

Lietuvos ūkininkų ūkių efektyvumo veiksniai ir šaltiniai

Tomas Baležentis¹

Irena Kriščiukaitienė²

¹*Vilniaus universitetas,
Saulėtekio al. 9,
LT-10222 Vilnius
El. paštas: tomas@laei.lt*

²*Lietuvos agrarinės ekonomikos
institutas,
V. Kudirkos g. 18-2, LT-03105 Vilnius
El. paštas: irena@laei.lt*

Straipsnio tikslas – ištirti Lietuvos ūkininkų ūkių gamybinio efektyvumo šaltinius ir veiksnius neoklasikinės metodologijos požiūriu. Efektyvumo šaltiniai buvo analizuojami taikant daugiakryptės efektyvumo analizės metodą. Šis metodas leidžia įvertinti efektyvumą taikant skirtingas stebėjimų projekcijos į gamybos ribą kryptis. Taip buvo įvertintas atskirų gamybos veiksnių, aprašančių gamybos technologiją, panaudojimo efektyvumas. Efektyvumo veiksnių analizei taikyta dvigubos savirankos metodika, leidžianti įvertinti nepaslinktus efektyvumo rodiklius ir suderintus nupjautos regresijos koeficientus. Pastarieji koeficientai apibūdina efektyvumo veiksnių poveikį. Visuose ūkininkavimo tipuose pastebėtas santykinai žemas turto panaudojimo efektyvumas, kurį lemia perteklinės investicijos. Žemas santykinis žemės panaudojimo efektyvumas augalininkystės ir mišriuose ūkiuose susijęs su išmokų politika ir žemės rinkos iškraipymais. Taikant pastovios masto gražos modelį žemės naudojimo efektyvumas buvo santykinai aukštesnis, taigi ūkio dydis lemia didesnę kitų gamybos veiksnių panaudojimo neefektyvumą. Analizuojant efektyvumo veiksnius, nupjautos regresijos koeficientai, susiję su laiko, ūkio dydžio ir turto bei darbo jėgos santykio kintamaisiais, parodė, kad pastarieji veiksniai teigiamai veikė gamybinį efektyvumą.

Raktažodžiai: efektyvumas, ūkininkų ūkiai, duomenų apgaubties analizė, veiklos analizė

ĮVADAS

Efektyvumo analizė yra svarbi užtikrinant tvarų ekonominį augimą. Tai yra ypač svarbu žemės ūkio (ŽŪ) sektoriuje, kuriam Europos Sąjungoje (ir kituose regionuose) skiriama reikšminga viešoji parama. Be to, žemės ūkio sektorius yra susijęs su kaimo vietovių gyvybingumu. Efektyvumo analizė dažnai apima du etapus: 1) efektyvumo rodiklių įvertinimą ir 2) efektyvumo veiksnių analizę (Simar, Wilson, 2007). A. Abdulai ir H. Tietje (2007) įvertino stochastinę gamybos ribą (SGR) Vokietijos pienininkystės ūkiams, į kurią buvo įtraukti aiškinajamieji kintamieji. Pastarieji apėmė turto ir sutartinių gyvulių skaičiaus santykį, ūkininko amžių ir išsilavinimą, pajamas ne iš žemės ūkio, ūkio dydį sutartinių gyvulių (SG) ir ŽŪ naudmenų (ŽŪN) atžvilgiu, darbo valandų skaičių, išlaidas pašarams ir gyvulių pirkimui. S. C. Kumbhakar ir kt. (2014) analizavo Norvegijos grūdų ūkių efektyvumą, tai-

kydami SGR ir atsižvelgdami į šiuos kontekstinius kintamuosius: pajamos ne iš ŽŪ, subsidijų ir pajamų santykis, verslumo indeksas (apklausos duomenimis), ūkininkavimo patirtis, išsilavinimas. L. Latruffe ir kt. (2004) nagrinėjo šiuos kintamuosius kaip Lenkijos ūkių efektyvumo veiksnius: bendroji produkcija (veiklos mastas), techniniai rodikliai (žemės ir kapitalo santykis, kapitalo ir darbo jėgos santykis), išorinių gamybos veiksnių naudojimas (samdomo darbo dalis, nuomojamos žemės dalis), integravimosi į rinką lygis (parduotos produkcijos dalis), žemės našumo balas, ūkininko amžius. S. Davidova ir L. Latruffe (2007) apžvelgė įvairias studijas ir nustatė, kad Centrinės ir Rytų Europos valstybėse dažniausiai analizuojami šie efektyvumo veiksniai: ūkio dydis (ŽŪN), išorinių gamybos veiksnių (darbo, žemės) naudojimas, finansiniai rodikliai (įsipareigojimų ir turto santykis, trumpalaikių įsipareigojimų ir trumpalaikio turto santykis). Šios autorės pastebėjo, kad išorinių gamybos

veiksnių naudojimas gali skatinti gamybinio efektyvumo augimą, nes naudojant išorinius gamybos veiksnius ekonominiai kaštai atsispindi buhalteriniuose kaštuose. K. Balcombe ir kt. (2008a), analizuodami Lenkijos ūkių veiklą, atsižvelgė į ūkio dydį (ŽŪN), kapitalo ir darbo jėgos kiekio santykį, samdomos darbo jėgos dalį, nuomojamos žemės dalį, turto ir darbo jėgos kiekio santykį, ūkininkavimo tipą, laiko periodą. Š. Bojnec ir L. Latruffe (2013) Slovėnijos ūkių efektyvumo skirtumus aiškino ūkio dydžiu, nuomojamos žemės dalimi, skolų ir turto santykiu, išmokų intensyvumu, ūkininkavimo tipu ir laiko periodu. Taigi efektyvumas dažniausiai gali būti veikiamas ūkio dydžio, technologijos, ūkininko savybių, integracijos į rinką ir produktyvumo svyravimų bėgant laikui.

