

3.1. EFEKTYVUMO IR PRODUKTYVUMO DĒSNINGUMAI LIETUVOS ŽEMĖS ŪKYJE: TYRIMŲ SINTEZĖ

Tomas Baležentis (Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas), Dalia Štreimikienė (Vilniaus universitetas)

Ivadas

Vienas iš svarbiausių ekonomikos tyrimų tikslų yra užtikrinti tinkamą (racionalų) išteklių paskirstymą ir taip siekti socialinės bei ekonominės gerovės (Latruffe, 2010). Siekiant identifikuoti tinkamiausią praktiką, taikoma atitinkama metodologija. Veiklos valdymo (*performance management*) tikslas – identifikuoti ir skleisti gerą praktiką organizacijoje, sektoriuje ar visoje ekonomikoje. Vienas iš svarbiausių veiklos valdymo komponentų yra lyginamoji veiklos analizė (*benchmarking*), kuri apima sisteminį gamybinio vieneto (sprendimų priėmimo vieneto) vertinimą kitų homogeniškų vienetų atžvilgiu (Bogetoft, Otto, 2011). Minėtas lyginamosios analizės procesas (gerosios praktikos pavyzdžių paieška) yra svarbus tiek viešiesiems, tiek privatiesiems sprendimų priėmėjams, siekiant tvarios plėtros. Pasak Jack ir Boone (2009), lyginamoji veiklos analizė yra naudinga šiais aspektais: analizė gali sukurti motyvaciją pokyčiams; numatyti, kaip organizacija turėtų atrodyti po įvykusių pokyčių; teikti duomenis apie sėkmingus pavyzdžius, skatinant pokyčius; identifikuoti gerą praktiką pokyčių valdymui; nustatyti atskaitos tašką įvykusių pokyčių vertinimams.

Racionaliems strateginio valdymo sprendimams priimti reguliuojant bet kurį ūkio sektorių reikalinga integruota atitinkamo sektoriaus veiklos vertinimo metodika. Žemės ūkio sektorius yra susijęs su didelės apimties parama ir reguliavimu. Taigi žemės ūkio sektoriuje lyginamoji veiklos analizė yra ypač svarbi siekiant užtikrinti tvarų šio sektoriaus vystymąsi. Be to, gamybinio efektyvumo augimas gamintojams užtikrina mažesnius kaštus ir didesnę pelno normą, o likusiems produkto paskirstymo grandinės dalyviams – palankesnes kainas (Samarajeewa, 2012). Nauges et al. (2011) nurodė svarbiausius veiksnius, lemiančius mokslinių žemės ūkio efektyvumo tyrimų poreikį. Visų pirma žemės ūkio gamintojai paprastai ūkininkauja nuosavoje žemėje ir gyvena savo ūkiuose, todėl įprasta prielaida, kad tik efektyvūs gamintojai gali veikti jų gaminamų produktų rinkose, paprastai negalioja žemės ūkyje, be to, tokie pokyčiai sukeltų daugelį socialinių problemų. Antra, valstybinės politikos intervencijos (moksliniai tyrimai, mokymas, konsultavimo programos) turėtų didinti efektyvumą. Trečia, politikos priemonės, susijusios su ūkio restruktūrizavimu, daugelyje regionų laikomos prioritetinėmis.

Siekiant atlikti tinkamą lyginamąją veiklos analizę svarbu suvokti veiksmingumo (*effectiveness*), efektyvumo (*efficiency*) ir produktyvumo (*productivity*) koncepcijas. Veiksmingumas gali būti vertinamas tam tikros apibrėžtos naudingumo arba tikslo funkcijos pagalba. Paprastai šias funkcijas įvertinti gana sudėtinga, todėl naudojamas lyginamosios analizės metodas ir įvertinamas efektyvumas. Produktyvumas atspindi išteklių panaudojimą gaminant produkciją. Išskirtinas bendrasis (visų gamybos veiksnių) (Solow, 1957) ir dalinis (atsiėmimo gamybos veiksnio) produktyvumas. Produktyvumo augimas – infliacijos nesukeliantis ekonomikos augimo šaltinis, todėl turėtų būti siekiama jo augimo taikant lyginamąją analizę ir efektyvumo valdymą.

Alvarez ir Arias (2004) bei Gorton ir Davidova (2004) teigia, kad analizuojant žemės ūkio gamybinį efektyvumą dažniausiai taikomi ribiniai metodai. Išskirtinos dvi ribinių metodų grupės: parametriniai ir neparametriniai. Rasmussen (2011) taikė parametrinį stochastinės ribinės analizės metodą Danijos ūkiams. Bojnec ir Latruffe (2011) bei Davidova ir Latruffe (2007) taikė neparametrinį duomenų apgaubties analizės metodą Slovėnijos ir Čekijos ūkių veiklai vertinti. Latruffe ir kiti (2004), nagrinėdami Lenkijos ūkių techninį efektyvumą, taikė stochastinės ribinės analizės ir duomenų apgaubties metodą. Rahman ir Salim (2013), nagrinėdami bendrojo produktyvumo pokyčius Bangladešo žemės ūkyje, pritaikė Färe–Primont indeksą. Baležentis (2014a) pateikė žemės ūkio efektyvumo tyri-

mų įvairiuose pasaulio regionuose apžvalgą. Šiame darbe daugiausia dėmesio skiriama Lietuvos žemės ūkio sektoriaus efektyvumo vertinimui.

Lietuvoje ūkininkų ūkių veiklos pagyvėjimas buvo pastebėtas XX a. dešimtojo dešimtmečio pradžioje, kai buvo pereita prie rinkos ekonomikos ir vykdoma daugelis institucinių, struktūrinių ir ekonominių reformų. 2004 m. Lietuva įstojo į Europos Sąjungą (ES) ir pradėjo įgyvendinti Bendrąją žemės ūkio politiką, tačiau Lietuvos ūkininkavimo sistema formuojasi iki šiol. 2003–2010 m. Lietuvoje vidutinis ūkio dydis padidėjo nuo 9,2 iki 13,7 ha žemės ūkio naudmenų. Šiuo laikotarpiu žemės ūkio naudmenų plotas padidėjo 10 proc., o ūkių skaičius sumažėjo 27 proc., t. y. nuo 272 tūkst. iki beveik 200 tūkst. (Statistikos departamentas, 2014). Dėl mažėjančio smulkių ūkių skaičiaus Lietuvos ūkių struktūra tampa panaši į ES valstybių narių ūkių struktūrą. Lietuvoje yra beveik penktadalis apleistų žemės ūkio naudmenų, kurios gali būti naudojamos sektoriaus plėtrai. Taigi svarbu analizuoti žemės ūkio efektyvumą, kuris gali veikti įvairius ūkininkų sprendimus lemiančius veiksnius.

Šio tyrimo tikslas – įvertinti Lietuvos žemės ūkio sektoriaus efektyvumą skirtingų darnumo dimensijų atžvilgiu, daugiausia dėmesio skiriant ekonominei ir aplinkos dimensijoms. Tyrimas yra reikšmingas dėl aptartų žemės ūkio efektyvumo vertinimo svarbos priežasčių ir pastarosios krypties tyrimų, skirtų Lietuvos žemės ūkio sektoriui, trūkumo. Lietuvos ūkininkavimo praktika vis dar atsilieka nuo Vakarų Europoje taikomos praktikos. Siekiant užtikrinti pažangą, tikslinga pasinaudoti gerąja užsienio patirtimi. Todėl svarbu identifikuoti pirmaujančius arba atsiliekančius ūkininkavimo tipus, kiekybiškai įvertinti jų veiklos efektyvumą. Šiems tikslams skiriamos tiek viešos, tiek privačios investicijas (OECD, FAO, 2011). Pažymėtina, kad 2007–2013 m. Lietuvos kaimo plėtros programai buvo numatyta skirti 2,287 mlrd. eurų. Tinkamas tokių lėšų paskirstymas reikalauja sprendimų paramos sistemos, pagrįstos daugiakriteriu optimizavimu. Taigi svarbu išplėtoti lyginamosios analizės metodikas ir jas integruoti į strateginio valdymo procesus. Naujajame 2014–2020 m. programavimo periode vadybiniai sprendimai, didinantys žemės ūkio sektoriaus efektyvumą, bus ne mažiau aktualūs. Iki šiol Lietuvos žemės ūkio sektoriaus efektyvumui buvo skirti tik keli tyrimai (Rimkuvienė et al., 2010; Baležentis, Baležentis, 2011a; Baležentis, Kriščiukaitienė, 2012). Pažymėtina, kad minėtuose tyrimuose daugiausia dėmesio skirta chronologinei analizei arba tirta skirtingų ūkininkavimo tipų veikla vienu periodu, be to, neatlikta efektyvumo veiksnių analizė. Žemės ūkio sektoriaus duomenims būdingas tam tikras neapibrėžtumas, dėl to yra svarbu sukurti ir taikyti atitinkamus kiekybinius metodus.

Šiame monografijos poskyryje bus aptarti efektyvumo analizės metodologiniai klausimai, įvertintas Lietuvos ūkininkų ūkių gamybinis efektyvumas, nustatytos energijos intensyvumo tendencijos Lietuvos ir kitų pasirinktų Europos Sąjungos šalių narių ūkiuose bei įvertintas Lietuvos ir pasirinktų Europos Sąjungos valstybių narių žemės ūkio techninis, aplinkos bei išteklių efektyvumas. Efektyvumo analizė remiasi neoklasikine gamybos teorija. Tyrimui daugiausia naudojamas neparimetrinis metodas, t. y. duomenų apgaubties analizė (DEA). Pastarasis metodas įgyvendinamas naudojant tiesinio programavimo modelius. Nuokrypiams atsparios gamybos ribos įvertinamos taikant saviranką ir Monte Karlo simuliaciją. Siekiant atsižvelgti į neapibrėžtumą, taikoma neraiškiųjų skaičių teorija. Programinis (ūkininkavimo tipų) efektyvumas vertinamas taikant daugiakryptę efektyvumo analizę (MEA) ir metaribos požiūrį. Bendrojo produktyvumo pokyčių analizė remiasi bendrojo produktyvumo indeksais, kurie apskaičiuojami taikant DEA. Gautieji rezultatai yra analizuojami taikant regresijos modelius (nupjauta regresija, panelinė regresija), daugiamatės statistikos metodais (sankauptų analizė, dauginė atitikties analizė). Taip pat aptariamas ir neoklasikinės gamybos teorijos taikymas vertinant skirtingas darnumo dimensijas. Kryptinis DEA modelis, esant silpno nustatymo (atsisakymo) prielaidai, taikomas vertinant aplinkos ir išteklių efektyvumą.

3.1.1. Efektyvumo analizės pagrindai

Sąvoka efektyvumas skirtinguose kontekstuose vartojama įvairiomis prasmėmis. Taigi reikia apibrėžti gamybinio efektyvumo sąvoką ir jos ryšį su gamybine technologija. Vertinant ekonominės veiklos rezultatus tradiciškai naudojamas produkcijos ir jai pagaminti reikalingų išteklių kiekių santykis (produktyvumas). Efektyvumą galima apibrėžti kaip santykį tarp faktinių ir optimalų produkcijos arba išteklių kiekių derinių (gamybos planų), t. y. santykį tarp faktinio ir optimalaus produktyvumo. Optimalus gamybos derinys (gamybos planas) apibūdina tam tikros įmonės gamybos galimybių ribą jos aplinkoje (Daraio, Simar, 2007). Šia prasme efektyvumo terminą pirmasis apibrėžė Koopmans (1951). Koopmans pasiūlė tokį efektyvaus sprendimų priėmimo vieneto (SPV) apibrėžimą: SPV vadinamas efektyviu tuomet, kai neįmanoma padidinti (sumažinti) jokios produkcijos (išteklių) rūšies apimtį, nesumažinant (nepadidinant) bet kurios kitos produkcijos (išteklių) rūšies apimtį. Dėl šio apibrėžimo panašumo į Pareto apibrėžimą, anksčiau minėtas apibrėžimas vadinamas Pareto - Koopmans apibrėžimu. Šis apibrėžimas leidžia atskirti efektyviuosius SPV nuo neefektyviųjų, tačiau jis neapibūdina konkretaus efektyvumo laipsnio, būdingo tam tikram SPV.

Šią problemą sprendė Debreu (1951). Tyrinėdamas išteklių panaudojimo problemą, jis pasiūlė gamybinio efektyvumo matą – išteklių panaudojimo koeficientą. Debreu matas – tai spindulinis (radial) techninio efektyvumo matas. Šie matai nusako produkcijos arba išteklių kiekių proporcingus pokyčius, išsaugant pradinę jų struktūrą. Išteklių taupymo uždaviniuose spinduliniai matai taikomi ieškant maksimalaus įmanomo proporcingo visų išteklių rūšių sumažinimo, išlaikant duotas produkcijos gamybos apimtis. Analogiškai produkcijos didinimo uždaviniuose spinduliniai matai taikomi ieškant maksimalaus įmanomo proporcingo visų produkcijos rūšių didinimo, išlaikant duotas išteklių sunaudojimo apimtis (Daraio, Simar, 2007; Fried et al., 2008).

Farrell (1957) apibendrina Koopmans (1951) ir Debreu (1951) koncepcijas ir pasiūlė ribinę efektyvumo analizę, išskirdamas dvi ekonominio efektyvumo rūšis: techninę ir paskirstymo efektyvumą. Tuo metu buvo naudota kita terminologija. Farrell (1957) pritaikė pasiūlytą ribinę metodiką JAV žemės ūkio gamybos analizei. Techninio efektyvumo koncepcija remiasi pajėgumu ir noru gaminti maksimalų produkcijos kiekį esant apibrėžtam išteklių kiekiui ir technologijai. Paskirstymo efektyvumas atspindi SPV pajėgumą naudoti gamybos išteklius optimaliomis proporcijomis atsižvelgiant į atitinkamus ribinius kaštus (Kalirajan, Shand, 2002). Tačiau Farrell (1957) pastebėjo, kad kainų informacija dažniausiai sunkiai prieinama, todėl techninis efektyvumas tapo dažniausiai naudojamu gamybinio efektyvumo matu.

