagns sem bókfært er höfum við því miður engar upplýsingar.

³² Í hefðbundnum framleiðslufræðum er það einungis hið áþreifanlega fjármagn, þ.e. fjármunirnir, sem skapa framleiðslu. Í nútíma framleiðslufræðum eru fjáreignir einnig talinn mikilvægur framleiðsluþáttur.

Hlutdeildir vinnuafls og fjármagns

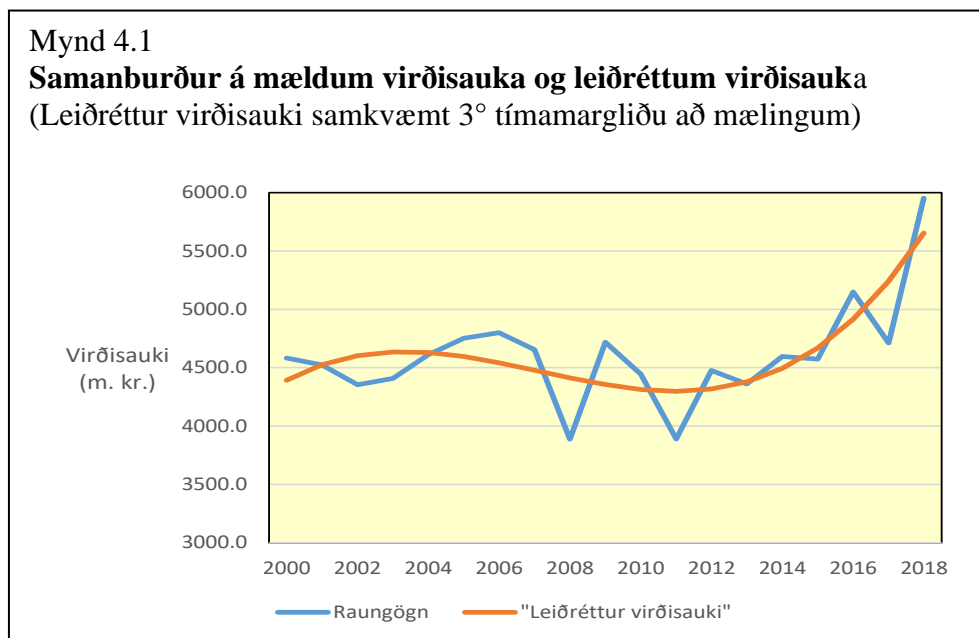
Vinnulaun í ársreikningum fyrirtækjanna eru sámlægt áreiðanlegur mælikvarði á endurgjald vinnuaflsins. Afgangurinn af virðisaukanum hlýtur þá að vera endurgjald fjármagnsins.³³ Hlutdeildirnar eru hlutfall þessara stærða og virðisaukans. Þetta þýðir að skekkjur í mælingu á virðisaukanum munu einnig í skekkja matið á þessum hlutdeildum.³⁴

Staðvirðing

Allar virðistöður í gögnunum, þ.e. virðisaukinn og mælikvarðarnir tveir fyrir fjármagn, eru færðar á fast verðlag 2018 með hjálp vísstölu neysluverðs.

4.2 Leiðrétt gögn

Gerð hefur verið tilraun til að lagfæra stærstu vankanta gagnanna. Til að draga úr hinum ýkjukenndu sveiflum í hinum mældu virðisauka hefur verið felld 3. gráðu tímamargliða að mælingunum.³⁵ Niðurstaðan, sem kölluð er "leiðréttur virðisauki", er mun reglulegri en sá óleiðrétti eins og sýnt er í línuritnu í mynd 4.1.

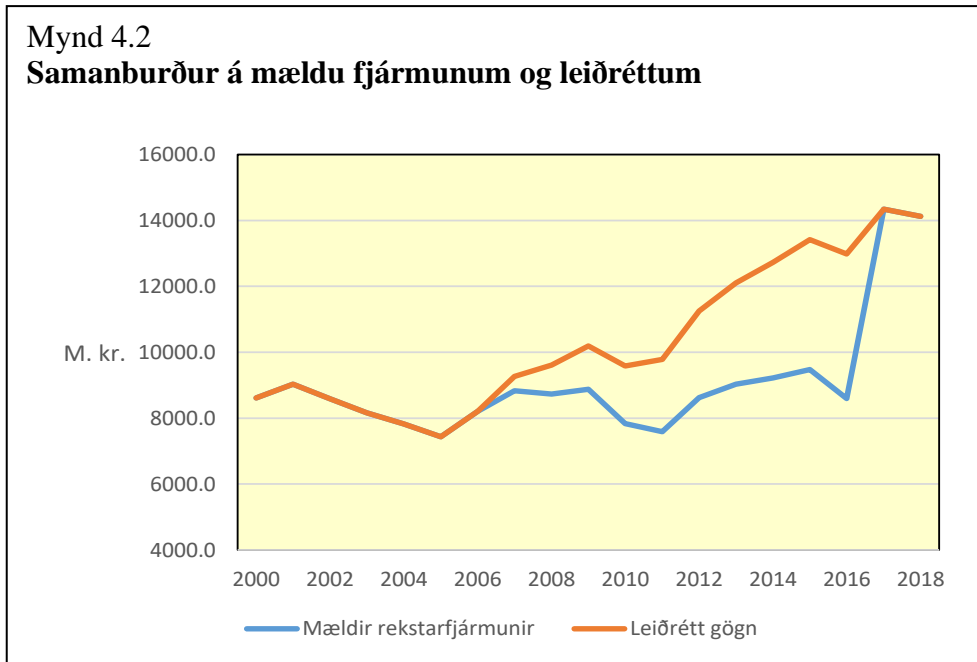


³³ Rétt er að minna á að vextir og (beinir) skattar eru taldir með í virðisaukanum og þar með hluti af endurgjaldi fjármagnsins.

³⁴ Sé gert ráð fyrir að metinn virðisaukinn sé $v+\theta$ þar sem v er sanni virðisaukinn og θ skekkjan í matinu, er auðvelt að sýna fram á að metin hlutdeild vinnuaflsins er $\hat{s}_l = s_l \cdot (v/(v+\theta))$, þar sem s_l er sanna gildið og metin hlutdeild fjármagnsins er $\hat{s}_k = 1 - (1 - s_k) \cdot (1 - v/(v+\theta))$, þar sem s_k er sanna gildið. Sjá nánar viðauka D.

³⁵ Margliðan er nánar tiltekið $k(t)=a+b \cdot t+c \cdot t^2+d \cdot t^3$, þar sem $k(t)$ táknar fjármuni á tíma t og a , b , c , og d eru stuðlar.

Sem fyrr greinir var virði rekstrarfjármuna endurskoðað á árinu 2016. Hinar endurskoðaða virði birtist í reikningunum 2017 og var miklu (um 70%) hærra en árið áður. Ljóst er að þessi virðisaukning fjármunanna hefur verið að safnast upp yfir langt tímabil. Til þess að leiðrétta með tilliti til þess hefur hækkuninni (á föstu verðlagi) verið dreift með jöfnum hætti á tímabilið 2007 (er Auðhumla tók til starfa) til 2017 þegar virði fjármuna var uppfært í ársreikningunum. Þessari leiðréttingu er nánar lýst í mynd 4.2:



Eins og sjá má af myndinni virðist hið "leiðrétta" virði fjármuna trúverðugra en frumgögnin eins og þau birtust í ársreikningum mjólkurvinnslunnar. Þess má geta að lækkunin í virði fjármunanna á árunum 2001-5 er í samræmi við það að á þessum árum voru mjólkurbú sameinuð og fjármunir, bæði vélbúnaður og fastafjármunir úreltir að hluta

4.3 Stikafríar aðferðir: Matsniðurstöður

Lykiljafna í stikafríum aðferðum við mat á framleiðnbreytingum í ósamfelldum tíma er (sjá viðauka A):

$$(4.3) \ln \phi(t) - \ln \phi(t-1) = \ln y(t) - \ln(y(t-1)) - \hat{s}_1(t) \cdot (\ln l(t) - \ln l(t-1)) - \hat{s}_2(t) \cdot (\ln k(t) - \ln k(t-1)),$$

þar sem $\phi(t)$ táknar framleiðni, $y(t)$ virðisauka, $l(t)$ vinnuaflsnotkun og $k(t)$ fjármagnsnotkun allt á tíma t . Táknið "ln" táknar náttúrulega logra (lógaritma) af viðkomandi stærðum. Stærðin $\ln \phi(t) - \ln \phi(t-1)$ er því hlutfallslegar breytingar í framleiðni frá tíma $t-1$ til t . Hliðstæða sögu má segja um $\ln y(t) - \ln y(t-1)$, $\ln l(t) - \ln l(t-1)$ og $\ln k(t) - \ln k(t-1)$. Þessar stærðir tákna hlutfallslegar breytingar í virðisauka, vinnuaflsnotkun og fjármagnsnotkun milli viðkomandi tímabila.

Stuðlarnir $\widehat{s}_l(t)$ og $\widehat{s}_k(t)$ í líkingu (4.3) eru viðeigandi gildi fyrir hlutdeildir vinnuafls og fjármagns í virðisauka á hverju tímabili. Þar sem gögnin eru þannig að virðisaukinn skiptist milli vinnuafls og fjármagns hlýtur að gilda að $\widehat{s}_l(t) + \widehat{s}_k(t) = 1$.

Rannsóknir í vísitölu- og framleiðniþræðum (sjá t.d. Diewert 1976) hafa sýnt að viðeigandi gildi fyrir hlutdeildirnar má meta með svokallaðri Törnquist nálgun (Törnquist 1936, sjá nánar viðauka A):

$$(4.4) \quad \widehat{s}_i(t) = (s_i(t) + s_i(t-1))/2, \quad i=l,k$$

þar sem $\widehat{s}_i(t)$ er viðeigandi hlutdeild aðfangs i á tíma t en $s_i(t)$ hin melda hlutdeild á tíma t .

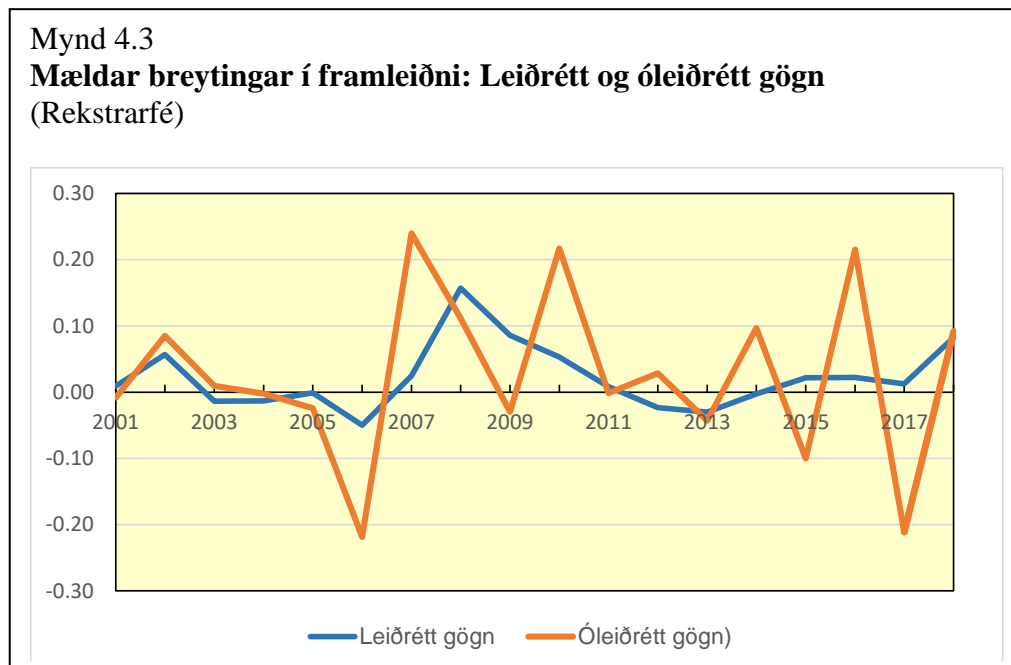
Mældar breytingar í heildarframleiðni samkvæmt líkingu (4.3) eru raktar í töflu 4.1:

Tafla 4.1 Heildarframleiðni: Hlutfallslegar breytingar milli ára				
Ár	Óleiðrétt gögn		Leiðrétt gögn	
	Heildarfé	Rekstrarfé	Heildarfé	Rekstrarfé
2000-01	0,005	-0,008	0,023	0,009
2001-02	0,053	0,085	0,025	0,057
2002-03	-0,015	0,009	-0,038	-0,014
2003-04	-0,019	-0,002	-0,030	-0,013
2004-05	-0,028	-0,024	-0,005	-0,001
2005-06	-0,217	-0,219	-0,048	-0,050
2006-07	0,256	0,240	0,045	0,025
2007-08	0,111	0,111	0,157	0,157
2008-09	-0,020	-0,030	0,097	0,086
2009-10	0,219	0,217	0,061	0,053
2010-11	0,004	-0,001	0,018	0,008
2011-12	0,058	0,029	0,003	-0,023
2012-13	-0,038	-0,043	-0,024	-0,030
2013-14	0,091	0,097	-0,006	-0,003
2014-15	-0,101	-0,100	0,023	0,022
2015-16	0,200	0,215	0,014	0,022
2016-17	-0,174	-0,211	0,023	0,012
2017-18	0,089	0,091	0,080	0,082
Meðaltal 2000-18 ³⁶	0,026	0,025	0,023	0,022

³⁶ Rétt er að vekja athygli á því að meðalframleiðniþræðing er ekki það sama og jafnaðarvöxtur framleiðniþróunar, sem í ósamfelldum tíma er skýgreindur sem $(\phi(T)/\phi(0))^{1/T} - 1$, þar sem $\phi(T)$ er framleiðni á lokatíma T og $\phi(0)$ framleiðnin á upphafstímanum 0.

Eins og sjá má í töflu 4.1 er mælist árleg meðalbreyting í heildarframleiðni á tímabilinu 2000-18 minnst 2,2% ef miðað er við leiðrétt gögn og rekstrarfé, og en mest 2,6% ef miðað er við óleiðrétt gögn og heildarfé. Getur þessi munur tæplega talist mikill.

Á einstökum árum er hins vegar talverður munur á mældum breytingum í framleiðni eftir því hvort mælingarnar miðast við óleiðrétt eða leiðrétt gögn. Ennfremur er breytileikinn í mældri framleiðni miklu meiri í hinum óleiðréttu gögnum en hinum leiðréttu. Bendir það til þess að í óleiðréttu gögnunum séu mælingaskekkjur sem ýki breytingar á milli einstakra ára en jafnast að einhverju leyti út í leiðréttu gögnunum. Myndrænan samanburð á breytingum í framleiðni milli leiðréttra og óleiðréttra gagna miðað við rekstrarfé er að finna í mynd 4.3.



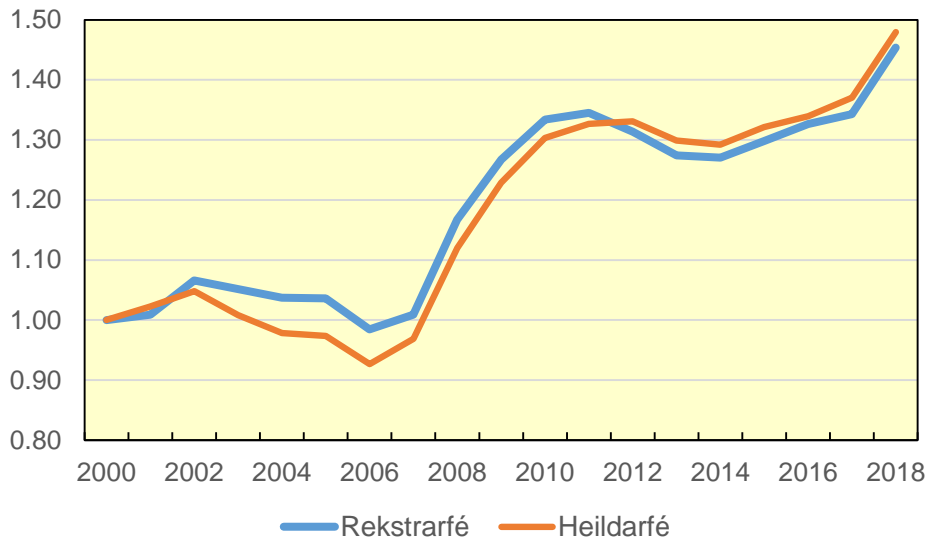
Sem fyrr greinir er ekki trúverðugt að framleiðni sem er fyrst og fremst eiginleiki framleiðslufallsins sé mjög sveiflukennnd frá ári til árs. Enn ótrúlegra er að framleiðnin hrazi um 20% eitt ár og vaxi um önnur 20% á næsta ári. Eins og mynd 4.3 sýnir er þó hvort tveggja þó niðurstaða mælinga á framleiðni sem byggjast á óleiðréttu gögnunum. Framleiðnibreytingar þær sem mælast miðað við leiðréttu gögnin eru hóflegri og að því leyti trúverðugri. Af þessum sökum verður hér eftir miðað við framleiðnibreytingar samkvæmt leiðréttu gögnunum.

Þróun mældrar heildarframleiðni (vístölu) á gagnatímabilinu 2000-2018 er nánar lýst í mynd 4.4 miðað við bæði rekstrarfjármuni og heildarfé. Eins og sjá má falla ferlarnir mjög saman. Með öðrum orðum; ekki eru skiptir ýkja miklu máli hvor mælikvarðinn á fjármagn, rekstrarfjármunir eða heildarfé er notaður. Á árinu 2018 stendur framleiðivísitalan í 1,48 miðað við heildarfé og 1,45 miðað við rekstrarfé í samanburði við 1,00 árið 2000.

Mynd 4.4

Mæld tveggja þátta (vinnuafli og fjármunir) framleiðni (vísitala)

(Leiðrétt gögn)



Mynd 4.4 gefur sterklega til kynna (og tölfræðipróf staðfesta) að þróun framleiðni í mjólkurvinnslu skiptist í a.m.k. þrjú mismunandi skeið:

- Frá árinu 2000 til 2006 mælist engin eða neikvæð framleiðniaukning.
- Frá 2006 til 2011 mælist mjög mikil framleiðniaukning.
- Frá árinu 2011 til loka gagnatímabilsins, 2018, mælist hófleg framleiðniaukning.

