

EFEKTYWNOŚĆ SEKTORA PRZETWÓRSTWA MLEKA – PODEJŚCIE STOCHASTYCZNE I DETERMINISTYCZNE¹

Sebastian Jarzębowski

Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
Kierownik: prof. dr hab. Henryk Runowski

Słowa kluczowe: efektywność, przedsiębiorstwa przetwórstwa mleka, metoda DEA, metoda SFA
Key words: efficiency, milk processing enterprises, the DEA method, the SFA method

S y n o p s i s . W artykule dokonano pomiaru efektywności, która definiowana jest jako zdolność przedsiębiorstwa do uzyskania maksymalnego efektu przy użyciu minimalnych nakładów. Porównano wyniki oceny efektywności uzyskane za pomocą dwóch podejść: stochastycznego (metodą SFA, ang. *Stochastic Frontier Analysis*) i deterministycznego (metodą DEA, ang. *Data Envelopment Analysis*). W artykule wykorzystano dane z przedsiębiorstw jednego z kluczowych sektorów przetwórstwa żywności, a mianowicie sektora przetwórstwa mleka. Okres badawczy objął lata 2006-2010, próba badawcza liczyła od 103 do 160 obiektów (w zależności od analizowanego roku). W efekcie przeprowadzonych badań uzyskano porównywalne wyniki w przypadku zastosowania obu podejść, tj. stochastycznego i deterministycznego.

WSTĘP

Celem artykułu jest określenie efektywności sektora przetwórstwa mleka przy zastosowaniu podejścia stochastycznego (przy wykorzystaniu metody SFA, ang. *Stochastic Frontier Approach*) i deterministycznego (przy wykorzystaniu metody DEA, ang. *Data Envelopment Analysis*). Sektor ten został wybrany ze względu na jego istotne znaczenie oraz duży udział w produkcji całego sektora rolno-żywnościowego w Polsce.

Rozważania nad oceną efektywności podmiotów gospodarczych należy rozpocząć od precyzyjnego określenia pojęcia efektywności. Istnieje bowiem potrzeba uporządkowania terminologii w zakresie kwestii efektywnościowych. Marcin Bielski [2002, s. 54] słusznie zauważył, iż w literaturze znaleźć można kilka różnych koncepcji rozumienia efektywności, jej wyrażania i mierzenia [Bielski 2002]. Ekonomista ten pisze, iż w ramach koncepcji efektywności operuje się wieloma pojęciami, m.in.: produktywnością², rentownością³,

¹ Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2011-2013 jako projekt badawczy nr 2011/01/B/HS4/02612 *Stopień integracji w łańcuchu dostaw a efektywność przedsiębiorstw przetwórstwa rolno-spożywczego*. Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/01/B/HS4/02612.

² Produktywność określana jest jako stosunek efektu/efektów do nakładu/nakładów [Cantner i in. 2007].

³ Rentowność oznacza osiągnięcie w działalności gospodarczej nadwyżki przychodów nad poniesionymi kosztami, opłacalność, dochodowość, zyskowość. Rentowny to przynoszący zysk, dochód; zyskowy, dochodowy, intratny; to inaczej opłacający się, opłacalny [Telep 2004].

skutecznością⁴. Należy jednak zauważyć, że pojęcia te nie są tożsame, a właściwe pojęcie efektywności wywodzi się z konstrukcji funkcji produkcji, warunkowane jest zatem zmianami w produktywności czynników wytwórczych oraz ich wynagrodzeniu i odnosi się do alokacji czynników wytwórczych w najbardziej technologicznie efektywny sposób. Włodzimierz Rembisz [2011] przedstawił wywód, z którego wynika, iż kształtowanie się tempa wzrostu efektywności jest funkcją zmian produktywności kapitału i wydajności pracy oraz zmian w strukturze nakładów (w technice wytwarzania). Skoro zmiany efektywności są funkcją zmian produktywności, więc zmiany efektywnościowe to zależności będące niejako podstawą zmian zachodzących na powierzchni zjawisk gospodarczych, obserwowanych jako np. zmiany opłacalności czy zmiany rentowności. Te trzy omawiane pojęcia, tj. produktywność, efektywność i opłacalność, mogą stanowić punkt odniesienia przy ocenie stopnia realizacji zamierzonych celów, tj. skuteczności (*effectiveness*). Wybitni ekonomiści Paul Samuelson i William Nordhaus [1995, s. 185] stwierdzili, że efektywność jest być może głównym przedmiotem ekonomii i – najogólniej rzecz ujmując – jest ona brakiem marnotrawstwa. Według nich gospodarka funkcjonuje efektywnie, jeśli nie można zwiększyć produkcji jednego dobra bez zmniejszania produkcji innego, co jest jednoznaczne z osiągnięciem granicy możliwości produkcyjnych [Samuelson, Nordhaus 1995, s. 185].