Išskirtinos dvi papildomos efektyvumo rūšys: masto ir struktūrinis efektyvumas. Masto efektyvumas rodo, kokių laipsnių padidėja produkcija padidinus išteklius vienu procentu. Farrell (1957) ir vėliau Charnes, Cooper ir Rhodes (1978) naudojo labiausiai ribojančią pastovios masto grąžos prielaidą. Banker, Charnes ir Cooper (1984) atsisakė šios prielaidos ir pažymėjo, kad masto efektyvumas susijęs su kintamosios masto grąžos efektyvumu (grynuoju techniniu efektyvumu) ir pastoviosios masto grąžos techniniu efektyvumu. Struktūrinis efektyvumas yra verslo sektoriaus koncepcija, apibūdinanti tam tikro sektoriaus struktūrą ir veiklos kryptį, kurią nulemia atitinkamo sektoriaus įmonių veikla. Pavyzdžiui, vienas sektorius gali būti struktūriškai efektyvesnis už kitą, jei jo įmonės dirba arčiau efektyvumo ribos. Svarbu nustatyti hipotetinius vidurkius, apibūdinančius kelių sektorių veiklą, ir jais remiantis apskaičiuoti šių sektorių efektyvumus ir taip nustatyti struktūrinio efektyvumo skirtumus. Siejant Debreu- Farrell efektyvumo matus su Koopmans efektyvumo apibrėžimu ir juos visus – su gamybinės technologijos struktūra yra naudinga pristatyti tam tikrus žymėjimus ir terminologiją (Fried et al. 2008). Tarkime, kad gamintojai naudoja išteklių rinkinį $x = (x_1, x_2, \dots, x_m) \in \mathfrak{R}_+^m$ gamindami produkcijos rinkinį $y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \in \mathfrak{R}_+^n$. Šiuo atveju gamybos technologija galėtų būti apibrėžta kaip gamybos galimybių aibė :

$$T = \{(x, y) | x \text{ gali pagaminti } y\} \quad (3.1)$$

Taigi gamybos planas (išteklių – produkcijos rinkinys) $(x, y) \in T$ laikomas efektyviu pagal Koopmans tada ir tik tada, kai $(x', y') \notin T$ ir $(-x', y') \geq (-x, y)$, t. y. neįmanoma padidinti (sumažinti) jokios produkcijos (išteklių) rūšies apimties nesumažinant (nepadidinant) bet kurios kitos produkcijos (išteklių) rūšies apimties.

Gamybos galimybių aibė taip pat galėtų būti aprašyta kaip išteklių (*input*) poreikio ir produkcijos (*output*) gamybos atitikties aibė, kurios žymimos atitinkamai:

$$I(y) = \{x | (x, y) \in T\}, \quad (3.2)$$

$$O(x) = \{y | (x, y) \in T\}. \quad (3.3)$$

Izokvanto, arba atskirų aibės T dalių efektyvumo ribos, gali būti apibrėžiamos spinduliniu (*radial*) būdu (Farrell, 1957). Spindulinis pokytis reiškia masto (*scale*) pokytį, kuris skiriasi nuo dydžio (*size*) pokyčio tuo, kad pirmuoju atveju išlaikomos pastovios proporcijos tarp sąnaudų ar produkcijos kiekių. Kiekvienam $y \in \mathfrak{R}_+^n$ galima rasti atitinkamą išteklių poreikio izokvantą:

$$isoI(y) = \{x | x \in I(y), \lambda x \notin I(y), \lambda < 1\}. \quad (3.4)$$

Analogiškai kiekvienam $x \in \mathfrak{R}_+^m$ galima rasti atitinkamą produkcijos atitikties izokvantą:

$$isoO(x) = \{y | y \in O(x), \lambda x \notin O(x), \lambda > 1\}. \quad (3.5)$$

SPV, priklausantis efektyvumo ribai, apibrėžtas lygtimis (3.4) ir (3.5), gali naudoti didesnę kiekį išteklių tam pačiam produkcijos kiekiui, palyginti su kitais efektyviais SPV. Tokiu atveju ankstesnis SPV pasižymi išteklių rezervu (*slack*), t. y. gamybai naudojamą išteklių kiekį dar galima sumažinti. Pagal Pareto- Koopmans apibrėžimą efektyvios įmonės priklauso atitinkamiems efektyvumo ribų $I(y)$ ir $O(x)$ poaibiams:

$$effI(y) = \{x | x \in I(y), x' \notin I(y), \forall x' \leq x, x' \neq x\}, \quad (3.6)$$

$$effO(x) = \{y | y \in O(x), y' \notin O(x), \forall y' \geq y, y' \neq y\}. \quad (3.7)$$

Taigi $effI(y) \subseteq isoI(y) \subseteq I(y)$ ir $effO(x) \subseteq isoO(x) \subseteq O(x)$.

Efektyvumo matavimui naudojami du matai: Shepard atstumo funkcija ir Farrell efektyvumo matas. Minėtos funkcijos gali būti naudojamos apskaičiuojant atstumus tarp stebėjimo ir efektyvumo ribos. Shepard (1953) apibrėžė išteklių atstumo (*distance*) funkciją:

$$D_I(x, y) = \max \{\lambda | (x/\lambda, y) \in I(y)\}. \quad (3.8)$$

Čia $D_I(x, y) \geq 1$ visiems $x \in I(y)$, ir $D_I(x, y) = 1$, kai $x \in isoI(y)$.

Farrell išteklių efektyvumo matas išreiškiamas šia lygtimi:

$$TE_I(x, y) = \min \{\theta | (\theta x, y) \in I(y)\}. \quad (3.9)$$

Palyginus lygtis (3.8) ir (3.9), akivaizdu, kad :

$$TE_I(x, y) = 1/D_I(x, y), \quad (3.10)$$

čia $TE_I(x, y) \leq 1$ visiems $x \in I(y)$, ir $TE_I(x, y) = 1$, kai $x \in isoI(y)$.

Atitinkamai žemiau pateiktos lygybės išreiškia produkcijos atstumo funkciją ir Farrell efektyvumo matą:

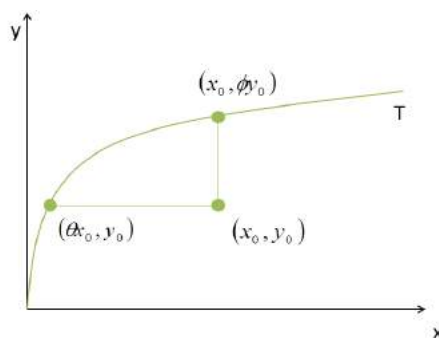
$$D_o(x, y) = \min \{ \lambda \mid (x, y/\lambda) \in O(x) \}, \quad (3.11)$$

$$TE_o(x, y) = \max \{ \phi \mid (x, \phi y) \in O(x) \}, \quad (3.12)$$

$$TE_o(x, y) = 1/D_o(x, y), \quad (3.13)$$

čia $D_o(x, y)$ – Shepard produkcijos atstumo funkcija; $TE_o(x, y)$ – Farrell efektyvumo matas; $TE_o(x, y) \geq 1$ – visiems $y \in O(x)$; $TE_o(x, y) = 1$, kai $y \in isoO(x)$.

Anksčiau aprašyti išteklių ir produkcijos efektyvumo matai grafiškai pateikiami 3.1 paveiksle. Šiame paveiksle pradinis išteklių – produkcijos rinkinys (x_0, y_0) yra projektuojamas į efektyvumo ribą¹³ T dviem būdais: (i) sumažinant išteklių kiekį ir taip pasiekiant efektyvųjį tašką $(\theta x_0, y_0)$ arba (ii) didinant produkcijos kiekį ir taip pasiekiant efektyvųjį tašką $(x_0, \phi y_0)$.



3.1 paveikslas. Techninio efektyvumo vertinimas taikant Farrell matus

Efektyvumo matai gali būti įvertinami taikant parametrinius ir neparametrinius metodus. Šiame darbe taikytas neparametrinis metodas – duomenų apgaubties analizė (DEA, Data Envelopment Analysis), pasiūlytas Farrell (1957) ir Charnes et al. (1978).

Efektyvumo analizė remiasi sąnaudų ir produkcijos kintamųjų, apibūdinančių gamybinę technologiją, pasirinkimu. Remiantis ekonominio augimo ir neoklasikine gamybos teorijomis, paprastai nagrinėjami tokie sąnaudų kintamieji kaip darbas, žemė, kapitalas ir tokie produkcijos kintamieji kaip produkcijos apimtis. Ši tyrimo schema gali būti naudojama vertinant techninį efektyvumą. Tačiau pastebėta, kad tokie kintamieji kaip produkcijos apimtis ar sukurta pridėtinė vertė neatspindi visų gerovės ir darnumo dimensijų (Stiglitz et al., 2010). Taigi literatūroje pasiūlyta įvairių efektyvumo sampratų ir atitinkamų sąnaudų ir produkcijos rodiklių kombinacijų. Pirma, techninis efektyvumas nagrinėja prekinų sąnaudų transformavimą į prekinę produkciją. Antra, ekologinis efektyvumas (aplinkos efektyvumas, aplinkosauginis efektyvumas) susieja poveikį aplinkai su ekonomine veikla (Korhonen, Luptacik, 2004; Lábaj et al., 2014). Poveikis aplinkai kiekybiškai įvertinamas šiltnamio efekto dujų emisijos, trąšų balanso ar kitų išorinių poveikių rodikliais (Piot-Lepetit, Le Moing, 2007; Hoang, Coelli, 2011). Trečia, išteklių efektyvumas nagrinėja materialinių išteklių srautus (Hoang, 2014). Šiuo atveju

¹³ Šiame darbe terminai *efektyvumo riba*, *gamybos riba*, *gamybos galimybių riba* yra tapatūs. Šioms riboms priklausantys sąnaudų ir produkcijos rinkiniai išreiškiami *gamybos funkcija*.

energijos (ne tik kuro kūrenimo ir elektros energijos) srautai gali būti naudojami apibūdinant ekonominės veiklos poveikį aplinkai. Be to, galima atsižvelgti į tokių gamtinių išteklių kaip vanduo panaudojimą.

Skirtingų darnumo dimensijų įtraukimas į gamybos ribų analizę reikalauja tam tikrų metodologinių klausimų sprendimo. Paprastai gamybinė technologija apibrėžiama remiantis laisvo nustatymo (atsisakymo) prielaida, kuri teigia, kad, jei egzistuoja tam tikras techniškai įmanomas gamybos planas, tai įmanoma pagaminti ne daugiau produkcijos esant ne mažesnei sąnaudų apimčiai nei numatyta techniškai įmanomame plane. Tačiau nagrinėjant aplinkos darnumo dimensiją į analizę įtraukiami poveikio aplinkai rodikliai. Poveikis aplinkai negali būti atsiejamas nuo ekonominio aktyvumo. Taigi laisvo nustatymo prielaida pakeičiama silpno nustatymo prielaida (Färe et al., 1989).

Tarkime, kad technologija reiškiamą sąnaudų vektoriumi $x = (x_1, x_2, \dots, x_m) \in \square_+^m$ geros (pageidautinos) produkcijos vektoriumi $y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \in \square_+^n$ ir blogos (nepageidautinos) produkcijos vektoriumi $b = (b_1, b_2, \dots, b_p) \in \square_+^p$. Tuomet gamybos galimybių aibę sudaro tokie rinkiniai (Färe et al., 2005):

$$T = \{(x, y, b) : x \text{ gali pagaminti } (y, b)\}. \quad (3.14)$$

Be to, technologiją galima išreikšti produkcijos atitikties aibe:

$$P(x) = \{(y, b) : (x, y, b) \in T\}. \quad (3.15)$$

Analizuojant gamybinę technologiją su bloga produkcija, priimama prielaida apie silpną blogos produkcijos atsisakymą (Shephard, 1970), stiprų geros produkcijos atsisakymą ir nulinių sujungimą (Shephard, Färe, 1974). Silpnas atsisakymas reiškia, kad gera ir bloga produkcija gali būti sumažinama kartu (proporcingai), t. y. $(y, b) \in P(x)$ ir $0 \leq \theta \leq 1$ lemia, kad $(\theta y, \theta b) \in P(x)$. Pastaroji matematinė išraiška rodo, kad kiekviena produkcijos rūšis turi mažėti proporcingai likusiųjų atžvilgiu (tai galioja tiek gerai, tiek blogai produkcijai). Stiprus atsisakymas reiškia, kad $(y, b) \in P(x)$ ir $y^* \leq y$ lemia $(y^*, b) \in P(x)$. Taigi geros produkcijos apimtis gali būti sumažinta (lyginant su įmanomais gamybos planais) neišlaikant proporcijų tarp skirtingų produkcijos rūšių. Galiausiai nulinio sujungimo prielaida teigia, kad blogos produkcijos nebuvimas įmanomas tik nesant geros produkcijos gamybai: jei $(y, b) \in P(x)$ ir $b = 0$, tai $y = 0$.

Aptartos prielaidos leidžia suformuoti gamybos galimybių ribą, tinkamą įvairių darnumo dimensijų analizei, tačiau vertinant efektyvumą svarbu nustatyti atstumą tarp gamybos plano ir gamybos galimybių ribos. Darnumo analizėje dažnai siekiama subalansuoti ekonominę veiklą ir poveikį aplinkai. Pageidautini priešingų krypčių pokyčiai: gamybos augimas ir poveikio aplinkai mažinimas. Tokio pobūdžio analizei tikslinga taikyti kryptinę atstumo funkciją (Chung et al., 1997):

$$D(x, y, b; g_y, g_b) = \max \{ \beta : (x, y + \beta g_y, b + \beta g_b) \in T \}, \quad (3.16)$$

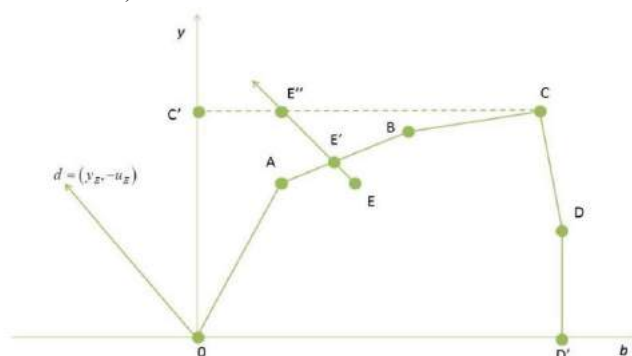
čia $g_y \in R^n$ ir $g_b \in R^p$ – krypties vektoriai, reiškiantys judėjimo nuo gamybos plano iki gamybos galimybių ribos kryptį; jų rinkinį žymėsime $d = (g_y, g_b)$. Jei šių vektorių elementai yra teigiami (atitinkamai neigiami), siekiama padidinti (atitinkamai sumažinti) tam tikros rūšies produkcijos apimtį judant link gamybos galimybių ribos. Galima pasirinkti įvairias kryptis. Pavyzdžiui, galima nustatyti $d_y = (y, b)$, siekiant vienu metu padidinti gamybos apimtį (matuojamas geros produkcijos apimtį) ir poveikį aplinkai, arba $d_y = (y, -b)$, siekiant padidinti gamybos apimtį ir sumažinti poveikį aplinkai. Šios kryptys

susijusios su skirtingais požiūriais į darnumą ir gali būti naudingos skirtinguose kontekstuose. Pavyzdžiui, besivystančiose valstybėse neišvengiamas taršos didėjimas, tačiau jį reikėtų sieti su proporcingu ekonominiu augimu ir galiausiai šių reiškinių atsiejimu (*decoupling*). Kita vertus, išsivysčiusiose valstybėse pasireiškia atsilenkimo (*rebound*) efektas. Taigi empirinė analizė gali būti siejama su įvairiomis teorinėmis darnumo koncepcijomis. Bet kuriuo atveju $\beta \in [0, +\infty)$ žymi proporcingą krypties vektoriui gamybos apimties pokytį, kur $\beta = 0$ atitinka visišką efektyvumą.

