

Robert Rusielik

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

EFEKTYWNOŚĆ TECHNICZNA PRODUKCJI MLEKA W GOSPODARSTWACH EUROPEJSKIEGO STOWARZYSZENIA PRODUCENTÓW MLEKA W 2011 ROKU

TECHNICAL EFFICIENCY IN MILK PRODUCTION OF MEMBER FARMS OF EUROPEAN DAIRY FARMERS IN 2011

Słowa kluczowe: produkcja mleka, efektywność, DEA, SFA

Key words: milk production, efficiency, DEA, SFA

Abstrakt. Celem badań była próba określenia zależności pomiędzy wielkością stada a kształtowaniem się wskaźnika efektywności oraz ocena wpływu regionu, z którego pochodzi dane gospodarstwo na ten wskaźnik. Zbadano efektywność produkcji mleka w 312 gospodarstwach należących do Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Mleka. Wykonano analizę efektywności technicznej w 16 krajach oraz w grupach o różnej wielkości stada. Analizując wpływ wielkości stada na poziom efektywności technicznej można zauważyć, że najwyższa efektywność występuje w gospodarstwach o stadzie krów 200-249 szt. dla modeli nieparametrycznych CCR i BCC. W przypadku modelu CCR zanotowano 39 gospodarstw efektywnych, co stanowiło 12,5% ogółu gospodarstw. Przyjęcie do analizy założeń modelu BCC skutkowało zwiększeniem liczby gospodarstw efektywnych do 59, co stanowiło 18,9% ogółu analizowanych gospodarstw.

Wstęp

Produkcja mleka w gospodarstwach jest jednym z czynników stabilizujących ich działalność, pomimo wahań cen mleka. Obok innych kierunków produkcji zwierzęcej branża ta odgrywa bardzo istotną rolę zarówno w Europie, jak i w Polsce, w której stanowi około 30% towarowej produkcji zwierzęcej [Ziętara 2012]. Efektywność produkcji mleka zależy od wielu czynników. Obok uwarunkowań genetycznych występują uwarunkowania ekonomiczne, a także uwarunkowania organizacyjne i sposób zarządzania. Efektywność ekonomiczna zdeterminowana jest poziomem cen mleka i poziomem kosztów. W ostatnich latach występują znaczne wahania cen mleka, co wpływa na wahania tej efektywności. W badaniach prezentowanych w opracowaniu obliczona efektywność techniczna każdego gospodarstwa ma charakter względny, tj. wynika z porównań z gospodarstwami uznanymi za efektywne. Na poziom efektywności wskazuje wartość obliczonych wskaźników efektywności. Na poziom obliczanego wskaźnika mają wpływ zmienne przyjmowane do modelu, których kombinacja odzwierciedla technologie produkcji mleka poszczególnych gospodarstw.

Celem badań była próba określenia zależności pomiędzy wielkością stada a kształtowaniem się wskaźnika efektywności oraz ocena wpływu na ten wskaźnik regionu, z którego pochodzi dane gospodarstwo.

Materiał i metodyka badań

Dane do badań¹ uzyskano z gospodarstw należących do Europejskiego Stowarzyszenia Producentów mleka (EDF – *European Dairy Farmers*). Analizie poddano 312 gospodarstw z 16 krajów Europy. Gospodarstwa specjalizują się w produkcji mleka. Dane pogrupowano w zestaw zmiennych, których kombinacja odzwierciedlała technologię produkcji. Do badań przyjęto następujący

¹ Badania były prowadzone w ramach międzynarodowego projektu badawczego nr DWM/N68/EDF-IFCN-AB/2008 pt. *Międzynarodowa Sieć Gospodarstw Porównawczych – Bydło Mleczne, Europejskie Stowarzyszenie Producentów Mleka, Agri benchmark – żywiec wołowy. Konkurencyjność produkcji mleka i żywca wołowego w Polsce i na świecie*, przyznanego przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego decyzją nr 203/N-EDF-IFCN-AB/2008/0.