Framleiðnivöxtur (samkvæmt ofangreindum gögnum og aðferð) mælist nánar tiltekið sem hér segir:

Tímabil	Árlegur framleiðnivöxtur	
	Mælikvarði á fjármagn	
	Rekstrarfjármunir	Heildarfé
2000-18	2,1%	2,2%
2000-06	-0,3%	-1,3%
2006-18	3,3%	4,0%
2006-11	6,4%	7,5%
2011-18	0,5%	0,7%

Árlegur framleiðnivöxtur yfir 1% er talinn góður (Sjá t.d. Hulten 2001).

Á tímabilinu 2000-2018 í heild mælist árlegur jafnaðarvöxtur framleiðinnar (þ.e. heildar- eða tvíþáttaframleiðinnar) samkvæmt líkingum (4.3) og (4.4) um 2,1% á ári miðað við framleiðslufjármuni og 2,2% sé heildarfé notuð. Hvorvægja verður að teljast mjög veruleg framleiðniaukning yfir svo langt tímabil. Á vesturlöndum mælist árleg framleiðniaukningu yfirleitt vel innan við 1% á ári (sjá t.d. Hulten 2001 einkum töflur 1.1 og 1.2, KLEMS gagnagrunn OECD sjá O'Mahoney og Timmer 2009 og Hagfræðistofnun 1997). Framleiðniaukning í innlendum atvinnuvegum frá 1974 hefur þó yfirleitt mælst heldur hærri. Samkvæmt athugun Hagfræðistofnunar árið 1999 var tvíþáttaframleiðnivöxtur hjá íslenskum fyrirtækjum í heild á tímabilinu 1974-1997 rétt innan við 1% á ári.

Sem fyrr er á drepið skiptist framleiðniaukningin í mjólkurvinnslunni mjög misjafnlega á tímabilið 2000-18. Frá árinu 2000 til 2006 mælist neikvæð framleiðniaukning upp á nálægt -1% á ári (tafla 4.2). Á tímabilinu 2006 til 2018 er mælist hins vegar mjög mikill framleiðnivöxtur í allt að 4% á ári að jafnaði. Mest af þeim framleiðnivexti er hins vegar á tímabilinu 2006 til 11 þar sem hann mælist 6-7% árlega. Eftir þennan mikla vaxtarkipp, virðist um hóflegan árlegan framleiðnivöxt að ræða frá árinu 2011 (tafla 4.2 og mynd 4.4).

Nærtækt er að rekja hina miklu framleiðniaukningu 2006 til 2011 til þess hagkvæmnisauka sem varði í mjólkurvinnslu í kjölfar lagabreytingarinnar 2004 (lög nr.85/2004) sem heimilaði aukna samhæfingu og samvinnu mjólkurvinnslustöðva. Í framhaldi af henni fór fram veruleg endurskipulagning mjólkurvinnslu í landinu. Vinnslustöðvar voru sameinaðar og sumar lagðar niður. Sérhæfing í vinnslu var stóraukin og söfnun hrámjólkur og dreifing afurðanna endurskipulögð. Sameiginlegt fyrirtæki mjólkurstöðva, Auðhumla svf. var sett á laggimar. Þessar breytingar áttu sér aðallega stað á árunum 2005 og 2006 og fóru að skila árangri 2007. Athyglisvert er að hin mikla framleiðniaukning í kjölfarið 2007-11 átti sér stað þrátt fyrir djúpa efnahagskreppu árunum 2008-11.

4.4 Stikaðar aðferðir: Matsniðurstöður

Stikaðar aðferðir við mat á framleiðniþróun leitast við að meta framleiðslufallið sem skýrgreint er í jöfnu (4.1). Sem fyrr greinir krefjast stikaðar aðferðir fleiri forsendna um framleiðslufallið en óstikaðar aðferðir og eru að því leyti ótraustari (e. less robust). Á móti kemur að þær geta veitt upplýsingar um óvissubíl framleiðnivaxtar.

Stikað mat 1. Fastar hlutdeildir vinnuafls og fjármagns

Unnt er að meta framleiðslufallið (4.1) með tölfræðilegum með tímaraðagögnum. Í því skyni er hentugt að endurrita það sem:

$$(4.5) \quad y(t) = Y(l(t), k(t), \phi(t), u(t)),$$

þar sem $Y(\dots)$ táknar framleiðslufallið, $y(t)$ táknar virðisauka á tíma t , $l(t)$ og $k(t)$ tákna notkun vinnuafls og fjármuna á tíma t og $\phi(t)$ framleiðni á tíma t . Breytan $u(t)$ er tilviljunarkenndur slembiliður sem endurspeglar óvissuna um framleiðslufallið. Við tölfræðilegt mat á (4.3) er nauðsynlegt að gefa sér forsendur um líkindadreifingu þessa slembiliðar.

Algennt form fyrir framleiðslufallið í (4.5) er svokallað Cobb-Douglas form:

$$(4.6) \quad y(t) = a \cdot l(t)^b \cdot k(t)^c \cdot e^{\phi \cdot t} \cdot u(t),$$

þar sem a , b , c og ϕ eru óþekktir fastar (stuðlar). Stærðin $e^{\phi \cdot t}$ táknar framleiðnina og ϕ er vaxtarhraði framleiðninnar³⁷. Takið eftir að samkvæmt (4.6) er þessi vaxtarhraði fasti. Í samanburði við óstikaðar aðferðir þar sem vaxtarhraði framleiðninnar getur breyst frá einu tímabili til annars verður þetta að teljast veruleg takmörkun. Ekki er síður mikilvægt að átta sig á því að stuðlarnir b og c eru mælikvarðar á hlutdeildir vinnuafls og fjármuna í virðisaukanum.³⁸ Þar sem þessir stuðlar eru fastar felst í líkingu (4.6) sú forsenda að hlutdeildirnar séu fastar yfir tíma. Í gögnunum er hins vegar langt frá því að svo sé.

Hið tölfræðilega viðfangsefni er að meta gildið á vaxtarhraða framleiðninnar, ϕ . Liggi fyrir nægilega margar mælingar á $y(t)$, $l(t)$ og $k(t)$ er unnt með viðeigandi tölfræðiaðferðum að meta fastana í (4.6) og þar með vaxtarhraðann ϕ . Gæði slíks mats verður þó aldrei betra en réttmæti forsendanna um framleiðslufallið og gæði gagnanna sem matið byggist á.

Eins og rakið er í kafla 4.1 eru fyrir hendi gögn um virðisauka, vinnuafl og fjármagn³⁹ í mjólkurvinnslu á tímabilinu 2000-2018 (sjá viðauka E). Með hjálp þessara tímaráða var gerð tilraun til að meta fastana í líkingu (4.6) með tölfræðilegum matsaðferðum. Nánar tiltekið var beitt afbrigðum af venjulegri aðferð minnstu kvaðrata (e. ordinary least squares) og tveggja þrepa aðferð minnstu kvaðrata (e. two stage least squares). Mikilvægar forsendur þess að þessar aðferðir geti skilað tölfræðilega samkvæmu (e. consistent) matsniðurstöðum er að slembiliðurinn sé normaldreifður hvítur hávaði (e. white noise) og tölfræðilega óháður útskýringarbreytunum.

Niðurstöður þessa tölfræðimats voru ekki ýkja sannfærandi. Helstu vandkvæði sem upp komu í matinu voru:

- (i) Þrálát sjálffylgni reyndist í metna slembiliðnum ($u(t)$ í líkingu (4.6)), sem ekki reyndist unnt að lagfæra með venjulegum aðferðum. Af þessari ástæðu verður að hafna því að slembiliðurinn sé hvítur hávaði. Afleiðing þessa er að matið á óvissubílum fyrir metnu stuðlana er skakkt og sennilega of þröngt.
- (ii) Summa metnu stuðlanna við l og k var kerfisbundið minni en einn og stundum tölfræðilega marktækt undir einum. Sérstaklega var metið gildi við fjármagnsbreytuna, k , oft ótrúverðugt og iðulega tölfræðilega ómarktækt frá núlli.
- (iii) Hefðbundnar leiðréttingar, þ.e. tveggja þrepa aðferð minnstu kvaðrata, fyrir innri útskýringarbreytum og/eða skekkjum í breytum bætti ekki fyllilega úr þessum vandkvæðum.

Sennilegt virðist að ástæður þessara tölfræðilegu vandamála liggi öðru fremur í ófullkomnum gögnum, sérstaklega hvað snertir mælingar á fjármagni. Eins og rakið var í kafla 4.1 er fjármagn í

³⁷ Nánar tiltekið hlutfallslegur vaxtarhraði $(de^{\phi \cdot t} / dt) / e^{\phi \cdot t} = \phi$.

³⁸ Þetta er alþekktur eiginleiki Cobb-Douglas framleiðslufallsins og er nákvæmlega rétt ef vinnuafl og fjármunir eru ætíð í þeirri stöðu sem hámarkar hagnað (sjá nánar viðauka J).

³⁹ Fjármagnsbreytan sem notuð er í hinum óstikuðu aðferðum er ávallt heildarfé.

Þessu verki bókfært virði með vissum lagfæringum. Fjármagnið sem fræðilega á að vera í líkingu (4.4.) er hins vegar hagrænt raunvirði fjármagnsins. Af ýmsum ástæðum er líklegt að á milli þess og hins bókfærða virðis sé veruleg munur jafnvel eftir lagfæringarnar. Þar að auki á fjármagnsbreytan að vera það fjármagn sem notað er við framleiðsluna en ekki það fjármagn sem til staðar er og skráð er í reikningshaldinu. Þessi vandkvæði við mælingar á fjármagni geta augljóslega skýrt hvers vegna svo erfitt var að fá skynsamlegt og tölfræðilega marktækt mat á stuðulinn við fjármagn. Þau geta einnig skýrt einnig önnur tölfræðileg vandkvæði við matið. Þessar tilgátur er hins vegar ekki unnt að staðfesta nema með betri gögnum um hið notaða fjármagn.

Önnur ástæða fyrir þessum tölfræðilegu matsvandamálum kann að liggja í því að matslíkingin, þ.e. líking (4.6), gerir sem fyrr er nefnt ráð fyrir að hlutdeildir vinnuafis og fjármagns í virðisaukanum séu fastar. Samkvæmt gögnunum er þó alls ekki svo. Því er vel hugsanlegt að líking (4.6) feli í sér of miklar takmarkanir (eða forsendur) til þess að tölfræðilegt mat á stuðlum hennar geti skilað viðunandi árangri.

Dæmigerðar niðurstöður hins tölfræðilega mats eru raktar í eftirfarandi töflu. Til samanburðar eru einnig sýndar niðurstöður hins óstikaða mats:

Tafla 4.3							
Stikað mat: Metinn árlegur framleiðnivöxtur, ϕ							
(Matsaðferð Tveggja þrepa aðferð minnstu kvaðrata 2SLS)							
A. Líking: $y = a \cdot l^b \cdot k^c \cdot e^{\phi t} \cdot u$							
	Tímabil	Metin ϕ	Óvissubil (95%)	ϕ óstikað mat	R ²	DW	Normality $\chi^2(2)$
A.1	2000-18	0,002	[-0,011;0,015]	0,022	0,63	0,93	0,47
A.2	2006-18	0,029	[0,008;0,050]	0,040	0,89	0,84	1,47
B. Líking $y = a \cdot l^b \cdot e^{\phi t} \cdot u$							
	Tímabil	Metin ϕ	Óvissubil (95%)	ϕ óstikað mat	R ²	DW	Normality $\chi^2(2)$
B.1	2000-18	0,015	[0,008;0,021]	0,022	0,61	0,37	1,24
B.2	2006-18	0,024	[0,018;0,030]	0,040	0,89	0,68	0,73
Normality próf: H0: afgangar normaldreifðir							

Greiningarprófin "DW" og normal-prófin "Normality" endurspeglar ofangreindan matsvanda. Þótt normal-prófin gefi ekki til kynna að unnt að hafna því að afgangar (e. residuals) séu normaldreifðir sýna "DW" prófin að þeir eru mjög líklega sjálffylgnir. Sé svo eru afgangslíðirnir ekki hvítur hávaði og hin metnu óvissubil fyrir framleiðnistuðulinn því ekki rétt mæld og sennilega of þröng. Í öðru lagi er þessi sjálffylgni í afgöngum vísbending um að eitthvað kunnir að vera athugavert við gögnin og/eða fallformið. Berast þá böndin m.a. að þeirri forsendu fallformsins að hlutdeildarstuðlarnir, b og c í (4.6) séu fastar eins og áður hefur verið um rætt.

Þrátt fyrir hin tölfræðilegu matsvandkvæði eru metnu framleiðnistuðlarnir í töflu 4.3 (dálkur 3) ekki ýkja fjarri þeim sem óstikuðu aðferðirnar mældu (dálkur 5). Metinn framleiðnivöxtur á

tímabilinu í heild (2000-18) er jákvæður og verulega hár á árunum 2006-18. Hins vegar er metni framleiðnivöxturinn ætíð lægri en í óstikaða matinu og í þremur tilfellum af fjórum er óstikaða matið ofan við metnu 95%-óvissubilin fyrir stikaða matið. Þá ber hins vegar að hafa í huga að metna óvissubilið fyrir stikaða matið er sennilega þrengra en rétt væri. Því má segja að þetta stikaða mat, svo langt sem það nær, feli í sér vissan stuðning við niðurstöður óstikuðu mælingarinnar.

Stikað mat II. Breytilegar hlutdeildir vinnuafls og fjármagns

Sem fyrr er rakið, gerir ofangreint mat ráð fyrir að stuðlarnir b og c í framleiðslufallinu (4.6), þ.e. hlutdeildir vinnuafls og fjármagns í virðisaukanum (sjá viðauka J), séu fastir yfir tíma. Þetta er hins vegar ekki í samræmi við gögnin þar sem þessar hlutdeildir eru mjög breytilegar yfir tíma. Með einfaldri umbreytingu á líkingu (4.6) er hins vegar unnt að nýta fyrirbyggjandi upplýsingar um hlutdeildir vinnuafls og fjármagns í gögnunum og komast þannig hjá því að þurfa að gefa sér forsendur um stuðlana b og c .

Líkingu (4.6) má endurrita sem:

$$(4.7) \quad \frac{y(t)}{l(t)^{b(t)} \cdot k(t)^{c(t)}} = a \cdot e^{\phi t} \cdot u(t),$$

þar sem stuðlarnir b og c eru nú ritaðir sem fall af t til að undirstrika að þeir eru nú breytilegir yfir tíma.

Eins og rakið var í kafla 4.1 liggja fyrir tímaraðagögn um allar stærðirnar í hlutfallinu á hægri hlið líkingar (4.7). Því liggja fyrir nægileg gögn til að meta óþekktu stuðlana á hægri hlið líkingarinnar, þ.e. a og ϕ . Jafnframt er eina útskýringarbreytan í jöfnunni tíminn, t , sem hefur þann mikla kost að vera örugglega ytri stærð og mæld án skekkju. Líking (4.7) hentar því hvað formið snertir vel til einfaldrar aðfallsgreiningar.

Stuðlarnir í líkingu (4.7) voru metnir með venjulegri aðferð minnstu kvaðrata. Í ljós kom sjálffylgni í afgangstærðum (þ.e. metnum slembiliðum), sem við frekari athugun reyndist af 2. gráðu. Leiðrétt var fyrir henni með aðferð Pagan's (1974). Helstu matsniðurstöður reyndust sem frá er skýrt í töflu 4.4.

Tímabil	ϕ	95% óvissubil	R ²	DW	Normal*
2000-2018	0.0247	0.0179-0.0316	0.95	1.81	-0.70
2006-2018	0.0306	0.0198-0.0414	0.94	1.45	0.34

* Próf fyrir normaldreifðum afgangum. Miðað við H0: afgangar eru normaldreifðir, er líkindadreifing prófsins $N(0,1)$.

Tölfræðilegir eiginleikar þessa mats virðast góðir. Samkvæmt DW og normal prófinu er ekki unnt að hafna því að afgangarnir séu hvítur hávaði. Því er ekki ástæða til að ætla að metnu óvissubilin fyrir framleiðnivöxtinn séu misvísandi. Samkvæmt R^2 útskýrir metna jafnan einnig þórrann af breytileikanum í háðu stærðinni.

Hinn metni framleiðnivöxtur í töflu 4.4 er mjög svipaður niðurstöðunum í óstikaða matinu (tafla 4.2). Metnu 95% óvissubilin umhverfis punktmatið rúma sömuleiðis niðurstöður óstikaða matsins. Þessar niðurstöður um vöxt framleiðni sem fengnar eru með mismunandi aðferðum styðja því hvora aðra nokkuð eindregið.

Stikað mat III: Engar forsendur um stuðla framleiðslufallsins

Í viðauka J er því lýst hvernig unnt er að nota Cobb-Douglas framleiðslufallið í (4.6) og fyrirliggjandi gögn um virðisauka, vinnuafli, fjármuni og hlutdeildir vinnuafli og fjármuna í virðisauka til reikna hlutfallslegan framleiðnivöxt yfir hvaða tímabil sem er. Nánar tiltekið er unnt að umrita Cobb-Douglas framleiðslufallið (án slembiliðar) sem:

$$F(t) \equiv \frac{y(t)}{l(t)^{b(t)} \cdot k(t)^{c(t)}} = a \cdot e^{\phi \cdot t},$$

og finna síðan meðalframleiðnivöxt yfir hvaða tímabil, Δ , sem er með líkingunni

$$(4.8) \quad \phi = \frac{\ln\left(\frac{F(t+\Delta)}{F(t)}\right)}{\Delta}.^{40}$$

Sem fyrr greinir liggja fyrir í þessu verkefni gögn um allar stærðirnar í $F(t)$ og því unnt með þeirra hjálp að reikna hlutfallslegan framleiðnivöxt milli sérhverra tímabila í gagnasafninu.