Praktiškai gamybinė technologija ir atstumo funkcija gali būti įvertintos taikant DEA. Stebėjimai yra apgaubiami gamybos galimybių riba nepriimant jokių prielaidų apie funkcinę jos formą remiantis mažiausios ekstrapoliacijos principu. Tiesinio programavimo problema išreiškia atstumo funkcijos reikšmę stebėjimui (x_0, y_0, b_0) esant pastovios masto gražos prielaidai (cf. Färe et al., 2006):

$$\begin{aligned}
 D(x_0, y_0, b_0; g_y, g_b) &= \max_{\lambda_k, \beta} \beta \\
 \sum_{k=1}^K \lambda_k x_{ik} &\leq x_{i0}, i = 1, 2, \dots, m, \\
 \sum_{k=1}^K \lambda_k y_{jk} &\leq y_{j0} + \beta g_y, j = 1, 2, \dots, n, \\
 \sum_{k=1}^K \lambda_k b_{lk} &= b_{l0} + \beta g_b, l = 1, 2, \dots, p, \\
 \lambda_k &\geq 0, k = 1, 2, \dots, K,
 \end{aligned}
 \tag{3.17}$$

čia $k = 1, 2, \dots, K$ – sprendimų priėmimo vienetų indeksas; λ_k – intensyvumo kintamieji; g_y ir g_b – krypties vektoriai. Grafinė produkcijos atitikties aibės interpretacija dvimatėje erdvėje pateikiama 3.2 paveiksle. Produkcijos atitikties aibė esant silpno atsisakymo prielaidai yra apibrėžta daugiakampio $0ABCDD'$. Esant stipraus atsisakymo prielaidai ši aibė būtų išplėsta iki daugiakampio $0C'E''D'$. Nustačius $d_y = (y, -b)$, kryptinės atstumo funkcijos įvertis, žr. lygtis (3.16) ir (3.17), gali būti suprantamas kaip daugiklis, kurio pagalba taškas E yra projektuojamas į gamybos galimybių ribą taško $(y_E + \beta y_E, b_E - \beta b_E)$ kryptimi, t. y. vienu metu mažinant blogos produkcijos apimtį ir didinant geros produkcijos apimtį. Pažymėjus atstumo funkcijos reikšmes β , susijusias su taškais E' ir E'' ir atitinkamai $\beta_{E'}$ ir $\beta_{E''}$, matome, kad $\beta_{E'} \leq \beta_{E''}$. Taigi silpno atsisakymo prielaida lemia mažesnę neefektyvumą (kitoms sąlygoms nekintant).



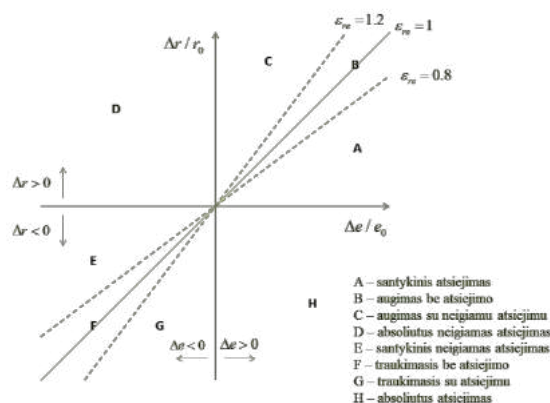
3.2 paveikslas. Silpno atsisakymo technologija, išreikšta produkcijos atitikties aibe, ir kryptinis efektyvumo matas stebėjimui E

Kaip minėta, (3.17) lygtyje priimama pastovios masto grąžos prielaida. Ši prielaida dažniausiai taikoma agreguotų duomenų analizei. Leleu (2013) aptarė ir kintančios masto grąžos modelius esant silpno atsisakymo prielaidai.

Vienas iš pagrindinių darnaus vystymosi politikos tikslų yra ekonominės veiklos ir išteklių vartojimo atsiejimas (European Commission, 2011). Atsiejimas gali būti matuojamas naudojantis elastingumo koeficientu. Elastingumo koeficientas parodo, kiek procentų pakinta išteklių vartojimas ekonominiam aktyvumui padidėjus 1 proc. (Tapio, 2005):

$$\varepsilon_{re} = \frac{\Delta r / r_0}{\Delta e / e_0} = \frac{(r_t - r_0) / r_0}{(e_t - e_0) / e_0}, \quad (3.18)$$

čia r – išteklių vartojimo apimtis; e – ekonominio aktyvumo lygis; t ir 0 – atitinkamai einamasis ir bazinis laikotarpiai. Ekonominis aktyvumas identifikuojamas tokiais rodikliais kaip bendrasis vidaus produktas ar bendroji pridėtinė vertė. Rodiklio reikšmės priklauso tiek nuo pokyčių masto, tiek nuo jų krypties (augimas ar mažėjimas). Taigi galima išskirti įvairius atsiejimo tipus (žr. 3.3 paveikslą).



Šaltinis: sudaryta pagal Tapio (2005) ir Song, Liu (2014).

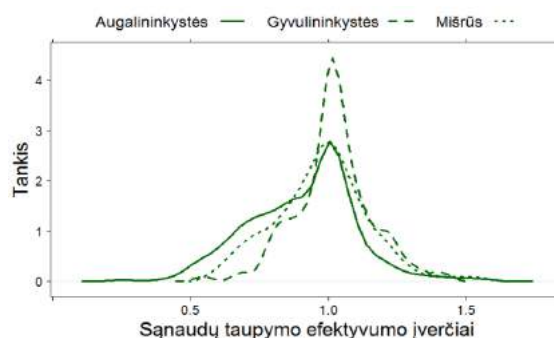
3.3 paveikslas. Išteklių vartojimo ir ekonominio aktyvumo atsiejimas

Tapio (2005) pasiūlė taikyti 20 proc. nuokrypių taisyklę – tariama, kad vienetinis elastingumas išlaikomas, jei elastingumo reikšmės nuo vieneto skiriasi ne daugiau nei 20 proc. Esant ekonominiam augimui, t. y. $\Delta e > 0$, galimi šie (ne)atsiejimo variantai: ekonominis augimas be atsiejimo (tipas B), ekonominis augimas esant santykiniam atsiejimui (tipas A), ekonominis augimas esant neigiamam atsiejimui (tipas C) ir absoliutus atsiejimas (tipas H). Absoliutus atsiejimas pasiekiamas, kai, esant ekonominiam augimui, užtikrinamas absoliutus išteklių vartojimo apimtį sumažėjimas. Santykinis atsiejimas pasiekiamas, kai išteklių vartojimas auga lėtesniu tempu nei ekonominis aktyvumas. Neigiamas atsiejimas rodo, kad išteklių vartojimas auga sparčiau nei ekonominis aktyvumas. Taigi pastaroji situacija yra mažiausiai pageidautina. Esant ekonominiam traukimuisi, t. y. $\Delta e < 0$, galimi keturi (ne)atsiejimo atvejai: ekonominis traukimas be atsiejimo (tipas F), ekonominis traukimas su atsiejimu (tipas G), santykinis neigiamas atsiejimas (tipas E) ir absoliutus neigiamas atsiejimas. Neigiamas atsiejimas rodo išteklių vartojimo augimą (arba nepakankamą mažėjimą) ekonominio aktyvumo mažėjimo atveju.

3.1.2. Efektyvumo tendencijos Lietuvos žemės ūkyje

Deterministiniai modeliai, pasiūlyti Charnes et al. (1978), remiasi prielaida, kad stebimi gamybos planai priklauso tikrajai gamybos galimybių aibei. Beje, tikroji gamybos galimybių aibė nėra tiesiogiai stebima, ją galima tik įvertinti taikant įvertinius – matematinius modelius. Siekiant įvertinti tikrąją gamybos galimybių aibę (ir ribą), pasiūlyta taikyti simuliacinius metodus, pagrįstus saviranka. Efektyvumo vertinimo kontekste minėti metodai remiasi stebimų gamybos planų atsitiktine atranka formuojant gamybos galimybių aibę. Galima išskirti du pagrindinius metodus, leidžiančius stochastiškai įvertinti gamybos ribą: m -tosios eilės matai ir α eilės matai (Daraio, Simar, 2007). Pagrindinis m -tosios eilės matais pagrįstos analizės principas yra teorinės gamybos apimties ar teorinio sąnaudų kiekio (priklausomai nuo modelio orientacijos) nustatymas remiantis atsitiktine dominuojančių gamybos planų¹⁴ imtimi su grąžinimu, kurios dydis yra m . Tuomet kai kurie gamybos planai nepatenka į atsitiktinę imtį ir yra laikomi išskirtimis. Jautrumo lygį (kvantilį) galima pasirinkti taikant α eilės matus: parametras α yra dominuojančių stebėjimų, kurie yra atmetami atsižvelgiant į efektyvumo lygį, dalis.

Baležentis ir kt. (2013) pritaikė m -tosios eilės matus, o Baležentis kt. (2013) – α eilės matus. Lietuvos ūkininkų ūkių veiklos efektyvumas buvo įvertintas atsižvelgiant į duomenų neapibrėžtumą. Šiam tikslui pasiekti pritaikytos tikimybinės gamybos funkcijos. Gautųjų efektyvumo įverčių jautrumo analizė buvo atlikta keičiant atsitiktinės atskaitos ūkių imties dydį, taip suformuojant atitinkamas m -tosios eilės gamybos ribas. Gyvulininkystės ūkiai veikė santykinai efektyviausiai nepriklausomai nuo modelio orientacijos į išteklių taupymą ar produkcijos apimties didinimą ir atsitiktinės imties dydžio. Augalininkystės ūkiai pasižymėjo žemiausiais vidutiniais efektyvumo įverčiais ir didžiausia duomenų sklaida. Pačiais didžiausiais efektyvumo įverčiais pasižymėjo atskiri augalininkystės ūkiai, taigi neefektyvumas minėtame ūkininkavimo tipe gana dažnai gali būti lemiamas gamtinių ar vadybinių aplinkybių. Mišrūs ūkiai efektyvumo lygio atžvilgiu buvo panašesni į gyvulininkystės ūkius į išteklių taupymą orientuotame modelyje, o į augalininkystės ūkius – į produkcijos apimties didinimo modelyje. Taigi mišrūs ūkiai yra susikcentravę efektyvumo ribos viduje ir projektuojami ant skirtingų ribos (paviršiaus) plokštumų keičiant modelio orientaciją. Sąnaudų taupymo modelio rezultatai apibendrinami 3.4 paveiksle.



Šaltinis: sudaryta pagal Baležentį, Baležentį (2013).

3.4 paveikslas. Sąnaudų taupymo efektyvumo įverčių branduolio skirstiniai (Farrell matai, $m=400$)

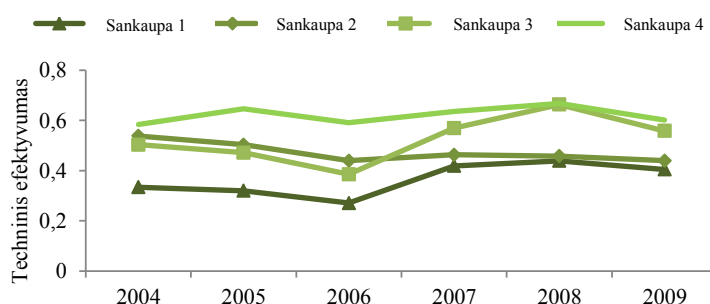
Efektyvumo analizė dažnai apima du etapus: 1) efektyvumo vertinimą ir 2) efektyvumo veiksnių vertinimą. Tokia analizės schema leidžia suprasti vyraujančius efektyvumo dėsningumus ir pateikti racionalius pasiūlymus strateginiam valdymui (politikai) tobulinti. Antrojo etapo analizei taikomi įvairūs metodai (Hoff, 2007; Bogetoft, Otto, 2011).

¹⁴ Vertinant gamybos planą į sąnaudų taupymą (produkcijos apimties didinimą) orientuoto modelio atveju, nagrinėjami produkcijos apimtimi (sąnaudų kiekiu) dominuojantys gamybos planai, t. y. tokie gamybos planai, kuriuose produkcijos apimtis yra ne mažesnė (sąnaudų kiekis yra ne didesnis) nei nagrinėjamo gamybos plano.

Tikroji gamybos riba gali būti įvertinama ir taikant savirankos DEA. Pastarasis metodas remiasi savirankos taikymu siekiant koreguoti pradinis efektyvumo įverčius ir taip nustatyti tikrąją gamybos ribą. Baležentis et al. (2014) pritaikė savirankos DEA modelį matuojant Lietuvos ūkininkų ūkių veiklos efektyvumą. Gautieji efektyvumo įverčiai taip pat buvo analizuojami daugiamatės statistikos metodais. Stochastiniai branduoliai buvo naudojami vertinant efektyvumo įverčių sklaidos pokyčius. Neraiškiąji sanauų analizė leido identifikuoti efektyvumo kaitos dėsningumus. Galiausiai neparametrinė regresija buvo naudota įvertinant atskirų efektyvumo veiksnių įtaką.

Tyrimė išskirti trys ūkininkavimo tipai: augalininkystė, gyvulininkystė ir mišrus. Savirankos DEA efektyvumo įverčiai rodo, kad vidutinis ūkis produkcijos apimtis turėtų padidinti dvigubai tam, kad taptų visiškai efektyvus. Atitinkamas daugiklis gyvulininkystės ūkiams siekė tik 1,7. Stochastiniai branduoliai, sudaryti gyvulininkystės ūkių efektyvumo įverčiams, parodė, kad šių ūkių efektyvumas buvo pasiskirstęs gana kompaktiškai, lyginant su kitais ūkininkavimo tipais. Mišriems ūkiams buvo būdingas bimodalinis skirstinys, taigi juos galima skirstyti į dvi grupes pagal efektyvumo lygį. Šių grupių identifikavimas ir efektyvumo didinimas yra tolesnių tyrimų objektas.

Sanaupų analizė leido nustatyti keturias sanaupas, atitinkančias skirtingus efektyvumo pokyčių dėsningumus (žr. 3.5 paveikslą). Visoms sanaupoms buvo būdingi tie patys efektyvumo šokų laikotarpiai, tačiau jos skyrėsi vidutinio efektyvumo lygio ir jo kaitos masto atžvilgiu. Sanaupų analizės rezultatai rodo, kad gamybos subsidijos galėjo neigiamai veikti efektyvumą, o investicinė parama buvo susijusi su šiek tiek didesniu efektyvumo lygiu.