Tabela 1. Podstawowe statystyki opisowe zmiennych modelu w 2011 r.
 Table 1. Descriptive statistics of variables used in the model in 2011

Wyszczególnienie/ Specification	Statystyki opisowe zmiennych/Descriptive statistics of variables (n = 312) [EUR/100 kg ECM]							
	liczba krów/ number of cows	Y1	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Min	8,0	20,3	0,1	0,0	0,5	0,0	5,4	0,0
Max	1587,0	72,7	10,9	31,5	17,2	12,3	63,0	7,1
Średnia/Average	206,4	39,1	2,0	9,7	2,8	2,6	17,2	2,1
Odchylenie standardowe/ Standard deviation	223,4	6,5	1,0	4,8	2,4	1,7	6,8	1,1

Źródło: badania własne na podstawie bazy danych EDF
 Source: own calculation based on EDF database

zestaw zmiennych odzwierciedlających technologię produkcji poszczególnych gospodarstw: (Y1) przychody ze sprzedaży mleka i zwierząt, (X1) koszty weterynaryjne (w tym leki i inseminacja), (X2) koszty zakupu pasz, (X3) koszty zakupu zwierząt i pozostałe koszty związane z produkcją zwierzęcą, (X4) koszty związane z produkcją roślinną, (X5) koszty pracy, (X6) koszty paliwa i energii. Do obliczenia efektywności produkcji mleka zmienne zostały przeliczone w euro na 100 kg ECM (*energy corrected milk*), tj. mleka o skorygowanej wartości białka (3,3%) i tłuszczu (4%). Podstawowe statystyki opisowe zmiennych przyjętych do modelu zamieszczono w tabeli 1.

Analizie poddano 312 gospodarstw specjalizujących się w produkcji mleka. Najbardziej liczną grupę gospodarstw stanowiły gospodarstwa: holenderskie (NL – 47), francuskie (FR – 40) i niemieckie (DE – 37) i polskie (27). Najmniej liczną grupę stanowiły gospodarstwa portugalskie (PT – 4), włoskie (IT – 5), czeskie (CZ – 5) i ukraińskie (UA – 6).

Do pomiaru efektywności technicznej (TE) wykorzystano nieparametryczną metodę DEA (*Data Envelopment Analysis*) i metodę parametryczną SFA (*Stochastic Frontier Analysis*).

Metoda DEA oparta jest na koncepcji produktywności Debreu [1951] i Farrella [1951]. Koncepcja odnosiła się do sytuacji pojedynczego nakładu i pojedynczego efektu, a została rozwinięta do sytuacji wielowymiarowej przez badania Charnesa i współpracowników [Charnes i in. 1978]. W prezentowanych badaniach wykorzystano proponowany przez nich model CCR, zakładający stałe efekty skali oraz model BCC, zakładający zmienne efekty skali [Banker i in. 1984]. Koncepcja pomiaru efektywności zastosowana w modelach CCR i BCC wykorzystuje jedną z najbardziej popularnych technik opisanych m.in. w publikacji *Production Frontiers* [Färe i in. 1995]. Dysponując s-efektami i m-nakładami efektywność można obliczyć z równania (1):

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} = \frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m} \quad (1)$$

gdzie:

- y_r – wartość efektu,
- u_r – waga efektu,
- x_i – wartość nakładu,
- v_i – waga nakładu.

Dla każdego obiektu jest rozwiązywane zadanie programowania liniowego, w którym oblicza współczynnik efektywności ma postać funkcji celu poddanej maksymalizacji, a zmiennymi optymalizowanymi są wagi efektów i wagi nakładów. Dla modeli zorientowanych na nakłady w postaci dualnej przyjmuje ono postać (2):

$$\min_{\Theta, \lambda} \Theta, \tag{2}$$

przy ograniczeniach (3):

$$\begin{aligned} Y\lambda &\geq Y_0 \\ \Theta X_0 - X\lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \tag{3}$$

gdzie:

- X_0 – wektor nakładów danego obiektu (o wymiarach $[1 \times m]$),
- X – macierz nakładów wszystkich obiektów (o wymiarach $[n \times m]$),
- Y_0 – wektor efektów danego obiektu (o wymiarach $[1 \times s]$),
- Y – macierz efektów wszystkich obiektów (o wymiarach $[n \times s]$),
- l_1, \dots, l_s – współczynniki kombinacji liniowej,
- Θ – współczynnik efektywności obiektu.

Zadanie to jest rozwiązywane dla wszystkich n obiektów, natomiast celem optymalizacji w przedstawionym modelu jest znalezienie minimalnej wartości Θ , przy której możliwe jest zredukowanie nakładów lub wykorzystywanych zasobów, umożliwiające osiągnięcie niezmiennego poziomu efektu. Gdy nie jest możliwe znalezienie takiej wartości, wówczas $\Theta = 1$, co oznacza, że nie istnieje bardziej korzystna kombinacja, pozwalająca na osiągnięcie przez obiekt tych samych efektów. O obiekcie mówimy wtedy, że jest ekonomicznie efektywny. Natomiast, gdy $\Theta < 1$, istnieje bardziej efektywna kombinacja nakładów, umożliwiająca osiągnięcie tych samych efektów. Informacji o strukturze optymalnej kombinacji nakładów i efektów dostarczają współczynniki kombinacji liniowej l . Obliczony parametr Θ ukazuje, jaki odsetek nakładów byłby wystarczający w danym obiekcie przez zastosowanie technologii obiektów efektywnych.