Lietuvos ūkininkų ūkių veiklos efektyvumo veiksniai iki šiol nebuvo nagrinėti dvigubos savirankos metodu (Simar, Wilson, 2007), užtikrinančiu įverčių suderinamumą. Be to, dažniausiai mokslinėje literatūroje buvo nagrinėjami tik efektyvumo veiksniai, t. y. kontekstiniai kintamieji, kurie paprastai neaprašo (neišreiškia) gamybinės technologijos. Svarbu ištirti Lietuvos ūkininkų ūkių efektyvumą gamybos procesą aprašančių kintamųjų – gamybos veiksnių – atžvilgiu. Pastaruosius kintamuosius galima vadinti efektyvumo šaltiniais.

Tyrimo tikslas – įvertinti efektyvumo veiksnius ir šaltinius Lietuvos ūkininkų ūkiuose. Tyrimui buvo naudoti ribiniai metodai. Efektyvumo šaltinių analizė atlikta taikant daugiakryptės efektyvumo analizės metodą, leidžiantį įvertinti atskirų gamybos veiksnių panaudojimo efektyvumą. Efektyvumo veiksnių analizei buvo naudojamas dvigubos savirankos metodas. Tyrimui naudota 200 Lietuvos ūkininkų ūkių imtis (Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, 2010).

TYRIMO METODIKA

Efektyvumo samprata ir matavimas

Vertinant ekonominės veiklos rezultatus tradiciškai naudojamas produkcijos ir jai pagaminti reikalingų išteklių kiekių santykis (produktyvumas). Efektyvumą galima apibrėžti kaip santykį tarp faktinių ir optimalių 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 T. C. Koopmans (1951). Jis pasiūlė tokį efektyvaus sprendimų priėmimo vieneto (SPV) apibrėžimą: SPV vadinamas efektyviu tuomet, kai neįmanoma padidinti / sumažinti jokios produkcijos / išteklių rūšies apimties, nesumažinant / nepadidinant bet kurios kitos produkcijos / išteklių rūšies apimties. Dėl šio apibrėžimo panašumo į V. Pareto jis vadinamas Pareto–Koopmans apibrėžimu. Šis apibrėžimas leidžia atskirti efektyvius SPV nuo neefektyviųjų, tačiau neapibūdina konkretaus efektyvumo laipsnio, būdingo tam tikram SPV.

Minėtą problemą sprendė G. Debreu (1951) – tyrinėdamas išteklių panaudojimo problemą, jis pasiūlė gamybinio efektyvumo matą – išteklių panaudojimo koeficientą. G. Debreu matavimo priemonė – tai spindulinis (radial) techninio efektyvumo matas. Šie matai nagrinėja produkcijos arba išteklių kiekių proporcingus pokyčius išlaikant pradinę jų struktūrą. Sprendžiant išteklių taupymo problemas spinduliniai matai taikomi ieškant maksimalaus įmanomo proporcingo visų išteklių rūšių sumažinimo, išlaikant duotas produkcijos gamybos apimtis. Analogiškai, didinant produkciją spinduliniai matai taikomi ieškant maksimalaus įmanomo proporcingo visų produkcijos rūšių didinimo, išlaikant duotas išteklių sunaudojimo apimtis (Daraio, Simar, 2007; Fried et al., 2008).

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

Siejant G. Debreu ir M. J. Farrell efektyvumo matus su T. C. 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:

$$T = \{(x, y) \mid x \text{ gali pagaminti } y\}. \quad (1)$$

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

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

$$I(y) = \{x \mid (x, y) \in T\}; \quad (2)$$

$$O(x) = \{y \mid (x, y) \in T\}. \quad (3)$$

Izokvanto, arba atskirų aibės T dalių efektyvumo ribos, gali būti apibrėžiamos spinduliniu (radial) būdu (Farrell, 1957). Kiekvienam $y \in \mathfrak{R}_+^n$ galima rasti atitinkamą išteklių poreikio izokvantą:

$$isoI(y) = \{x \mid x \in I(y), \lambda x \notin I(y), \lambda < 1\}. \quad (4)$$

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

$$isoO(x) = \{y \mid y \in O(x), \lambda x \notin O(x), \lambda > 1\}. \quad (5)$$

SPV, priklausantis efektyvumo ribai, apibrėžtai lygtimis (4)–(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:

$$effI(y) = \{x \mid x \in I(y), x' \notin I(y), \forall x' \leq x, x' \neq x\}; \quad (6)$$

$$effO(x) = \{y \mid y \in O(x), y' \notin O(x), \forall y' \geq y, y' \neq y\}. \quad (7)$$

Pastebėkime, kad $effI(y) \subseteq isoI(y) \subseteq I(y)$ ir $effO(x) \subseteq isoO(x) \subseteq O(x)$.