Helstu niðurstöður þessa stikaða framleiðnireiknings eru raktar í töflu 4.5:

Tafla 4.5 Reiknaður árlegur framleiðnivöxtur: Líking (4.8)	
Tímabil	Framleiðnivöxtur ϕ
2000-18	2,15%
2000-06	-1,28%
2006-18	3,86%
2006-11	6,69%
2011-18	1,84%

Þessar niðurstöður eru mjög líkar þeim sem mældust með hinu óstikaða mati (tafla 4.2).

⁴⁰ Glöggir lesendur kunna að koma auga á að matið samkvæmt (4.8) er ekki ýkja frábrugðið hinu óstikaða mati.

4.5 Framleiðniþróun: Samantekt

Að ofan er gerð grein fyrir ferns konar aðferðum við mat á framleiðnivexti á tímabilinu 2000-2018. Ein þeirra er hefðbundið óstikað mat, svokallaður hagvaxtarreikningur (e. growth accounting). Hinar þrjár aðferðirnar eru afbrigði af stikuðu mati byggðar á tilteknu framleiðslufalli. Fyrri tvö afbrigðin fela í sér tölfræðilegt mat á framleiðslufallinu og gefa óvissubíl fyrir framleiðnivöxtinn. Þriðja afbrigðið felur í sér beinan reikning á framleiðnivextinum á grundvelli sama framleiðslufalls.

Þessar fjórar aðferðir leiða til svipaðra niðurstaðna. Aðeins stikað mat I (sem byggt er á þeirri hæpnu forsendu að hlutdeildir vinnuafla og fjármagns í virðisauka séu fastar) sýnir umtalsverð frávik. Sem fyrr er útskýrt er rík tölfræðileg ástæða til að taka niðurstöðum þess mats með fyrirvara.

Helstu niðurstöður þessara fjögurra aðferða eru dregnar saman í töflu 4.6.

Tafla 4.6 Helstu niðurstöður Mismunandi matsaðferðir (Fjármagn: Heildarfé)				
	Óstikað mat	Stikað mat		
		95% óvissubíl		
Tímabil		Mat I* Fullt framleiðslufall	Mat II Einfaldað framl.fall	Mat III Reiknað
2000-18	2,2%	-1,1% til 1,5%	1,8% til 3,2%	2,2%
2006-18	4,0%	0,8% til 5,0%	2,0% til 4,1%	3,9%

* Athuga ber að þetta mat er ýmsum tölfræðilegum vanköntum háð.

Eins og sjá má í töflu 4.6 leiða þessar aðferðir til mjög svipaðs mats á árlegum framleiðnivexti. Á tímabilinu í heild mælist hann um 2,2% og á tímabilinu 2006-18 er hann rétt innan við 4%. Þessar niðurstöður falla innan metnu 95% óvissubilanna í töflunni í þremur tilfellum af fjórum. Undantekningin er í stikuðu mati I fyrir tímabilið 2000-18. Sem fyrr er rætt er þó rík ástæða til efast um áreiðanleika stikaðs mats I og því ekki ástæða til að taka þetta frávik alvarlega.

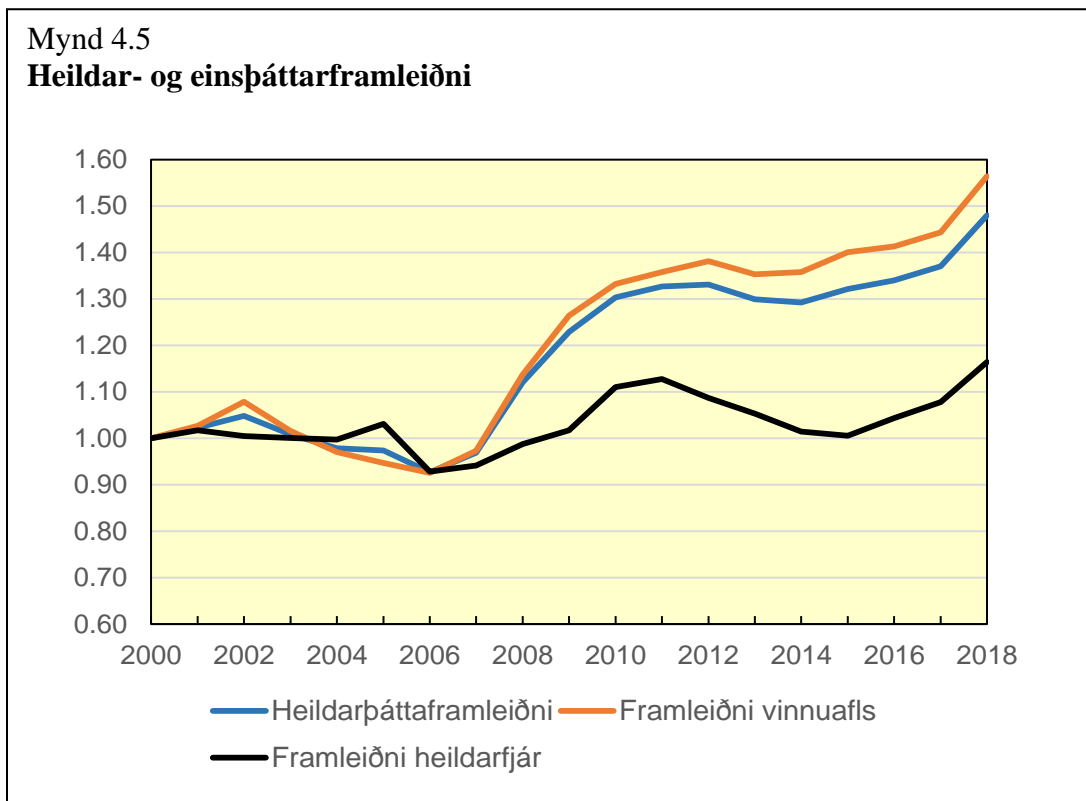
4.6 Samanburður við einsþáttarframleiðni

Stundum er reynt að meta framleiðniþróun með tilliti til aðeins eins aðfangs, t.d. vinnuafls eða fjármagns (OECD 2001).⁴¹ Þetta er gert með því að reikna virðisauka á hverja einingu viðkomandi aðfangs eins og t.d. á mann eða fjármagnseiningu. Kosturinn við þessa aðferð er að hún er einföld og krefst ekki viðamikilla reikninga. Gallinn er að slíkir einsþáttarmælikvarðar eru

⁴¹ Fyrir mjólkurvinnslu hefur þetta t.d. verið gert af Þjóðhagsstofnun (1995) og Pálma Vilhjálmssyni 1996.

fræðilega gallaðir og geta hæglega leitt til afskaplega villandi niðurstaðna um raunverulega framleiðniþróun.

Til að varpa frekara ljósi á þessa hlið málsins hefur verið reiknuð einspáttarframleiðni fyrir vinnuafli og fjármagn á grundvelli sömu gagna og notuð hafa verið við matið á tvíþáttaframleiðninni samkvæmt stikuðu aðferðinni hér að framan. Niðurstöðunum ásamt þróun heildar- (eða tvíþátta-) framleiðninnar er lýst í mynd 4.5



Eins og sjá má er verulegur munur á þessum þremur mælikvörðum á framleiðni. Framleiðni vinnuafli vax talsvert meira en heildarframleiðnin. Á tímabilinu í heild vax hún um 2,5% á ári að jafnaði samanborðið við 2,2% árlegan vöxt heildarframleiðninnar. Framleiðni heildarfjár þróast öðruvísi en hinir framleiðnimælikvarðarnir. Hún minnkar fram til 2006 en hækkar síðan eftir það. Á tímabilinu í heild vax hún um 0,8% á ári að jafnaði.

Mynd 4.5 sýnir að hvað mjólkurvinnslu á þessu tímabili snertir er hvor tveggja einspáttarframleiðnin vondur mælikvarði á þróun heildarframleiðninnar. Einspáttar- mælikvarðarnir ýmist ofmeta eða vanmeta þróun heildarframleiðni. Fyrir tímabilið í heild ofmetur framleiðni vinnuafli heildarframleiðnina talsvert, en framleiðni heildarfjár vanmetur hana mjög verulega.

4.7 Verðmæti aukinnar framleiðni og skipting

Samkvæmt ofangreindum mælingum hefur framleiðniaukning á tímabilinu 2000 til 2018 verið að jafnaði nálægt 2,2% á ári. Á árinu 2018 er framleiðnivísitalan nálægt 1,47⁴² miðað við 1,00 árið 2000 (kafli 4.3, mynd 4.4). Spyrja má hversu mikil verðmæti felast í þessari framleiðniaukningu?

Á árinu 2018 var virðisaukinn um kr. 5891 m. á verðlagi þess árs. Ef engin framleiðniaukning hefði átt sér stað frá árinu 2000 hefði þessi virðisauki verið um kr. 1899 m. lægri. Þetta er með öðrum orðum sá árlegi fjárhagslegur ávinningur sem orðið hefur af framleiðniaukningunni frá 2000. Núvirði þessa ávinnings miðað við 4% ávöxtunarkröfu er u.þ.b. kr. 47 mia. Þessar upphæðir eru allar á verðlagi ársins 2018.

Ef á hinn bóginn framleiðnivöxtur upp á 0,5% á ári er talinn eðlilegur er árlegt virði umframframleiðnivaxtarins (þ.e. 2,2%-0,5%) um kr. 1523 m. árlega (verðlag 2018) og að núvirði (miðað við 4% ávöxtunarkröfu) um kr. 33 mia. Þessi dæmi og fleiri eru nánar rakin í töflu 4.6.

Tafla 4.7 Ávinningur af framleiðnivexti umfram viðmið (Upphæðir í mia. kr. Verðlag 2018)			
	Árlegur framleiðnivöxtur til viðmiðunar		
	0,0%	0,5%	1,0%
Árlegur ávinningur (virðisauki)	1,899	1,524	1,115
Núvirði ávinnings (4% ávöxtunarkrafa)	47,463	38,088	27,885

⁴² Meðaltal framleiðnivísitölu samkvæmt stikuðu mati og óstikuðu mati III (miðað við heildarfé).

5. Aðfanga- afurðaverð

Framleiðni er í grundvallaratriðum virðisauki á hverja einingu framleiðsluþátta, þ.e. aðfanga sem ekki hverfa við framleiðsluna. (sjá kafla 3 hér að framan).⁴³ Virðisauki er mismunur á virði afurða og þeirra aðfanga sem hverfa við framleiðsluna. Virði er margfeldi verðs og magns. Verð aðfanga og afurða ræður því miklu um mælda framleiðni.

Nú er það svo að veigamesta aðfang mjólkurvinnslu, hrámjólkin, og helstu afurðir hennar eru háðar opinberum verðlagsákvörðunum (búvörulög, lög nr. 99/1993). Þessar verðákvörðanir, sem ekki þurfa að fylgja markaðslögmálum, hafa því áhrif á mælda framleiðni. Ef afurðaverðið hækkar meira en hrámjólkurverðið mælist framleiðnivöxtur meiri en ella væri. Hækki afurðaverðið hins vegar minna en hrámjólkurverðið mælist framleiðnivöxtur að sama skapi minni. Til að varpa skýrara ljósi á þá framleiðniaukningu sem mæld var í kafla 4 er því gagnlegt að skoða þróun þessara verða.

5.1 Mælingar á verðum: Verðvísitölur

Ekki er hlaupið að því að finna eitt sæmilega réttvísandi verð fyrir safn af vörum sem allar hafa sitt sérstaka verð. Grunnvandinn felst í því að almennt er ekki unnt að draga saman margar breytur í eina án þess að tapa upplýsingum. Til að takast á við þennan vanda hefur verið þróuð sérstök fræðigreinin, vísitölufræði (sjá nánar Diewert 1976, ILO og fl. 2004 og viðauka G).

Vísitala afurðaverðs

Mjólkurvinnslan framleiðir mikinn fjölda mismunandi vörutegunda og hefur fjölbreytnin í framleiðsluvörum farið vaxandi með tímanum. Ætla má að í árdaga mjólkurbúanna um 1930 hafi vörutegundir verið um eða innan við tíu.⁴⁴ Árið 1992 voru vörutegundir samkvæmt vörunúmerum orðnar 76 talsins. Árið 2000 hafði þeim fjölgað í 117 og enn í 122 árið 2019 (upplýsingar frá MS 2020). Uglaust lýsir þessi þróun viðleitni mjólkurvinnslunnar til að sinna betur eftirspurn neytenda og auka þannig tekjur sínar af hverjum innvegnum mjólkurlíttra.

Þessi mikli fjöldi vörutegunda skapar hins vegar nokkurn vanda við að meta þróun afurðaverðs. Verð einstakra vara þróast alls ekki eins⁴⁵ og sem fyrr greinir hefur vörutegundum fjölgað með tímanum. Það er því nauðsynlegt að útbúa sæmilega réttvísandi vísitölu fyrir afurðaverðið.

Eins og útskýrt er í viðauka G, er viðeigandi vísitala í þessu skyni Divisia vísitala í ósamfelldum tíma (sjá einnig Hulten 2008). Þessi vísitala endurreiknar vísitölugrunninn á hverju tímabili og hefur því nokkra fræðilega yfirburði yfir hina hefðbundnu Laspeyres vísitölu (sjá t.d. OECD 2001 og Diewert 1976 og 2008). Grunnlíking Divisia vísitölnunnar í ósamfelldum tíma, sem oft er einnig kölluð Törnqvist vísitala⁴⁶, er (sjá nánar viðauka G):

⁴³ Það er einungis þegar aðföngin eru fleiri en eitt og skýrgreina verður fjölþáttaframleiðni og þetta grunnsamhengi verður ógreinilegra.

⁴⁴ Ein eða tvær tegundir af neyslumjólk, rjómi, smjör, skyr, undanrenna, áfir og e.t.v. ostar.

⁴⁵ Enda sumar háðar opinberum verðákvörðunum en aðrar ekki.

⁴⁶ Eftir finnska tölfræðingnum Leo Törnqvist, sem fyrstur setti hana fram í þessu formi.

$$(5.1) \quad \frac{\Delta D(t)}{D(t)} = \sum_{i=1}^I \frac{1}{2} \cdot (w(i,t) + w(i,t-1)) \cdot (\ln(p(i,t)) - \ln(p(i,t-1))),$$

þar sem $\Delta D(t)/D(t)$ er hlutfallsleg breyting í Divisia vísitölunni, I fjöldi vörutegunda, $w(i,t)$ hlutdeild vörutegundar i í heildartekjum á tíma t og $p(i,t)$ verð vörutegundar i á tíma t .

Vísitalan sjálf er síðan fundin með líkingunni:

$$(5.2) \quad D(T) = D(0) \cdot \prod_{t=1}^T \left(1 + \frac{\Delta D(t)}{D(t)} \right),$$

þar sem $D(0)$ er eitthvert þægilegt upphafsgildi vísitölunnar sem oft er látið vera 1 eða 100.

Fyrir liggja tæmandi gögn úr verðskrá MS frá 1992. Gögnin eru þannig að ný verð eru skráð inn í grunninn þegar þau eru sett. Þá birtast nýjar vörur ásamt verði í verðskránni þegar þær eru settar á markaðinn. Verðbreytingar eru ekki ýkja tíðar, en þó þannig að stundum eru tvær til þrjár verðbreytingar á ári og verðið fast þess á milli. Algengast er, en langt frá því einhlítt, að mörgum, jafnvel flestum verðum í vöruskránni sé breytt á sama tíma. Sem fyrir greinir eru helstu afurðaverðin (þ.e. á nýmjólk, rjóma, smjöri, osti, skyri, undanrennu og mjólkurdufti) ákveðin af verðlagsnefnd búvara.

Vísitala hrámjólkurverðs

Frá árinu 1992, þegar svonefnt greiðslumarkerfi tók gildi (sjá kafla 2.6) hefur verð það sem mjólkurbú greiða til bænda fyrir hrámjólk verið tvíþætt. Annars vegar er það verð sem mjólkurbú greiða fyrir hrámjólk innan greiðslumarks.⁴⁷ Það verð er ákvarðað af opinberri nefnd, verðlagsnefnd búvöru. Hins vegar er verð fyrir innvegna mjólk umfram greiðslumark. Það verð setja mjólkurbúin sjálf og hefur það yfirleitt verið lægra en hið opinbera verð en mjög breytilegt eftir þörf mjólkurvinnslunnar fyrir umframmjólk. Magn umframmjólkur er hins vegar tiltölulega lítið eða í námunda við 5% af heildarframleiðslunni að jafnaði (Hagrannsóknir 2016, Birgir Runólfsson 2020).

Það hrámjólkurverð sem hér er miðað við er hið opinbera verð á greiðslumarksmjólk. Aðeins er um að ræða eitt verð fyrir alla greiðslumarksmjólk á hverju verðtímabili. Viðeigandi verðvísitala fyrir hrámjólk er því einstaklega einföld eða

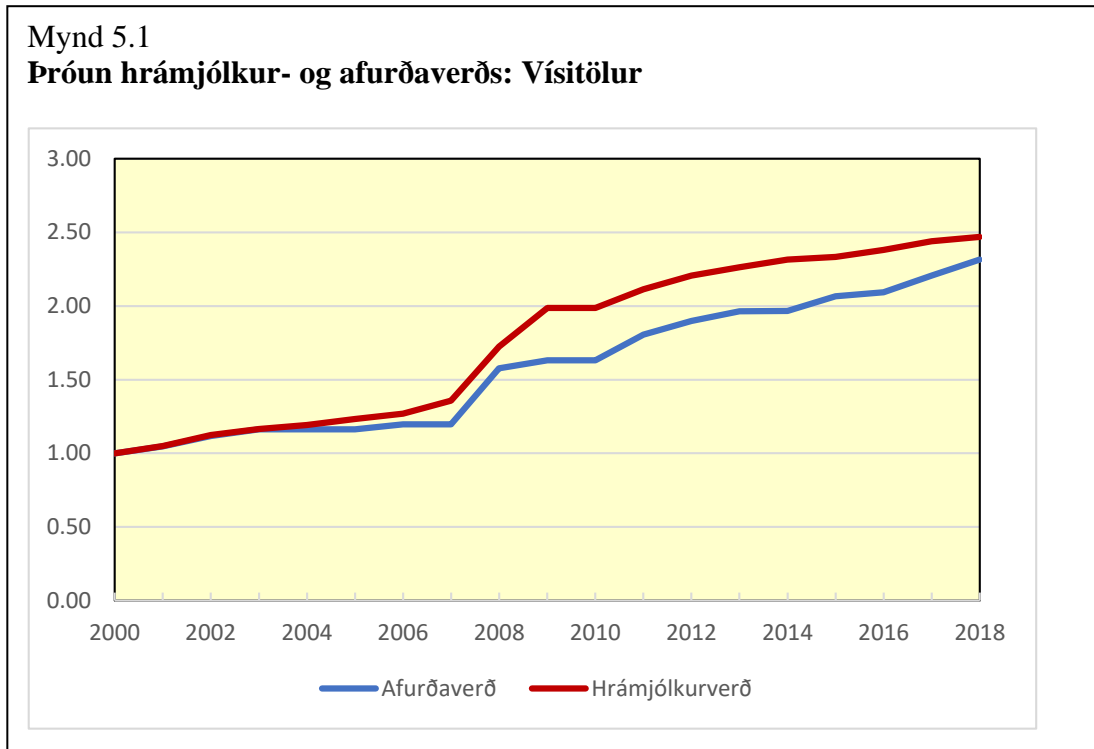
$$(5.3) \quad P(t) = p(t)/p(0),$$

þar sem $p(t)$ er hið opinbera hrámjólkurverð á tíma t og $P(t)$ er vísitalan.