Banker i współpracownicy [1984] zaproponowali rozszerzenie modelu CCR do modelu BCC, zakładającego zmienne efekty skali. W tym celu model CCR można zmodyfikować przez dodanie ograniczenia wypukłości $1' \cdot \lambda = 1$, co daje w efekcie model postaci (4):

$$\min_{\Theta, \lambda} \Theta, \tag{4}$$

przy ograniczeniach (5):

$$\begin{aligned} Y\lambda &\geq Y_0 \\ \Theta X_0 - X\lambda &\geq 0 \\ 1' \cdot \lambda &= 1, \lambda \geq 0 \end{aligned} \tag{5}$$

Takie założenie powoduje, że w tym modelu wyniki efektywności są bardziej precyzyjne niż wyniki uzyskane przy założeniu CCR.

Do pomiaru efektywności metodą SFA wykorzystano koncepcję zaproponowaną przez Aignera i współpracowników [1977] oraz Meeussena i van den Broecka [1977], która wykorzystuje stochastyczną funkcję produkcji przedstawioną w następujący sposób (6):

$$\ln(y_i) = x_i\beta + v_i - u_i, \text{ dla } i = 1, 2, \dots, N, \tag{6}$$

gdzie:

- \ln – logarytm naturalny,
- y_i – produkcja,
- x_i – wektor wartości zmiennych objaśniających,
- β – estymowany wektor nieznanych parametrów,
- v_i – składniki losowe mające niezależne identyczne rozkłady normalne o średniej zero i skończonej wariancji (s_v^2),
- u_i – nieujemna zmienna losowa reprezentująca nieefektywność.

Mając oszacowaną funkcję graniczną możemy oszacować dla każdego obiektu (w relacji do oszacowanej funkcji) efektywność techniczną (TE) (7):

$$TE_i = \frac{y_i}{\exp(x_i\beta)} = \frac{\exp(x_i\beta - u_i)}{\exp(x_i\beta)} = \exp(-u_i) \quad (7)$$

Dla metody SFA zastosowano model zaproponowany przez Battese i Coelli [1995].

Wyniki badań

Obliczono wskaźniki efektywności technicznej dla 312 gospodarstw specjalizujących się w produkcji mleka. Ze względu na wymogi redakcyjne w opracowaniu przedstawiono wyniki syntetyczne pogrupowane wg państw (tab. 2) i według wielkości stada (tab. 3).

Średnia efektywność techniczna obliczona dla modelu CCR, zakładającego stałe efekty skali wyniosła dla całej badanej próby 0,7559. Najwyższą średnią efektywność zanotowano w grupie gospodarstw irlandzkich (IE) i wyniosła ona 0,9441. Najmniejszą średnią efektywność zanotowano w gospodarstwach portugalskich (PT) i wyniosła ona 0,5719. Gospodarstwa w 7 krajach miały średnią krajową wyższą od średniej dla całej próby i były to gospodarstwa z Republiki Czeskiej (CZ), Irlandii (IE), Włoch (IT), Holandii (NL), Polski (PL), Ukrainy (UA) i Wielkiej Brytanii (UK).

Średnia efektywność techniczna obliczona dla modelu BCC, zakładającego zmienne efekty skali, wyniosła dla całej badanej próby 0,7911. Najwyższy średni poziom wskaźnika efektywności przy zastosowaniu tego modelu, podobnie jak w poprzednim przypadku odnotowano w gospodarstwach irlandzkich (IE) i wyniósł on 0,9577. Najmniejszy średni poziom tego wskaźnika odnotowano ponownie w gospodarstwach portugalskich (PT) i wyniósł on 0,6447. W gospodarstwach 8 krajów średnia efektywność produkcji mleka była wyższa od średniej dla całej próby w następujących krajach: Szwajcarii (CH), Republice Czeskiej (CZ), Irlandii (IE), Holandii (NL), Polsce (PL) i Ukrainie (UA) i Wielkiej Brytanii (UK).

Tabela 2. Średnia efektywność skali i efektywność techniczna gospodarstw EDF w 2011 r.