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

$$D_I(x, y) = \max\{\lambda \mid (x/\lambda, y) \in I(y)\}, \quad (8)$$

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

M. J. Farrell išteklių efektyvumo matas išreiškiamas lygtimi:

$$TE_I(x, y) = \min\{\theta \mid (\theta x, y) \in I(y)\}. \quad (9)$$

Palyginus (8) ir (9) lygtis, akivaizdu, kad:

$$TE_I(x, y) = 1/D_I(x, y), \quad (10)$$

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

Atitinkamai žemiau pateiktos lygybės aprašo produkcijos atstumo funkciją ir M. J. Farrell efektyvumo matą:

$$D_0(x, y) = \min\{\lambda \mid (x, y/\lambda) \in O(x)\}; \quad (11)$$

$$TE_0(x, y) = \max\{\phi \mid (x, \phi y) \in O(x)\}; \quad (12)$$

$$TE_0(x, y) = 1/D_0(x, y), \quad (13)$$

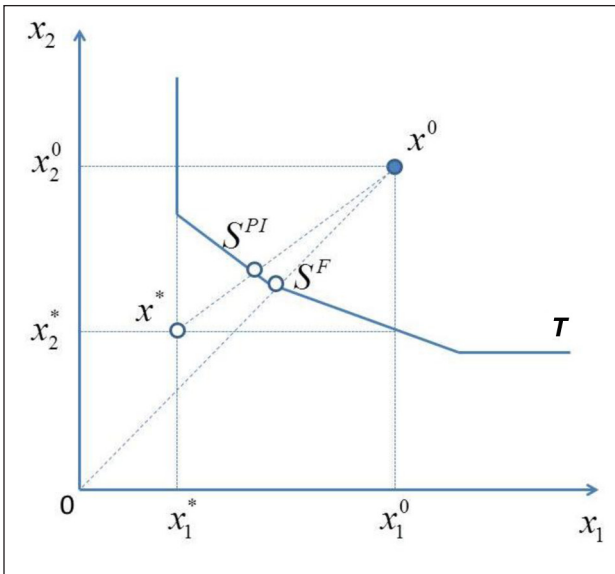
kur $D_0(x, y)$ yra R. W. Shepard produkcijos atstumo funkcija, $TE_0(x, y)$ – M. J. Farrell efektyvumo matas, o $TE_0(x, y) \geq 1$ visiems $y \in O(x)$ ir $TE_0(x, y) = 1$, kai $y \in isoO(x)$.

Daugiakryptė efektyvumo analizė

P. Bogetoft ir J. L. Hougaard (1999) pasiūlė daugiakryptės efektyvumo analizės (MEA – Multi-directional Efficiency Analysis) metodą, kuris vėliau buvo pritaikytas atliekant efektyvumo vertinimo tyrimus įvairiuose sektoriuose (Asmild et al., 2003; Holvad et al., 2004; Hougaard et al., 2004). Pagrindiniai pasiūlyto metodo

komponentai yra atskaitos idealiojo plano pasirinkimas ir efektyvumo indekso įvertinimas. Taikant minėtąjį metodą galima įvertinti ne tik bendrąjį išteklių taupymo ar produkcijos didinimo rodiklį, bet ir specifinį kiekvienam gamybos veiksmui arba produktui.

M. J. Farrell efektyvumo matavimo atveju pradinis stebėjimas yra projektuojamas į technologinę gaubtinę koordinačių pradžios taško kryptimi, ir optimalus gamybos planas apibrėžiamas kaip taškas S^F . Daugiakryptės efektyvumo analizės atveju kiekvienas stebėjimas projektuojamas skirtinga kryptimi, t. y. randamas idealusis atskaitos planas x^* , kuris paprastai nėra galimasis (1 pav.). Pastarojo plano kryptimi projektuojamas pradinis stebėjimas ir optimalus gamybos planas randamas taške S^{PI} . Lyginant atskiras pradinio taško ir optimalaus taško S^{PI} koordinates technologiniame procese galima įvertinti kiekvieno gamybos veiksmo efektyvumą.



1 pav. Farrell efektyvumo matas ir daugiakryptė efektyvumo analizė

Fig. 1. Farrell efficiency measure and multi-directional efficiency analysis

Rasti idealiųjį planą taikomas tiesinio programavimo modelis:

$$\min_{\bar{x}_i, \lambda_k}$$

s. t.

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k x_i^k \leq \bar{x}_i,$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k x_{(-i)}^k \leq x_{(-i)}^t, \quad (-i) = 1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, m; \quad (14)$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k y_j^k \geq y_j^t, \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1,$$

$$\lambda_k \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, K.$$

Optimalusis gamybos planas S^{PI} randamas prieš tai apskaičiavus efektyvumo rodiklį:

$$\max_{\beta, \lambda_k}$$

s. t.

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k x_i^k \leq x_i^t - \beta (x_i^t - x_i^*), \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k y_j^k \geq y_j^t, \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad (15)$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1,$$

$$\lambda_k \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, K.$$

Taigi optimalųjį gamybos planą galima aprašyti kaip:

$$S^{PI}(x) = x - \beta^*(x - x^*(x)) = \beta^* x^*(x) + (1 - \beta^*)x. \quad (16)$$

Optimalusis gamybos planas (esant į sąnaudų taupymą orientuotam modeliui) bus m -matis vektorius: $S^{PI}(x) = (x_1^{PI}, x_2^{PI}, \dots, x_m^{PI})$. Atlikus minėtus skaičiavimus, galima įvertinti gamybos veiksmų panaudojimo efektyvumą. Apskaičiuojant kiekvieno veiksmo efektyvumą atsižvelgiama į faktines ir optimalaus gamybos plano veiksmų sąnaudas:

$$E_i = \frac{x_1^P}{x_i}, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Dviguba saviranka

Efektyvumo analizė dažnai apima du etapus: 1) efektyvumo vertinimą ir 2) efektyvumo veiksmų vertinimą. Tokia analizės schema leidžia suprasti vyraujančius efektyvumo dėsningumus ir pateikti racionalius pasiūlymus strateginio valdymo (politikos) tobulinimui. Antrojo etapo analizei taikomi įvairūs metodai (Hoff, 2007; Bogetoft, Otto, 2011).