⁴⁷ Þessu verði til viðbótar fá bændur beingreiðslu frá hinu opinbera fyrir innvegna mjólk innan greiðslumarks.

5.2 Þróun afurða- og aðfangaverða

Vísitölur hrámjólkurverðs og afurðaverðs reiknaðar á ofangreindan hátt þróast á tímabilinu 2000 til 2018 eins og lýst er í mynd 5.1.⁴⁸



Myndin sýnir að afurðaverðið hefur hækkað nokkru minna en hrámjólkurverðið á tímabilinu. Fyrstu árin þróast þessar tvær vísitölur nánast eins. Frá og með 2004 fer vísitala hrámjólkurverðs hins vegar að vaxa hraðar. Kreppuárin 2009 og 2010 vex munurinn talsvert, en dregst nokkuð saman eftir það, einkum á árunum 2017 til 2018. Í lok tímabilsins, árið 2018, er vísitala hrámjólkurverðs 6,6% hærrí en vísitala afurðaverðs. Munurinn á vaxtarhraða þessara tveggja vísitalna er að jafnaði 0,36% á ári. Það merkir að vísitala hrámjólkurverðs hækkar að jafnaði 0,36% hraðar en afurðverðsvísitalan á tímabilinu í heild.

Af þeirri þróun vísitalna afurðaverðs og hrámjólkurverðs sem lýst er í mynd 5.1 má m.a. draga eftirfarandi tvær ályktanir:

- Í fyrsta lagi kann sú framleiðniaukning sem mæld var í kafla 4 hér að framan að vera vanmat á hinni raunverulegu framleiðniaukningu. Ef hrámjólkurverð og afurðverð hefðu vaxið með sama hraða hefði hin mældu framleiðniaukning orðið talsvert hærrí. Grófir reikningar benda til þess að ef svo hefði verið, hefði árleg framleiðniaukning orðið nálægt

⁴⁸ Tölugildi þessarar vísitölur og fleiri sem notaðar eru í þessari athugun er að finna í viðauka I.

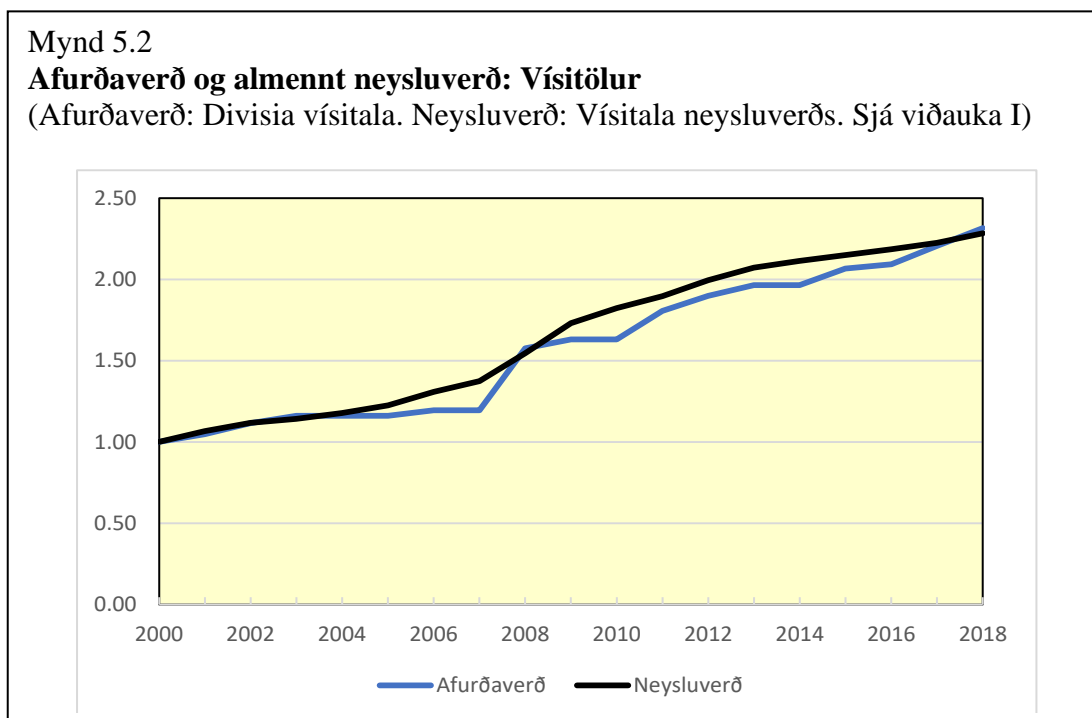
0,6% hærri en nemur mælingunum í kafla 4.⁴⁹ Hefði framleiðniaukningin þá numið um 2,8% á ári að jafnaði í stað þeirra 2,2% sem hún mældist vera (sjá töflu 4.6).

- Í öðru lagi gefur þróunin í mynd 5.1 til kynna að hluti af framleiðniaukningunni í mjólkurvinnslunni hafi runnið til bænda í formi herra verðs fyrir hrámjólk.⁵⁰ Nemur þessi hlutur ríflægum fimmtungi af framleiðniaukningunni (0,6% af 2,8%).

5.3 Samanburður við þróun neysluverðlags

Áhugavert er að bera afurðaverð mjólkurvinnslunnar saman við almenna verðlagsþróun í landinu. Hafi hið fyrrnefnda hækkað meira en almennt verðlag er það vísbending um að hluti af mældri framleiðni í mjólkurvinnslu hafi orðið á kostnað neytenda. Hafi afurðaverð mjólkurvinnslunnar hins vegar hækkað minna en almennt verðlag er það vísbending um að hluti af framleiðniaukningu í mjólkurvinnslu hafi runnið til neytenda og hin mældi framleiðniaukning í mjólkurvinnslu sé vanmetin að sama skapi.

Þróun afurðaverðsvístölu mjólkurvinnslunnar og vístölu neysluverðlags er lýst í mynd 5.2. Eins



⁴⁹ Mjólkurinnkaup eru nálægt 0,3 af tekjum. Mjólkurinnkaup hefðu orðið um 0,36% lægri á ári ef hrámjólkurverðið hefði aðeins hækkað eins og afurðaverðið. Svona ódýrari mjólkurinnkaup samsvara því um 0,11% af tekjum ($0,36 \cdot 0,3 = 0,108$). Virðisauki í mjólkurvinnslu er um 18% af tekjum. Hrein tekjuaukning upp á 0,11% samvarar því um 0,6% hækkun í virðisauka. ($0,11 / 0,18 = 0,61$). Þar sem aðföng eru óbreytt jafngildir þessi hækkun virðisauka sömu hækkun í framleiðni.

⁵⁰ Hagur bænda hefur þó ekki batnað sem þessu nemur því beingreiðslur per lítra mjólkur hafa lækkað á tímabilinu (sjá t.d. Hagrannsóknir 2016 og Birgir Runólfsson 2020)

og sjá má þróast þessar tvær vistölur með mjög líkum hætti (fylgni 98.9%). Þó er það þannig að frá 2004 fram til 2017 er vísitala afurðaverða öll árin nema eitt ívið lægri en vísitala neysluverðs. Árið 2018 fer vísitala afurðaverðs örlítið upp fyrir vísitölu neysluverðs og er munurinn 1,4%. Fyrir tímabilið í heild, þ.e. 2000-2018, er árleg meðalhækkun vísitölu afurðaverðs 4,67% en árleg meðalhækkun vísitölu neysluverðs 4,59%. Þessi munur er að öllum líkindum vel innan við skekkjumörk mælinganna. Niðurstaðan er því sú að frá 2000-18 sé ekki marktækur munur á þessum tveimur vísitölum.

Nývöruleiðrétt afurðaverðsvísitala

Með þessu er þó ekki öll sagan sögð. Sem fyrr greinir hefur vörutegundum þeim sem mjólkurvinnslan býður neytendum fjölgað talsvert á tímabilinu. Samkvæmt viðtekinni hagfræði (Hausman 1997) njóta neytendur ávinnings þegar ný vara er boðin fram á markaðnum. Ástæðan er sú að áður en varan kemur á markaðinn er væntanlega eftirspurn eftir henni og þar sem sölumagnið er ekkert er hagfræðilega verð hennar (skuggaverðið) a.m.k. nægilega hátt til að gera eftirspurt magn núll. Þegar ný vara birtist á markaðnum og nær sölu er því óhjákvæmilegt að líta svo á að hún hafi lækkað í verði. Hin fræga Boskin skýrsla til Öldungadeildar bandaríska þingsins (Boskin og fél. 1997) komst að þeirri niðurstöðu að af þessari ástæðu m.a. ofmætu venjulegar neysluverðsvísitölur kostnaðarhækkun neytenda. Er sú niðurstaða nú viðtekin hagfræði. Svipaða sögu má raunar segja um bætt gæði á vörum. Skoða má endurbætta vöru sem nýja vöru og þar með á saman niðurstaða við (að því undanteknu að fyrri vara hverfur af markaðnum).

Ýmsir hagfræðingar hafa freistað þess að leiðréttu verðvísitölur með tilliti til þessa og jafnan komist að þeirri niðurstöðu að leiðréttingar vegna nýrra vara lækki reiknaðar verðvísitölur umtalsvert (sjá t.d. Hausman 1997). Í viðauka H við þessa skýrslu er reynt að grafast fyrir um viðeigandi verðlækkun vegna nýrra vara með fræðilegri greiningu.

Með vísan til ofangreinds hefur verið reiknuð Divisia vísitala fyrir afurðaverðið leiðrétt með tilliti til nýrra vörutegunda. Leiðréttingin er í stórum dráttum þannig að þegar ný vara kemur á markaðinn er verð hennar talið hafa lækkað um 50%. Er það hófleg lækkun miðað við niðurstöður rannsakenda er erlendis (sjá t.d. Hausmann, 1997) og hina fræðilegu greiningu í viðauka H. Engar leiðréttingar vegna aukinna vörugæða eru gerðar.

Svona nývöruleiðrétt afurðaverðsvísitala hækkar sem eðlilegt er heldur hægar en sú sem er óleiðrétt. Nánar tiltekið er árleg meðalhækkun hennar frá 2000 til 2018 4,34% í stað 4,67% árlegrar meðalhækkunar hinnar óleiðréttu.

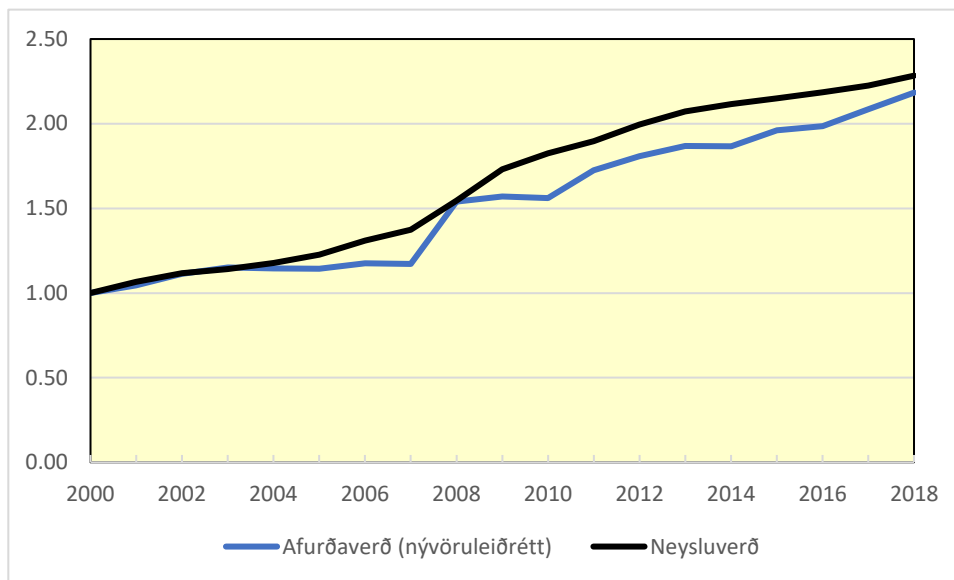
Þróun hinnar nývöruleiðréttu Divisia vísitölu fyrir afurðaverðið og vísitölu neysluverðs eru dregnar upp í mynd 5.3:

Mynd 5.3

Nývöruleiðrétt afurðaverð og almennt neysluverð: Vísitölur

(Afurðaverð: Nývöruleiðrétt Divisia vísitala. Neysluverð: Vísitala neysluverðs.

Sjá nánar viðauka I)



Eins og mynd 5.3 sýnir hækkan nývöruleiðrétt afurðavísitala heldur minna en vísitala neysluverðs. Árleg meðalhækkun nývöruleiðréttar afurðavísitölu er sem fyrr greinir 4,34% en árleg meðalhækkun neysluverðsvísitölnnar er 4,59%. Í lok tímabilsins, þ.e. 2018, er nývöruleiðrétt afurðaverðsvísitalan um 4% lægri en vísitala neysluverðs. Þetta má túlka sem vísbendingu um að framleiðni í mjólkurvinnslu hafi vaxið um þetta mikið meira en fyrri mælingar sýni og að sú framleiðniaukning hafi runnið til neytenda.

5.4 Aðalatriði

Ofangreind athugun á þróun hrámmjólkurverðs og afurðaverðs mjólkurvinnslu bendir til þess að:

- Mælingar á framleiðnivexti sem ekki taka tillit til mismunandi þróunar þessara verða (m.a. niðurstöðurnar í kafla 4) vanmeti hinn raunverulega framleiðnivöxt. Munurinn gæti verið í námunda við 0.6% á ári.
- Mjólkurbændur hafi notið þessarar framleiðniaukningar í mynd herra hrámmjólkurverðs en ella hefði verið.

Athugun á þróun afurðaverðs mjólkurvinnslunnar og vísitölu neysluverðs bendir til að:

- Ekki er marktækur munur á þróun vísitölu afurðaverðs og vísitölu neysluverðs.
- Sé vísitala afurðaverðs hins vegar leiðrétt með tilliti til nýrra vara hækkan hin nývöruleiðrétt afurðaverðsvísitala heldur minna en vísitala neysluverðs. Munurinn, u.þ.b.

0,25% á ári að jafnaði, er ekki mikill en má skoða sem vísbendingu um vanmat á framleiðniaukningu í mjólkurvinnslu, sem fallið hefur neytendum í skaut.

6. Helstu niðurstöður, umræða

Hér að framan hefur verið gerð tilraun til að mæla þróun framleiðni í íslenskri mjólkurvinnslu á tímabilinu 2000-2018. Mælingar þessar byggist á viðamiklum gögnum um rekstur og fjármagn þeirra mjólkurbúa sem nú saman starfa í samvinnufélaginu Auðhumlu. Samanlagt unnu þessi fyrirtæki á rannsóknartímabilinu um 90% af innveginni mjólk á landinu.⁵¹ Miklar líkur eru því á að umræddar mælingar endurspegli framleiðniþróun í greininni í heild.

Framleiðnifræði er grein innan hagnýtrar hagfræði. Bandaríski hagfræðingurinn Robert Solow, sem síðan hlaut Nóbelsverðlaunin í hagfræði, lagði grunn að þessum fræðum með ritgerð sinni um tæknibreytingar árið 1957 (Solow 1957). Síðan þá hefur mikil framþróun átt sér stað í greininni. (Sjá t.d. Coelli og fél. 1998, Hulten 2001 og Jorgenson 2009). Mikilvæg niðurstaða þessara fræða er að framleiðniþróun skuli meta á grundvelli viðeigandi heildarþáttaframleiðni (e. total factor productivity) sem í reynd er oftast tvíþáttaframleiðni, þ.e. framleiðni umfram notkun vinnuafls og fjármagns.

Innan vébanda framleiðnifræða hafa verið þróaðar ýmsar aðferðir til að meta heildarþáttaframleiðni og framleiðniþróun. Þessum aðferðum má í stórum dráttum skipta í tvo meginflokka; óstikaðar (e. non-parametric) aðferðir og stikaðar (e. parametric) aðferðir. Óstikaðuðu aðferðirnar krefjast minni forsendna um framleiðslufallið en hinar stikuðu. Að þessu leyti eru mælingar þeirra áreiðanlegri. Ætla má að það sé ástæðan fyrir því að þær eru miklu oftar notaðar. Stikuðu aðferðirnar fela í sér tölfræðilegt mat á stikum framleiðslufallsins og hafa því þann kost umfram þær óstikuðu að þær gefa kost á að reikna óvissubíl fyrir framleiðnivöxtinn.

Í þessari rannsókn hefur bæði óstikuðum og þremur afbrigðum af stikuðum aðferðum verið beitt til að mæla framleiðnivöxt. Hvað framleiðnivöxt yfir lengri tímabil snertir, eru niðurstöður þessara mismunandi aðferða mjög áþekkar.