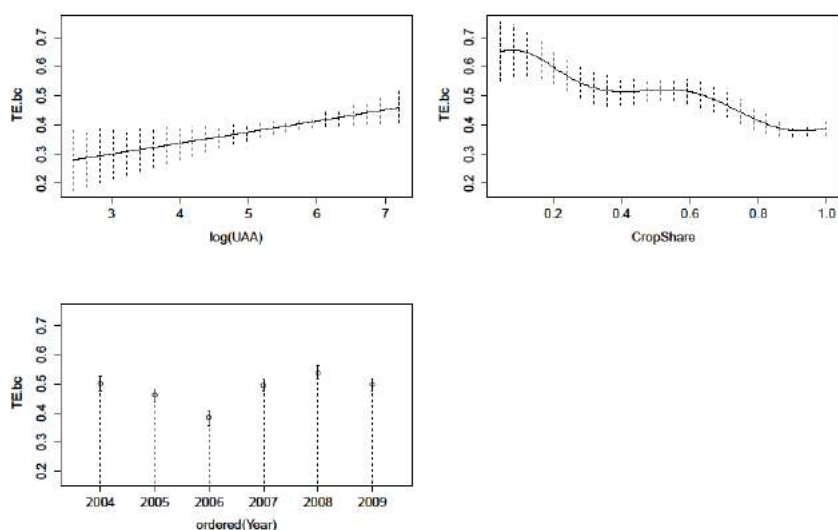


Šaltinis: sudaryta pagal Baležentį ir kt. (2014).

3.5 paveikslas. Sanaupų centrai, apibūdinantys efektyvumo pokyčių dinamiką 2004–2009 m.

Remiantis neparametrinės regresijos rezultatais (žr. 3.6 paveikslą) galima teigti, kad augalininkystės ūkiai veikė ne taip efektyviai kaip gyvulininkystės ar mišrus ūkiai, net ir atsižvelgus į kitų kintamųjų poveikį. Analizės rezultatai rodo, kad didesni ūkiai veikė efektyviau, tačiau didesni nei 400 ha ūkiai gali patirti ir efektyvumo mažėjimą. Nustatyta 400 ha riba gali būti atskaitos taškas tolesniuose Lietuvos ūkininkų ūkių veiklos tyrimuose. Be abejo, darni kaimo plėtros politika turėtų atsižvelgti ir į socialines ar aplinkosaugos nuostatas.

Pirmuosiuose efektyvumo veiksnių tyrimuose buvo naudojamas mažiausių kvadratų metodas. Šis metodas yra patrauklus tuo, kad jo koeficientus lengva įvertinti ir interpretuoti. Tačiau efektyvumo įverčiai skiriasi nuo įprastų kintamųjų tuo, kad jie yra apriboti tam tikrame reikšmių intervale atsižvelgiant į atstumo funkcijos tipą ir orientaciją. Taigi tyrimuose buvo pradėtas naudoti cenzūruotos regresijos (Tobit) modelis. Simar ir Wilson (2007) pastebėjo, kad cenzūruotos regresijos modeliui yra būdingi tam tikri trūkumai. Pirma, duomenų generavimo procesas negeneruoja cenzūruotų kintamųjų. Efektyvumo įverčių koncentracija apie kritines reikšmes yra labiau lemiama baigtinio ėmimo. Antra, cenzūruoto modelio paklaidos pasižymi serijine koreliacija. Siekdami išspręsti šias problemas, jie pasiūlė naudoti nupjautą (*truncated*) regresiją ir saviranką (Efron, Tibshirani, 1993), siekiant išvengti serijinės koreliacijos. Pasiūlyta metodika yra vadinama dviguba saviranka (*double bootstrap*).



Šaltinis: sudaryta pagal Baležentį ir kt. (2014). *UAA* – žemės ūkio naudmenos ha; *CropShare* – augalininkystės produkcijos dalis bendrojoje produkcijoje; *Year* – metai.

3.6 paveikslas. Daliniai neparimetrinės regresijos grafikai, apibūdinantys efektyvumo veiksnių įtaką

Efektyvumo veiksnių analizei buvo pasirinkti įvairūs aiškinamieji kintamieji, apibūdinantys ūkių veiklos specifiką. Laiko (*Time*) kintamasis buvo įtrauktas siekiant įvertinti bendrąsias efektyvumo įverčių pokyčių tendencijas. Žemės ūkio naudmenų plotas hektarais (*UAA*) buvo naudotas kaip ūkio dydį atspindintis rodiklis. Kapitalo ir darbo jėgos (*SD*) santykis (*Assets/AWU*) naudotas įvertinant apsirūpinimo kapitalu laipsnį ūkininkų ūkiuose. Ūkių specializacija buvo vertinama pagal augalininkystės produkcijos dalį visoje ūkio produkcijoje (*Crop*). Siekiant įvertinti paramos priemonių poveikį efektyvumui buvo apskaičiuotas gamybos subsidijų (tiesioginių išmokų) ir produkcijos apimties santykis (*Subsidies*), kaip nurodyta 3.1 lentelėje. Pirmieji trys rodikliai buvo suvidurkinti siekiant užtikrinti modelio įvertinimą maksimalaus tikėtimumo metodu.

3.1 lentelė. Neefektyvumo veiksnių regresijos koeficientai (dvigubos savirankos įverčiai)

Kintamieji	$\hat{\beta}$	R.	Pasikliautiniai intervalai					
			$\alpha = .1$	$\alpha = .05$	$\alpha = .01$	$\alpha = .01$	$\alpha = .01$	
			<i>BC_a</i> metodas					
Laikas (<i>Time</i>)	-0,061	*	-0,113	-0,010	-0,122	0,002	-0,144	0,016
Žemės ūkio naudmenos (<i>UAA</i>)	-0,154	***	-0,270	-0,051	-0,292	-0,033	-0,335	-0,002
Turtas/sąlyginiai darbuotojai (<i>Assets/AWU</i>)	-0,484	***	-0,634	-0,355	-0,666	-0,327	-0,722	-0,288
Augalininkystės produkcijos dalis (<i>Crop</i>)	1,947	***	1,747	2,145	1,711	2,181	1,625	2,283
Subsidijos (<i>Subsidies</i>)	1,555	***	1,386	1,717	1,357	1,750	1,304	1,810
			Procentilių metodas					
Laikas (<i>Time</i>)	-0,061	*	-0,113	-0,009	-0,121	0,002	-0,143	0,017
Žemės ūkio naudmenos (<i>UAA</i>)	-0,154	**	-0,262	-0,046	-0,283	-0,029	-0,332	0,004
Turtas/sąlyginiai darbuotojai (<i>Assets/AWU</i>)	-0,484	***	-0,630	-0,348	-0,659	-0,323	-0,715	-0,279
Augalininkystės produkcijos dalis (<i>Crop</i>)	1,947	***	1,752	2,149	1,713	2,187	1,631	2,288
Subsidijos (<i>Subsidies</i>)	1,555	***	1,387	1,721	1,359	1,753	1,306	1,816

Reikšmingumas: '***' - 0,01, '**' - 0,05, '*' - 0,1.

Šaltinis: sudaryta pagal Baležentį (2014c)

Dalis kintamųjų buvo normuoti (vidurkių atžvilgiu), todėl buvo sudarytas regresijos modelis be laisvojo nario. Regresijos koeficientų pasikliautiniai intervalai buvo įvertinti procentilių ir pagal nuokrypį koreguotu augančiu (BC_a) metodais. Gautieji intervalai pateikiami 3.1 lentelėje. Beje, priklausomas regresijos kintamasis buvo produkcijos didinimo Farrell efektyvumo matas, kuris įgauna didesnes reikšmes, kai ūkis tampa mažiau efektyvus. Taigi neigiami koeficientai 3.1 lentelėje turi būti interpretuojami kaip efektyvumą didinantys veiksniai, o teigiami – kaip mažinantys efektyvumą.

Trys kintamieji – turto ir darbo jėgos santykis, augalininkystės produkcijos dalis bendrojoje produkcijoje ir subsidijų intensyvumas – buvo reikšmingi esant 1 proc. reikšmingumo lygiui, nepaisant metodo, naudoto formuojant pasikliautinius intervalus. Ūkio dydžio rodiklis (UAA) buvo reikšmingesnis taikant BC_a metodą. Laiko kintamasis ($Time$) buvo vienodai reikšmingas taikant abu metodus. Pastarasis kintamasis buvo reikšmingas esant 10 proc. reikšmingumo lygiui.

Neigiami koeficientai prie laiko, ūkio dydžio ir turto bei darbo jėgos santykio rodo, kad šie kintamieji skatino efektyvumo augimą. Neigiamas koeficientas prie laiko kintamojo reiškia, kad techninis efektyvumas tyrimo laikotarpiu augo (kitiems veiksniams nekintant). Didėsni ūkiai (ŽŪN atžvilgiu) taip pat buvo efektyvesni. Gyvulininkystės ūkiai buvo efektyvesni nei augalininkystės ūkiai. Paramos intensyvumas buvo susijęs su žemesniu efektyvumu. Pastarąjį ryšį galima paaiškinti silpnėsėmis paskatomis diegti inovatyvias technologijas ir gaminti rinkos poreikius atitinkančią produkciją.

Baležentis ir de Witte (2015) taikė sąlyginių efektyvumo matų metodiką vertindami Lietuvos ūkininkų ūkių veiklos efektyvumo veiksnius. Efektyvumo veiksnių analizė remiasi neparimetrinės regresijos taikymu, taigi atskleidžiami netiesiniai ryšiai tarp kintamųjų nepriimant prielaidų apie konkrečią funkcinę formą. Tyrimo rezultatai pateikiami 3.2 lentelėje. Taip pat buvo taikomas daugiakryptės analizės metodas, leidęs įvertinti atskirų gamybos veiksnių panaudojimo gamybos procese efektyvumą ir jo veiksnius.

3.2 lentelė. Neparimetrinės regresijos rezultatai, apibūdinantys efektyvumo veiksnių poveikį

Kintamasis	Įtaka efektyvumui	p reikšmė	Reikšmingumas
Metai (<i>Year</i>)	Teigiama	0,078	*
Logaritmuotos žemės ūkio naudmenos (<i>lnUAA</i>)	U kreivės	1	
Amžius (<i>Age</i>)	Neapibrėžta	1	
Augalininkystės produkcijos dalis (<i>CropShare</i>)	Neigiama	1	
Subsidijų ir produkcijos santykis (<i>SubsShare</i>)	Neigiama	<0,000	***
Logaritmuotas turtas/sąlyginiai darbuotojai (<i>lnAssetsAWU</i>)	Neapibrėžta	1	

Reikšmingumas: *** - 1 proc., * - 10 proc.

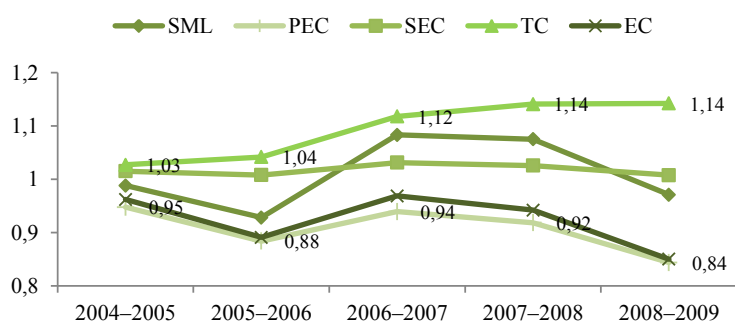
Šaltinis: sudaryta pagal Baležentį, de Witte (2015)

Pastebėta teigiama ir statistiškai reikšminga laiko periodo (*Year*) įtaka efektyvumo lygiui ir neigiama (statistiškai reikšminga, esant 10 proc. reikšmingumo lygmeniui) paramos gamybai (*SubsShare*) įtaka. Kitų veiksnių įtaka nebuvo statistiškai reikšminga.

3.1.3. Technologijos pokyčių Lietuvos ūkininkų ūkiuose analizė

Nagrinėjant ūkininkų ūkių veiklos dėsningumus, svarbu nustatyti gamybos galimybių ribos poslinkius. Jie apibūdina atitinkamus gamybinio potencialo pokyčius. Įvertinus šį aspektą, galima nustatyti, ar ūkių veiklos pokyčiai yra pakankami, kad būtų užtikrintas bendrojo produktyvumo augimas. Įvairūs bendrojo produktyvumo pokyčių indeksų išskaidymo būdai leidžia įvertinti skirtingų šaltinių poveikį šiems procesams. Dažniausiai taikomi Malmquist, Hicks-Moorsteen, Luenberger produktyvumo indeksai.

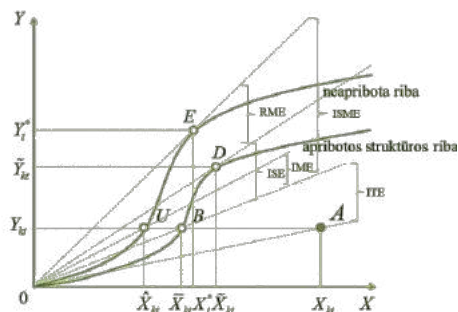
Lietuvos ūkininkų ūkių bendrojo produktyvumo dinamika buvo ištirta taikant sekvenčinį Malmquist–Luenberger produktyvumo indeksą (Baležentis, 2014b). Tyrimas remiasi 200 Lietuvos ūkininkų ūkių – Ūkių apskaitos duomenų tinklo respondentų – duomenimis. Malmquist–Luenberger produktyvumo indeksas buvo išskaidytas atsižvelgiant į kintančios masto gražos gamybos technologiją ir masto efektyvumo pokyčius (žr. 3.7 paveikslą). Tyrimo rezultatai rodo, kad ūkiai neefektyviausiai veikė 2006 ir 2009 m. Masto efektyvumo analizė parodė, kad mišrūs ūkiai turėtų padidinti savo veiklos mastą siekdami užtikrinti veiklos gyvybingumą ir konkurencingumą. Taikant sekvenčinį Malmquist–Luenberger indeksą nustatyta, kad bendrasis produktyvumas 2004–2009 m. sumažėjo 2,9 proc. Techninio pokyčio komponentas, rodantis gamybos ribos poslinkį, neprisidėjo prie produktyvumo augimo 2009 m., tačiau išliko svarbiausiu veiksniu per visą tyrimo laikotarpį – bendrasis produktyvumas 2004–2009 m. dėl techninio pokyčio padidėjo 14 proc. Mažėjantis grynasis techninis efektyvumas lėmė neigiamą bendrojo produktyvumo pokytį, t. y. 16 proc. Masto efektyvumo pokyčiai neturėjo reikšmingesnės įtakos bendrojo produktyvumo pokyčiams. Tyrimo metu nustatyti inovatyvūs ūkiai, kurie lėmė gamybos ribos poslinkius.



Šaltinis: sudaryta pagal Baležentį (2014b).

3.7 paveikslas. Sekvenčinio Malmquist-Luenberger indekso išskaidymas Lietuvos ūkininkų ūkiams (kaupiamasis), 2004–2009 m.