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, nes yra apriboti tam tikrame reikšmių intervale atsižvelgiant į atstumo funkcijos tipą ir orientaciją. Taigi tyrimuose buvo pradėtas naudoti cenzūruotos regresijos (*tobit*) modelis. L. Simar ir P. Wilson (2007) pastebėjo, kad cenzūruotos regresijos modeliui yra būdingi įvairūs trūkumai. Pirma, duomenų generavimo procesas negeneruoja cenzūruotų kintamųjų. Efektyvumo įverčių koncentracija apie kritines reikšmes yra labiau lemiamą baigtinio ėmimo (*finite sampling*). Antra, cenzūruoto modelio paklaidos pasižymi serijine koreliacija. Spręsdžiant šias problemas pasiūlyta naudoti nupjautą (*truncated*) regresiją ir saviranką (Efron, Tibshirani, 1993), siekiant išvengti serijinės koreliacijos. Pasiūlyta metodika yra vadinama dviguba saviranka (*double bootstrap*).

Dvigubos savirankos procedūra buvo taikyta įvairiuose efektyvumo tyrimuose (Afonso, Aubyn, 2006; Alexander et al., 2010; Assaf, Agbola, 2011). Dvigubos savirankos metodika taip pat buvo taikyta ir žemės ūkio sektoriaus efektyvumo tyrimuose. L. Latruffe ir kt. (2008) analizavo Čekijos ūkininkų ūkių ir žemės ūkio bendrovių veiklos efektyvumą. K. Balcombe ir kt. (2008b) naudojo dvigubos savirankos metodiką tirdami ryžių auginimą Bangladeše, o K. Olson ir L. Vu (2009) – savirankos ir dvigubos savirankos metodus tirdami ūkininkų ūkių efektyvumą.

Dvigubos savirankos metodika (čia aptariamas algoritmas #2, pateiktas L. Simar ir P. Wilson, 2007) yra sudaryta iš dviejų dalių. Pirmiausia įvertinamas techninis efektyvumas atsižvelgiant į aiškinamuosius kintamuosius. Tuomet saviranka taikoma nupjautos regresijos modeliui.

Gamybinė technologija ir efektyvumo matai.

Veiklos analizė gamybos technologiją apibūdina sąnaudų, aprašomų (išreiškiamų) $(1 \times p)$ vektoriumi $x \in \mathfrak{R}_+^p$, ir produkcijos, aprašomos (išreiškiamos) $(1 \times q)$ vektoriumi $y \in \mathfrak{R}_+^q$, atžvilgiu. Be to, $(1 \times r)$ vektorius $z \in \mathfrak{R}_+^r$ yra sudarytas iš aprašomųjų (kontekstinių) kintamųjų reikšmių. Technologijos aibė (T) apima visus įmanomus gamybos planus:

$$T = \{(x, y) \in \mathfrak{R}_+^{p+q} | x \text{ gali pagaminti } y\}. \quad (17)$$

Tuomet į produkcijos didinimą orientuotas M. J. Farrell (1957) efektyvumo matas laisvai pasirinktamam stebėjimui (x_0, y_0) , aprašomas kaip:

$$\delta_0 = \delta(x_0, y_0 | T) \equiv \sup\{\delta | (x_0, \delta_0 y_0) \in T, \delta > 0\}. \quad (18)$$

Tikroji gamybos technologija paprastai nėra žinoma, taigi efektyvumo analizė remiasi jos aproksimacija, sudaryta pagal turimą imtį, $S_K = \{(x_k, y_k, z_k)\}_{k=1}^K$, kur k žymi atitinkamus SPV. Priėmus laisvo nustatymo ir iškilumo prielaidas, technologijos aibės (T) įvertis yra aprašomas kaip:

$$\hat{T} = \left\{ (x, y) \in \mathfrak{R}_+^{p+q} \left| \begin{array}{l} \sum_{k=1}^K \lambda_k x_{i,k} \leq x_i, \sum_{k=1}^K \lambda_k y_{j,k} \geq y_j, \sum_{k=1}^K \lambda_k = 1, \\ i = 1, 2, \dots, p, j = 1, 2, \dots, q, k = 1, 2, \dots, K \end{array} \right. \right\}. \quad (19)$$

Taigi M. J. Farrell efektyvumo matas produkcijos didinimo orientacijai gali būti įvertintas taikant šį tiesinio programavimo uždavinį:

$$\hat{\delta}_0 = \max \left\{ \delta > 0 \left| \begin{array}{l} \sum_{k=1}^K \lambda_k x_{i,k} \leq x_{i,0}, \sum_{k=1}^K \lambda_k y_{j,k} \geq \delta y_{j,0}, \sum_{k=1}^K \lambda_k = 1, \\ i = 1, 2, \dots, p, j = 1, 2, \dots, q, k = 1, 2, \dots, K \end{array} \right. \right\}, \quad (20)$$

kur δ_0 tampa didesnis stebėjimui (gamybos planui) (x_0, y_0) tolstant nuo efektyvumo ribos.

Gautieji efektyvumo įverčiai gali būti toliau tiriami antrojo etapo analizėje. Šiame etape yra svarbūs du klausimai: 1) reikia įvertinti tikrąją gamybos ribą ir 2) susieti (tikruosius) efektyvumo įverčius su aiškinamaisiais (kontekstiniais) kintamaisiais. Savirankos procedūra leidžia įvertinti tikrąją gamybos ribą, o nupjauta regresija taikoma sprendžiant antrąją problemą.

Nupjauta regresija. Regresijos lygtis užrašoma taip:

$$\mathfrak{G}_k = z_k \beta + \varepsilon_k, \quad (21)$$

kur β yra $(r \times 1)$ parametru, susijusių su atitinkamais aiškinamaisiais (nepriklausomais) kintamaisiais, vektorius, $\varepsilon_k \sim N(0, \sigma_r^2)$ – nepriklausomai pasiskirsčiusios paklaidos visiems $k = 1, 2, \dots, K$. Kintamasis \mathfrak{G}_k vadinamas nupjautu iš kairės ties

reikšme c_k , jei stebime $\theta_k = \vartheta_k$ visiems $\vartheta_k \geq c_k$, o kitu atveju stebėjimai apskritai neužfiksuojami (Simar, Wilson, 2007)*.