Á tímabilinu í heild, þ.e. 2000-2018, mælist árlegur framleiðnivöxtur um 2,2% á ári (tafla 4.6). Samkvæmt hinu stikaða mati (mat II í töflu 4.6) er metið 95% óvissubíl⁵² umhverfis þetta punktmat [1,8%, 3,2%].

Á tímabilinu 2006-2018 mælist framleiðnivöxturinn hins vegar talsvert meiri eða nálægt 3,9% á ári (tafla 4.6). Metið 95% óvissubíl fyrir þetta punktmat samkvæmt stikuðu mati II er [2,0%, 4,1%].

Mældur framleiðnivöxtur á tímabilinu er talsvert breytilegur. Greina má þrjú megin skeið framleiðnivaxtar. Árin 2000-2006 er mjög lítill og jafnvel neikvæður framleiðnivöxtur (tafla 4.2). Ætla má að endurskipulagning mjólkurvinnslunnar á þessum árum, einkum 2004-6, sem fól í sér sameiningu vinnslustöðva og úreldingu annarra eigi ríkan þátt í þessum mælingarniðurstöðum. Árin 2006-2011 mælist mjög mikill framleiðnivöxtur (tafla 4.2). Margt bendir til að á þessu tímabili hafi hluti af uppskerunni af endurskipulagningu mjólkurvinnslunar 2004-6 verið að koma í hús. Frá 2011-18 hefur framleiðnivöxtur verið hóflegur eða 0,5-0,7% á ári (tafla 4.2).

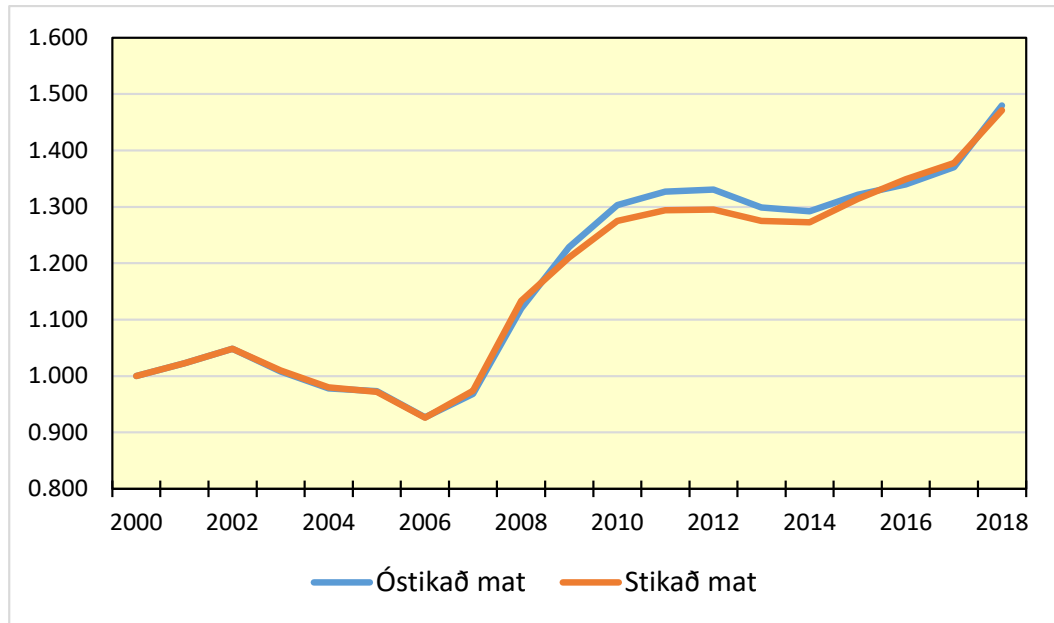
⁵¹ Utan Auðhumlu svf. er það aðeins Mjólkursamlag KS sem tekur við hrámjólk frá bændum til vinnslu. Innvegin mjólk KS er u.þ.b. 10% af mjólkurframleiðslunni.

⁵² 95% óvissubíl er skýrgreint þannig að 95% líkur séu á að sanna gildið sé innan óvissubilsins.

Þessar þróun framleiðni samkvæmt óstikuðum og stikuðum aðferðum er nánar lýst í mynd 6.1. Þá er í myndinni jafnframt dreginn upp reiknaður ferill framleiðni miðað við 2,2% árlegan framleiðnivöxt á hverju ári.

Mynd 6.1

Mæld framleiðni: Vísitölur
(Tvíþáttaframleiðni, heildarfé)



Sá framleiðnivöxtur sem mælist á tímabilinu í heild, þ.e. 2000-2018, er talsvert hærrí en yfirleitt mælist í öðrum atvinnugreinum yfir svo langt tímabil. Algengur framleiðnivöxtur í grónum atvinnugreinum á vesturlöndum er vel innan við 1% að jafnaði (Hulten 2001, O'Mahoney og Timmer 2009). Ekki er um að ræða margar athuganir á heildarþáttaframleiðni í íslenskum atvinnuvegum. Þær athuganir sem gerðar hafa verið (sjá t.d. Hagfræðistofnun 1999) benda til heldur meiri framleiðnivaxtar en erlendis eða nálægt 1% að jafnaði. Í vissum greinum og á vissum tímabilum hefur framleiðnivöxtur þó mælst hærrí. Framleiðnivöxtur í fiskveiðum sker sig úr. Á 23 ára tímabili, þ.e. 1974-1997 mældist vöxtur heildarframleiðni í fiskveiðum í námunda við 3% á ári að jafnaði (Ragnar Árnason 2003).⁵³

Sem fyrr greinir mælist vöxtur framleiðni í mjólkurvinnslu nálægt 2,2% á ári að jafnaði á tímabilinu 2000-2018. Þessi framleiðnivöxtur hefur hækkað árlegan virðisauka viðkomandi fyrirtækja mjög verulega, eða um nálægt 1900 m. kr. á ári á verðlagi ársins 2018. Núvirði þessarar upphæðar m.v. 4% ávöxtunarkröfu er um kr. 48 mia. kr. (sjá töflu 4.7).

⁵³ Þessi mikli framleiðnivöxtur í fiskveiðum skýrist að talsverðu leyti annars vegar af útfærslum fiskveiðilögsögunnar 1971 og 1976 og hins vegar upptöku aflamarkskerfisins í áföngum á tímabilinu 1979-1990.

Virðisauki ræðst ekki aðeins af skilvirkni í framleiðslu (þ.e. framleiðni) heldur og aðfanga- og afurðaverðum. Því er það að ef þessi verð þróast með mismunandi hætti hefur það áhrif á mælda framleiðni og framleiðnivöxt. Athugun á þróun hrámjólkurverðs og afurðaverða mjólkurvinnslunnar bendir til þess að á tímabilinu frá 2000 til 2018 hafi hrámjólkurverð hækkað nokkuð meira en afurðaverðin. Munurinn á tímabilinu í heild virðist að jafnaði vera um 0,36% á ári (kafla 5.2). Sé þetta rétt, er um tilsvarendi vanmat á vexti framleiðni í mjólkurvinnslu að ræða samkvæmt ofangreindum mælingum. Eins og útskýrt er í neðanmálgrein 49 gæti það vanmat numið allt að 0,6% á ári í vexti framleiðni (kafla 5.3) og hafa þá mjólkurbændur notið góðs af þeirri framleiðniaukningu.

Heimildir

- Alþingi 2020. Lög nr. 15/1979.
Lög nr. 46/1985.
Lög nr. 112/1992.
Lög nr. 99/1993. Búvörulög
Lög 85/2004.
- Árni Árnason. 1904. Rjómabúin. *Ísafold* 7. tbl.
- Birgir Þ. Runólfsson. 2020. Greining valkosta við breytta verðlagningu mjólkur. Handrit.
- Björn Stefánsson. 1986. Forsendur verðlags á landbúnaðarafurðum í 100 ár. Í *Landshagir: Þættir úr íslenskri atvinnusögu*. Landsbanki Íslands.
- Boskin, M, E. Dulberger, R. Gordon, R. Griliches and D. Jorgenson. 1996. Toward a more Accurate measure of the Cost of Living. Final Report to the Senate Committee.
- Bændablaðið. 1993. Hagræðing í mjólkuriðnaði. 3.tbl. bls. 6-7.
- Caravell, H. og B. Traill. 1998. Technological developments and economies of scale in dairy industry. *Agribusiness* 4:311-19.
- Chambers, R.G. (1988). *Applied production analysis: A dual approach*. Cambridge; New York and Melbourne: Cambridge University Press
- Coelli, T., P.D.S. Rao og G.E. Battese. 1998. *Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers.
- Daði Már Kristófersson, Erna Bjarnadóttir, Ómar S. Jónsson. 2007. *Skýrsla um eignarhald á jörðum, framleiðslu og þróun hennar*. Freyr, 1tbl 103 árgangur.
- Dagblaðið Vísir. 1992. Fækkun mjólkurbúa og aukin hagræðing. Bls. 2.
- Deaton, A. og Muellbauer, J. 1980. *Economics and Consumer Behaviour*. Cambridge University Press.
- Deloitte. 1999-2005. Yfirlit um rekstur og efnahag í mjólkurvinnslu. Excel skjöl.
Landbúnaðarráðuneytið.
- Denison, E. 1962. The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before US. 1962.Committee of Economic development. NY.
- Denison, E. F. 1967. Classification of Sources of Growth. *Review of Income and Wealth*, 18.
- Diewert, E. 1976. Exact and Superlative Index Numbers. *Journal of Econometrics* 2:115-45.
- Diewert, E. 1998. Index Number Issues in the Consumer Price Index. *The Journal of Economic Perspectives*. 12:47-58.
- Divisia, F. 1925. L'indice monétaire et la théorie de la monnaie. *Revue d'Economie Politique* 39: 842-64.
- FAO. 2009. *Agricultural Handbook Milk/Dairy Products*. Food and Agricultural Organization of the United nations.Rome.
- Friðrika Ásmundsdóttir. 2012. Framleiðslustýring í landbúnaði – áhrif á stærð og fjölda kúabúa. BS ritgerð. Háskóli Íslands.
- Föresund, F. og L. Hjalmarsson. 1979. Generalized Farrell Measures of Efficiency: An Application to Milk Processing in Swedish Dairy Plants. *The Economic Journal*. 354:294-315.

- Gísli Gunnarsson. 1987. Upp er boðið Ísaland: Einokunarverslun og íslenskt samfélag 1602-1787. Örn og Örlygur.
- Guðmundur Jónsson og Magnús Magnússon (ritstj.). 1997. *Hagskinna: Sögulegar hagtölur um Ísland*. Hagstofa Íslands.
- Guðmundur Stefánsson. 1998. Landbúnaðarstefnan og búvörusamningar. Sótt 15. Janúar 2016 af internetinu.
- Hagfræðistofnun. 1997. *Framleiðni innan atvinnugreina á Íslandi 1973-1994: Samanburður við Danmörku og Bandaríkin*. C97:09. Hagfræðistofnun Háskóla Íslands.
- Hagfræðistofnun. 1999. *Framleiðni íslenskra atvinnuvega*. C99:10. Hagfræðistofnun Háskóla Íslands.
- Hagrannsóknir. 2016. Stuðningskerfi við Mjólkurframleiðslu: Áhrif og valkostir. Hagrannsóknir sf.
- Hagstofan. 2020. <https://px.hagstofa.is/>
- Harberger, A. 1998. A Vision of the Growth Process. *American Economic Review*, 88:1-32
- Hausman, J. 1997. Cellular Telephone, New Products and the CPI. *Journal of Business & Economic Statistics*. 2:188-94.
- Hulten, C. 2001. *New Developments in Productivity Analysis*. National Bureau of Economic Research. University of Chicago Press.
- Hulten, C. 2008. Divisia Index. In S. Durlauf og L. Blume (eds.) *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 2nd edition. Palgrave Macmillan, London.
- ILO/IMF/OECD/UNECE/Eurostat/The World Bank. 2004. *Consumer price index manual: Theory and practice*. International Labour Office. Geneva.
- Jaforullah, M. og Whiteman, J. 1999. Scale efficiency in the New Zealand dairy industry: a non-parametric approach. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 4:523-41.
- Jorgenson, D. (editor). 2009. *The Economics of Productivity*. Edward Elgar Publishing, Inc. USA
- Jorgenson, D. W. og Z. Griliches. 1967 The Explanation of Productivity Change. *Review of Economic Studies*, 34:249-83.
- Jóhann Nikulásson, Sigurður Loftsson og Baldur H. Benjamínsson. 2020. Kerfi í Kreppu. Bændablaðið 31. janúar.
- Kuznets, S. 1971. *Economic Growth of Nations*. Harvard University Press, 1971.
- Lýður Pálsson. 1988. Rjómabú. *Sagnir* 9.árg. 1 tbl. bls. 72-81.
- Nafnlaust. 1991. Skýrsla Sjömannanefndar. Landbúnaðarráðuneytið.
- Nafnlaust. 2020. Saga Auðhumlu. <http://www.audhumla.is/>
- Nýja Dagblaðið. 1936. Mjólkurvinnslustöðin í Hafnarfirði. 28. tbl.
- O'Mahoney, M. og M. Timmer. 2009. Output, Input and Productivity Measures at the Industry level. The EU KLEMS Database. *The Economic Journal* 119:F374-403
- OECD. 1995. *National Policies and Agricultural trade: Country Study Iceland*. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris.
- OECD. 2001. *Measuring Productivity: Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth*. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris.

- Ólafur Björnsson. 1964. *Þjóðarbúskapur Íslendinga*. 2. útg. Hlaðbúð
- Óskar Guðmundsson. 2007. *Samsala í sjötíu ár*. Mjólkursamsalan í Reykjavík.
- Pagan, A. 1974. A Generalized Approach to the Treatment of Autocorrelation. *Australian Economic Papers*. 13:267-80.
- Páll Vilhjálmsson. 1996. *Úttekt á skýrslu Þjóðhagsstofnunar um framleiðni vinnuafis í mjólkuriðnaði á tímabilinu 1973-1993*. Samtök Afurðastöðva í Mjólkuriðnaði.
- Pálmi Vilhjálmsson og Bjarni Brynjólfsson. 2020. Yfirlit um vinnuafli í mjólkurvinnslu. MS.
- Ragnar Árnason. 2003. On Productivity and Productivity Growth in the Icelandic Fisheries. In E. Guðmundsson and H. Valtýsson (eds.) *Competitiveness within the Global Fisheries*. University of Akureyri.
- SAM. 2019. Ársskýrsla Samtaka afurðastöðva í mjólkuriðnaði 2018. Samtök afurðastöðva í mjólkuriðnaði. Reykjavík.
- Seðlabanki Íslands. 2000. Framleiðniþróun á Íslandi. Peningamál 4/2000. Seðlabanki Íslands. Reykjavík.
- Sigurður Jónsson. 1907. Nýbreytni í kaupfélagsskap og samvinnumálum, innan lands. *Tímarit Kaupfélaga og Samvinnufélaga*, 1 árg. 2. tbl.
- Sigurður Sigurðsson. 1924. Smjörbúafélagsskapurinn Tíminn 18. tbl.
- Sigurður Skúlason 1932. Nokkur orð um iðnað og iðju Íslendinga. *Vísir* 22. árg., tbl. 89C.
- Sigurður Snævarr. 1993. *Haglýsing Íslands*. Háskólaforlag Máls og Menningar.
- Sigurgrímur Jónsson, Jón Guðmundsson og Páll Lýðsson. 1989. *Flóabúið: Saga Mjólkurbús Flóamanna í 60 ár*. Mjólkurbú Flóamanna
- Solow, R.A. 1957. Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, 39:312-20.
- Sumarliði Ísleifsson (ritstj.). 2017. Líftaug landsins: Saga íslenskrar utanríkisverslunar 900-2010. *Skrúdda*.
- Sveinn Agnarsson, Sigurður Jóhannesson og Emil Karlsson. 2007. Framleiðnimæling og ávinningur af aukinni atvinnuþátttöku eldri borgara og öryrkja. Rannsóknarsetur Verslunarinnar. Háskólinn á Bifröst.
- Tímarit Kaupfélaga og Samvinnufélaga 1907a. 1 árg. 2 tbl. 1907, bls. 100-103.
- Tímarit Kaupfélaga og Samvinnufélaga 1907b. 1 árg. 2 tbl. 1907, bls. 104-16.
- Törnqvist, L. 1936. The Bank of Finland's Consumption Price Index. *Bank of Finland Monthly Bulletin*, nr. 10.
- Varian, H. 1984. *Microeconomic Analysis*. Norton NY.
- Þjóðhagsstofnun 1996. Greinargerð um minnkandi framleiðni vinnuafis í mjólkuriðnaði 1973-1993. Greinargerð Þjóðhagsstofustjóra til Samtaka Afurðastöðva í Mjólkuriðnaði 5. júlí 1996.
- Þróstur E. Viðarsson. 2007. 80 ár liðin frá stofnun Mjólkursamlags á Akureyri. *Vikudagur.is*, 4. sept. 2007.