Vertinant Lietuvos ūkininkų ūkių efektyvumą buvo taikytas ir Färe-Primont indeksas (O'Donnell, 2011b). Šis indeksas yra tranzityvus, t. y. užtikrinamas nuoseklus skirtingais laikotarpiais veikiančių skirtingų ūkių palyginimas. Dar vienas išskirtinis šio metodo bruožas – agreguotų sąnaudų (produkcijos) kiekių apskaičiavimas remiantis stebimais gamybos planais (technologija). Apskaičiuoti dydžiai gali būti naudojami sąnaudų (produkcijos) struktūros efektyvumui ir jo poveikio produktyvumui vertinti. Grafinė interpretacija pateikiama 3.8 paveiksle.



Šaltinis: sudaryta pagal O'Donnell (2011).

3.8 paveikslas. Sąnaudų taupymo modelis bendrojo produktyvumo analizei pagal Färe-Primont indeksą

Tyrime bendrojo produktyvumo efektyvumas (faktinio ir didžiausio bendrojo produktyvumo santykis) išskaidytas į tris komponentus: $TFPE_{kt} = ITE_{kt} \times ISME_{kt} = ITE_{kt} \times ISE_{kt} \times RME_{kt}$. Pirmasis komponentas, ITE, yra techninio efektyvumo matas. Antrasis komponentas, ISE, yra masto efektyvumo matas. Trečiasis komponentas, RME, yra sąnaudų struktūros efektyvumo matas. Siekiant įvertinti skirtingų veiksnių įtaką minėtiems produktyvumo efektyvumo komponentams, sudarytas pastoviųjų efektų modelis (žr. 3.3 lentelę).

3.3 lentelė. Pastoviųjų efektų modelio koeficientai

	TFPE	ITE	ISE	RME
Žemės ūkio naudmenos (<i>UAA</i>)	0,00021 ***	0,00003	0,00014 *	0,00012 *
Augalininkystės produkcijos dalis (<i>CropShare</i>)	-0,36191 ***	-0,29410 ***	-0,05598	-0,17346 ***
Subsidijų ir produkcijos santykis (<i>SubsShare</i>)	-0,13163 ***	-0,09888 ***	-0,15401 ***	-0,01435
Amžius (<i>Age</i>)	0,00105	0,00028	0,00011	0,00154
Ekologinis ūkininkavimas (<i>Organic</i>)	0,01029	-0,02610	0,03664	-0,01305
Koreg. R^2	0,13	0,05	0,10	0,02
F statistika	29,877 ***	11,4348 ***	28,6 ***	5,87311 ***

Reikšmingumas: '***' – 0,001; '**' – 0,01; '*' – 0,05; '.' – 0,1.

Šaltinis: sudaryta pagal Baležentį (2015)

Tyrimo rezultatai rodo, kad bendrasis produktyvumas yra teigiamai veikiamas ūkio dydžio. Augalininkystės ūkiai pasižymi mažesniu visų produktyvumo efektyvumo komponentų lygiu. Taip pat pastebėta neigiama gamybos subsidijų įtaka. Šie rezultatai iš esmės sutampa su ankstesniuose skyriuose aptartais efektyvumo veiksnių poveikio tyrimais. Pažymėtina, kad sekvenciniai bendrojo produktyvumo indeksai rodo ūkių produktyvumo padidėjimą 2004–2009 m.

3.1.4. Gamybinės technologijos bruožų analizė

Efektyvumo ir masto elastingumo analizė remiasi gamybinės funkcijos analize. Gamybinė funkcija aprašo gamybos technologiją, t. y. sąnaudų pavertimą produkcija. Žemės ūkyje sąnaudomis paprastai laikoma žemė, turtas (kapitalas), ūkininko ir samdytų darbuotojų darbas, išlaidos tarpiniams produktams (sėkloms, pašarams ir pan.). Nagrinėjant specializuotų ūkių veiklą, galima įtraukti ir papildomus kintamuosius, pavyzdžiui, sąlyginių gyvulių skaičių. Produkcija yra pagamintų produktų kiekiai. Jie gali būti išreiškiami tiek piniginiiais, tiek natūriniais vienetais. Matematinė funkcija, susiejanti sąnaudų kiekius su produkcijos kiekiais, vadinama gamybine funkcija.

Atsižvelgiant į masto elastingumo reikšmę, galima nustatyti tris masto grąžos sritis. Kai masto elastingumo rodiklis yra mažesnis už vienetą, masto grąža yra didėjanti (IRS). Taigi yra naudingiau plėsti gamybą (ūkis yra per mažas). Optimalus ūkio dydis pasiekiamas esant pastoviai masto grąžai (CRS), t. y. elastingumo rodikliui esant lygiam vienetui. Ši situacija buvo aptarta anksčiau. Kai masto elastingumo rodiklis yra didesnis už vienetą, masto grąža yra mažėjanti (DRS). Šiuo atveju ūkiui naudingiau mažinti gamybos mastą (ūkis yra per didelis).

Gamybos ribai sudaryti ir masto elastingumui įvertinti taikytas neparimetrinis metodas – duomenų apgaubties analizė (Baležentis, Valkauskas, 2013). Nefektyvūs stebėjimai buvo projektuojami į gamybos ribą ir analizuojami sąnaudų taupymo ir gamybos didinimo požiūriais. Efektyvūs stebėjimai, priklausantys gamybos ribai, buvo nagrinėjami pagal Banker ir Thrall (1992) metodiką. Tyrimo rezultatai leidžia įvertinti ūkių dydį, užtikrinantį didžiausią produktyvumą kiekvieno ūkininkavimo tipo atveju. Ūkių dydis buvo išreikštas tiek absoliučiais, tiek santykiniais rodikliais. Minėtieji dydžiai gali būti naudingi moksliniuose ūkių struktūros ir darnios žemės ūkio politikos tyrimuose.

Taikant daugiklinį duomenų apgaubties analizės modelį gauti masto elastingumai. Juos susiejus su sąnaudų kiekiu, galima nustatyti optimalų ūkio dydį kiekvieno sąnaudų tipo atžvilgiu. Efektyviems ir neefektyviems ūkiams taikomi skirtingi matematiniai modeliai, nes efektyvūs ūkiai sudaro dalimis tiesinę gamybos funkciją ir yra būtent lūžio taškuose. Taigi jie neturi vienintelės elastingumo koeficiento reikšmės. Žemiau pateikiamose lentelėse nurodomi keturi kiekvieno rodiklio variantai: neefektyviems ūkiams apskaičiuoti elastingumai prieš tai pakoregavus sąnaudų kiekius (sąnaudų taupymo uždavinys) arba produkcijos kiekius (produkcijos kiekio didinimo uždavinys), o efektyviems ūkiams nurodomos optimalaus kiekio reikšmės abiejose elastingumo intervalo ribose.

Optimalaus (produktyviausio) gamybos masto augalininkystės, gyvulininkystės ir mišriuose ūkiuose rezultatai pateikiami 3.4 lentelėje. Žemės ūkio naudmenų plotas, esant produktyviausiai gamybai, svyravo nuo 83 iki 409 ha augalininkystės ūkiuose, nuo 44 iki 221 ha – gyvulininkystės ūkiuose ir nuo 59 iki 249 ha – mišriuose ūkiuose. Pagal neefektyvių ūkių duomenis apskaičiuotieji dydžiai atitinkamai siekė 250, 140 ir 82–195 ha. Taigi augalininkystės ūkiai gali produktyviausiai panaudoti žemę, todėl optimalus gamybos mastas pasiekiamas esant didesniems ŽŪN plotams. Šios tendencijos pastebimos ir nagrinėjant ŽŪN, tenkančių vienam SD, plotą.

Darbo jėgos kiekis, esant produktyviausiam gamybos mastui, buvo 1,4–5,3 sąlyginio darbuotojo (SD) augalininkystės ūkiuose, 2,1–6,6 SD gyvulininkystės ūkiuose ir 2,3–5,2 SD mišriuose ūkiuose. Panašios tendencijos buvo ir neefektyviuose ūkiuose. Akivaizdu, kad labiausiai darbo jėgai imlūs yra gyvulininkystės ūkiai, o mažiausiai – augalininkystės. Mišrūs ūkiai pasižymėjo gana plačiu optimalaus darbo jėgos kiekio intervalu (atsižvelgiant į optimalias reikšmes esant skirtingoms modelio orientacijoms arba efektyvumo lygiui).

3.4 lentelė. Produktyviausias gamybos mastas ūkininkų ūkiuose

Rodiklis	Neefektyvūs ūkiai		Efektyvūs ūkiai	
	ϵ_t^{in}	ϵ_t^{out}	ϵ_t^{min}	ϵ_t^{max}
<i>Augalininkystės ūkiai</i>				
ŽŪN ha	257	255	83	409
Darbo jėga SD	3	3,4	1,4	5,3
Bendroji produkcija Lt	709 137	609 460	147 413	1 011 939
ŽŪN vienam darbuotojui ha/SD	84	75	58	78
Žemės produktyvumas Lt/ha	2 759	2 391	1 766	2 476
Darbo produktyvumas, Lt/SD	216 067	179 305	103 089	192 277
<i>Gyvulininkystės ūkiai</i>				
ŽŪN ha	139	147	44	221
Darbo jėga SD	4,5	4,3	2,1	6,6
Bendroji produkcija Lt	478 938	438 801	141 411	821 745
ŽŪN vienam darbuotojui ha/SD	32	34	20	33
Žemės produktyvumas Lt/ha	3 438	2 988	3 240	3 719
Darbo produktyvumas Lt/SD	105 460	102 868	66 337	123 720
<i>Mišrūs ūkiai</i>				
ŽŪN ha	195	82	59	249
Darbo jėga SD	4,0	2,9	2,3	5,2
Bendroji produkcija Lt	373 434	174 804	109 866	508 227
ŽŪN vienam darbuotojui ha/SD	50	28	26	48
Žemės produktyvumas Lt/ha	1 914	2 137	1 866	2 039
Darbo produktyvumas Lt/SD	93 883	59 797	48 325	97 503

Šaltinis: sudaryta pagal Baležentį, Valkauską (2013).

Bendrosios produkcijos apimtis produktyviausiame gamybos taške taip pat svyravo priklausomai nuo ūkininkavimo tipo ir efektyvumo vertinimo modelio. Žemiausias gamybos lygis buvo būdingas mišriesiems ūkiams (109–508 tūkst. Lt), o aukščiausias – augalininkystės ūkiuose (147–1011 tūkst. Lt). Gyvulininkystės ūkių produkcijos apimtis siekė 141–822 tūkst. Lt esant produktyviausiai

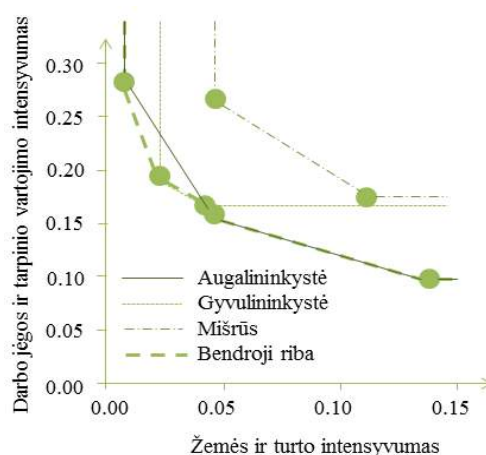
gamybos apimčiai. Aptarti rodikliai yra absoliutūs, todėl gali būti neinformatyvūs. Dėl to į analizę buvo įtraukti ir tam tikri santykiniai rodikliai, atspindintys gamybinę technologiją ir gamybos veiksnių produktyvumą didžiausio produktyvumo taške.

Santykiniai rodikliai leidžia teigti, kad, esant produktyviausiam gamybos mastui, vienam darbuotojui tenkančių ŽŪN plotas augalininkystės ūkiuose yra didžiausias (žr. 3.1 paveikslą). ŽŪN plotas vienam darbuotojui gyvulininkystės ir mišriuose ūkiuose sudarė atitinkamai 34–45 ir 37–62 proc. augalininkystės ūkių dydžio (rezultatai priklauso nuo efektyvumo vertinimo modelio prielaidų). Augalininkystės ūkiuose, veikiančiuose produktyviausiu mastu, vienam darbuotojui teko 58–84, gyvulininkystės – 20–34, mišriuose ūkiuose – 26–50 ha.

Didžiausio produktyvumo taške žemės produktyvumas siekė 1,7–1,8 tūkst. Lt/ha augalininkystės ūkiuose, 3–3,7 tūkst. Lt/ha – gyvulininkystės ūkiuose ir 1,9–2,1 tūkst. Lt/ha – mišriuose ūkiuose. Lyginant su žemės produktyvumu augalininkystės ūkiuose, pastarasis rodiklis gyvulininkystės ūkiuose sudarė 125–183 proc., o mišriuose ūkiuose – 69–106 proc. Taigi didžiausias žemės produktyvumas pasiekiamas mažiausiai jos turinčiuose gyvulininkystės ūkiuose. Žinoma, didžioji šių ūkių produkcijos dalis nėra tiesiogiai susijusi su žemės dirbimu.

Didžiausias darbo produktyvumas buvo augalininkystės ūkiuose (103–216 tūkst. Lt/SD), o mažiausias – mišriuose ūkiuose (48–98 tūkst. Lt/SD). Gyvulininkystės ūkiuose darbo produktyvumas buvo 66–124 tūkst. Lt/SD. Lyginant su augalininkystės ūkiais, darbo jėgos produktyvumas gyvulininkystės ūkiuose siekė 49–64 proc., o mišriuose ūkiuose – 33–51 proc. Taigi, mišriuose ūkiuose darbo jėga buvo naudojama ne taip produktyviai kaip kitų ūkininkavimo tipų atvejais.

Šiuo metu Lietuvoje pastebimas gyvulininkystės sektoriaus veiklos mažėjimas. Taigi yra svarbu iširti, ar šie pokyčiai yra susiję su gamybos galimybių (potencialo) skirtumais tarp atitinkamų ūkininkavimo tipų. Tam pasiūlytas daugiakrypčio efektyvumo vertinimo metodo plėtinys – daugiakryptis programinis efektyvumo vertinimo modelis (žr. 3.9 paveikslą). Jis leidžia įvertinti programinį (ūkininkavimo tipo) efektyvumą ir vadybinį (atskirų ūkių, priklausančių atitinkamam ūkininkavimo tipui) efektyvumą. Asmild et al. (2014) įvertino Lietuvos ūkininkų ūkių programinį efektyvumą.



Šaltinis: sudaryta pagal Asmild et al. (2014).

3.9 paveikslas. Programinė daugiakryptė efektyvumo analizė

Daugiakryptė efektyvumo analizė leidžia nustatyti minėtus rodiklius kiekvienam sąnaudų tipui (darbas, žemė, tarpinis vartojimas, turtas). Tyrimas parodė, kad augalininkystės ūkiai pasižymi didžiausiu programiniu efektyvumu, o mišrūs ūkiai – mažiausiu. Nustatyta, kad mišriems ūkiams būdingas žemiausias gamybinis potencialas.