Nupjautos regresijos lygtis įvertinama maksimalaus tikėtimumo metodu. Atliekant produkcijos didinimo efektyvumo analizę susiduriame su nupjovimu iš kairės ties reikšme 1. Taigi efektyvumo veiksmų analizei naudojama ši regresijos lygtis:

$$\hat{\delta}_k = z_k \beta + \varepsilon_k \geq 1, \quad (22)$$

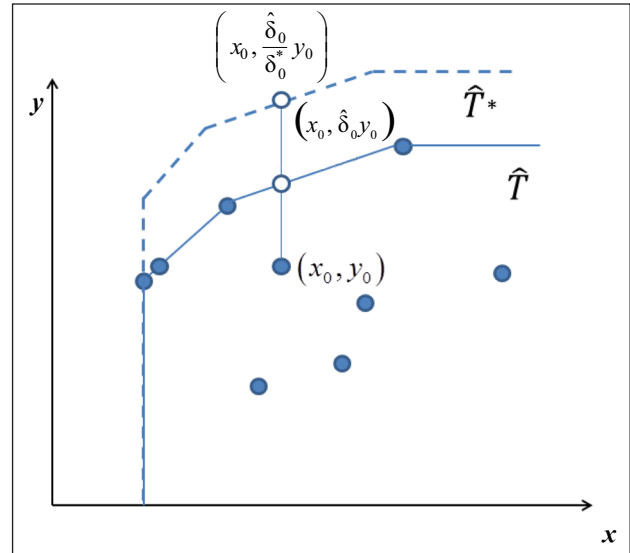
kur $\hat{\delta}_k$ yra δ_k įvertis, žr. (20) lygtį.

Dvigubos savirankos algoritmas. L. Simar ir P. Wilson (2007) pristatė du dvigubos savirankos algoritmus. Šiame darbe pristatomas algoritmas #2. Minėtas algoritmas apima du svarbiausius etapus: 1) tikroji (nepaslinkta) gamybos riba įvertinama koreguojant produkcijos kiekius; 2) nupjauta regresija naudojama susiejant aiškinamuosius kintamuosius su efektyvumo įverčiais, z_k . Pirmasis etapas leidžia įvertinti savirankos sąnaudų – (koreguotos) produkcijos rinkinį $(x_0, \hat{\delta}_0 y_0 / \delta_0^*)$. Dėl duomenų apgaubties analizės (DAA), kaip ribinio metodo prigimties, tikroji gamybos riba tokios simuliacijos dėka gali judėti tolyn nuo koordinatų pradžios taško, bet ne artėti (2 pav.).

Antrajame etape pasikliautinasis β_l intervalas apskaičiuojamas kaip $[\hat{\beta}_l + a_a^* \hat{\beta}_l + b_a^*]$. Pastarasis metodas yra vadinamas procentilių metodu. B. Efron ir I. Tibshirani (1993, p. 184f) pasiūlė koreguotą augantį (*bias-corrected accelerated, BC_a*) metodą įvertinti pasikliautinuosius intervalus. Savirankos pakartojimų skaičius pirmajame ir antrajame etape žymimas atitinkamai L_1 ir L_2 .

TYRIMO DUOMENYS

Ūkių veiklos efektyvumui vertinti buvo naudojami ūkininkų ūkių lygmens duomenys iš Ūkių apskaitos duomenų tinklo (ŪADT) (Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, 2010). Imtis buvo sudaryta iš 2004–2009 m. duomenų. Imties dydis – 1 200 stebėjimų ($K = 1\ 200$). Jie buvo priskirti trims ūkininkavimo tipams: jei ne mažiau nei du trečdalius



2 pav. Produkcijos didinimo duomenų apgaubties analizės modelis ir savirankos riba

Fig. 2. Output-oriented data envelopment analysis model and the bootstrapped frontier

ūkio produkcijos sudarė augalininkystės (gyvulininkystės) produkcija, tai ūkis laikomas specializuotu augalininkystės (gyvulininkystės) ūkiu, o kitu atveju – mišriu ūkiu.

Techninis efektyvumas buvo vertinamas tiriant žemės ūkio efektyvumą (Bojniec, Latruffe, 2008, 2011) paprastai naudojamų sąnaudų ir produkcijos rodiklių atžvilgiu. Žemės ūkio naudmenų (hektarais) rodiklis naudotas matuoti gamybos procese reikalingą žemės plotą. Darbo jėga matuojama sąlyginių darbuotojų skaičiumi. Gamybos procese sunaudotų medžiagų kiekis įvertintas tarpinio vartojimo (litais) rodikliu. Tyrime naudotas vienas produkcijos rodiklis, sudarytas agreguojant defiliuotas augalininkystės, gyvulininkystės ir kitos produkcijos apimtis.

REZULTATAI

Daugiakryptė efektyvumo analizė

Daugiakryptis Lietuvos ūkininkų ūkių veiklos efektyvumo vertinimas buvo atliekamas taikant į sąnaudų taupymą orientuotą MEA modelį. Ši modelio orientacija leidžia įvertinti kiekvieno gamybos veiksnio panaudojimo efektyvumą, todėl gali būti naudinga nustatant problemines gamybos veiksmų rinkas ir paramos politikos sritis. Palyginimui buvo apskaičiuoti ir DAA efektyvumo įverčiai. Gauti rezultatai pateikiami 1 lentelėje.