Viðaukar

Viðauki A

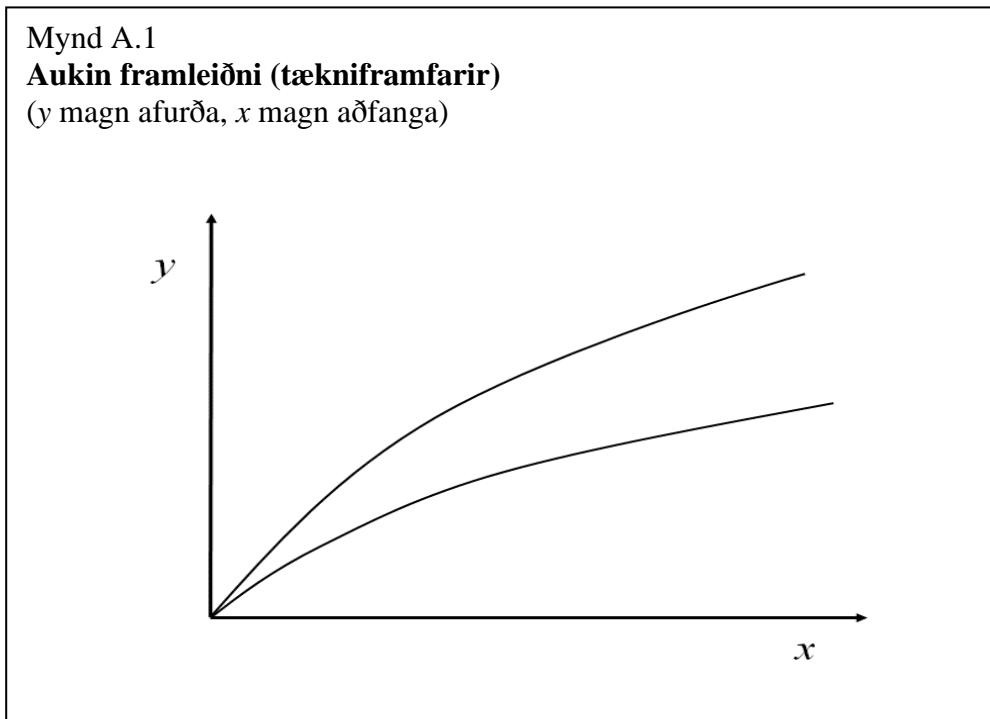
Framleiðni og framleiðnimælikvarðar

Í þessum viðauka er nánar fjallað um framleiðnihugtakið og leitast við að leggja fræðilegan grunn að mælingum þeim á framleiðni í mjólkuriðnaði sem raktar eru í skýrslunni. Engar mælingariðurstöður eru birtar.

Framleiðni (e. *productivity*) er ætlað að gefa hugmynd um skilvirkni (e. *efficiency*) í framleiðslu. Framleiðni er jafnan talin hafa vaxið, ef meira er framleitt fyrir sömu notkun aðfanga. Slíkar breytingar eru einnig iðulega er kenndar við tæknibreytingar (e. *technical change*) í framleiðsluhagfræði.⁵⁴ Tæknibreytingar og framleiðnibreytingar eru því náskyld fyrirbæri.

Mikilvægt er hins vegar að hafa hugfast að aukin skilvirkni í framleiðslu getur stafað af mörgu öðru en tækniframförum í venjulegum skilningi þess orðs. Hún getur til að mynda einnig stafað af (i) betra skipulagi í framleiðslunni, (ii) betri nýtingu framleiðsluþátta, (iii) skynsamlegra birgðahaldi, (iv) öflugri markaðssetningu o.s.frv.

Framleiðslufallið lýsir sambengi aðfanga og afurða. Aukin framleiðni (eða tækniframfarir) felur í sér hliðrun framleiðslufallsins upp á við eins og lýst er í eftirfarandi mynd



⁵⁴ Rétt er að taka það fram, að tæknibreytingar í hagfræði þurfa alls ekki að stafa að nýrri framleiðslutækni í venjulegum þröngum skilningi þess orðs. T.a.m. geta einfaldar skipulagsbreytingar á verksmiðjugólfi án aukinnar notkunar aðfanga leitt til framleiðslubreytinga, sem þá teldust tæknibreytingar.

Í framleiðsluhagfræði hefur skapast sú hefð að miða við hreina framleiðslu þ.e. það afurðamagn sem er umfram þau aðföng sem hverfa við framleiðsluna. Virði þessarar hreinu framleiðslu er kallað virðisauki. Virðisaukann má þá í vissum skilningi rekja til þeirra aðfanga sem ekki hverfa við framleiðsluna, þ.e. vinnuaflsins og fjármagnsins (eða réttara sagt fjármunanna). Því er hreina framleiðslufallið iðulega ritað sem fall af einungis af vinnuafli og fjármagni (sjá t.d. Varian 1984).

Einsþáttarframleiðni

Framleiðni er oft skýrgreind sem framleiðslumagn á hverja einingu tiltekins aðfanga (sjá t.d. Coelli et al. 1998). Nánar tiltekið:

$$(A.1) \quad F(x_1; y, x_1) \equiv y/x_1,$$

þar sem y táknar framleiðslumagn og x_1 notkun aðfanga x_1 . Þennan mælikvarða má nefna þáttaframleiðni (e. *factor productivity*) eða einsþáttarframleiðni.

Hugmyndin virðist vera að þáttaframleiðni sé mælikvarði á framlegð viðkomandi framleiðsluþáttar til framleiðslunna og þar með framleiðni hans. Þáttaframleiðni er hins vegar fremur ófullkominn mælikvarði á framleiðsluskilvirkni í heild og breytingar á henni og varasamt að taka mikið mark á henni.

Til að sjá þetta nægir að skoða t.d. einfalt Cobb-Douglas framleiðslufall án skalahagkvæmni, $y = a(t) \cdot l^b \cdot k^{1-b}$, þar sem y táknar framleiðslumagn, l notkun vinnuafls, k notkun fjármuna og $a(t)$ er framleiðslustuðull, sem er fall af tíma, t . b er þó stítfur fasti. Þáttaframleiðni í þessu falli er:

$$(A.2) \quad F(k; y, k; l, t) \equiv y/k = a(t) \cdot l^b \cdot k^{-b},$$

$$(A.3) \quad F(l; y, l; k, t) \equiv y/l = a(t) \cdot l^{b-1} \cdot k^{1-b}.$$

Greinilegt er að framleiðni fjármuna er sílækkandi fall af fjármunum og framleiðni vinnuafls sílækkandi fall af vinnuafli. Raunar er þessi framleiðni í hámarki þegar viðkomandi stærðir stefna á núll. Slík staða á hins vegar lítið skylt við skilvirkni í framleiðslu. Að þessu leyti er þáttaframleiðni misvísandi mælikvarði á breytingu í framleiðsluhagkvæmni.

Fjölþáttaframleiðni, heildarþáttaframleiðni

Til að bæta úr vanköntum einsþáttarframleiðnimælikvarðans hefur hugtakið fjölþáttaframleiðni (e. *multiple factor productivity*) eða heildarþáttaframleiðni (e. *total factor productivity*) verið skýrgreint. Fjölþáttaframleiðni er er framleiðslumagn á fleiri en eitt aðfang.

Heildarþáttaframleiðni er einfaldlega framleiðslumagn á öll aðföng.⁵⁵ Þar sem fræðin um heildarþáttaframleiðni rúmar einnig fjölþáttaframleiðni sem sértílfelli fjallar það sem eftir fer einungis um heildarþáttaframleiðni.

Heildarþáttaframleiðni er formlega skýrgreind sem:

$$(A.4) \quad F(X;y, \mathbf{x}, t) \equiv y/X,$$

þar sem X er viðeigandi vísitala fyrir öll aðföng og \mathbf{x} táknar vektor af sömu aðföngum.

Fyrir Cobb-Douglas fallið hér að ofan væri viðeigandi vísitala fyrir aðfanganotkun t.d. $1 \cdot l^b \cdot k^{1-b}$, þar sem framleiðslustuðullinn er fasti og hefur í þægindaskyni verið valið gildið 1.⁵⁶ Auðvelt er að ganga úr skugga um, að heildarþáttaframleiðni samkvæmt þessu Cobb-Douglas falli er einfaldlega:

$$F(X;y, \mathbf{x}, t) \equiv a(t).$$

Heildarþáttaframleiðni: Grunnfræði

Eins og við höfum séð er framleiðni í venjulegum skilningi, svokölluð þáttaframleiðni afskaplega takmarkaður mælikvarði á skilvirkni í framleiðslu. Heildarþáttaframleiðni hentar hins vegar mun betur í þessu skyni eins og nú verður nánar útskýrt.

Gerum ráð fyrir tilveru eingilda framleiðslufallsins

$$(A.5) \quad y = Y(\mathbf{x}, t),$$

þar sem y táknar sem fyrr framleiðslumagn, \mathbf{x} vektor af aðföngum og t tíma.

Tæknibreytingar eru skýrgreindar sem hlutfallslegar framleiðslubreytingar, sem ekki stafa af breyttri notkun aðfanga.

$$(A.6) \quad T(\mathbf{x}, t) \equiv \partial \ln y / \partial t = Y_t / Y,$$

þar sem stærðin $T(\mathbf{x}, t)$ táknar hlutfallslegar tæknibreytingar, táknið ∂ hlutaafleiðu og Y_t fyrstu hlutaafleiðu fallsins Y með tilliti til tíma.

Diffrun (A.5) á logaritmaformi gefur:

$$(A.7) \quad d \ln y / dt \equiv \dot{y} / y = \sum \partial Y / \partial x_i \cdot (x_i / y) \cdot \dot{x}_i / x_i + T(\mathbf{x}, t) = \sum E(y, x_i) \cdot \dot{x}_i / x_i + T(\mathbf{x}, t),$$

⁵⁵ Í hugtakinu heildarþáttaframleiðni felst að tekið er tillit til allra framleiðsluþátta, en í reynd er oft einungis tekið tillit til veigamestu framleiðsluþátta, svo sem fjármuna og vinnuafls. Í þeim tilvikum er réttara að nota hugtakið fjölþáttaframleiðni (e. multifactor productivity).

⁵⁶ Í þessu felst engin fræðileg takmörkun.

þar sem punktur yfir breytu táknar tímaafleiðu, $\dot{x}_i \equiv \partial x_i / \partial t$, og $E(y, x_i)$ táknar teygni framleiðslu með tilliti til aðfangs i .

Sé nú gert ráð fyrir háværkun hagnaðar af hálfu framleiðenda og að framleiðendur búi hvorki við einokun né fákeppni fæst:⁵⁷

$$(A.8) \quad d\ln y/dt = \Sigma w_i \cdot \dot{x}_i / p \cdot y + T(\mathbf{x}, t) = \Sigma (w_i \cdot x_i / p \cdot y) \cdot \dot{x}_i / x_i + T(\mathbf{x}, t),$$

þar sem $(w_i \cdot x_i / p \cdot y)$ er kostnaður við aðfang i sem hlutfall af tekjum.⁵⁸

Mikilvægt er að átta sig á því, að stærðin $\Sigma (w_i \cdot x_i / p \cdot y) \cdot \dot{x}_i / x_i \equiv \Sigma w_i \cdot \dot{x}_i / p \cdot y$ í (A.8) er í rauninni breyting á Divisia vísitölu fyrir aðfanganotkun (Deaton and Muellbauer 1980; Chambers 1988). Köllum þessa breytingu $D(X, y)$. Þá liggur fyrir, að tæknibreytingar má mæla sem:

$$(A.9) \quad T(\mathbf{x}, t) = d\ln y/dt - D(X, y).$$

Snúum okkur nú að heildarþáttaframleiðni. Samkvæmt jöfnu (A.4) má rita hlutfallslegar breytingar í heildarþáttaframleiðni, þ.e. $H\dot{P}F / HPF$ sem:

$$(A.10) \quad d\ln F(X; y, \mathbf{x}, t)/dt \equiv \dot{F}(X; y, \mathbf{x}, t) / F(X; y, \mathbf{x}, t) \equiv H\dot{P}F / HPF \\ = \dot{y} / y - \dot{X} / X \equiv d\ln y/dt - \dot{X} / X,$$

þar sem \dot{X} / X táknar breytingar í aðfanganotkun. Sé þessi breyting mæld með Divisia vísitölu, það er $\Sigma (w_i \cdot x_i / p \cdot y) \cdot \dot{x}_i / x_i$ í líkingu (A.8), sýna líkingar (A.9) og (A.10), að breyting í heildarþáttaframleiðni og tækniframfarir eru eitt og hið sama, nefnilega:

$$(A.11) \quad d\ln F(X; y, \mathbf{x}, t)/dt \equiv \dot{F}(X; y, \mathbf{x}, t) / F(X; y, \mathbf{x}, t) = T(\mathbf{x}, t).$$

Líking (A.11) réttlætir notkun heildarþáttaframleiðni sem mælikvarða á framfarir í framleiðslu. Einfaldir framleiðnimælikvarðar hafa ekki þennan eiginleika.

⁵⁷ Háværkun hagnaðar við fullkoman samkeppni þýðir að $\partial Y(\mathbf{x}, t) / \partial x_i = w_i / p$.

⁵⁸ Sé á hinn bóginn gert ráð fyrir að framleiðendur lágmarki kostnað að gefnu ákveðnu framleiðslumagni má skilgreina tækniframfarir á eftirfarandi hátt:

$$T(\mathbf{x}, t) = d\ln y/dt - \sum \frac{w_i x_i}{c} \varepsilon^*(w, y, t) \dot{x}_i / x_i$$

þar sem c er heildarkostnaður og $\varepsilon^*(w, y, t)$ mælir stærðarhagkvæmni. Stærðarhagkvæmni fyrirtækja er hins vegar óþekkt stærð sem að öllu jöfnu liggur ekki fyrir þegar framleiðniathuganir eru gerðar. Fyrir vikið verður annað hvort að gefa sér ákveðnar forsendur, t.d. að $\varepsilon^*(w, y, t) = 1$, eða að meta stærðarhagkvæmnina með tölfræðilegum aðferðum, áður en hægt er að meta heildarþáttaframleiðnina á þennan hátt.

Einfalt dæmi kann að varpa frekara ljósi á þessa niðurstöðu. Hugleiðum á ný Cobb-Douglas fallið hér að ofan, þ.e. $y = a(t) \cdot l^b \cdot k^{1-b}$. Fyrir þetta framleiðslufall er heildarþáttaframleiðnin einfaldlega⁵⁹

$$F(X; y, \mathbf{x}, t) \equiv y/X \equiv a(t) \cdot l^b \cdot k^{1-b} / l^b \cdot k^{1-b} \equiv a(t).$$

En stuðulinn $a(t)$ er einmitt mælikvarði á tæknistig framleiðslunnar. Tæknibreytingar, þ.e. breytingar í $a(t)$ yfir tíma myndu því endurspeglast í samsvarandi breytingum í heildarþáttaframleiðni. Skoðum þetta nánar:

Látum t.d. $b = 0.5$ og hlutfallslegar breytingar í afurðum og aðföngum vera $\dot{y}/y = 0.03$, $\dot{l}/l = 0.0$ og $\dot{k}/k = 0.02$. Breyting í Divisia vísitölunni er þá:

$$D(X,y) = b \cdot \dot{l}/l + (1-b) \cdot \dot{k}/k = 0.01$$

Samkvæmt jöfnu (A.9) eru hlutfallslegar tækniframfarir

$$T(\mathbf{x}, t) = d \ln y / dt - D(X,y) = 0.03 - 0.01 = 0.02.$$

Á hinn bóginn eru framleiðnibreytingar samkvæmt fyrrgreindum mælikvörðum eftirfarandi:

Heildarþáttaframleiðni	2%
Framleiðni vinnuafls	3%
Framleiðni fjármuna	1%

Eins og sjá má, er það aðeins heildarþáttaframleiðnin, sem mælir hina eiginlegu hliðrum á framleiðslufallinu, þ.e. tækniframfarirnar réttilega. Bæði framleiðni vinnuafls og framleiðni fjármuna gefa aðra niðurstöðu.

Önnur lýsing á framleiðslumöguleikum: Kostnaðarföll, hagnaðarföll

Ofangreind greining á heildarframleiðni miðast við framleiðslufallið. Framleiðslufallið felur í sér lýsingu á framleiðslumöguleikum. Hagfræðilega jafngilda lýsingu má hins vegar einnig finna í kostnaðarföllum og hagnaðarföllum. Algengt er og oft hentugt að byggja heildarframleiðnikvarðann á þessum föllum. Verður nú stuttlega vikið að heildarþáttaframleiðni byggðri á kostnaðarfallinu.

Ritum kostnaðarfallið sem

$$(A.12) \quad c = C(\mathbf{w}, \mathbf{y}, t)$$

⁵⁹ Vegna þess að framleiðsla, y , er hér skilgreind sem virðisauki og virðisauki samanstendur eingöngu af framlagi vinnuafls og fjármuna er réttara að nota hugtakið heildarþáttaframleiðni en fjölþáttaframleiðni.

þar sem c tákna heildarkostnað, w og y tákna vektora aðfangaverða og afurðamagns og t tíma. Tilfærsla kostnaðarfallsins, $C(w,y,t)$ yfir tíma, þ.e. $C_t(w,y,t)$, er mælikvarði á framleiðnbreytingar.

Sé nú jafna (A.12) á **lógaritmaformi** diffuð með tilliti til tíma og smávægilegar tilfæringar gerðar fæst eftirfarandi líking fyrir breytingar í heildarframleiðni:

$$(A.13) \quad C_t(w,y,t)/C(w,y,t) \equiv -H\dot{P}F / HPF = \frac{\dot{c}}{c} - \sum_{j=1}^J m_j \frac{\dot{y}_j}{y_j} - \sum_{i=1}^I n_i \frac{\dot{w}_i}{w_i}$$

þar sem m_j er hlutur afurðar y_j í heildarkostnaði, $m_j = \frac{P_j y_j}{\sum_{i=1}^I w_i x_i}$ og n_i er hlutur aðfanga x_i í

heildarkostnaði, $n_i = \frac{w_i x_i}{\sum_{i=1}^I w_i x_i}$.⁶⁰ Rétt er að minna á að hér eins og að ofan er gert ráð fyrir að

fyrirtækin hámarki hagnað.

Hliðstæða líkingu fyrir heildarþáttaframleiðni er unnt að leiða út á grundvelli hagnaðarfallsins. Niðurstaða þess yrði í aðalatriðum:

$$(A.14) \quad \Pi_t(w,p,t)/\Pi(w,p,t) \equiv H\dot{P}F / HPF = \frac{\dot{\pi}}{\pi} - \sum_{j=1}^J \alpha_j \frac{\dot{p}_j}{p_j} - \sum_{i=1}^I \beta_i \frac{\dot{w}_i}{w_i},$$

þar sem p er vektor afurðaverða, w vektor aðfangaverða, π hagnaður, $\alpha_j = \frac{y_j \cdot P_j}{\pi}$ og $\beta_i = \frac{x_i \cdot w_i}{\pi}$.

