

## PARAMETRYCZNE I NIEPARAMETRYCZNE METODY BADANIA EFEKTYWNOŚCI SKALI SPÓŁDZIELNI MLECZARSKICH<sup>1</sup>

*Joanna Baran*

Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego  
w Warszawie

Kierownik: prof. dr hab. Henryk Runowski

Słowa kluczowe: efektywność skali, spółdzielnie mleczarskie, metoda DEA, funkcja produkcji

*Key words: scale efficiency, dairy cooperatives, DEA method, production function*

**S y n o p s i s.** W artykule przedstawiono analizę efektywności skali polskich spółdzielni mleczarskich w latach 2004-2006 z wykorzystaniem funkcji produkcji oraz metody Data Envelopment Analysis (DEA). Przeprowadzone badania na próbie 170 obiektów z zastosowaniem funkcji Cobba-Douglasa wskazały na występowanie rosnących korzyści skali w całym sektorze mleczarskim. Zastosowanie metody DEA potwierdziło, że większość badanych spółdzielni charakteryzowała się rosnącymi korzyściami skali produkcji.

### WSTĘP

Od połowy lat 90. ubiegłego wieku obserwujemy postępującą konsolidację sektora mleczarskiego. Ważnym zatem zagadnieniem z punktu widzenia podejmowania dalszych decyzji strategicznych przez przedsiębiorstwa mleczarskie m.in. dotyczących fuzji i przejęć, staje się ocena ich własnej efektywności, w tym efektywności skali.

W literaturze istnieją różne sposoby mierzenia efektywności: jedne bazują na funkcji produkcji lub metodach do niej nawiązujących (np. metodzie DEA), inne odwołują się do wskaźników finansowych.

Podstawowym celem niniejszego artykułu jest porównanie efektywności skali spółdzielni mleczarskich ocenionej przy zastosowaniu podejścia parametrycznego (funkcji produkcji) i nieparametrycznego (metody *Data Envelopment Analysis*).

### MATERIAŁ I METODY

Materiałem źródłowym do badań były sprawozdania finansowe spółdzielni mleczarskich za okres 2004–2006<sup>2</sup> publikowane w Monitorze Spółdzielczym – B. Obiekty do badań dobra-

<sup>1</sup> Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2010 jako projekt badawczy nr N N112 064035.

<sup>2</sup> Występuje około półtoraroczne opóźnienie w publikowaniu sprawozdań finansowych.

no w sposób celowy. Kryterium doboru było spełnienie co najmniej dwóch z trzech poniższych warunków: zatrudnienie co najmniej 50 osób, wartość aktywów co najmniej 2,5 mln euro, przychody netto ze sprzedaży towarów i produktów oraz operacji finansowych co najmniej 5 mln euro oraz prowadzenie rachunku zysków i strat w układzie rodzajowym. W próbie badawczej znalazło się łącznie 170 obiektów, w tym 61 z 2004 r., 57 z 2005 r. i 52 z 2006 r.

W badaniach zastosowano parametryczne i nieparametryczne metody badania efektywności. W obliczeniach korzystano z pakietów MS Excel 2007, STATISTICA 7 oraz SolverPro6.

Nieparametryczne podejście do analizy efektywności bazowało na metodach programowania liniowego określanymi jako *Data Envelopment Analysis* (DEA). Matematycznie model DEA można przedstawić w następujący sposób [Cooper i in. 2007]:

$$\max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

gdzie:

$s$  – liczba efektów,

$m$  – liczba nakładów,

$u_r$  – wagi określające ważność poszczególnych efektów,

$v_i$  – wagi określające ważność poszczególnych nakładów,

$y_{rj}$  – wielkość efektu  $r$ -tego rodzaju ( $r = 1, \dots, R$ ) w obiekcie  $j$ -tym,

$x_{ij}$  – wielkość nakładu  $i$ -tego rodzaju ( $n = 1, \dots, N$ ) w obiekcie  $j$ -tym; ( $j = 1, \dots, J$ ).

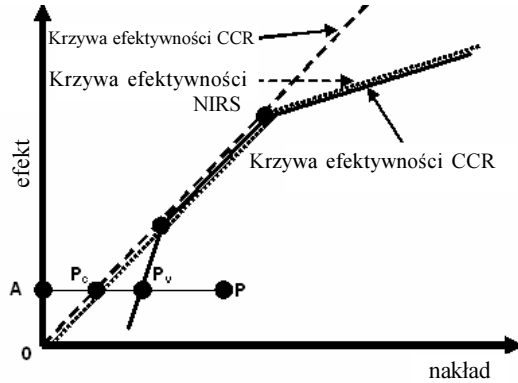
W modelu DEA  $m$  nakładów i  $s$  różnych efektów zostaje sprowadzonych do pojedynczych wielkości „syntetycznego” nakładu i „syntetycznego” efektu, które następnie są wykorzystywane przy obliczaniu wskaźnika efektywności obiektu. Iloraz „syntetycznego” efektu i „syntetycznego” nakładu poniesiony przez obiekt jest funkcją celu, którą dla każdego obiektu należy maksymalizować w ramach zadania programowania liniowego. Zmiennymi optymalizowanymi są wagi  $u_r$  i  $v_i$  wielkości nakładów oraz efektów, a wielkości efektów oraz nakładów są danymi empirycznymi [Rogowski 1998].