*L. Simar ir P. Wilson (2007) pažymi, kad cenzūruotos regresijos atveju vietoje stebėjimų J_k yra $\theta_k = \begin{cases} z_k \beta + \varepsilon_k & \text{jei } z_k \beta + \varepsilon_k > c_k \\ c_k & \text{kitu atveju} \end{cases}$. Šiuo atveju J_k yra vadinamas cenzūruotu iš kairės ties konstanta c_k .

1 lentelė. Daugiakryptės efektyvumo analizės rezultatai

Table 1. Results of the multi-directional efficiency analysis

Ūkininkavimo tipas <i>Farming type</i>	Darbas <i>Labour</i>	Žemė <i>Land</i>	Tarpinis vartojimas <i>Intermediate consumption</i>	Turtas <i>Assets</i>	DAA <i>DEA</i>
Kintanti masto grąža / <i>Variable returns to scale (VRS)</i>					
Augalininkystės ūkiai / <i>Crop farms</i>	0,58	0,52	0,57	0,51	0,56
Gyvulininkystės ūkiai <i>Livestock farms</i>	0,65	0,68	0,72	0,60	0,70
Mišrūs ūkiai / <i>Mixed farms</i>	0,64	0,60	0,64	0,54	0,62
Efektyvių stebėjimų skaičius <i>No. of efficient observations</i>	147	57	57	57	147
Pastovi masto grąža / <i>Constant returns to scale (CRS)</i>					
Augalininkystės ūkiai / <i>Crop farms</i>	0,44	0,48	0,52	0,46	0,49
Gyvulininkystės ūkiai / <i>Livestock farms</i>	0,51	0,61	0,66	0,54	0,62
Mišrūs ūkiai / <i>Mixed farms</i>	0,36	0,44	0,50	0,39	0,45
Efektyvių stebėjimų skaičius <i>No. of efficient observations</i>	23	23	23	23	23

Mažesnės rodiklių reikšmės rodo mažesnę atitinkamo gamybos veiksnio panaudojimo efektyvumą.

Augalininkystės ūkiuose efektyviausiai buvo naudojami darbo jėgos ištekliai ir tarpinio vartojimo produktai (vidutinis efektyvumas siekė atitinkamai 58 ir 57 % esant kintamai masto grąžai). Ilgalaikio kapitalo – žemės ir turto – efektyvumas buvo žemesnis ir siekė atitinkamai 52 ir 51 %. Pastarieji įverčiai buvo žemesni už DAA įvertį.

Gyvulininkystės ūkiuose efektyviausiai buvo naudojami tarpiniai produktai (vidutinis efektyvumas – 72 %). Žemės naudojimo efektyvumas buvo taip pat gana aukštas – 68 %. Šis rezultatas gali būti paaiškintas tuo, kad gyvulininkystės ūkiai savo veikloje naudoja vidutiniškai mažiau ŽŪN, todėl gali pasiekti didesnę produktyvumą. Be to, panaudodami dalį augalininkystės produkcijos kaip tarpinius produktus, šie ūkiai gali padidinti gyvulininkystės produkcijos apimtį nedidindami tarpinio vartojimo. Nors gyvulininkystės ūkiai naudoja santykinai didesnę kiekį darbo jėgos, tačiau jos efektyvumas buvo didžiausias tarp visų ūkininkavimo tipų (65 %). Turto efektyvumo rodiklis buvo žemiausias (60 %).

Mišrių ūkių efektyvumo lygis buvo aukštesnis už augalininkystės ūkių esant kintamai masto grąžai, tačiau šis skirtumas sumažėjo, o kai kuriais atvejais buvo atvirkštinis esant pastoviai masto grąžai. Taigi didelė dalis šių ūkių veikė ne opti-

maliu mastu (didėjančios arba mažėjančios masto grąžos srityje). Gamybos veiksnių efektyvumo dėsningumai išliko panašūs į augalininkystės ūkių: efektyviausiai naudojamas trumpalaikis kapitalas (darbas ir tarpinis vartojimas), o ilgalaikis kapitalas – mažiau efektyviai.

Esant pastoviai masto grąžai stebimas žemesnis vidutinis darbo efektyvumas, palyginti su kitais gamybos veiksniais. Taigi darbo produktyvumas sumažėja nukrypstant nuo optimalaus gamybos masto. Ypač ryškus skirtumas užfiksuotas mišriuose ūkiuose: vidutinis darbo efektyvumas sumažėjo nuo 64 % esant kintančiai masto grąžai iki 36 % esant pastoviai masto grąžai. Mažuose ūkiuose darbo produktyvumas (ir pastovios masto grąžos efektyvumas) gali sumažėti dėl ne žemės ūkio pajamų, kurios mažina pastangas intensyvinti gamybą. Dideliuose ūkiuose gali būti neužtikrinamas tinkamas (efektyvus) gamybos procesas.

Apibendrinant rezultatus galima teigti, kad žemiausias efektyvumo lygis būdingas turtui. Žemesnis turto efektyvumas gyvulininkystės ir mišriuose ūkiuose taip pat gali būti siejamas su pieno kvotų verte. Visų ūkininkavimo tipų žemesnį turto panaudojimo efektyvumą gali lemti perteklinės investicijos. Žemas santykinis žemės efektyvumas augalininkystės ir mišriuose ūkiuose gali būti susijęs su išmokų politika, neskatinančia žemės ūkio gamybos apimtį augimo, ir iškraipyta žemės rinka (ribiniai

žemės įsigijimo kaštai nebūtinai yra lygūs ribinėms pajamoms iš žemės). Pažymėtina, kad dėl paramos politikos keičiasi ūkių specializacija ir gamybinės technologijos, todėl efektyvumo nuosmukis ateityje gali sumažėti.