3.1.5. Lietuvos ūkių konkurencingumas Europos Sąjungoje

Dėl didėjančios ekonominės integracijos ir žemės ūkio produktų rinkų globalizacijos yra svarbu įvertinti valstybės konkurencingumą. Tarptautiniai palyginimai žemės ūkio srityje daugiausia remiasi dviem pagrindiniais metodais: indeksų (Ball et al., 2010) ir gamybos ribų (Coelli, Rao, 2005). Taikant gamybos ribų metodus, dažniausiai taikoma DEA ir bendrojo produktyvumo indeksai. Paprastai analizuojami vidutiniai dydžiai, t. y. vidutinis efektyvumas ar vidutinis bendrojo produktyvumo pokytis. Šiame darbe priimame prielaidą, kad gamybos konkurencingumą atspindi gamybos galimybių riba (t. y. potencialas), o ne vidutinis efektyvumas. Taigi taikomas globaliojo Malmquist indekso metodas (Asmild, Tam, 2007) ir įvertinamas atstumas tarp gamybos ribų. Gautieji įverčiai leidžia palyginti efektyvių gamybos planų produktyvumą.

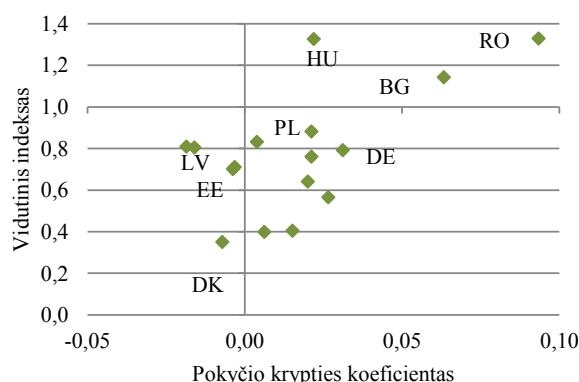
Tyrime išskirti du ūkininkavimo tipai: augalininkystė (apima javininkystę ir augalininkystę – 15 ir 16 ūkininkavimo tipai pagal 2008 m. reglamentą) ir pienininkystė (14 ūkininkavimo tipas). Šių ūkininkavimo tipų produkcija (grūdai ir pienas) sudaro didžiausią bendrosios žemės ūkio produkcijos dalį, tačiau pastebėta, kad pieno dalis mažėja (Statistikos departamentas, 2014). Gamybinė technologija apibūdinama trimis sąnaudų tipais: darbo kaštais (eurais), kintamaisiais kaštais (trąšos, sėklos, pašarai, energija, pastatų ir įrengimų priežiūra) ir kapitalo kaštais. Darbo kaštai apskaičiuoti kaip samdomų darbuotojų darbo užmokesčio ir viso darbo jėgos kiekio ūkyje sandauga. Dėl to nagrinėjami tik tie ūkiai, kuriuose yra samdoma darbo jėga. Kapitalo kaštai apskaičiuoti kaip 4 proc. turto vertės ir žemės nuoma. Taip pat gamybos technologija apibūdinama dviem produkcijos tipais: pagrindinė produkcija (pieno arba augalininkystės produkcijos vertė) ir kita produkcija su gamybos ir investicine parama. Naudojant DEA šiems rodikliams suteikiami svoriai ir jie agreguojami. Taigi konkurencingumas vertinamas kaip gautų pajamų ir patirtų kaštų santykis. Analizė atliekama atskirai kiekvienam periodui (nuo 2004 iki 2012 m.), dėl to defiliavimas netaikomas. Analizuoti tik specializuoti prekiniai ūkiai. Pienininkystės sektoriaus analizei pasirinkti ūkiai, turintys daugiau nei 50 sutartinių gyvulių, augalininkystės sektoriaus analizei – ūkiai, turintys daugiau nei 75 ha žemės ūkio naudmenų. Valstybės, kurių imtyse nebuvo pakankamo stebėjimų skaičiaus, iš tolesnio tyrimo buvo pašalintos.

Apskaičiuoti visų stebėjimų atstumai iki kiekvienos valstybės gamybos ribos ir jų geometriniai vidurkiai. Lyginant šiuos vidurkius, apskaičiuoti indeksai, apibūdinantys atstumus tarp gamybos galimybių ribų. Taigi nagrinėjami du pagrindiniai rodikliai: vidutinė indekso reikšmė ir jo pokyčio kryptis (kintamojo γ koeficientas). Šiuo atveju visų valstybių vidurkiai buvo lyginami su Lietuvos vidurkiu. Taigi reikšmės, didesnės už 1, rodo konkurencinį pranašumą.

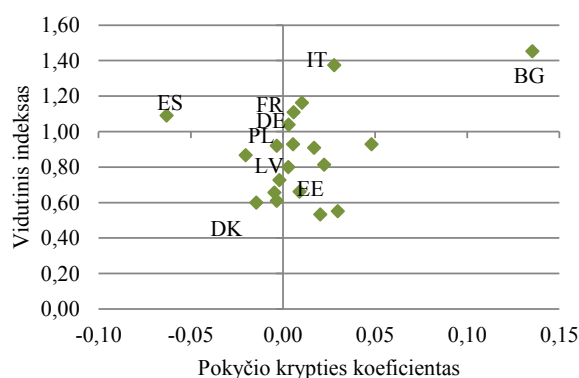
Lietuvos ūkių konkurencingumą galima įvertinti pagal 3.10 paveiksle pateiktus duomenis. Konkurencingesnės valstybės yra naujosios Europos Sąjungos valstybės narės – Rumunija ir Bulgarija. Vengrija taip pat laikytina konkurencingesne. Žemiausias indeksas yra Danijoje. Artimiausios Lietuvai valstybės konkurentės yra Lenkija ir Vokietija. Latvijos ir Estijos vidutinės indekso reikšmės rodo, kad jų ūkiai, sudarantys gamybos ribą, yra apie 20 proc. mažiau produktyvūs nei Lietuvos.

Pienininkystės sektoriuje Lietuva taip pat yra konkurencinga dėl santykinai mažų kaštų (žr. 3.11 paveikslą). Šiame sektoriuje pastebėta daugiau valstybių, kurių ūkiai, sudarantys gamybos galimybių ribą, yra pranašesni už Lietuvos ūkius. Tokios valstybės yra Lenkija, Vokietija, Prancūzija, Ispanija ir Bulgarija. Latvijos ir Estijos pienininkystės ūkiai buvo atitinkamai 8 ir 20 proc. mažiau produktyvūs nei Lietuvos. Dėl didesnių darbo sąnaudų konkurencingumas, matuojamas atstumu tarp gamybos galimybių ribų, pienininkystės sektoriuje pasižymi mažesne sklaida nei augalininkystėje. Taigi pieno ūkiams reikia ypač didinti produktyvumą siekiant užtikrinti konkurencinį pranašumą ilguoju laikotarpiu. Tikėtina, kad šią situaciją neigiamai (Lietuvos atžvilgiu) paveiks 2014 m. Rusijoje įvesti importo apribojimai. Be to, 2015 m. panaikintos pieno kvotos gali sukelti pieno pasiūlos augimą. Remiantis tyrimo rezultatais galima teigti, kad didžiausią iššūkį Lietuvos pienininkystės sektoriui sukeltų pieno gamybos Vokietijoje ir Lenkijoje augimas. Taigi yra svarbu ne tik užtikrinti sąnaudų mažėjimą, bet ir

produkcijos kainų augimą. Tam reikia aukštos kokybės produkcijos ir ją realizuoti naujose rinkose. Žinoma, šios problemos turi būti sprendžiamos ne tik pieno gamybos, bet ir pieno perdirbimo sektoriuje.



3.10 paveikslas. Lietuvos augalininkystės konkurencingumas gamybos ribų požiūriu, 2004–2012 m.



3.11 paveikslas. Lietuvos pienininkystės konkurencingumas gamybos ribų požiūriu, 2004–2012 m.

Beje, aptarti konkurencingumo matai atspindi gamybos ribų poslinkius. Dėl didelio techninio neefektyvumo realus valstybių konkurencingumas gali būti daug mažesnis. Be to, nagrinėti ekonominiai, o ne buhalteriniai kaštai (pvz., apskaičiuoti darbo kaštai, o ne faktiškai išmokėti atlyginimai). Visgi naujųjų Europos Sąjungos valstybių narių pranašumai, susiję su mažesniais kaštais, yra akivaizdūs. Lietuvos ūkiai, užtikrinus techninį efektyvumą, galėtų sėkmingai konkuruoti Europos Sąjungos rinkoje dėl santykinai mažų gamybos kaštų.

3.1.6. Energijos intensyvumo analizė

Vienas iš svarbiausių aplinkos dimensijos rodiklių yra energijos vartojimas. Dėl to yra svarbu atlikti energijos vartojimo tendencijų ūkininkų ūkiuose tyrimus (Upton et al., 2015). Siekiant įvertinti energijos vartojimo Lietuvos ūkininkų ūkiuose tendencijas, naudojamos ŪADT suvestiniais duomenimis. Analizei pasirinktos kaimyninės ES valstybės, pasižyminčios panašiomis ūkininkavimo sąlygomis.

Analizė remiasi dviem pagrindiniais rodikliais – ekonominiu ir technologiniu energijos vartojimo intensyvumu. ŪADT duomenų bazėje fiziniai energijos vartojimo rodikliai nepateikiami, todėl analizei naudojami pingine išraiška pateikiami sąnaudų ir produkcijos kintamieji. Šiame tyrime ekonominis intensyvumas apibrėžiamas kaip išlaidų energijai (SE345) ir bendrosios produkcijos (SE131)

santykis. Šis dydis parodo, kokią dalį produkcijos sudaro išlaidos energijos ištekliams įsigyti. Technologinis energijos vartojimo intensyvumas apibrėžiamas kaip išlaidų energijai ir tarpinio vartojimo (SE275) santykis. Pastarasis rodiklis parodo, kokią dalį specifinių ir pridėtinių išlaidų, reikalingų žemės ūkio produkcijos gamybai, sudaro išlaidos energijai. Šiuo atveju įvertinamas santykis tarp energijos ir kitų išteklių vartojimo. Beje, ekonominio intensyvumo rodiklio reikšmę lemia tiek gamybos veiksmų, tiek sąnaudų kainų ir kiekių lygis, taigi analizuojama santykinė energijos išteklių svarba gamybos procese ekonominiu požiūriu. Technologinio intensyvumo rodiklio reikšmę lemia sąnaudų kainų ir kiekių lygis, taigi jis atspindi santykinę energijos svarbą išteklių struktūroje.

Nagrinėjami santykiniai energijos vartojimo intensyvumo rodikliai, todėl defiliavimas netaikytas. Siekiant detaliau įvertinti gamybinės technologijos pokyčius, būtų naudinga iširti ir fizinių elektros suvartojimą, tačiau tam reikia rinkti papildomus duomenis.

Energijos vartojimo intensyvumas tirtas 2004–2012 m. Analizė apima tris ūkininkavimo tipus: javininkystę (15 tipas pagal 2008 m. reglamentą), augalininkystę (16 tipas) ir pienininkystę (45 tipas). Pagrindiniai tyrimo rezultatai pateikiami 3.5 ir 3.6 lentelėse.

3.5 lentelė. Absoliutūs gamybos rezultatų ir sąnaudų rodikliai ES valstybių narių augalininkystės ir pienininkystės ūkiuose 2004–2012 m.

Valstybė	Produkcija (EUR)		Tarpinis vartojimas (EUR)		Išlaidos energijai (EUR)	
	2004	2012	2004	2012	2004	2012
<i>Javininkystė (15)</i>						
Danija	88186	300892	52746	130418	3274	8960
Vokietija	157644	296850	108431	173680	15962	24793
Graikija	13509	19644	9449	13222	1320	2775
Estija	37246	129821	29216	88591	5308	20960
Prancūzija	93038	194596	69541	108793	5668	10876
Lietuva	43708	84608	26297	44779	4718	9390
Latvija	49090	152775	37690	97610	9049	18829
Lenkija	28569	40703	16645	22997	2809	4337
<i>Augalininkystė (16)</i>						
Belgija	119284	187169	58246	88387	3042	6893
Danija	121712	279904	70877	143515	4597	15295
Vokietija	174849	275938	99376	153856	13811	21886
Estija	19545	24564	12931	15000	1788	3782
Prancūzija	170173	265169	100892	136270	7172	12523
Lietuva	26947	52573	14139	28510	2208	5467
Latvija	51003	33635	35619	23060	6613	5150
Nyderlandai	174963	377896	104458	167320	7644	17127
Lenkija	30175	25308	14491	14384	2459	2763
<i>Pienininkystė (45)</i>						
Belgija	121564	179225	59421	111501	4224	9798
Danija	276135	727760	172889	527493	8133	26248
Vokietija	125617	214747	78398	146983	9691	18234
Estija	107696	247101	69950	187246	9732	26003
Prancūzija	116627	180832	74106	123960	4900	10406
Lietuva	12099	27804	7643	17262	1172	2682
Latvija	23689	36308	18425	29662	2944	5224
Nyderlandai	186209	303862	98916	181517	6705	13568
Lenkija	17806	33551	9266	19645	1230	2977

Šaltinis: European Commission (2015).

Lietuvoje vidutinio javininkystės ūkio bendrosios produkcijos vertė padidėjo nuo 13,7 tūkst. EUR 2004 m. iki 84,6 tūkst. EUR 2012 m., t. y. daugiau negu 93 proc. tarpinio vartojimo apimtis tuo pačiu laikotarpiu padidėjo nuo 26,3 tūkst. EUR iki 44,8 tūkst. EUR, t. y. 70 proc. Energijos vartojimas padidėjo beveik dvigubai (nuo 4,7 tūkst. EUR iki 9,4 tūkst. EUR). Kituose ūkininkavimo tipuose buvo dar didesni santykiniai išteklių ir produkcijos apimtys pokyčiai, tačiau visų rodiklių absoliučios reikšmės išliko žemesnės. Visgi santykinai spartesnis augimas gali lemti tam tikrą konvergenciją. Augalininkystės ūkiuose bendrosios produkcijos vertė padidėjo nuo 26,9 tūkst. EUR iki 52,6 tūkst. EUR (95 proc.), o tarpinis vartojimas – nuo 14,1 tūkst. EUR iki 28,5 tūkst. EUR (102 proc.). Išlaidos energijai padidėjo 148 proc. (nuo 2,2 tūkst. EUR iki 5,5 tūkst. EUR). Tai yra didžiausias augimo tempas tarp nagrinėjamų ūkininkavimo tipų. Pienininkystėje bendrosios produkcijos vertė padidėjo nuo 12,1 tūkst. EUR iki 27,8 tūkst. EUR, t. y. 130 proc. Tiek tarpinio vartojimo, tiek išlaidų energijai augimo tempas siekė 125 proc. Minėtus pokyčius lėmė įvairūs veiksniai. Augančios energijos išteklių kainos skatino išlaidų energijai augimą. Žemės ūkio veiklos intensyvinimas ir ekstensyvinimas (ūkių stambėjimas) taip pat reikalauja didesnių vidutinių išlaidų energijai bei kitiems ištekliams. Kita vertus, šiame tyrime neaptariamas energijos vartojimo efektyvumo poveikis išlaidoms energijai. Ateityje būtų tikslinga atlikti tokius tyrimus taikant ribinius metodus (Oude Lansink, Bezlepkin, 2003).