Table 2. The average of technical and scale efficiency in EDF member farms in 2011

Kraj/ Country	Liczebność/ Number of farms n=312	CCR	BCC	SFA	Gospodarstwa efektywne/ Efficient farms	
					CCR	BCC
BE	19	0,7329	0,7472	0,9755	2	2
CH	12	0,7421	0,8600	0,9823	2	5
CZ	5	0,7692	0,8165	0,9669	1	1
DE	37	0,7283	0,7451	0,9680	1	3
DK	16	0,6945	0,7112	0,9782	0	0
ES	19	0,7129	0,7429	0,9600	3	3
FR	40	0,7116	0,7361	0,9657	3	5
IE	10	0,9441	0,9577	0,9869	5	7
IT	5	0,9079	0,9569	0,9642	2	3
NL	47	0,8633	0,8716	0,9512	10	11
PL	27	0,7998	0,8431	0,9624	5	7
PT	4	0,5719	0,6447	0,9655	0	0
SE	31	0,6508	0,6996	0,9737	0	0
SK	14	0,7081	0,7673	0,9521	2	2
UA	6	0,8551	0,9441	0,9691	2	4
UK	20	0,7724	0,8474	0,9739	1	6
Średnia (n)/ Average		0,7559	0,7911	0,9665	x	x

Źródło: jak w tab. 1

Source: see tab. 1

Obliczenie wskaźników efektywności technicznej z wykorzystaniem modelu parametrycznego SFA wykazało, że średnia dla całej analizowanej próby wyniosła 0,9665. Maksymalny średni poziom wskaźnika efektywności wyniósł 0,9869 i podobnie jak w przypadku modeli CCR i BCC, odnotowano go w gospodarstwach irlandzkich (IE). Najmniejszy średni poziom wskaźnika efektywności zanotowano z kolei w gospodarstwach holenderskich (NL) i wyniósł on 0,9512.

Analiza z wykorzystaniem metody DEA pozwalała na wyłonienie gospodarstw efektywnych, tj. gospodarstw, których wskaźnik efektywności $TE = 1$. Analiza gospodarstw efektywnych wykazała, że spośród wszystkich analizowanych 312 gospodarstw w przypadku modelu CCR zanotowano 39 gospodarstw efektywnych, co

stanowiło 12,5% ogółu gospodarstw. Największą grupę gospodarstw efektywnych stanowiły gospodarstwa holenderskie (NL) i było ich 10. W następnej kolejności zanotowano po 5 gospodarstw polskich (PL) i irlandzkich (IE). Jednak ze względu na różną liczebność gospodarstw, wyników w poszczególnych krajach nie można przelożyć na miarę bezwzględną. Przyjęcie do analizy założeń modelu BCC skutkowało zwiększeniem liczby gospodarstw efektywnych do 59, co stanowiło 18,9% ogółu gospodarstw. Podobnie jak w poprzednim modelu, największą grupę gospodarstw efektywnych stanowiły gospodarstwa holenderskie (NL) i było ich 11 oraz po 7 gospodarstw polskich (PL) i irlandzkich (IE). Zanotowano również 6 gospodarstw efektywnych w Wielkiej Brytanii (UK), co w porównaniu z modelem zakładającym stałe efekty skali, jest znaczną różnicą

Kolejnym obszarem badań była analiza efektywności produkcji mleka z uwzględnieniem wielkości stada. Gospodarstwa zostały podzielone na 6 grup. Najbardziej liczna była grupa, która obejmowała gospodarstwa o stadzie krów powyżej 250 szt. Najmniej liczna grupa obejmuje gospodarstwa o liczebności stada krów od 200 do 249 szt. Wyniki pomiaru efektywności w poszczególnych grupach gospodarstw oraz liczebność poszczególnych grup przedstawiono w tabeli 3.

W przypadku modelu CCR najwyższą średnią efektywność techniczną zanotowano w gospodarstwach z przedziału 200-249 krów mlecznych. Średnia efektywność w tej grupie wyniosła 0,7942. Najmniejszą średnią efektywność techniczną zanotowano w gospodarstwach, w których wielkość stada krów mlecznych wynosiła 50-99 krów. Średnia efektywność w tych stadach wyniosła 0,7238.

Podobną sytuację można zaobserwować w przypadku modelu BCC. Najwyższą średnią efektywność techniczną zanotowano w gospodarstwach o wielkości stada krów mlecznych w przedziale 200-249 szt. Średnia efektywność w tych stadach wyniosła 0,8186. Z kolei najniższą średnią efektywność techniczną zanotowano w gospodarstwach o stadzie krów z przedziału 50-99 szt. Efektywność tej grupy wyniosła 0,7600.