Hlutdeildirnar tvær eru fundnar með hjálp Hotelling's lemmu, þ.e. $\Pi_{p_j=y_j}$ og $\Pi_{w_i=x_i}$, en hún gerir ráð fyrir hámarkun hagnaðar

Ávinningurinn af því að geta mælt heildarþáttaframleiðni á grundvelli mismunandi líkinga er að hver þeirra fyrir sig byggist á mismunandi grunnögnum. Fyrirliggjandi gögn ráða því, hver hinna mismunandi líkinga hentar best.

Rétt er að ítreka það, að forsenda þeirra framleiðnimælikvarða, sem að ofan hafa verið raktir er sú, að framleiðslan hverju sinni sé eins skilvirk og hugsast getur, þ.e. fyrirtækin séu ávallt staðsett á jaðri framleiðslumengisins.

Mælingar á framleiðnbreytingum

Algengast er að mæla breytingar á heildarþáttaframleiðni með annað hvort vísitölum (stikafrjár aðferðir) eða leiða mælingarnar út frá framleiðslu-, kostnaðar- eða hagnaðarföllum sem metin eru með tölfræðilegum aðferðum (stikaðar aðferðir).

⁶⁰ Hámarkun hagnaðar þýðir þá að $p(j)=C_{y(j)}$ öll j Samkvæmt Shephard's lemmu er $C_{w(i)=x(i)}$, öll i .

Stikafríar aðferðir

Grundvöllur þessara aðferða er jafna (A.10)⁶¹ hér að ofan, þar sem vegnar breytingar í aðfanganotkun eru metnar með Divisia vísitölu,

$$(A.10') \quad d \ln F(X; \mathbf{x}, t) / dt = \dot{y} / y - \dot{X} / X = d \ln y / dt - \sum (w_i \cdot x_i / p \cdot y) \cdot \dot{x}_i / x_i \equiv d \ln y / dt - D(X, y).$$

Líking (A.10) eða öllu heldur (A.10') er grundvallarjafnan í stikafríum aðferðum við mælingar á breytingum í heildarþáttaframleiðni. Samkvæmt henni er unnt að meta þróun í heildarþáttaframleiðni með því einu að þekkja framvindu heildarframleiðslu og aðfanga auk hlutdeildar hvers aðfangs í virði heildarframleiðslu. Ekki er þörf á að meta neina stika (stuðla) í framleiðslufallinu. Aðferðin er með öðrum orðum stikafrí. Jafna (10') er notuð jöfnum höndum við athuganir á framleiðniþróun í einstökum fyrirtækjum, atvinnuvegum og hagkerfinu í heild svokölluðu hagvaxtarbókhalda (Solow 1957, Jorgenson og Griliches 1967, Denison 1972 og Hulten 2001).

Hollt er að hafa hugfast, að jafna (A.10') gerir ráð fyrir tilveru framleiðslufalls og hagkvæmni í notkun aðfanga. Að þessum forsendum gefnum mælir jafnan í raun tilfærslu framleiðslufallsins, þ.e. þá framleiðslubreytingu, sem ekki verður skýrð með breytingum í notkun framleiðsluþáttanna. Sem fyrr segir er þessi tilfærsla rakin til svokallaðra tæknibreytinga, $T(\mathbf{x}, t)$. Með þeim fyrirvörum, sem áður hafa verið settir fram, má því líta svo á að tæknibreytingar og breytingar á heildarþáttaframleiðni séu einn og sami hluturinn. Einsþáttarframleiðni og ádrir einfaldir framleiðnikvarðar hafa hins vegar ekki þennan eiginleika.

Vert er að veita því eftirtekt að ef summa kostnaðarhlutdeilda, $w_i \cdot x_i / p \cdot y$, í (10') er 1 (þ.e. þær eru vogtölur) er óþarfi að meta þá síðustu þeirra og einfaldar það matsvandann. Séu t.d. aðeins tvö aðföng, t.d. vinnuafli og fjármunir (og framleiðslan því mæld sem virðisauki) er unnt að mæla þróun heildarþáttaframleiðni sem

$$d \ln F(X; \mathbf{x}, t) / dt = \dot{y} / y - (w_k \cdot k / p \cdot y) \cdot \dot{k} / k,$$

þar sem framleiðsla, y , og fjármunir, k , eru per einingu af vinnuafli (sjá t.d. Solow 1957).

Líking (A.10') er í samfelldum tíma. Fáanleg gögn um framleiðslumagn og aðfanganotkun eru hins vegar jafnan fyrir tiltekin endanleg tímabil, oft ár eða mánuði. Í stað líkingar (A.10') er því iðulega notast við svokallaða Törnqvist nálgun, en hana má rita sem

$$(A.15) \quad \ln HPF_t - \ln HPF_{t-1} = (\ln y_t - \ln y_{t-1}) - 0.5 \sum_{i=1}^I (s_{it} + s_{it-1}) \cdot (\ln x_{it} - \ln x_{it-1}),$$

þar sem HPF_t táknar heildarþáttaframleiðslu á tíma t og s_{it} táknar hlutdeild aðfangs i í heildartekjum á tíma t , þ.e. $s_{it} = w_{it} \cdot x_{it} / p_t y_t$.

⁶¹ Eða hliðstæður hennar (A.13) og (A.14)

Auðvelt er að sjá, hvernig unnt er að meta heildarþáttaframleiðni með hliðstæðum hætti á grundvelli kostnaðarfalla og hagnaðarfalla þ.e. jafna (A.13) og (A.14). Kjarni málsins er sá, að með Törnqvist nálgun eða öðrum sambærilegum nálgunum má meta heildarþáttaframleiðni beint út frá fyrirliggjandi framleiðslugögnum án þess þörf sé á að meta framleiðslu-, kostnaðar- eða hagnaðarföll með tölfræðilegum aðferðum.

Stikaðar aðferðir

Stikaðar aðferðir við mat á framleiðnibreytingum felast í tölfræðilegu mati á viðkomandi föllum, framleiðslu-, kostnaðar- eða hagnaðarföllum og síðan beinum útreikningum á framleiðni.

Framleiðsluföll

Með því að meta sjálft framleiðslufallið í (A.5) með tölfræðilegum aðferðum má á einfaldan hátt fá mat á heildarþáttaframleiðni. Til að taka tillit til tilviljunarkenndra frávika er afgangslíði, ε , bætt við framleiðslufallið og það t.d. skilgreint sem

$$(A.16) \quad y = Y(\mathbf{x}, t) \varepsilon$$

þar sem ε táknar náttúrulegan veldisvísi og ε er slembistærð.

Að þessu falli metnu er auðvelt að fá mælikvarða á þróun heildarþáttaframleiðni með því að diffra hið metna fall með tilliti til tíma:

$$H\dot{P}F = \frac{\partial y}{\partial t}$$

Einnig væri hægt að nota stuðlamatið úr (A.16) til að reikna jaðarframleiðni hvers framleiðsluþáttar og stinga þeim upplýsingum, ásamt gögnum um aðfanganotkun og afurðaframleiðslu beint inn í heppilega vísitölu, t.d. Törnqvist vísitöluna, og fá þannig mat á heildarþáttaframleiðni.

Kostnaðarföll og hagnaðarföll

Á hliðstæðan hátt má meta kostnaðarfallið í (A.12) eða hagnaðarfallið með tölfræðilegum aðferðum og reikna breytingar í heildarþáttaframleiðni á þeim grundvelli. Matshæfa kostnaðarjöfnu má t.a.m. rita sem:

$$(A.17) \quad c = C(\mathbf{w}, \mathbf{y}, t)e^u$$

þar sem u er tilviljunarkenndur afgangslíður. Með því að diffra fallið með tilliti til tíma má síðan reikna heildarþáttaframleiðnina.

Framleiðslu-, kostnaðar- og hagnaðarföllin má annað hvort meta ein og sér með tölfræðilegum aðferðum, eða sem hluta af jöfnukerfi og nota viðeigandi kerfisaðferðir.

Viðauki B

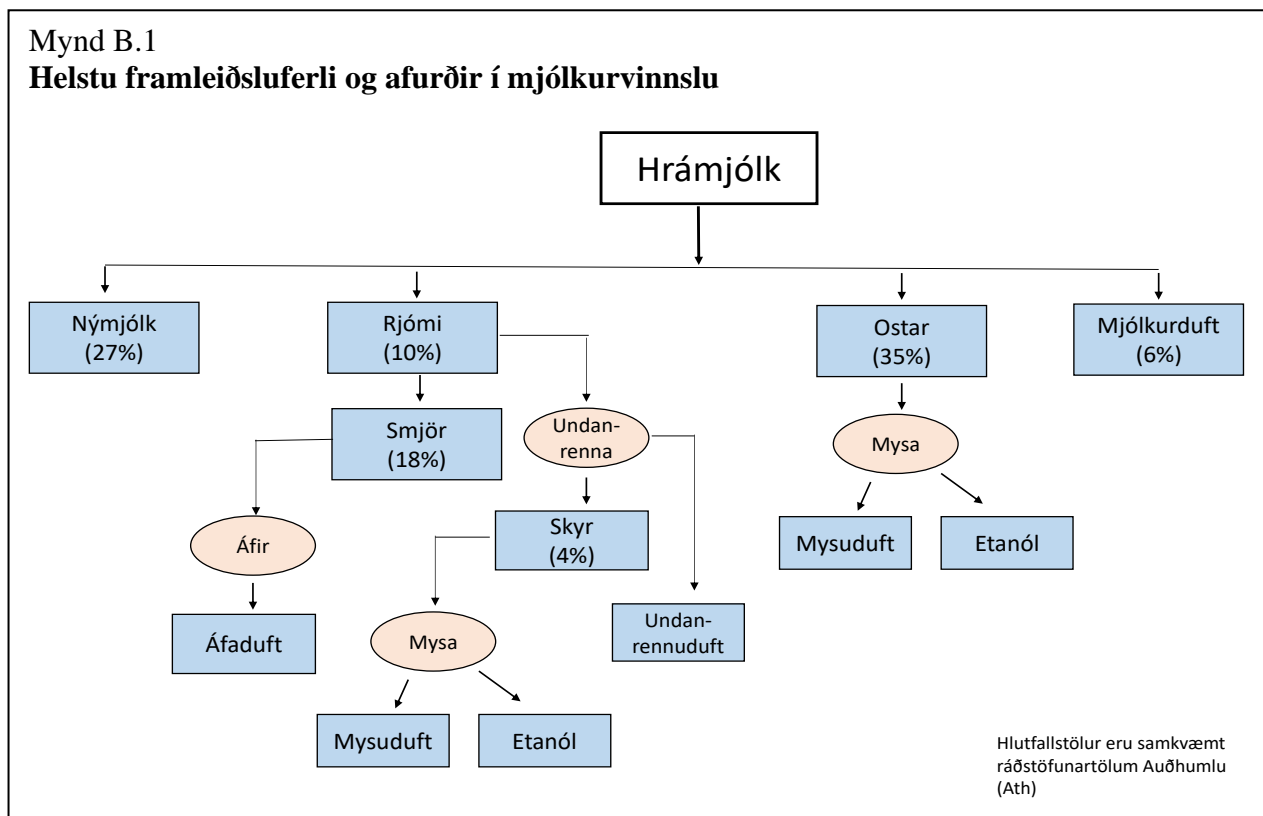
Mjólkurvinnsla: Aðalatriði

Föst efni í mjólk eru fita, eggjahvítefni og laktósi auk ýmissa steinefna. Hinar ýmsu mjólkurafurðir innihalda fitu og eggjahvítefni í mismunandi hlutföllum. Rjómi og smjör eru t.d. tiltölulega fituríkar afurðir, en skyr og margir ostar tiltölulega eggjahvíturíkar afurðir.

Framleiðsluskref í íslenskri mjólkurvinnslu eru í aðalatriðum sem hér segir: Hrármjólk er safnað frá fjölmörgum mjólkurbýlum og hún flutt til vinnslustöðva til úrvinnslu. Eitthvað af hrármjólk er einnig endurflutt milli vinnslustöðva. Þar sem mjólk frá mörgum býlum er blandað saman í flutningi er sú hrármjólk sem berst til vinnslustöðva tiltölulega einsleit vara og mun einsleitari en mjólk frá einstökum mjólkurbýlum.

Öll hrármjólk sem berst til vinnslustöðvar er í upphafi gerilsneydd. Gerilsneyddri mjólk er síðan ráðstafað í allt að fjórar mismunandi framleiðslulínur; (i) mjólkurlína, (ii) rjómalínu, (iii) ostagerð, og (iv) mjólkurduft. Þessar meginframleiðslulínur greinast síðan í ýmsar vinnsluleiðir og fjölmargar afurðir. Til að mynda er á rjómalínu unnið smjör og skyr auk rjóma til neyslu. Í bæði rjómalínu og ostagerð fellur til talsvert magn af mysu sem unnt er að vinna úr mjólkurduft og ýmsa sykra. Helstu afurðaflokkar eru sex; nýmjólk, rjómi, smjör, skyr, ostar og mjólkurduft. Hver afurðaflokkur inniheldur síðan undirafurðir sem geta verið fjölmargar

Aðalatriðum í þessu framleiðsluferli má draga saman eins og í mynd B.1.



Vörutegundir þær sem íslensk mjólkurvinnsla framleiðir eru fjölmargar. Framleiðslulína MS skráir t.d. yfir 200 mismunandi vöruheiti (upplýsingar frá MS 2020). Helstu flokkar afurða eru þó (i) mjólk og sýrðar vörur, (ii) rjómi (iii) skyr, (iv) smjör, (v) ostar og (vi) mjólkurduft (SAM 2019). Hlutdeild þessara vara í heildarframleiðslu miðað við fituinnihald annars vegar og eggjahvítuinnihald hins vegar árið 2018 er rakin í töflu B.1.

Tafla B.1

Trúnaðargögn úr rekstri mjólkurvinnslustöðva

Viðauki C

Samhengi framleiðni og vinnulauna

Stundum er því haldið að vinnulaun geti og/eða eigi að hækka eins og framleiðniaukning. Þetta er hins vegar verulega mikil einföldun á efnahagslegum samhengjum eins og eftirfarandi sýnir:

Gerum í fyrsta lagi ráð fyrir að hrein framleiðsla, þ.e. virðisaukinn, ráðist af tveimur framleiðsluþáttum vinnuafli, l , og fjármagni, k , auk framleiðni, sem við táknum með ϕ :

$$(1) \quad y = Y(k, l, \phi).$$

Til að einfalda greininguna gerum við ráð fyrir að þetta framleiðslufall sé samfelld og diffranlegt. Sé svo mun heildarmismunur og einföld algebra sýna að

$$(2) \quad \frac{dy}{y} = \left(\frac{Y_k \cdot k}{y} \right) \cdot \frac{dk}{k} + \left(\frac{Y_l \cdot l}{y} \right) \cdot \frac{dl}{l} + \left(\frac{Y_\phi \cdot \phi}{y} \right) \cdot \frac{d\phi}{\phi},$$

þar sem d fyrir framan breytu táknar breytingu í henni, þ.e. dy er breyting í virðisauka o.s.frv. Stærðin dy/y er því hlutfallsleg breyting í y , dk/k hlutfallsleg breyting í fjármagni og dl/l hlutfallsleg breyting í vinnuafli. Fóttskrift við fallið Y táknar að það sé diffrað með tilliti til viðkomandi breytu, þ.e. $Y_k \equiv \partial Y / \partial k$ o.s.frv. Svigastærðirnar tákna teygni framleiðslu með tilliti til viðkomandi breytu þannig að $Y_k \cdot k / y$ er teygni framleiðslu m.t.t. fjármagns o.s.frv.

Gerum ráð fyrir eins og jafnan er gert að virðisaukinn skiptist milli vinnuafls og fjármagns:

$$(3) \quad y = w \cdot l + r \cdot k,$$

þar sem w og r tákna einingarverð vinnuafls og fjármagns.

Til að finna samhengi breytinga í framleiðni og launa höfum við engan áhuga á breytingum í aðfangamagni. Höldum því föstu og tökum heildarmismun af (3). Einföld algebra sýnir þá að

$$(4) \quad \frac{dy}{y} = \frac{dw}{w} + \left(\frac{dr}{r} - \frac{dw}{w} \right) \cdot \frac{r \cdot k}{y}.$$

Takið eftir að stærðin $r \cdot k / y$ er hlutdeild fjármagns í virðisaukanum.

En ef aðfangamagnið er fast sýnir líking (2) að

$$\frac{dy}{y} = \left(\frac{Y_\phi \cdot \phi}{y} \right) \cdot \frac{d\phi}{\phi}.$$

Jöfnu (4) er því unnt að skrifa:

$$(5) \quad \left(\frac{Y_\phi \cdot \phi}{y} \right) \cdot \frac{d\phi}{\phi} = \frac{dw}{w} + \left(\frac{dr}{r} - \frac{dw}{w} \right) \cdot \frac{r \cdot k}{y}.$$

Líking (5) er grunnlíking fyrir samhengið milli breytinga í framleiðni og breytinga í launum. Þessi líking heldur að því einu gefnu að framleiðslufallið sé (i) diffranlegt⁶² og (ii) virðisaukanum sé skipt milli framleiðsluþáttanna.

Lítillsháttar algebra á líkingu (5) leiðir í ljós að til þess að laun hækki eins og framleiðniaukning, þ.e. $dw/w = d\phi/\phi$, er nauðsynlegt að

$$(6) \quad \left(\frac{Y_\phi \cdot \phi}{y} \right) = \frac{l \cdot w}{y} + \frac{r \cdot k}{y} \cdot \left(\frac{dr/r}{dw/w} \right),$$

þ.e. teygni framleiðslu m.t.t. framleiðni sé jöfn því sem er hægra megin við jafnaðarmerkið. Það virðist flókið og ekki auðtúlkunlegt. Athugun á (6) sýnir hins vegar að til að laun hækki (breytist) hlutfallslega eins og framleiðni nægir að:

- (i) Teygni framleiðslu m.t.t. framleiðni sé einn og
- (ii) Hlutdeild framleiðsluþáttanna í virðisauka breytist ekki, þ.e. $dr/r = dw/w$.

Þessi skilyrði eru hins vegar óþarflega kröfuhörð. Líking (6) lýsir bæði nauðsynlegum og nægilegum skilyrðum fyrir því að laun hækki (breytist) hlutfallslega eins og framleiðni.