W literaturze znaleźć można definicje efektywności, w których autorzy opracowań odnoszą się do racjonalności gospodarowania. Według Subala Krumbharkara i Knoxa Lovella [2004, s. 15], podstawowym celem producenta jest zapobieganie marnotrawieniu przez osiągnięcie maksimum efektu przy zużyciu danego poziomu nakładów bądź przez minimalizowanie zużycia nakładów przy osiągnięciu danego poziomu efektu, co badacze ci definiują jako efektywność techniczną. W tym kontekście efektywność analizowali również Harold Fried, C.A.K. Lovell i Shelton Schmidt. Ich zdaniem, techniczne komponenty efektywności odnoszą się do zdolności zapobiegania marnotrawieniu przy produkcji tylu efektów, na ile pozwala zastosowanie nakładów lub przy zastosowaniu minimalnej ilości nakładów. Dlatego analizy efektywności technicznej mogą być ukierunkowane na zwiększanie efektów lub na oszczędzanie nakładów [Fried i in. 1993].

Dwojakie ujęcie efektywności wynika z istnienia dwóch wariantów zasady racjonalnego gospodarowania. Przestrzeganie tej zasady polega na osiągnięciu założonych celów przy minimalnych nakładach lub osiągnięciu maksymalnych wyników przy założonych nakładach [Telep 2004]. Podobnie aspekt efektywności postrzega Czesław Skowronek, który stwierdził, iż poprzez maksymalizację efektów przy danych nakładach lub minimalizację nakładów przy z góry założonych efektach osiągnąć można maksymalizację ilorazu efekt przez nakład (lub różnicy efekt minus nakład) jako miary efektywności ekonomicznej [Skowronek 1987, s. 24]. Timothy Coelli, Prasada Rao, Christopher O'Donnell i George Battese, nawiązując w swoich badaniach nad efektywnością do dwojakiego ujęcia tego zagadnienia, podają, iż wskaźnik efektywności wzrasta wraz z maksymalizacją efektów przy zaangażowanych nakładach (podejście zorientowane na efekty) bądź przy minimalizowaniu nakładów przy danych efektach (podejście zorientowane na nakłady) [Coelli i in. 2005].

⁴ Skuteczność działania oznacza, że jego rezultat jest zgodny z zamierzonym celem. Miarą skuteczności jest stopień zbliżenia się do stanu rzeczy, który w danym cyklu działań przyjęty został za cel [Telep 2004]. Pojęcie „skuteczny” oznacza dający pozytywne, pożądane wyniki, wywołujący oczekiwany skutek, Ricky Griffin [2004, s. 7] pisze, iż przez skuteczność rozumiemy podejmowanie właściwych decyzji i uzyskiwanie powodzenia w ich wprowadzaniu w życie.

PODEJŚCIE PARAMETRYCZNE I NIEPARAMETRYCZNE W OCENIE EFEKTYWNOŚCI

Wylaniające się z modeli matematycznych równowagi ogólnej Leona Walrasa, Abrahama Walda czy Kennetha Arrowa i Gerarda Debreu przedsiębiorstwo opisane jest matematyczną funkcją, zależną od stosowanej technologii (bez innowacji) przekształcania nakładów w wyniki [Noga 2009, s. 134]. W literaturze przyjmuje się, że funkcja produkcji ilustruje dostępne i efektywnie wykorzystywane techniki wytwarzania. Określa bowiem maksymalną wielkość (y) produktu (produkcji) możliwą do uzyskania przy danym poziomie zaangażowania czynnika czy czynników produkcji (x). W tym sensie funkcja produkcji jest odzwierciedleniem stosowanej techniki produkcji, relacji technicznych dla danego stanu technologii. Z tym związane, czy inkorporowane, są też organizacja, wiedza, doświadczenia, co jest przyjmowane na zasadzie *implicite* [Rembisz 2011, s. 10]. W literaturze podkreśla się, że funkcja produkcji jest określona konstrukcją myślową wyrażoną zapisem algebraicznym, w którym ujęte są wspomniane wyżej relacje, określające istotę produkcji w sensie ekonomiczno-technicznym. Postać analityczna funkcji w układzie zależności pomiędzy czynnikiem a produktem w miarę wzrostu zaangażowania czynników i zwiększania produkcji obrazuje więc przede wszystkim zmiany efektywności produkcji. Funkcja produkcji umożliwia objaśnienie przyczyn zmian relacji technicznych i wynikających stąd zmian w efektywności produkcji i wydajności poszczególnych czynników wytwórczych. Są to ważne relacje, gdyż niejako egzemplifikują źródła zmian efektywności produkcji związane ze zmianami technik wytwarzania. Są one wyrazem zmian strukturalnych.