3.6 lentelė. Energijos intensyvumo rodikliai ES valstybių narių augalininkystės ir pienininkystės ūkiuose 2004–2012 m.

Valstybė	Ekonominis intensyvumas		Technologinis intensyvumas	
	2004	2012	2004	2012
<i>Javininkystė (15)</i>				
Danija	0,04	0,03	0,06	0,07
Vokietija	0,10	0,08	0,15	0,14
Graikija	0,10	0,14	0,14	0,21
Estija	0,14	0,16	0,18	0,24
Prancūzija	0,06	0,06	0,08	0,10
Lietuva	0,11	0,11	0,18	0,21
Latvija	0,18	0,12	0,24	0,19
Lenkija	0,10	0,11	0,17	0,19
<i>Augalininkystė (16)</i>				
Belgija	0,03	0,04	0,05	0,08
Danija	0,04	0,05	0,06	0,11
Vokietija	0,08	0,08	0,14	0,14
Estija	0,09	0,15	0,14	0,25
Prancūzija	0,04	0,05	0,07	0,09
Lietuva	0,08	0,10	0,16	0,19
Latvija	0,13	0,15	0,19	0,22
Nyderlandai	0,04	0,05	0,07	0,10
Lenkija	0,08	0,11	0,17	0,19
<i>Pienininkystė (45)</i>				
Belgija	0,03	0,05	0,07	0,09
Danija	0,03	0,04	0,05	0,05
Vokietija	0,08	0,08	0,12	0,12
Estija	0,09	0,11	0,14	0,14
Prancūzija	0,04	0,06	0,07	0,08
Lietuva	0,10	0,10	0,15	0,16
Latvija	0,12	0,14	0,16	0,18
Nyderlandai	0,04	0,04	0,07	0,07
Lenkija	0,07	0,09	0,13	0,15

Energijos intensyvumas labai nesiskiria tarp skirtingų ūkininkavimo tipų Lietuvoje (žr. 3.6 lentelę), ekonominis energijos vartojimo intensyvumas siekė 8–10 proc. Technologinis intensyvumas svyravo platesniame diapazone, tačiau tarp ūkininkavimo tipų didesnių skirtumų nepastebėta: 2004 m. technologinis intensyvumas siekė 15–18 proc., o 2012 m. – 16–21 proc. Didžiausias energijos intensyvumas (tiek ekonominis, tiek technologinis) buvo javininkystės sektoriuje. Taigi didėjančius energijos kaštus kompensuoja didėjančios produkcijos kainos. Kita vertus, kaip teigia indukuotųjų inovacijų teorija, technologiniai nuokrypiai gali skatinti gamybos veiksnių pakeičiamumą.

Lyginant Lietuvos ir kitų ES valstybių narių ūkių situaciją, galima pastebėti, kad tik Estijoje ir Latvijoje yra didesnis energijos intensyvumas javininkystės ir augalininkystės sektoriuose. Pienininkystės sektoriuje Estija yra pranašesnė už Lietuvą ir Latviją. Beje, visose nagrinėtose valstybėse pastebėtas energijos intensyvumo (technologinio ir ekonominio) didėjimas 2004–2012 m.

Taigi augančios energijos kainos skatina energijos intensyvumo, matuojamo piniginiiais vienetais, augimą. Gamybos proceso modernizavimas yra viena iš pagrindinių priežasčių, lemiančių skirtumus tarp energijos intensyvumo lygio atskirose valstybėse. Be to, dėl skirtingos rinkos struktūros įvairiose valstybėse gali būti pasiekiamos skirtingos produkcijos ir gamybos veiksnių kainos. Taip pat svarbu skatinti darnios energijos vartojimą. Deja, naujų technologijų diegimas dažnai yra susijęs su dideliais kaštais, todėl tam reikia strateginių viešojo valdymo sprendimų.

3.1.7. Techninis, aplinkos ir išteklių efektyvumas

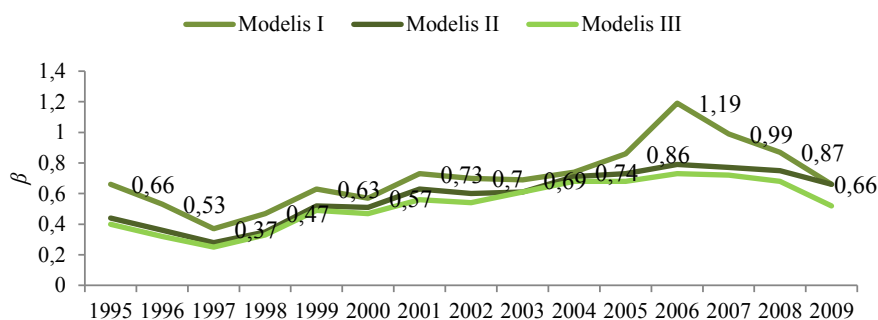
Siekiant įvertinti ekonominės ir aplinkos darnumo dimensijų sąveiką Lietuvos bei kitų ES valstybių narių žemės ūkio sektoriuose, pritaikyti įvairūs ribiniai modeliai. Vertinant techninį, aplinkos ir išteklių efektyvumą, naudoti skirtingi kintamieji.

Tyrimas remiasi „World Input-Output Database“ duomenų baze (Timmer et al., 2012). Duomenys apima 1995–2009 m. laikotarpį. Nagrinėjama žemės ūkio, medžioklės, miškininkystės ir žuvininkystės sektoriaus laiko eilutė. Ekonominė veikla matuojama bendrosios pridėtinės vertės (BPV) rodikliu. Piniginiiais matais išreikšti kintamieji (bendroji pridėtinė vertė ir kapitalo atsargos) defliuoti ir išreikšti perkamosios galios standartais (bazinis laikotarpis – 1995 m.). Modeliuojant gamybinę technologiją, papildomai įtraukiami šie rodikliai: dirbtų darbo valandų skaičius, emisijas sukkeliantis energijos vartojimas (teradžauliai), anglies dvideginio emisija (tonomis), žemės naudojimas (hektarais), materialinių išteklių vartojimas (tonomis), vandens vartojimas (kubiniais metrais).

Siekiant įvertinti trijų tipų efektyvumą, sudaryti atitinkami modeliai. Visuose modeliuose naudojamas tas pats geros produkcijos kintamasis – bendroji pridėtinė vertė.

- I modelis skirtas techniniam efektyvumui vertinti. Sąnaudų kintamieji: darbas, kapitalo atsargos, energijos vartojimas. Bloga produkcija nenagrinėjama.
- II modelis skirtas ekologiniam efektyvumui vertinti. Sąnaudų kintamieji: darbas, kapitalo atsargos, energijos vartojimas. Bloga produkcija yra anglies dvideginio emisijos.
- III modelis skirtas išteklių efektyvumui vertinti. Sąnaudų kintamieji: darbas, kapitalo atsargos, energijos vartojimas, žemės naudojimas, materialinių išteklių vartojimas, vandens vartojimas. Bloga produkcija yra anglies dvideginio emisijos.

I modeliui nustatyta geros produkcijos didinimo kryptis, II ir III modeliams – blogos produkcijos mažinimo ir geros produkcijos didinimo kryptis. Buvo vertinama 18 Europos Sąjungos valstybių narių. Pagrindiniai Lietuvos rezultatai pateikiami 3.12 paveiksle. Čia didesnės atstumo funkcijos reikšmės (β) rodo didesnę neefektyvumą. Techninis efektyvumas ypač sumažėjo 2006 m. dėl nepalankių klimatinėjų sąlygų. Tuomet, siekiant užtikrinti efektyvumą, žemės ūkio sektoriaus sukuriama bendroji pridėtinė vertė turėjo būti 120 proc. didesnė už faktinę.



3.12 paveikslas. Lietuvos žemės ūkio sektoriaus techninis (I), aplinkos (II) ir išteklių (III) efektyvumas 1995–2009 m.

Nors 3.12 paveiksle matyti ir teigiamų efektyvumo pokyčių tendencijų 2006–2009 m., tačiau bendroji tendencija išliko neigiama. Lietuvos vidutiniai efektyvumo įverčiai, jų rangai, sklaidos rodikliai ir atskirų metų efektyvumo įverčių rangai pateikiami 3.7 lentelėje. Ši informacija leidžia įvertinti santykinę Lietuvos padėtį nagrinėtų valstybių atžvilgiu.

3.7 lentelė. Skirtingų tipų efektyvumas Lietuvos žemės ūkio sektoriuje 1995–2009 m.

	Vidurkis		SD	CV	Rangas	
	β	Rangas			1995	2009
Modelis I	0,71	13	0,21	0,29	11	15
Modelis II	0,58	13	0,16	0,28	11	16
Modelis III	0,53	15	0,15	0,29	13	16

SD – standartinis nuokrypis, CV – variacijos koeficientas

Visų trijų efektyvumo tipų įverčių sklaida buvo panaši (variacijos koeficientų reikšmės siekė 0,28). Techninis neefektyvumas išlieka svarbiausias išteklių neefektyvumo veiksnys. Taigi darnios žemės ūkio sektoriaus plėtros politika daugiausia dėmesio turėtų skirti Lietuvos žemės ūkio sektoriaus modernizavimui, kuris užtikrintų gamybos veiksnių produktyvumo augimą. Visgi 2006–2006 m. techninis neefektyvumas gana sparčiai mažėjo ir 2009 m. Lietuvos pozicija šiuo atžvilgiu buvo pranašesnė nei užimama ekologinio efektyvumo arba išteklių efektyvumo požiūriu.

Tyrimo rezultatai (žr. 3.8 lentelę) rodo, kad pasiektas energijos vartojimo, anglies dvideginio emisijos ir žemės ūkio naudmenų absoliutus atsiejimas (žr. 3.3 paveikslą). Materialinių išteklių vartojimas augo, tačiau lėtesniu tempu nei ekonominis aktyvumas, taigi pasiektas santykinis atsiejimas. Vandens išteklių vartojimui būdingas neigiamas atsiejimas, t. y. vandens suvartojimo augimo tempas yra didesnis nei ekonominio aktyvumo augimo tempas.

3.8 lentelė. Išteklių vartojimo ir ekonominės veiklos atsiejimas Lietuvos žemės ūkio sektoriuje 1995–2009 m.

	BPV	CO ₂ emisija	Energija	Materialiniai ištekliai	Žemė	Vanduo
Augimo tempas	0,27	-0,38	-0,36	0,14	-0,15	0,87
\mathcal{E}_{re}		-1,39	-1,33	0,52	-0,56	3,23
Atsiejimas		D	D	A	D	C

Išteklių panaudojimo efektyvumui didinti yra svarbios tokios priemonės kaip pasėlių struktūros pokyčiai ir derlingumo didinimas. Pasėlių struktūros pokyčiai leidžia užtikrinti produkcijos apimtį augimą nesukeliant papildomo (nepageidaujamo) poveikio aplinkai, kuris kyla dėl vandens vartojimo, trąšų nuotėkio ir pan. Lietuvos ūkiuose vis dar pasiekiamas santykinai žemas derlingumas (lyginant su ES valstybėmis), todėl yra svarbu užtikrinti derlingumo skirtumų sumažinimą. Analizuojant šiuos

klausimus tikslinga taikyti tokius metodus kaip indeksinio išskaidymo analizė (Baležentis, Baležentis, 2011b).

Išvados

1. Efektyvumo veiksnių analizė rodo, kad didesni ūkiai veikė efektyviau, taigi yra svarbu numatyti veiksmingas žemės ūkio politikos priemones, skirtas racionaliai ūkių struktūrai formuoti. Augalininkystės ūkiai veikė santykinai neefektyviai, lyginant su mišriaisiais ar gyvulininkystės ūkiais. Atsižvelgiant į tai svarbu užtikrinti, kad augalininkystės ūkiams nebūtų skiriama perteklinė parama (tiesioginės išmokos). Pastebėta, kad didėjanti paramos norma yra susijusi su mažėjančiu efektyvumu. Pastarasis ryšys rodo, kad paramos politika yra tobulintina.

2. Lietuvos ūkininkų ūkių gamybos galimybių riba judėjo tolyn nuo koordinacių pradžios taško (esant sekvencinei gamybos technologijai), t. y. įvyko techninė pažanga. Nors technologijos pokytis prisidėjo prie bendrojo produktyvumo augimo, efektyvumo pokyčiai vyko priešinga kryptimi. Augalininkystės ūkiams buvo būdingas mažiausias vidutinis efektyvumo pokytis. Šie rezultatai iš esmės sutampa su gautaisiais tokiais metodais kaip neraiškūs laisvai nustatomas paviršius. Nustatyti inovatyvūs sprendimų priėmimo vienetai (ūkininkų ūkiai), lemiantys gamybos galimybių aibės plėtrą. Tyrimo rezultatai rodo, kad gyvulininkystės ūkiai santykinai dažniau tampa inovatyvūs minėta prasme. Darytina išvada, kad šio ūkininkavimo tipo plėtros potencialas yra didesnis nei kitų ūkininkavimo tipų.

3. Programinio neefektyvumo analizė rodo, kad bendroji gamybos galimybių riba yra daugiausia sudaryta iš augalininkystės ūkių stebėjimų. Taigi šie ūkiai pasižymi žemiausiu programiniu (ūkininkavimo tipo) neefektyvumu. Gyvulininkystės ūkiai taip pat sudaro atskiras gamybos galimybių ribos atkarpas, o mišrieji – tik kintančios masto gražos gamybos galimybių ribos atkarpas. Žemiausias programinis efektyvumas buvo būdingas mišriesiems ūkiams. Žemiausias programinis efektyvumas yra darbo jėgos ir turto sąnaudų kintamiesiems (visuose ūkininkavimo tipuose). Apskritai specializuoti ūkiai buvo efektyvesni programinio efektyvumo atžvilgiu. Tai gali būti susiję su ilgalaikiu ir nuodugniu ūkininkavimo praktikos įsisavinimu, kuris teigiamai veikia žmogiškojo kapitalo kokybę. Tyrimo rezultatai taip pat rodo, kad lyginamoji veiklos analizė ir modernizavimas yra svarbūs augalininkystėje ir iš dalies mišriuosiuose ūkiuose: pastaruosiuose ūkininkavimo tipuose buvo nustatytas didžiausias vadybinis neefektyvumas.