W przypadku modelu parametrycznego SFA średni poziom wskaźników efektywności dla poszczególnych grup krów wahał się w granicach od 0,9488 w grupie gospodarstw o stadzie krów 200-249 szt. do 0,9716 w grupie gospodarstw o stadzie krów równej i powyżej 250 szt.

Tabela 3. Średnia efektywność techniczna w grupach o różnej wielkości stada krów
Table 3. The average of technical in groups of different dairy herd size

Wielkość stada krów/ <i>Cow herd size</i>	CCR	BCC	SFA	Liczność grupy/ <i>Number of farms</i>
<50	0,7491	0,8019	0,9677	34
50-99	0,7238	0,7600	0,9674	77
100-149	0,7664	0,7941	0,9645	63
150-199	0,7650	0,7830	0,9652	37
200-249	0,7942	0,8186	0,9488	20
≥ 250	0,7675	0,8107	0,9716	81

Źródło: jak w tab. 1

Source: see tab. 1

Podsumowania

Obliczono wskaźniki efektywności technicznej 312 gospodarstw z Europy specjalizujących się w produkcji mleka. Średni wskaźnik efektywności dla modelu CCR wyniósł 0,7559, dla modelu BCC - 0,7911 a dla modelu SFA - 0,9665. W przypadku modelu CCR zanotowano 39 gospodarstw efektywnych, co stanowiło 12,5% ogółu gospodarstw. Przyjęcie do analizy założeń modelu BCC skutkowało zwiększeniem liczby gospodarstw efektywnych do 59, co stanowiło 18,9% ogółu

analizowanych gospodarstw. Brak jest wyraźnej dominacji gospodarstw z jakiegoś konkretnego kraju. Z kolei najniższą efektywnością charakteryzują się gospodarstwa portugalskie, jednak było ich najmniej w próbie. Analizując wpływ wielkości stada na poziom efektywności technicznej można zauważyć, że najwyższa efektywność występowała w gospodarstwach o stadzie krów 200-249 szt., ale dla modeli nieparametrycznych CCR i BCC. Z kolei dla modelu SFA grupa ta odnotowała najniższy średni poziom wskaźnika efektywności. Analogiczną sytuację można zaobserwować w przypadku grup o najniższej efektywności. Dla modeli CCR i BCC była to grupa 50-99 szt., natomiast dla modelu SFA była to grupa największa, tj. powyżej 250 szt.

Literatura

- Aigner D.J., Lovell C.A.K., Schmidt P. 1977: *Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models*, Journal of Econometrics, s. 6.
- Banker R.D., A. Charnes, W.W. Cooper. 1984: *Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiency in Data Envelopment Analysis*, Management Science, 30, s. 1078-1092,
- Battese G.E., Coelli T.J. 1995: *A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data*, Empirical Economics, s. 20.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. 1978: *Measuring the efficiency of decision making units*, European Journal of Operational Research, vol. 2, no. 6.
- Debreu G. 1951: *The Coefficient of Recourse Utilisation*, Econometrica, 1951, no. 19(3), July, s. 273-292.
- Färe R., Grosskopf S., Lovell A.K. 1995: *Production Frontiers*, Cambridge University Press.
- Farrell M.J. 1957: *The Measurement of Productive Efficiency*, Journal of the Royal Statistical Society, series A, no. 120(III), s. 253-281.
- Meeusen W., Van Den Broeck J. 1977: *Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error*, International Economic Review, s. 18.
- Ziętara W. 2012: *Organizacja i ekonomika produkcji mleka w Polsce. Dotychczasowe tendencje i kierunki zmian*, Roczn. Nauk Roln., seria G, t. 99, z. 1, s. 43-57.

Summary

The aim of this study was to determine the relation between the size of the herd and the evolution of productivity growth and the impact of the region the farm on this indicator is from. The efficiency of milk production in 312 farms belonging to the European Dairy Association was examined. Technical efficiency analysis was performed in 16 countries embracing groups of various sizes stock. Analyzing the impact of herd size on the level of technical efficiency remarks the highest efficiency within farms with a herd of cows 200-249 pcs for nonparametric models CCR and BCC. In case of a CCR model, the result was 39 efficient farms, which accounted for 12.5% of all households. Admitting to the analysis the assumptions of the BCC model produced an increase of the number of BCC efficient farms to 59, which represents 18.9% of all households analyzed.

Adres do korespondencji
dr inż. Robert Rusielik
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwami
ul. Janickiego 31
71-210 Szczecin
e-mail: robert.rusielik@zut.edu.pl