Metodą oceny efektywności bazującą na funkcji produkcji jest stochastyczna metoda graniczna SFA. Niemniej jednak w literaturze spotyka się również wykorzystanie narzędzi deterministycznych, których podłożem analitycznym nie jest funkcja produkcji a zadanie optymalizacyjne (np. metoda DEA). Wyznaczane są benchmarki (najlepsze obiekty w badanej grupie) będące *de facto* rozwiązaniem/rozwiązaniami zadania optymalizacyjnego. Abstrahując od niewątpliwej przewagi metody SFA, jaką jest wykorzystanie ugruntowanego w teorii ekonomii narzędzia analitycznego, tj. funkcji produkcji, wskazać można na wiele innych zalet⁵.

Pierwsza z metod – SFA – jest popularną stochastyczną procedurą parametrycznego tworzenia granicy efektywności. Przy SFA – jako parametrycznym podejściu – wymagane jest wskazanie *a priori* formy funkcyjnej określającej zależność między nakładem/nakładami a efektem. Model graniczny będący podstawą oceny efektywności, oprócz funkcji produkcji (najczęściej stosuje się funkcję translogarytmiczną lub funkcję typu Cobba-Douglasa), uwzględnia dwa składniki losowe, z których jeden odzwierciedla szum losowy (błędy pomiaru lub efekty losowe spowodowane np. wpływem warunków pogodowych), drugi zaś modeluje potencjalną nieefektywność [Mortimer, Peacock 2002, s. 2].

Natomiast alternatywnym podejściem do funkcji produkcji (na której bazuje metoda SFA) jest metoda DEA [Rembisz 2011, s. 6]. Odpowiednikiem estymacji funkcji produkcji występującej w metodach stochastycznych jest w metodzie DEA wyznaczenie granicy efektywności [Prędko 2003, s. 87]. Metoda DEA jest relatywnie nowoczesnym narzędziem bazującym na nieparametrycznym podejściu do tworzenia krzywej efektywności [Rembisz i in. 2011, s. 108].

W literaturze znane jest podejście, w którym występowanie w analizowanej próbie składnika losowego bardziej skłania do zastosowania metody SFA niż DEA [Krumbhakar,

⁵ Więcej na temat słabych stron metody SFA i metody DEA w pracy Agnieszki Bezat [2009].

Lovell 2004, s. 1]⁶. Uznanie składnika losowego za nieefektywność, jak w metodzie DEA, wpływa na położenie krzywej efektywności, a przez to na ostateczną wartość wskaźnika. Analizowana w ramach opracowania branża przetwórstwa rolno-spożywczego ze względu na szereg specyfik charakteryzuje się pewnym stopniem losowości, co potwierdza celowość zastosowania metody SFA. Zastosowanie tej metody pozwala na statystyczną analizę istotności uzyskanych wyników [Krumbhakar, Lovell 2004, s. 69].

Zarówno metoda SFA, jak i DEA są przykładami granicznego podejścia do oceny efektywności. Metoda SFA jest stochastyczną, parametryczną metodą graniczną, natomiast metoda DEA jest deterministyczną, nieparametryczną metodą graniczną oceny efektywności. Znane są również inne metody, na przykład w podejściu parametrycznym stosowana jest deterministyczna metoda DFA (ang. *Deterministic Frontier Analysis*) czy w podejściu nieparametrycznym stochastyczna metoda SDEA (ang. *Stochastic Data Envelopment Analysis*).