Obiekty uważa się za efektywne technicznie, jeżeli znajdują się na krzywej efektywności, a wskaźnik ich efektywności wynosi 100 (lub odpowiednio 1), jeżeli natomiast znajdują się poza krzywą efektywności, są nieefektywne technicznie. Efektywność danego obiektu jest mierzona względem innych obiektów z badanej grupy.

Modele DEA można podzielić ze względu na dwa kryteria: orientację modelu oraz rodzaj efektów skali. W zależności od orientacji modelu oblicza się efektywność techniczną zorientowaną na nakłady lub efektywność techniczną zorientowaną na wyniki (efekty). Z kolei biorąc pod uwagę rodzaj efektów skali wyróżnia się: model CCR zakładający stałe efekty skali (nazwa pochodzi od twórców modelu: *Charnes-Cooper-Rhodes*), model BCC zakładający zmienne efekty skali (nazwa pochodzi od twórców modelu: *Banker-Charnes-Cooper*) oraz model NIRS zakładający niewzrastające efekty skali (*Non-Increasing Returns-to-Scale*) (rys. 1). Model CCR jest wykorzystywany do obliczenia całkowitej efektywności technicznej (*Technical Efficiency* – TE), gdzie TE dla obiektu  $P = AP_c/AP$ . Model

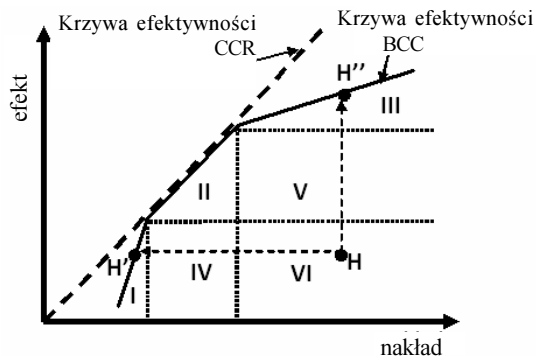
BCC jest wykorzystywany do obliczenia czystej efektywności technicznej (*Pure Technical Efficiency* – PTE), gdzie PTE dla obiektu  $P = AP_v / AP$ . Mając obliczoną całkowitą efektywność techniczną i czystą efektywność techniczną, można wyznaczyć efektywność skali obiektu (*Scale Efficiency* – SE) wg wzoru: SE dla obiektu  $P = AP_c / AP_v$ , czyli  $SE = TE / PTE$ . Tak wyliczona efektywność skali (SE) określa, w jakim stopniu obiekt jest efektywny w stosunku do optimum umożliwiającego maksymalnie efektywne wykorzystanie nakładów. Obiekty, dla których efektywność skali jest równa 1 charakteryzują się stałymi korzyściami skali. Obliczona w ww. sposób efektywność skali nie pozwala jednak wskazać, które obiekty charakteryzują się rosnącymi, a które malejącymi korzyściami skali. Charakter skali (rosnący lub malejący) dla konkretnego obiektu może być określony przez porównanie wielkości efektywności technicznej NIRS z wielkością całkowitej efektywności technicznej (TE). Jeżeli wielkości te są równe, świadczy to o rosnącym charakterze skali dla danego obiektu. Jeżeli natomiast wielkości te nie są równe, to obiekt charakteryzuje się malejącymi efektami skali [Coelli i in. 1998].

Warto również podkreślić, że charakter korzyści skali może dla danego obiektu różnić się w zależności od przyjętej orientacji modelu DEA (rys. 2). Jeżeli dany obiekt znajdzie się w obszarze I, II i III bez względu na zastosowaną orientację modelu (orientacja na nakłady – *input-oriented*; orientacja na efekty – *output-oriented*) będzie się charakteryzował w obszarze I – rosnącymi korzyściami skali, w obszarze II – stałymi korzyściami skali, a w obszarze III – malejącymi korzyściami skali. Jeżeli obiekt będzie położony w pozostałych obszarach



Rysunek 1. Efektywność skali według metody DEA (model: 1 efekt i 1 nakład)

Źródło: opracowane na podstawie Coelli i in. 1998.