Jöfnu (5) má einnig nota til að komast að því til að finna hvað sé mikið svigrúm til að hækka laun þegar framleiðni hækkar. Augljóst að þetta svigrúm er þeim mun meira sem einingarverð (og þar með hlutdeild) fjármagns lækkar meira. Ef t.d. einingarverð fjármagns hækkar ekkert þótt framleiðni vaxi, þ.e. $dr/r = 0$, þá hækka laun um:

$$\frac{dw}{w} = \left(\frac{Y_\phi \cdot \phi / y}{w \cdot l / y} \right) \cdot \frac{d\phi}{\phi}.$$

Ef t.d. teygni framleiðslu m.t.t. framleiðni er einn, þ.e. $Y_\phi \cdot \phi / y = 1$, munu vinnulaunin hækka um mun meira en framleiðnin þar sem hlutdeild vinnulauna í virðisaukanum, þ.e. $w \cdot l / y$, er væntanleg talsvert undir einum.

⁶² Raunar er hliðstætt samhengi fyrir hendi þótt framleiðslufallið sé ekki diffranlegt, en það er talsvert margbrotnara í framsetningu.

Viðauki D

Skekkjur í mati á hlutdeildum

Gerum ráð fyrir að virðisauki sé metinn með skekkju, þ.e.

$$\hat{v} = v + \theta,$$

þar sem v er sanni virðisaukinn og θ matsskekkjan.

Látum w tákna vinnuafskostnað og gerum ráð fyrir að hann sé mældur án skekkju.

Þá er metinn hlutdeild vinnuaflsins:

$$(D.1) \quad \hat{s}_l = \frac{w}{\hat{v}} = \frac{w}{v + \theta} = s_l \cdot \left(\frac{v}{v + \theta} \right),$$

þar sem s_l er sanna hlutdeildin.

Samkvæmt skýrgreiningu á hlutdeildum ($s_i + s_l = 1$) er má þá finna metna hlutdeild fjármagnsins:

$$(D.2) \quad \hat{s}_k = 1 - \hat{s}_l = \left(1 - s_l \cdot \left(\frac{v}{v + \theta} \right) \right) = \left(1 - (1 - s_k) \cdot \left(\frac{v}{v + \theta} \right) \right).$$

Samkvæmt (D.1) lækkar því metin hlutdeild vinnuafls með skekkjunni θ en samkvæmt (D.2) hækkar metin hlutdeild fjármagns með θ . Þetta er vegna þess að metin hlutdeild fjármagns er reiknuð sem afgangsstærð í (D.2).

Á hinn bóginn er vert að veita því eftirtekt að sé skekkjan í mati á virðisauka engin, þ.e. $\theta=0$, eru hinar metnu hlutdeildir samkvæmt (D.1) og (D.2) réttar.

Viðauki E
Gögnin

Trúnaðargögn úr rekstri mjólkurvinnslustöðva

Trúnaðargögn úr rekstri mjólkurvinnslustöðva

Viðauki F

Áhrif skakkra verða á metna framleiðni

Látum p_B tákna verð á hrá mjólk til bænda og p_N verð á mjólkurafurðum til mjólkurvinnslunnar.

Skýrgreinum verðhlutfallið:

$$\theta(t) = \frac{p_B(t)}{p_N(t)},$$

þar sem t táknar tíma.

Ritum framleiðni sem fall af θ :

$$(F.1) \quad \phi(t) = F(\theta(t)).$$

Augljóst er að θ hefur neikvæð áhrif á mælda framleiðni, þ.e. afleiðan $F_\theta < 0$.⁶³ Þetta sýnir að óhagstæð θ (fyrir mjólkurvinnsluna) rýrir mælda framleiðni hennar að öðru óbreyttu.

Gerum nú ráð fyrir að verðhlutfallið θ sé ranglega metið (ákvarðað). Þ.e.

$$(F.2) \quad \hat{\theta}(t) = \theta(t) \cdot (1 + \alpha(t)),$$

þar sem $\hat{\theta}(t)$ er hið ranglega meta verðhlutfall og $\alpha(t)$ er skekkjan sem getur bæði verið jákvæð og neikvæð.

Hin metna framleiðni ræðst af hinu metna verðhlutfalli, þ.e. $\hat{\theta}$:

$$(F.3) \quad \hat{\phi}(t) = F(\hat{\theta}(t)).$$

Því er það að sé verðhlutfallið ofmetið er hin metna framleiðni vanmetin og öfugt.

Diffnun á (F.3) m.t.t. tíma sýnir að þróun metinnar framleiðni, þ.e. metinn framleiðnivöxtur, yfir tíma er:

$$(F.3) \quad \frac{\dot{\hat{\phi}}(t)}{\hat{\phi}(t)} = \left(\frac{\hat{\theta}(t) \cdot F_\theta}{F(\hat{\theta}(t))} \right) \cdot \frac{\dot{\hat{\theta}}(t)}{\hat{\theta}(t)}.$$

Nú er svigastærðin á hægri hlið (F.3) neikvæð. Þar með hefur verið sýnt fram á að þróun metinnar framleiðni yfir tíma hefur öfugt formerki við þróun metna verðhlutfallsins, þ.e. $\hat{\theta}$.

⁶³ Þetta er auðvitað unnt að sanna formlega, en algebran er nokkuð löng og leiðgjörn.

En samkvæmt (F.2) er

$$(F.4) \quad \frac{\dot{\hat{\theta}}(t)}{\hat{\theta}(t)} = \frac{\dot{\theta}(t)}{\theta(t)} + \frac{\dot{\alpha}(t)}{1 + \alpha(t)}.$$

Líkingar (F.3) og (F.4) sýna að þróun metinnar framleiðni vanmetur raunverulegan framleiðnivöxt þegar skekkjan í verðhluutfallinu vex en ofmetur hann þegar skekkjan minnkar.

Vert er að veita því eftirtekt að ofangreind niðurstaða er óháð því hvort skekkjan í verðhluutfallinu er jákvæð eða neikvæð. Það er því t.d. vel hugsanlegt að skakkt verðhluutfall ofmeti framleiðni en vanmeti framleiðnivöxtinn.

Viðauki G
Vísitölur: Grunnfræði

Látum $p(t)$ tákna vektor verða á tíma t og $x(t)$ samsvarandi vektor magntalna.

Þá er Laspeyres verðvísitala á tíma t (ILO 2004).

$$L(t) = \frac{p(t) \cdot x(t)}{p(0) \cdot x(0)} = \frac{\sum_{i=1}^I p(i,t) \cdot x(i,t)}{\sum_{i=1}^I p(i,0) \cdot x(i,0)} = \sum_{i=1}^I \frac{p(i,t)}{p(i,0)} \cdot \left(\frac{p(i,0) \cdot x(i,0)}{\sum_{i=1}^I p(i,0) \cdot x(i,0)} \right) = \sum_{i=1}^I \frac{p(i,t)}{p(i,0)} \cdot w(i,0),$$

þar sem $w(i,0)$ er hlutdeild vöru i í heildarverðmæti á tíma $t=0$.

$L(t)$ mælir hvað það kostar á tíma t að kaupa upphaflega magnvektorinn $x(0)$.

Mikilvægt er að átta sig á að Laspeyres verðvísitala mælir almennt ekki kostnað neytenda til að ná tiltekinni hagsæld eða kostnað kaupenda til að ná tilteknum ábata. Ástæðan er að verði verðbreytingar munu kaupendur afar sennilega færa kaup sín frá þeim vörum sem hækka meira til þeirra sem hækka minna. $L(t)$ ofmetur því kostnaðinn við að halda sömu hagsæld (ILO og fl. 2004, Diewert 1998). Engu að síður nota hagstofur heimsins, þeirra á meðal Hagstofa Íslands, gjarnan Laspeyres vísitölur til að meta verðþróun. Ástæðan kann að vera að sú vísitala er auðveld í notkun.

Divisia vísitala

Divisia vísitölur hafa fræðilega yfirburði yfir Laspeyres vísitölur (Hulten 2008).

Andartaksbreyting í Divisia verðvísitölu (Divisia 1925) á tíma t er:

$$\frac{\dot{D}(t)}{D(t)} = \frac{\sum_{i=1}^I \frac{p(i,t) \cdot x(i,t)}{\sum_{i=1}^I p(i,t) \cdot x(i,t)} \cdot \frac{\dot{p}(i,t)}{p(i,t)}}{\sum_{i=1}^I w(i,t)} \cdot \frac{\dot{p}(i,t)}{p(i,t)},$$

þar sem ‘ $\dot{\cdot}$ ’ fyrir ofan breytur tákna fyrstu tímaafleiðu breytanna og $w(i,t) = \frac{p(i,t) \cdot x(i,t)}{\sum_{i=1}^I p(i,t) \cdot x(i,t)}$ er

hlutdeild vöru I í útgjöldunum á tíma t .

Divisia vísitalan sjálf er síðan fundin með því að tegra (línutegur) yfir tímaferil verðanna.

Séu gögn í ósamfelldum tíma (sem ætíð er) má nálgast breytingu í Divisia vísitölu með svokallaðri Törnqvist vísitölu (Diewert 1976, Hulten 2008):

$$\frac{\dot{D}(t)}{D(t)} \approx \sum_{i=1}^I \frac{1}{2} \cdot (w(i,t) + w(i,t-1)) \cdot (\ln(p(i,t)) - \ln(p(i,t-1))) \equiv \frac{\Delta D(t)}{D(t)},$$

þar sem $\Delta D(t) = D(t) - D(t-1)$ og $\Delta D(t)/D(t)$ er hlutfallsleg breyting í Divisia vísitölunni.

Diewert (1976) hefur sýnt að þessi nálgun er fullkomin þegar viðkomandi markmiðafall hefur (samfellt) translog form.

Divisia vísitalan sjálf finnst síðan sem

$$D(T) = D(0) \cdot \prod_{t=1}^T \left(1 + \frac{\Delta D(t)}{D(t)} \right).$$

Nýjar vörur/afurðir og bætt gæði

Í mjólkurvinnslunni bætast öðru hverju við nýjar vörur (og e.t.v. hverfa fyrri vörur). Þá verða gæðabreytingar á „sömu“ vörum. Hvernig á að fara með það?

Möguleiki 1: Hafa aðeins í vísitölunni vörur sem ávallt eru til staðar og hafa sömu gæði allan tímann.

Möguleiki 2: Endurskoða grunninn, $s(I,0)$ í hver sinn er vörur bætast við (eða verulegar gæðabreytingar verða). Þetta er hins vegar ekki einfalt mál.

Þegar *ný vara bætist* við á tíma t er mælt með eftirfarandi (Hausman 1997):

(1) Metið er eftirspurnarfall fyrir vöruna $P(x(I+1),x)$.

(2) Fallið er notað til að áætla $p(I+1,t-1) = P(0,x)$.

(3) Nýr grunnur: $\sum_{i=1}^{I+1} p(i,t) \cdot x(i,t)$.

(4) Nýjar vogtölur: $w(i,t) = \left(\frac{p(i,t) \cdot x(i,t)}{\sum_{i=1}^{I+1} p(i,t) \cdot x(i,t)} \right)$, $i = 1, 2, \dots, I+1$.

(5) Laspeyres vísitala metin sem:

$$L(t) = \sum_{i=1}^{I+1} \frac{p(i,t)}{p(i,t-1)} \cdot w(i,t) = \sum_{i=1}^I \frac{p(i,t)}{p(i,t-1)} \cdot w(i,t) + \frac{p(I+1,t)}{P(0,x)} \cdot w(I+1,t).$$

(6) Divisia vísitala metin sem:

$$\frac{\dot{D}(t)}{D(t)} = \frac{\sum_{i=1}^{I+1} p(i,t) \cdot x(i,t)}{\sum_{i=1}^{I+1} p(i,t) \cdot x(i,t)} \cdot \frac{\dot{p}(i,t)}{p(i,t)} \equiv \sum_{i=1}^I w(i,t) \cdot \frac{\dot{p}(i,t)}{p(i,t)} + w(I+1,t) \cdot \frac{\dot{p}(I+1,t)}{p(I+1,t)},$$

Þar sem $\dot{p}(I+1,t)$ er metið með hjálp metna eftirspurnarfallsins.

Samsvarandi aðferð er notuð þegar **vörur hverfa**.

Bætt gæði má skoða sem verðlækkun sem þýðir að vísitalan notar leiðrétt verð:

$$\hat{p}(i,t) = p(i,t) \cdot (1 - \varepsilon).$$

Viðauki H
Nýjar vörur og verðteygni: Dæmi

Gerum ráð fyrir að eftirspurnarfallið sé:

$$(H.1) \quad p = A \cdot q^{-B},$$

þar sem p táknar verð, q magn og A og B eru stuðlar. Takið eftir að teygni verðs með tilliti til magns er $-B$.

Augljóst er að $p(1) = A \cdot q(1)^{-B}$ og $p(0) \rightarrow \infty$, þar sem $p(1)$ er verðið eftir að varan kemur á markaðinn og $p(0)$ verðið áður.

Hlutfallsleg verðbreyting við það að varan kemur á markaðinn er þá:

$$\frac{p(1) - p(0)}{p(0)} = \frac{p(1)}{p(0)} - 1 = -1,$$

þ.e. 100% verðlækkun. Takið eftir að þessi verðlækkun er óháð stuðlunum, A og B og þar með teygninni.

Gerum nú ráð fyrir að eftirspurnarfallið sé:

$$(H.2) \quad p = A - B \cdot q.$$

Teygni verðs með tilliti til magns er þá $\varepsilon(p, q) = -B \cdot q / p$ og er greinilega breytileg eftir því hvar á eftirspurnarfallinu p og q eru.

Í markaðsjafnvægi nýju vörunnar er $\varepsilon(p(1), q(1)) = -B \cdot q(1) / p(1)$. Því hlýtur stuðullinn B að vera:

$$B = -\varepsilon(p(1), q(1)) \cdot p(1) / q(1).$$

Og, augljóslega

$$A = p(0).$$

Þar með liggur ljóst fyrir að

$$(H.3) \quad p(1) = p(0) - \varepsilon(p(1), q(1)) \cdot \frac{p(1)}{q(1)} \cdot q(1) = p(0) + \varepsilon(p(1), q(1)) \cdot p(1).$$

Og hlutfallsleg verðbreyting því:

$$\frac{p(1)}{p(0)} - 1 = \frac{\varepsilon(p(1), q(1))}{1 - \varepsilon(p(1), q(1))}.$$

Af þessu er auðvelt að sjá að $\frac{p(1)}{p(0)} - 1 \in [-1, 0]$, þ.e. hlutfallsleg verðbreyting er á bilinu -100% og upp 0% eftir því hver teygni verðs með tilliti til magns er. Ef teygningin er núll (lárétt eftirspurnarfall) er verðbreytingin engin. Ef teygningin er -1 er verðbreytingin -50%. Ef teygningin er óendanleg (lóðrétt eftirspurnarfall) er verðbreytingin -100%.

Viðauki I
Verðvísitölur

Trúnaðargögn úr rekstri mjólkurvinnslustöðva

Viðauki J

Stíkað mat á framleiðni

Cobb-Douglas framleiðslufallið aukið með framleiðniþróun má rita:

$$(J.1) \quad y(t) = a \cdot l(t)^b \cdot k(t)^c \cdot \Psi(t),$$

Þar sem $y(t)$ táknar virðisauka, $l(t)$ notkun vinnuafls og $k(t)$ notkun fjármuna á tíma t . Stærðirnar a , b og c eru framleiðslustuðlar. $\Psi(t)$ táknar framleiðnina.

Augljóst er að (J.1) má einnig rita sem:

$$(J.2) \quad F(t) \equiv \frac{y(t)}{l(t)^b \cdot k(t)^c} = a \cdot \Psi(t).$$

Sé gert ráð fyrir hlutfallslegum framleiðnivexti má rita $\Psi(t) = e^{\sum_{\tau=0}^t \phi(\tau)}$, þar sem $\phi(\tau)$ er hlutfallslegur framleiðnivöxtur á tíma τ .

Framleiðnivöxtur yfir eitt tímabil er þá

$$\frac{F(t+1)}{F(t)} = e^{\phi(t)}.$$

Og hlutfallslegur framleiðnivöxtur er:

$$(J.3) \quad \ln\left(\frac{F(t+1)}{F(t)}\right) = \phi(t).$$

Með sömu aðferð er auðvelt að finna hlutfallslegan framleiðnivöxt yfir hvaða tímabil, \hat{t} , sem er sem:

$$(J.4) \quad \frac{\ln\left(\frac{F(t+\hat{t})}{F(t)}\right)}{\hat{t}} = \frac{\sum_{\tau=t}^{t+\hat{t}} \phi(\tau)}{\hat{t}} = \phi.$$

Augljóst er að líking (J.3) er sértilfelli af líkingu (J.4) þar sem $\hat{t} = 1$.

Ef fyrir liggja gögn um $y(t)$, $l(t)$ og $k(t)$ og gildi stuðlanna b og c eru þekkt er unnt að reikna $F(t)$ samkvæmt (J.2) og í framhaldinu af því hinn hlutfallslega framleiðnivöxt á tímabilinu samkvæmt (J.3) eða (J.4).

Hvað gildi á stuðlunum b og c snertir er vert að hafa í huga að noti viðkomandi fyrirtæki hagkvæmasta magn af vinnuafli og fjármunum eru stuðlarnir b og c hlutdeildir vinnuafls og fjármagns í virðisaukanum.

Auðveld leið til að sjá þetta er að diffra framleiðslufallið t.d. með tilliti til vinnuafls. Þ.e.

$$Y_l \equiv \frac{\partial y}{\partial l} = b \cdot \frac{Y}{l}.$$

Því er

$$\frac{Y_l \cdot l}{Y} = b.$$

Og með sömu röksemdafærslu:

$$\frac{Y_k \cdot k}{Y} = c.$$

Því er það að ef fyrirtækið notar hagkvæmasta magn vinnuafls og fjármuna, þ.e. $Y_l = w$ og $Y_k = v$, þar sem w og v eru einingarverð vinnuafls og fjármuna, mæla stuðlarnir b og c hlutdeildir vinnuafls og fjármuna í virðisaukanum.