W związku z ułomnościami metod deterministycznych, w kontekście weryfikacji poprawności uzyskanych wyników, wykorzystano w ramach artykułu pomiar efektywności bazujący na zintegrowanym zastosowaniu metody SFA i metody DEA⁷. Zgodnie z tym podejściem na podstawie wyników estymacji parametrów funkcji stochastycznych w metodzie SFA dokonano specyfikacji modeli w metodzie DEA. Uniknięto w ten sposób problemów związanych z weryfikacją poprawności doboru zmiennych do modeli, orientacji modeli oraz efektów skali. Celem zastosowania metody DEA było uzyskanie szczegółowych wyników w odniesieniu do poszczególnych przedsiębiorstw [por. Jarzębowski 2011].

OCENA EFEKTYWNOŚCI PRZEDSIĘBIORSTW PRZETWÓRSTWA MLEKA PRZY ZASTOSOWANIU METODY SFA I DEA

Badaniami objęto przedsiębiorstwa prowadzące działalność w zakresie przetwórstwa mleka. Sektor ten został wybrany ze względu na jego duże znaczenie w gospodarce rolno-żywnościowej w Polsce. Analizą objęto lata 2006-2010. Do próby badawczej włączono w zależności od analizowanego roku od 103 do 160 przedsiębiorstw. Zmienne wykorzystane do konstrukcji modelu to po stronie nakładów aktywa trwałe (x_1) i koszty operacyjne (x_2), a po stronie efektów przychody ze sprzedaży (y) wyrażone w złotych.

WYBÓR POSTACI FUNKCYJNEJ I SPECYFIKACJA MODELU SFA I DEA

W metodzie SFA wymagane jest wskazanie *a priori* formy funkcyjnej określającej zależność między nakładem/nakładami a efektem [Coelli i in. 2005]. W literaturze z zakresu efektywności wyznaczanej na podstawie funkcji produkcji funkcja typu Cobba-Douglasa jest jednym z najczęściej stosowanych narzędzi w badaniach empirycznych. Adekwatność modelu Cobba-Douglasa testuje się względem mniej restrykcyjnej formy, jaką jest funkcja translogarytmiczna [Piesse, Thirtle 2000]. Do oceny efektywności w sektorze przetwó-

⁶ S.C. Krumbhakar i C.A.K. Lovell wskazują, iż efektywność może zostać wyznaczona za pomocą deterministycznej funkcji produkcji lub jej stochastycznego odpowiednika. Ekonomiści piszą dalej, iż ze względu na fakt, że pierwszy model ignoruje efekt szoków losowych, a drugi je uwzględnia, preferowanym podejściem do oceny efektywności jest stochastyczna funkcja graniczna [Krumbhakar, Lovell 2004, s. 65]. Oznacza to, iż w porównaniu do modelu deterministycznego model stochastyczny jest mniej podatny na wpływ wartości odstających (*outliers*) [Sellers-Rubio, Más-Ruiz 2009, s. 663].

⁷ Koncepcję tę przedstawiono szczegółowo w pracy A. Bezat [Bezat 2012].

stwa mleka w latach 2006-2010 wykorzystano metodę SFA, bazującą na ugruntowanych w teorii i praktyce badawczej funkcjach Cobba-Douglasa (1) i translogarytmicznej (2):

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{ij} + v_i - u_i \quad (1)$$

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{ij} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^k \beta_{jl} \ln x_{ij} \ln x_{il} + v_i - u_i \quad (2)$$

gdzie: i – indeks oznaczający kolejny obiekt $i=1, \dots, I$, a I to liczba obiektów w próbie, j – indeks oznaczający kolejny nakład $j=1, \dots, k$, k – liczba nakładów, y_i – efekt obiektu i , x_{ij} – nakład j w obiekcie i , β – parametry do estymacji, v_i – zmienna losowa reprezentująca składnik losowy, u_i – dodatnia zmienna losowa powiązana z nieefektywnością (TE).

Porównania postaci funkcyjnej (tabela 1.) dokonano na podstawie statystyki testu ilorazu wiarygodności (LR, ang. *likelihood ratio*), która przyjmuje postać

$$LR = -2[\ln L(\hat{\theta}_R) - \ln L(\hat{\theta}_N)] \quad (3)$$

gdzie: $\ln L(\hat{\theta}_R)$ – logarytm wartości największej wiarygodności modelu z restrykcjami, $\ln L(\hat{\theta}_N)$ – logarytm wartości największej wiarygodności modelu bez restrykcji.