Dvigubos savirankos analizė

Efektyvumo veiksnių analizei buvo pasirinkti įvairūs aiškinamieji kintamieji, apibūdinantys ūkių veiklos specifiką. Laiko trendas (*Time*) 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 ūkininkų ūkiuose įvertinant apsirūpinimo kapitalu laipsnį. Ūkių specializacija buvo vertinama pagal augalininkystės produkcijos dalį visoje ūkio produkcijoje (*Crop*). Siekiant įvertinti paramos priemonių poveikį efektyvumui, apskaičiuotas gamybos subsidijų (tiesioginių išmokų) ir produkcijos apimties santykis (*Subsidies*). Pirmieji trys rodikliai buvo normuoti siekiant užtikrinti modelio įvertinimą maksimalaus tikėtimumo metodu.

Dvigubos savirankos metodas, aprašytas anksčiau skyriuje, taikytas analizuojant ūkių efektyvumo veiksnus. Pačių efektyvumo įverčių

sklaida čia neaptariama. Nustatyti šie pakartojimų parametrai: $L_1 = 100$ ir $L_2 = 2\,000$.

Dalis kintamųjų buvo normuoti (vidurkių atžvilgiu), todėl sudarytas regresijos modelis be laivojo nario. Regresijos koeficientų pasikliautiniai intervalai įvertinti procentilių ir pagal nuokrypių koreguotu augančiu (*bias-corrected and accelerated - BC_a*) metodais. Gautieji intervalai pateikiami 2 lentelėje. Pažymėtina, kad priklausomas regresijos kintamasis buvo produkcijos didinimo M. J. Farrell efektyvumo matas, kuris įgauna didesnes reikšmes, kai ūkis tampa mažiau efektyvus. Taigi neigiami koeficientai 2 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 % reikšmingumo lygiui, nepaisant metodo, naudoto formuojant pasikliautinius intervalus. Ūkio dydžio rodiklis (*UAA*) reikšmingesnis taikant *BC_a* metodą. Laiko kintamasis (*Time*) buvo vienodai reikšmingas taikant abu metodus. Pastarasis kintamasis reikšmingas esant 10 % reikšmingumo lygiui.

Neigiami laiko, ūkio dydžio ir turto bei darbo jėgos santykio koeficientai rodo, kad šie kintamieji skatino efektyvumo augimą. Neigiamas laiko kintamojo koeficientas reiškia, kad techninis efektyvumas

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

Table 2. The double bootstrap estimates for determinants of the farming inefficiency

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

Reikšmingumas / Significance: *** – 0,01; ** – 0,05; * – 0,1.

tyrimo laikotarpiu augo (kitiems veiksniais nekontant). Didesni ūkiai (ŽŪN atžvilgiu) taip pat buvo efektyvesni. Gyvulininkystės ūkiai – efektyvesni nei augalininkystės. Paramos intensyvumas buvo susijęs su žemesniu efektyvumu. Pastarąjį ryšį galima paaiškinti silpnesnėmis paskatomis diegti inovatyvias technologijas ir gaminti rinkos poreikius atitinkančią produkciją.

IŠVADOS

Apibendrinant daugiakryptės efektyvumo analizės rezultatus galima teigti, kad žemiausias efektyvumo lygis būdingas turtui. Žemesnis turto efektyvumas gyvulininkystės ir mišriuose ūkiuose taip pat gali būti siejamas su pieno kvotų verte. Visuose ūkininkavimo tipuose žemesnį turto panaudojimo efektyvumą gali lemti perteklinės investicijos. Žemas santykinis žemės efektyvumas augalininkystės ir mišriuose ūkiuose gali būti susijęs su išmokų politika, neskatinančia žemės ūkio gamybos apimtys augimo ir iškraipyta žemės rinka (ribiniai žemės įsigijimo kaštai nebūtinai yra lygūs ribinoms pajamoms iš žemės). Pažymėtina, kad dėl paramos politikos keičiasi ūkių specializacija ir gamybinės technologijos, todėl efektyvumo nuosmukis ateityje gali sumažėti.

Dviguba saviranka apima du etapus: pirmajame įvertinamas koreguotas efektyvumo lygis, antrajame – nupjautos regresijos koeficientai. Nupjautos regresijos koeficientai, susiję su laiko, ūkio dydžio ir turto bei darbo jėgos santykio kintamaisiais, parodė, kad pastarieji veiksniai teigiamai veikė gamybinį efektyvumą. Efektyvumas buvo neigiamai veikiamas didėjančios augalininkystės produkcijos dalies bendrojoje produkcijoje ir gamybos subsidių intensyvumo. Nors gyvulininkystės mastai ūkininkų ūkiuose mažėja, tyrimo rezultatai rodo, kad šis ūkininkavimo tipas yra santykinai efektyvesnis. Taigi žemės ūkio paramos politika turėtų siekti padidinti gyvulininkystės patrauklumą, kurį atspindi absoliutūs pajamų ir pelno rodikliai.