Rysunek 2. Charakter korzyści skali według metody DEA

Obszar I – obiekty znajdujące się w tym obszarze charakteryzują się zawsze rosnącymi korzyściami skali  
 Obszar II – obiekty znajdujące się w tym obszarze charakteryzują się zawsze stałymi korzyściami skali  
 Obszar III – obiekty znajdujące się w tym obszarze charakteryzują się zawsze malejącymi korzyściami skali  
 Obszar IV – obiekty znajdujące się w tym obszarze w modelu *input-oriented* charakteryzują się rosnącymi korzyściami skali, a w modelu *output-oriented* charakteryzują się stałymi korzyściami skali  
 Obszar V – obiekty znajdujące się w tym obszarze w modelu *input-oriented* charakteryzują się stałymi korzyściami skali, a w modelu *output-oriented* charakteryzują się malejącymi korzyściami skali  
 Obszar VI – obiekty znajdujące się w tym obszarze w modelu *input-oriented* charakteryzują się rosnącymi korzyściami skali, a w modelu *output-oriented* charakteryzują się malejącymi korzyściami skali.

Źródło: opracowanie na podstawie Zhu 2003.

(IV, V, VI), to charakter jego korzyści skali będzie zależał od wybranej orientacji modelu DEA. Przykładowo obiekt H na rysunku 2 w modelu zorientowanym na minimalizację nakładów, aby stać się efektywnym powinien przesunąć się do punktu H', a zatem znajdzie się w obszarze rosnących korzyści skali. Z kolei w modelu ukierunkowanym na maksymalizację efektów obiekt H, aby stać się efektywnym powinien przesunąć się w kierunku punktu H'', a zatem będzie charakteryzował się malejącymi korzyściami skali.

Podejście parametryczne badania efektywności skali w niniejszym artykule będzie się opierało na znanej z teorii mikroekonomii funkcji produkcji, określającej zależność między nakładami i efektami. Parametry tej funkcji zostaną ustalone za pomocą klasycznych narzędzi estymacji ekonometrycznej. W ujęciu matematycznym funkcję produkcji można przedstawić następująco [Borkowski i in. 2003]:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n, \varepsilon)$$

gdzie:

$Y$  – wielkość produkcji,

$X_k$  – wielkości czynników produkcji ( $k = 1, \dots, n$ ),

$\varepsilon$  – składnik losowy.

Najczęściej stosowaną w badaniach jest potęgowa funkcja produkcji Cobba-Douglasa z dwoma czynnikami produkcji: pracą i kapitałem [Keat, Young 2003]:

$$Y = aL^bK^c$$

gdzie:

$Y$  – wielkość produkcji,

$L$  – czynnik pracy,

$K$  – czynnik kapitału,

$a, b, c$ , – parametry funkcji.

Poprzez zlogarytmowanie stronami powyższego równania uzyskuje się następującą funkcję liniową:

$$\ln Y = \ln a + b \ln L + c \ln K$$

Dzięki sprowadzeniu funkcji produkcji do postaci liniowej możliwe jest jej oszacowanie przy zastosowaniu analizy regresji liniowej [Keat, Young 2003]. Parametry funkcji potęgowej informują o elastyczności produkcji względem czynnika pracy oraz kapitału. Na ogół przyjmuje się, że parametry są wartościami dodatnimi i są mniejsze od jedności, a ich suma informuje o korzyściach skali. Jeżeli suma parametrów  $b$  i  $c < 1$  oznacza to, że produkcja rośnie wolniej niż czynniki produkcji, co wskazuje na malejące korzyści skali. Jeśli  $b + c > 1$ , produkcja rośnie szybciej niż czynniki produkcji, co wskazuje na rosnące korzyści skali, z kolei gdy  $b + c = 1$  produkcja rośnie w takim samym tempie jak czynniki produkcji, co wskazuje na stałe korzyści skali [Mercik, Szmigiel 2007].

Pogłębioną analizę efektywności bazującą na funkcji produkcji prezentuje Kowalski [1992]. Autor dzieli efektywność ogólną na efektywność techniczną i efektywność ekonomiczną. Na efektywność techniczną składa się efektywność technologii i efektywność skali (o charakterze technicznym). Z kolei efektywność ekonomiczna obejmuje efektywność alokacji, cenową i skali (o charakterze ekonomicznym). Techniczna efektywność skali wynika z osiągnięcia lepszej relacji produkcji do nakładów w miarę wzrostu skali, niezależnie od cen jednostkowych produktów i nakładów. Wyznaczenie optymalnej skali produkcji wymaga jednak uwzględnienia cen produktów i nakładów. Ta część efektywności skali, która wykracza poza efektywność techniczną to ekonomiczna efektywność skali.