Tabela 1. Weryfikacja hipotez odnośnie wyboru postaci funkcyjnej modelu

lata	$\ln L(\hat{\theta}_R)$	$\ln L(\hat{\theta}_N)$	LR	wynik ⁽¹⁾	model
2006	-252,08	-247,15	9,86*	brak podstaw do odrzucenia H_0	Cobba-Douglasa
2007	-242,55	-240,36	4,38**	brak podstaw do odrzucenia H_0	Cobba-Douglasa
2008	-185,81	-185,22	1,19**	brak podstaw do odrzucenia H_0	Cobba-Douglasa
2009	-267,97	-265,84	4,28**	brak podstaw do odrzucenia H_0	Cobba-Douglasa
2010	-241,20	-235,88	10,64*	brak podstaw do odrzucenia H_0	Cobba-Douglasa

⁽¹⁾ Wartość rozkładu χ^2 dla 3 stopni swobody [liczba stopni swobody jest równa różnicy w liczbie parametrów w modelu bez restrykcji (tu model translogarytmiczny) i liczbie parametrów w modelu z restrykcjami (tu model typu Cobba-Douglasa)] i przy poziomie istotności 0,05 (**) wyniosła 7,82; natomiast przy poziomie istotności 0,1 (*) wyniosła 11,34. Jeśli $LR^* < \chi^2(3)$, brak podstaw do odrzucenia hipotezy H_0 .

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie wyników weryfikacji hipotez odnośnie wyboru postaci funkcyjnej stwierdzono, iż we wszystkich analizowanych latach (przy poziomie istotności poniżej 0,1) właściwą postacią funkcyjną opisującą zależność między przyjętymi nakładami i efektami jest model typu Cobba-Douglasa. Efektywność oceniono na podstawie wartości ilorazu obserwowanego efektu (zmienna y ; równanie 4.) i maksymalnego do osiągnięcia efektu w środowisku (otoczeniu) charakteryzowanym przez $\exp(v_j)$, oznaczanego przez y^* (wartość ta zakłada brak nieefektywności – czyli $u_i=0$), a więc wskaźnik efektywności można zapisać jako:

$$TE_i = \frac{y_i}{y_i^*} = \frac{\exp(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{ij} + v_i - u_i)}{\exp(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{ij} + v_i)} = \exp(-u_i) \quad (4)$$

Granica efektywności wyznaczona została na podstawie oszacowania metodą maksymalnej wiarygodności⁸ parametrów funkcji produkcji przyjętej w metodzie SFA, tj. funkcji typu Cobba-Douglasa.

W analizach prowadzonych przy wykorzystaniu metody DEA przyjęto tę samą co w przypadku zastosowania metody SFA grupę obiektów. Do modeli wprowadzono takie same zmienne, które wykorzystane zostały przy estymacji wskaźników efektywności przy zastosowaniu metody SFA. W ten sposób został wyeliminowany problem przypadkowości bądź bazowania na intuicji eksperckiej podczas doboru zmiennych do modelu. Przeprowadzona za pomocą metody SFA ocena efektywności bazowała na parametrycznej funkcji typu Cobba-Douglasa. Na podstawie wyznaczonej sumy parametrów $\sum_{j=1}^k \beta_j$ stwierdzono, iż próba przedsiębiorstw z sektora przetwórstwa mleka w latach 2006-2010 charakteryzowała się rosnącymi efektami skali, dlatego dla próby tej wykorzystano w metodzie DEA model *IRS*⁹. Model *IRS* zapisano w równaniach (5)-(9):

$$\max_{\phi_k, \lambda_k} \phi_k \quad (5)$$

$$\phi y_k \leq \sum_{i=1}^I \lambda_{ik} y_i \quad (6)$$

$$x_{nk} \geq \sum_{i=1}^I \lambda_{ik} x_{ni} \quad (7)$$

$$\lambda_{ik} \geq 0, \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^I \lambda_{ik} > 1 \quad (9)$$

gdzie: k – indeks oznaczający analizowany obiekt, ϕ_k – mnożnik poziomu efektów dla obiektu k ,¹⁰ i – indeks oznaczający kolejny obiekt $i = 1, \dots, I$, gdzie I to liczba obiektów w próbie, y_i – efekt obiektu i , n – indeks określający kolejny nakład, x_{ni} – nakład n wykorzystywany przez obiekt i , λ_{ik} – współczynniki kombinacji liniowej między obiektami i oraz k .