Gauta 2014 03 18
Priimta 2014 06 26

LITERATŪRA

1. Abdulai A., Tietje H. 2007. Estimating technical efficiency under unobserved heterogeneity with stochastic frontier models: application to northern

- German dairy farms. *European Review of Agricultural Economics*. Vol. 34(3). P. 393–416.
2. Afonso A., Aubyn M. S. 2006. Cross-country efficiency of secondary education provision: a semi-parametric analysis with non-discretionary inputs. *Economic Modelling*. Vol. 23(3). P. 476–491.
3. Alexander W. R. J., Haug A. A., Jaforullah M. 2010. A Two-Stage Double-Bootstrap Data Envelopment Analysis of efficiency differences of New Zealand secondary schools. *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 34(2). P. 99–110.
4. Asmild M., Hougaard J. L., Kronborg D., Kvist H. K. 2003. Measuring inefficiency via potential improvements. *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 19(1). P. 59–76.
5. Assaf A. G., Agbola F. W. 2011. Modelling the performance of Australian hotels: A DEA Double Bootstrap Approach. *Tourism Economics*. Vol. 17(1). P. 73–89.
6. Balcombe K., Davidova S., Latruffe L. 2008a. The use of Bootstrapped Malmquist Indices to reassess productivity change findings: an application to a sample of Polish farms. *Applied Economics*. Vol. 40(16). P. 2055–2061.
7. Balcombe K., Fraser I., Latruffe L., Rahman M., Smith L. 2008b. An application of the DEA Double Bootstrap to examine sources of efficiency in Bangladesh rice farming. *Applied Economics*. Vol. 40(15). P. 1919–1925.
8. Bogetoft P., Hougaard J. L. 1999. Efficiency evaluations based on potential (non-proportional) improvements. *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 12(3). P. 233–247.
9. Bogetoft P., Otto L. 2011. *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. International Series in Operations Research and Management Science. Vol. 157. Springer.
10. Bojnec Š., Latruffe L. 2008. Measures of farm business efficiency. *Industrial Management & Data Systems*. Vol. 108(2). P. 258–270.
11. Bojnec S., Latruffe L. 2011. Farm size and efficiency during transition: Insights from Slovenian farms. *Transformations in Business and Economics*. Vol. 10(3). P. 104–116.
12. Bojnec Š., Latruffe L. 2013. Farm size, agricultural subsidies and farm performance in Slovenia. *Land Use Policy*. Vol. 32. P. 207–217.
13. Daraio C., Simar L. 2007. *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis: Methodology and Applications*. Vol. 4. Springer.
14. Davidova S., Latruffe L. 2007. Relationships between technical efficiency and financial management for Czech Republic farms. *Journal of Agricultural Economics*. Vol. 58(2). P. 269–288.
15. Debreu G. 1951. The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*. Vol. 19(3). P. 273–292.

16. Efron B., Tibshirani R. J. 1993. *An introduction to the Bootstrap*. CRC Press.
17. Farrell M. J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. Vol. 120(3). P. 253–290.
18. Fried H. O., Lovell C. A. K., Schmidt S. S. 2008. Efficiency and productivity. In: H. O. Fried, C. A. K. Lovell, S. S. Schmidt (eds.). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity*. New York: Oxford University Press. P. 3–91.
19. Hoff A. 2007. Second Stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA Score. *European Journal of Operational Research*. Vol. 181. P. 425–435.
20. Holvad T., Hougaard J. L., Kronborg D., Kvist H. K. 2004. Measuring inefficiency in the Norwegian Bus Industry using Multi-Directional Efficiency Analysis. *Transportation*. Vol. 31(3). P. 349–369.
21. Hougaard J. L., Kronborg D., Overgård C. 2004. Improvement potential in Danish elderly care. *Health Care Management Science*. Vol. 7(3). P. 225–235.
22. Koopmans T. C. 1951. An analysis of production as an efficient combination of activities. In: T. C. Koopmans (ed.). *Activity Analysis of Production and Allocation*. Cowles Commission for Research in Economics. Monograph No. 13. New York: Wiley. P. 33–37.
23. Kumbhakar S. C., Lien G., Hardaker J. B. 2014. Technical efficiency in competing panel data models: a study of Norwegian grain farming. *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 41. P. 321–337.
24. Latruffe L., Balcombe K., Davidova S., Zawilinska K. 2004. Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland. *Applied Economics*. Vol. 36(12). P. 1255–1263.
25. Latruffe L., Davidova S., Balcombe K. 2008. Application of a double bootstrap to investigation of determinants of technical efficiency of farms in Central Europe. *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 29(2). P. 183–191.
26. Olson K., Vu L. 2009. Economic efficiency in farm households: trends, explanatory factors, and estimation methods. *Agricultural Economics*. Vol. 40(5). P. 587–599.
27. Shepard R. W. 1953. *Cost and Production Functions*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
28. Simar L., Wilson P. 2007. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*. Vol. 136. P. 31–64.
29. *Ūkių veiklos rezultatai (ŪADT tyrimo duomenys) 2009 [FADN Survey Results 2009]*. 2010. Vilnius: Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas.

Tomas Baležentis, Irena Kriščiukaitienė

FACTORS AND SOURCES OF THE EFFICIENCY OF LITHUANIAN FAMILY FARMS

Summary

The paper aims to identify the factors and sources of the Lithuanian family farm efficiency with respect to the neoclassical methodology. The sources of efficiency were analysed by the means of the multi-directional efficiency analysis. The latter technique facilitates benchmarking based on varying directions of projections towards the efficiency frontier. Therefore, the efficiencies associated with the inputs defining a production technology were estimated. The double bootstrap method was employed to estimate the bias-corrected efficiency scores along with the consistent coefficients of the truncated regression. The latter coefficients enable one to analyse the impact of the efficiency factors. The results did indicate that the asset efficiency was the lowest one across all farming types. This type of inefficiency might be related to excessive investments. Meanwhile, the low land use efficiency has been induced by the agricultural support policies (e. g. direct payments) as well as land market distortions. Indeed, the relative land use efficiency increased under the constant returns to scale thus implying that other production factors become even less efficient as the farms size deviates from the optimum. As for the efficiency factors, the truncated regression suggested that time trend, farm size, and the ratio of assets to labour input had a positive impact upon the efficiency.

Key words: efficiency, family farms, data envelopment analysis, activity analysis