4. Kiekybinė masto gražos Lietuvos ūkininkų ūkiuose analizė leidžia teigti, kad optimalus augalininkystės ūkių dydis yra apie 250 ha, o darbo jėgos kiekis – 3–3,4 sąlyginiai darbuotojai. Gyvulininkystės ūkiai turėtų būti mažesni žemės ūkio naudmenų atžvilgiu (apie 140 ha) ir didesni darbo jėgos atžvilgiu (4,3–4,5 sąlyginiai darbuotojai). Mišrieji ūkiai optimalų veiklos mastą pasiekia naudodami 82–195 ha žemės ūkio naudmenų ir įdarbindami 2,9–4 sąlyginius darbuotojus. Šie rezultatai rodo, kad Lietuvos Respublikos teisės aktuose numatytas ūkio dydžio apribojimas (500 ha) neturėtų sukelti grynųjų nuostolių.

5. Efektyvumo dispersija augalininkystės ūkiuose galėtų būti sumažinta plečiant naujų sėjomainos schemų taikymą mažiau palankiose ūkininkauti vietovėse. Papildoma priemonė tiek augalininkystės, tiek mišriuose ūkiuose yra įsigyjamų traktorių galios optimizavimas, kuris pakeistų tarpinio vartojimo ir turto apimtis. Kooperacija ir mechanizacija gali būti pagrindinės rekomendacijos gyvulininkystės ūkiams. Internetinė lyginamojo vertinimo sistema ūkininkams padėtų suvokti santykinį jų veiklos rezultatyvumą.

6. Tarptautinis augalininkystės ir pienininkystės sektorių palyginimas atskleidė, kad Lietuva turi didelį gamybinį potencialą atsižvelgiant į santykinai žemus gamybos kaštus. Augalininkystės sektoriuje (lyginant didesnius nei 100 ha ūkius) Lietuvos konkurencinis pranašumas yra gana didelis – tik Rumunija, Bulgarija ir Vengrija gali užtikrinti žemesnius gamybos kaštus. Pienininkystės sektoriuje

konkurencija yra didesnė. Bet kuriuo atveju Lietuvos ūkininkų ūkiams yra svarbu užtikrinti techninį efektyvumą siekiant minimizuoti gamybos kaštus.

7. Lyginant Lietuvos ir kitų ES valstybių narių ūkių situaciją, matyti, kad tik Estijoje ir Latvijoje yra didesnis energijos intensyvumas javininkystės ir augininkystės sektoriuose. Pienininkystės sektoriuje Estija yra pranašesnė už Lietuvą ir Latviją. Beje, visose nagrinėtose valstybėse 2004–2012 m. didėjo energijos intensyvumas (technologinis ir ekonominis). Taigi didėjančios energijos kainos skatina energijos intensyvumo, matuojamo piniginiiais vienetais, augimą. Gamybos proceso modernizavimas yra viena iš pagrindinių priežasčių, lemiančių skirtumus tarp energijos intensyvumo lygio atskirose valstybėse. Be to, dėl skirtingos rinkos struktūros įvairiose valstybėse gali būti pasiekiamos skirtingos produkcijos ir gamybos veiksnų kainos.

8. Techninis neefektyvumas išlieka svarbiausias išteklių neefektyvumo veiksnys. Taigi darnios žemės ūkio sektoriaus plėtros politika daugiausia dėmesio turėtų skirti Lietuvos žemės ūkio sektoriaus modernizavimui, kuris užtikrintų gamybos veiksnų produktyvumo augimą. Visgi 2006–2006 m. techninis neefektyvumas gana sparčiai mažėjo ir 2009 m. Lietuvos pozicija šiuo atžvilgiu buvo pranašesnė nei užimama ekologinio efektyvumo arba išteklių efektyvumo požiūriu.

9. Tolesni tyrimai turėtų apimti tarptautinius palyginimus, paremtus ekonominio augimo apskaitos duomenų bazėmis, pvz., EU KLEMS ir *World Input-Output Database*. Šie tyrimai padėtų nustatyti perspektyvias Lietuvos žemės ūkio sektoriaus vystymo kryptis. Techninis efektyvumas yra santykinis matas, kuris paprastai nėra įvertinamas kiekviename ūkyje dėl duomenų trūkumo ir gana sudėtingos metodikos. Siekiant atskleisti ūkių pajamų pokyčių veiksnus, tikslinga taikyti techninio ir pelno efektyvumo analizę (Griffell-Tatje, Lovell, 2015). Minėtieji tyrimai leistų įvertinti efektyvumo ir kitų veiksnų poveikį pajamoms kiekybine išraiška.

Literatūra

- Alvarez, A., & Arias, C. (2004). Technical efficiency and farm size: a conditional analysis. *Agricultural Economics*, 30, p. 241–250.
- Asmild, M., & Tam, F. (2007). Estimating global frontier shifts and global Malmquist indices. *Journal of Productivity Analysis*, 27(2), p. 137–148.
- Asmild, M., Baležentis, T., & Hougaard, J. L. (2014). Multi-directional program efficiency: the case of Lithuanian family farms. *Journal of Productivity Analysis*, doi: 10.1007/s11123-014-0419-6.
- Baležentis, T. (2014a). On Measures of the Agricultural Efficiency – A Review. *Transformations in Business & Economics*, 13(3), p. 110–131.
- Baležentis, T. (2014c). Analysing the Determinants of Lithuanian Family Farm Performance: A Double Bootstrap Inference. *Economic Science for Rural Development* 34, p. 66–74.
- Baležentis, T. (2014b). Productivity change in Lithuanian family farms with the sequential technology. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 36(2), p. 207–222.
- Baležentis, T. (2015). The Sources of the Total Factor Productivity Growth in Lithuanian Family Farms: A Fare-Primont Index Approach, *Prague Economic Papers*, 24(2), p. 225–241.
- Baležentis, T., & Baležentis, A. (2011a). A multi-criteria assessment of relative farming efficiency in the European Union Member States. *Žemės ūkio mokslai*, 18(3), p. 125–135.
- Baležentis, A., & Baležentis, T. (2011b). An index decomposition analysis model for identification of strategic changes: the case of cereal harvest in Lithuanian counties. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 4(28), 26–34.
- Baležentis, T., & Baležentis, A. (2013). Estimation of the Efficiency of the Lithuanian Family Farms via the Order-m Frontiers. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 35(3), p. 355–367.
- Baležentis, T., & De Witte, K. (2015). One- and multi-directional conditional efficiency measurement – Efficiency in Lithuanian Family Farms. *European Journal of Operational Research*, 245(2), p. 612–622.
- Baležentis, T., & Kriščiukaitienė, I. (2012). Family farm efficiency across farming types in Lithuania and its managerial implications – data envelopment analysis. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 1(30), p. 22–30.

- Baležentis, T., & Valkauskas, R. (2013). Returns to scale in the Lithuanian family farms: A quantitative approach. *Žemės ūkio mokslai*, 20(3), p. 195–210.
- Baležentis, T., Kriščiukaitienė, I., & Baležentis, A. (2014). A Non-Parametric Analysis of the Determinants of Family Farm Efficiency Dynamics in Lithuania. *Agricultural Economics*, 45(5), p. 589–599.
- Baležentis, T., Melnikienė, R., Asmild, M., Hougaard, J. L., & Galnaitytė, A. (2013). Analysis of the relative efficiency of Lithuanian family farms under uncertainty: alpha-quantile frontiers. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 35(4), p. 480–490.
- Ball, V. E., Butault, J. P., Juan, C. S., & Mora, R. (2010). Productivity and international competitiveness of agriculture in the European Union and the United States. *Agricultural Economics*, 41(6), p. 611–627.
- Banker R. D., & Thrall R. M. (1992). Estimation of returns to scale using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 62, p. 74–84.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), p. 1078–1092.
- Bogetoft, P., & Otto, L. (2011). *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. Springer.
- Bojnec, S., & Latruffe, L. (2011). Farm Size and Efficiency during Transition: Insights from Slovenian Farms. *Transformations in Business and Economics*, 10(3), p. 104–116.
- Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*, 16, p. 5–24.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), p. 429–444.
- Chung, Y. H., Färe, R., & Grosskopf, S. (1997). Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach. *Journal of Environmental Management*, 51(3), p. 229–240.
- Coelli, T. J., & Rao, D. S. (2005). Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93 countries, 1980–2000. *Agricultural Economics*, 32(s1), p. 115–134.
- Daraio, C., & Simar, L. (2007). *Advanced robust and nonparametric methods in efficiency analysis: methodology and applications*. Vol. 4. Springer.
- Davidova, S., & Latruffe, L. (2007). Relationships between Technical Efficiency and Financial Management for Czech Republic Farms. *Journal of Agricultural Economics*, 58(2), p. 269–288.
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*, 19(3), p. 273–292.
- Efron, B., & Tibshirani, R. J. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman & Hall.
- European Commission. (2011). A resource-efficient Europe—Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy. *COM (2011)*, 21.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B., & Roos, P. (1992). Productivity changes in Swedish pharmacies 1980–1989: A nonparametric Malmquist approach. *Journal of Productivity Analysis*, 3(1), p. 85–101.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C. K., & Pasurka, C. (1989). Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach. *The review of economics and statistics*, 71(1), p. 90–98.
- Färe, R., Kirkley, J. E., & Walden, J. B. (2006). Adjusting technical efficiency to reflect discarding: The case of the U.S. Georges Bank multi-species otter trawl fishery. *Fisheries Research*, 78(2–3), p. 257–265.
- Farrell, M. J. (1957) The measurement of technical efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General*, 120(3), p. 253–281.
- Fried, H. O., Lovell, C. A. K., & Schmidt, S. S. (2008). Efficiency and productivity. In: Fried, H. O., Lovell, C. A. K., & Schmidt, S. S. (Eds.). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. Oxford University Press.
- Gorton, M., & Davidova, S. (2004). Farm productivity and efficiency in the CEE applicant countries: a synthesis of results. *Agricultural Economics*, 30, p. 1–16.
- Grifell-Tatje, E., & Lovell, C. A. K. (2015). *Productivity Accounting: The Economics of Business Performance*. Cambridge University Press.
- Hoang, V. N. (2014). Analysis of resource efficiency: A production frontier approach. *Journal of environmental management*, 137, p. 128–136.
- Hoang, V. N., & Coelli, T. (2011). Measurement of agricultural total factor productivity growth incorporating environmental factors: A nutrients balance approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 62(3), p. 462–474.
- Hoff, A. (2007). Second Stage DEA: Comparison of Approaches for Modelling the DEA Score. *European Journal of Operational Research*, 181, p. 425–435.

- Jack, L., & Boone, J. (2009). Sustainable Change and Benchmarking in the Food Supply Chain. In: Jack, L. (Ed.). *Benchmarking in Food and Farming*. Gower.
- Kalirajan, K. P., & Shand, R. T. (2002). Frontier production functions and technical efficiency measures. *Journal of Economic Surveys*, 13(2), p. 149–172.
- Koopmans, T. C. (1951). An analysis of production as an efficient combination of activities. In: Koopmans, T. C. (ed.). *Activity Analysis of Production and Allocation*. Cowles Commission for Research in Economics. Monograph No. 13. New York: Wiley.
- Korhonen, P. J., & Luptacik, M. (2004). Eco-efficiency analysis of power plants: An extension of data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 154(2), p. 437–446.
- Lábaj, M., Luptáčik, M., & Nežinský, E. (2014). Data envelopment analysis for measuring economic growth in terms of welfare beyond GDP. *Empirica*, 41(3), p. 407–424.
- Latruffe, L. (2010). *Competitiveness, Productivity and Efficiency in the Agricultural and Agri-Food Sectors*. OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers, No. 30, OECD Publishing. doi: 10.1787/5km91nkd6d66-en
- Latruffe, L., Balcombe, K., Davidova, S., & Zawalinska, K. (2004). Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland. *Applied Economics*, 36(12), p. 1255–1263.
- Leleu, H. (2013). Shadow pricing of undesirable outputs in nonparametric analysis. *European Journal of Operational Research*, 231(2), p. 474–480.
- Nauges, C., O'Donnell, C. J., & Quiggin, J. (2011). Uncertainty and technical efficiency in Finnish agriculture: a state-contingent approach. *European Review of Agricultural Economics*, 38(4), p. 449–467.
- O'Donnell, C. J. (2011). The sources of productivity change in the manufacturing sectors of the US economy. School of Economics, University of Queensland, Australia.
- OECD, FAO. (2011). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2011–2020*. OECD Publishing. doi: 10.1787/agr_outlook-2011-en
- Oude Lansink, A., & Bezlepkin, I. (2003). The effect of heating technologies on CO₂ and energy efficiency of Dutch greenhouse firms. *Journal of Environmental Management*, 68(1), p. 73–82.
- Piot-Lepetit, I., & Le Moing, M. (2007). Productivity and environmental regulation: the effect of the nitrates directive in the French pig sector. *Environmental and Resource Economics*, 38(4), p. 433–446.
- Rahman, S., & Salim, R. (2013). Six decades of total factor productivity change and sources of growth in Bangladesh agriculture (1948–2008). *Journal of Agricultural Economics*. doi: 10.1111/1477-9552.12009
- Rasmussen, S. (2011). Estimating the technical optimal scale of production in Danish agriculture. *Food Economics - Acta Agriculturae Scandinavica, Section C*, 8(1), p. 1–19.
- Rimkuvienė, D., Laurinavičienė, N., & Laurinavičius, J. (2010). ES šalių žemės ūkio efektyvumo įvertinimas. *Vagos*, 87(40), p. 81–89.
- Samarajeewa, S., Hailu, G., Jeffrey, S. R., & Bredahl, M. (2012). Analysis of production efficiency of beef/calf farms in Alberta. *Applied Economics*, 44, p. 313–322.
- Shepard, R. W. (1953). *Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.
- Shepard, R. W. (1970). *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.
- Shepard, R. W., & Färe, R. (1974). The law of diminishing returns. *Zeitschrift für Nationalökonomie*, 34(1–2), p. 69–90.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), p. 31–64.
- Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Econometrics and Statistics*, 39(3), p. 312–320.
- Song, W., & Liu, M. (2014). Assessment of Decoupling Between Rural Settlement Area and Rural Population in China. *Land Use Policy*, 39, p. 331–341.
- Stiglitz, J. E., Sen, A., & Fitoussi, J. P. (2010). *Report by the commission on the measurement of economic performance and social progress*. Paris: Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.
- Tapio, P. (2005). Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001. *Transport Policy*, 12, p. 137–151.
- Timmer, M., Erumban, A. A., Gouma, R., Los, B., Temurshoev, U., de Vries, G. J., & Arto, I. (2012). *The world input-output database (WIOD): contents, sources and methods*. Prieiga per internetą: <http://www.wiod.org/>
- Upton, J., Murphy, M., Shalloo, L., Groot Koerkamp, P. W. G., & De Boer, I. J. M. (2015). Assessing the impact of changes in the electricity price structure on dairy farm energy costs. *Applied Energy*, 137, p. 1–8