W metodzie DEA wykorzystano modele zorientowane na efekt. Była to konsekwencja odniesienia się do wyników uzyskanych metodą SFA, w której funkcja produkcji może (w zależności od postępu w zakresie wykorzystania zaangażowanych czynników produkcji) przesunąć się w górę (postęp techniczny), co oznacza, iż przy danym poziomie nakładu można uzyskać coraz większe wielkości efektu (tj. orientacja na efekt).

⁸ Innymi metodami estymacji parametrów funkcji produkcji przy wyznaczaniu granicy efektywności jest metoda najmniejszych kwadratów i jej pochodne [Coelli i in. 2005].

⁹ *IRS*, ang. *Increasing Returns to Scale*, zakłada występowanie rosnących efektów skali. Więcej o modelach DEA w pracy [Jarzębowski 2011].

¹⁰ Jest to odwrotność współczynnika efektywności.

PORÓWNANIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI UZYSKANYCH W PODEJŚCIU
PARAMETRYCZNYM I NIEPARAMETRYCZNYM

Wskaźniki efektywności uzyskane przy wykorzystaniu stochastycznej metody SFA zestawiono w podziale na klasy wielkościowe w tabeli 2.

Na podstawie wyników zamieszczonych w tabeli 2. można zauważyć, iż w analizowanym sektorze w każdym roku wraz ze zwiększaniem się wielkości przedsiębiorstw wzrastał średni wskaźnik efektywności przez nie uzyskiwany¹¹. W sektorze przetwórstwa mleka najmniejsze przedsiębiorstwa uzyskały wskaźnik efektywności z przedziału od 0,13 do 0,21, a średnia wartość wskaźnika efektywności w małych przedsiębiorstwach wyniosła od 0,14 do 0,27, natomiast w średnich przedsiębiorstwach zawierała się w przedziale od 0,16 do 0,33. W dużych przedsiębiorstwach najniższa średnia wartość wskaźnika efektywności wyniosła 0,37 a najwyższa wyniosła 0,50.

Wskaźniki efektywności uzyskane przy wykorzystaniu deterministycznej metody DEA w podziale na klasy wielkościowe zestawiono w tabeli 3. Otrzymano zależności porównywalne jak w przypadku zastosowania metody SFA.

Wskaźniki efektywności otrzymane dla modeli w podejściach stochastycznym (przy zastosowaniu metody SFA) i deterministycznym (przy zastosowaniu metody DEA) zestawiono według kolejnych lat w formie wykresów korelacyjnych (rys. 1.).

Ocenie poddano zbieżność wyników uzyskanych metodami SFA i DEA. Na podstawie wykresów korelacyjnych stwierdzono, iż zależność między analizowanymi zmiennymi najlepiej opisuje funkcja wykładnicza. Dopasowania postaci funkcyjnej dokonano na podstawie wartości współczynnika determinacji. W sektorze przetwórstwa mleka współczynniki determinacji przyjmowały wartości z przedziału od 0,78 do 0,88.

Tabela 2. Średni wskaźnik efektywności wyznaczony przy zastosowaniu metody SFA według wielkości przedsiębiorstw w latach 2006-2010

Wielkość przedsiębiorstw	Wielkości w roku				
	2006	2007	2008	2009	2010
Mikro	0,143	0,138	0,136	0,142	0,214
Małe	0,163	0,145	0,154	0,164	0,272
Średnie	0,192	0,271	0,191	0,168	0,337
Duże	0,400	0,379	0,428	0,392	0,503

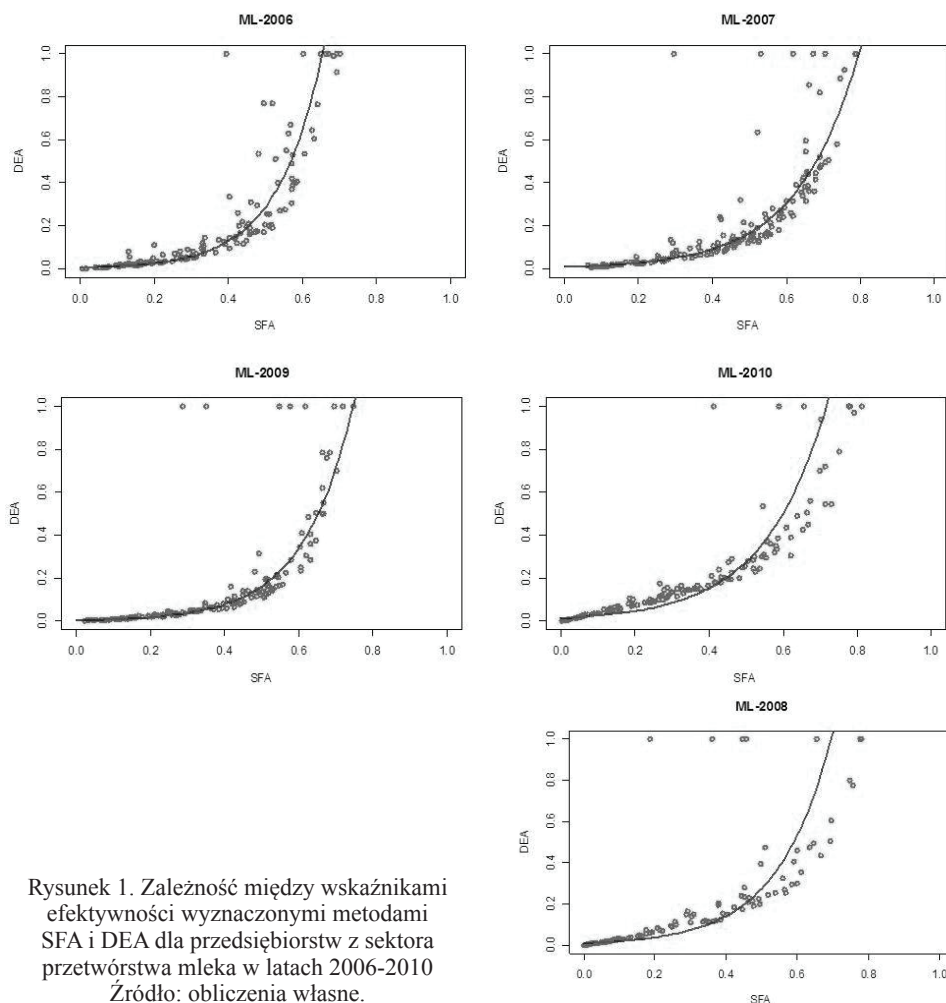
Źródło: obliczenia własne.

Tabela 3. Średni wskaźnik efektywności wyznaczony metodą DEA według wielkości przedsiębiorstw w latach 2006-2010

Wielkość przedsiębiorstw	Wielkości w roku				
	2006	2007	2008	2009	2010
Mikro	0,174	0,230	0,169	0,140	0,178
Małe	0,171	0,229	0,162	0,187	0,210
Średnie	0,264	0,484	0,246	0,228	0,305
Duże	0,467	0,596	0,557	0,612	0,579

Źródło: obliczenia własne.

¹¹ Ze względu na to, że w metodzie SFA wyznacza się relatywną efektywność, nie ma możliwości porównania wyników uzyskanych w poszczególnych modelach. W ramach metody SFA jednym z podejść, w którym istnieje możliwość oceny zmiany efektywności w latach, jest stworzenie dynamicznego modelu oceny efektywności dla zbalansowanego panelu danych; por. [Bezat 2011].



Rysunek 1. Zależność między wskaźnikami efektywności wyznaczonymi metodami SFA i DEA dla przedsiębiorstw z sektora przetwórstwa mleka w latach 2006-2010
Źródło: obliczenia własne.

PODSUMOWANIE

Do oceny efektywności przedsiębiorstw przetwórstwa mleka zastosowano metody SFA i DEA. Uzyskano porównywalne wyniki w przypadku zastosowania obu metod. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, iż wyniki uzyskane przy zastosowaniu metody DEA (po specyfikacji modeli bazującej na wynikach metody SFA) oraz wyniki uzyskane dzięki metodzie SFA wykazują w przypadku branży przetwórstwa mleka we wszystkich analizowanych latach zależność wykładniczą. Wykazano, iż w analizowanym sektorze w każdym roku wraz ze zwiększaniem się wielkości przedsiębiorstw rośnie średni wskaźnik efektywności przez nie uzyskiwany.

LITERATURA

- Bezat A. 2009: *Comparison of the deterministic and stochastic approaches for estimating technical efficiency on the example of non-parametric DEA and parametric SFA methods*, [w] *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, D. Witkowska (red.), vol. 10, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, s. 20-29.
- Bezat A. 2011: *Estimation of technical efficiency by application of the SFA method for panel data*, „Scientific Journal Warsaw University of Life Sciences, Problems of World Agriculture”, vol. 11, no. 3, s. 5-13.
- Bezat A. 2012: *Efficiency of Polish grain trade companies: an integrated application of SFA and DEA methods*, Universität Bonn-ILB Press, Bonn.
- Bielski M. 2002: *Podstawy teorii organizacji i zarządzania*, C.H. Beck, Warszawa.
- Cantner U., Krüger J., Hanusch H. 2007: *Produktivitäts- und Effizienzanalyse. Der nichtparametrische Ansatz*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- Coelli T.J., Rao D.S.P., O'Donnell Ch.J., Battese G.E. 2005: *An introduction to efficiency and productivity analysis*, 2. Edition, Springer, New York.
- Farrell M.J. 1957: *The Measurement of Productive Efficiency*, „Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)”, vol. 120, no. 3, s. 253-290.
- Fried H.O., Lovell C.A.K., Schmidt S.S. 1993: *The Measurement of Productive Efficiency Techniques and Applications*, Oxford University Press, New York, Oxford.
- Griffin R.W. 2004: *Podstawy zarządzania organizacjami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Jarzębowski S. 2011: *The efficiency of grain milling companies in Poland and in Germany- application of DEA method and Malmquist index*, Universität Bonn-ILB Press, Bonn.
- Krumbhakar S.C., Lovell C.A.K. 2004: *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, United Kingdom, Cambridge.
- Mortimer D., Peacock S. 2002: *Hospital Efficiency Measurement: Simple Ratios vs Frontier Methods*, Australia: Centre of Health Program Evaluation, Working Paper 135.
- Noga A. 2009: *Teorie przedsiębiorstw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Piesse J., Thirtle C. 2000: *A Stochastic Frontier Approach to Firm Level Efficiency, Technological Change and Productivity during the Early Transition in Hungary*, „Journal of Comparative Economics”, vol. 28, no. 3, s. 473-501.
- Prędko A. 2003: *Analiza efektywności za pomocą metody DEA: Podstawy formalne i ilustracja ekonomiczna*, „Przegląd statystyczny”, z. 1, s. 87.
- Rembisz W. 2011: *Analityczne właściwości funkcji produkcji rolniczej [Analytical features of the agricultural production function]*, Komunikaty, Raporty, Ekspertyzy, nr 544, Wyd. IERiGZ-PIB, Warszawa.
- Rembisz W., Sielska A., Bezat A. 2011: *Popytowo uwarunkowany model wzrostu produkcji rolno-żywnościowej*, Wyd. IERiGZ-PIB, Warszawa.
- Samuelson P.A., Nordhaus W.D. 1995: *Ekonomia, Tom 1*, PWN, Warszawa.
- Sellers-Rubio R., Más-Ruiz F.J. 2009: *Technical efficiency in the retail food industry: the influence of inventory investment, wage levels and age of the firm*, „European Journal of Marketing”, vol., 43, no. 5/6, s. 652-669.
- Skowronek C. 1987: *Efektywność gospodarki materiałowej: stan i metody oceny*, PWE, Warszawa.
- Telep J. 2004: *Podstawowe pojęcia z dziedziny organizacji i efektywności* [w] *Ocena efektywności funkcjonowania organizacji gospodarczych*, Z. Bombera, J. Telep (red.), DrukTur, Warszawa, s. 7-22.

Sebastian Jarzębowski

EFFICIENCY OF MILK PROCESSING SECTOR – STOCHASTIC AND DETERMINISTIC APPROACH

Summary

In the paper the author considered estimation of efficiency, which measures the company's ability to obtain the maximum output from given inputs. The comparison of results obtained by using two approaches: stochastic (on the example of the SFA method, Stochastic Frontier Analysis) and deterministic (on the example of the DEA method, Data Envelopment Analysis) has been carried out. In the paper the data from the companies of important food processing sector in Poland, namely the milk processing sector, was used. The analysis covered the period 2006–2010, the sample covered from 103 up to 160 enterprises (depending on the year analyzed).

Adres do korespondencji

dr inż. Sebastian Jarzębowski

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk Ekonomicznych
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa, e-mail: sebastian_jarzebowski@sggw