Metoda DEA i funkcja produkcji mają wiele cech wspólnych. Podobieństwo między innymi polega na tym, że w obu metodach analizowana jest zależność między efektami i nakładami oraz konstruowana jest krzywa zależności efektów od nakładów (krzywa produkcji i krzywa efektywności). Podejście parametryczne, jak i nieparametryczne posiada jednak swoje wady i zalety, co może wpływać np. na różnice w otrzymanych wynikach.

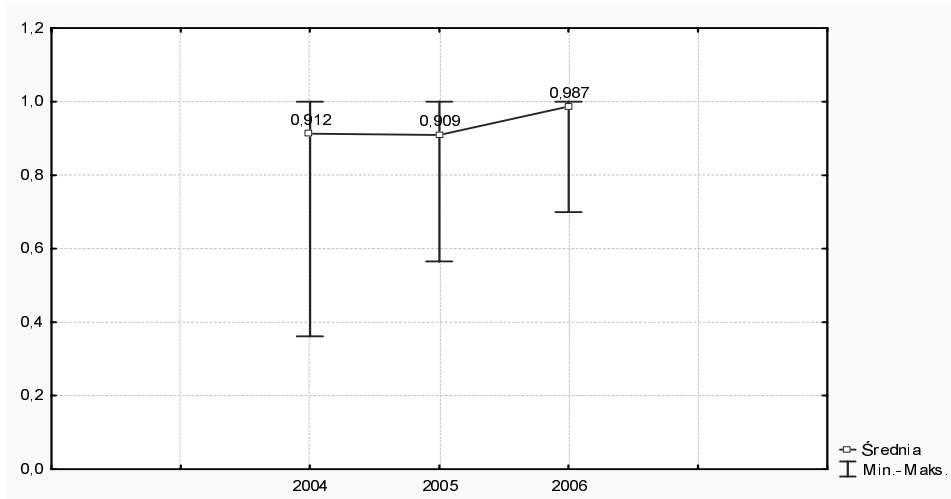
Podstawową wadą stosowanej funkcji produkcji jest np. to, że wymaga dokładnych informacji o rodzaju zależności funkcjonalnej lub jej założenia między nakładami i efektami oraz informacji o rodzaju błędu statystycznego dla badanej próby. Pewnym ograniczeniem może być również konieczność prowadzenia analiz na stosunkowo dużej próbie badawczej.

Podstawową zaletą podejścia nieparametrycznego bazującego na metodzie DEA jest to, że nie wymaga ustalenia zależności funkcjonalnej między nakładami i efektami oraz umożliwia badanie efektywności przy uwzględnieniu wielu nakładów i wielu efektów. W metodzie DEA zmienne nie muszą być wyrażone w tych samych jednostkach (istnieje możliwość uwzględnienia jednostek naturalnych, pieniężnych oraz jakościowych).

Podejście nieparametryczne ma jednak swoje wady, do których można zaliczyć m.in.: dużą wrażliwość wyników na błędne dane oraz dużą wrażliwość wyników na nietypowe dane w obiektach uznanych za efektywne (jeśli obiekt nietypowy jest wzorcowy obniża to znacznie wiarygodność wyników badania efektywności pozostałych obiektów). Wadą może być również to, że DEA bazuje na względnej efektywności. Efektywność określana jest bowiem na tle pozostałych obiektów. Może się zatem zdarzyć, że obiekt o niezbyt dużej sprawności uznany zostanie za w pełni efektywny, gdyż inni są jeszcze gorsi. Wylimitowanie lub dołączenie jakiegoś obiektu do badanej grupy również może mieć wpływ na wskaźniki efektywności poszczególnych obiektów. Metoda DEA nie uwzględnia również błędu statystycznego występującego w pomiarach. Metoda DEA jest wrażliwa na liczbę nakładów i efektów – liczba zmiennych nie może być zbyt duża w stosunku do liczebności próby, gdyż zwiększa to możliwość znalezienia się na granicy efektywności jednostki w rzeczywistości nieefektywnej.

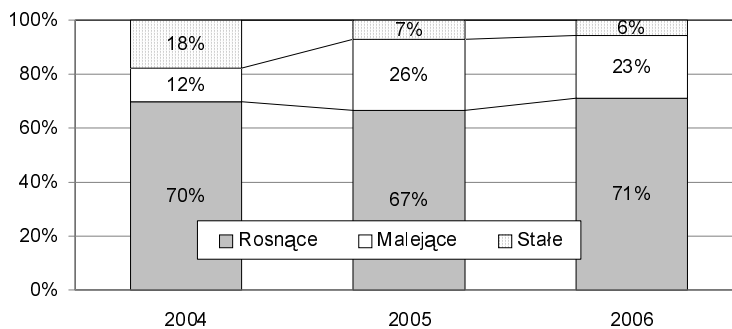
## WYNIKI

W modelu DEA i modelu funkcji produkcji Cobba-Douglasa za efekt przyjęto przychody ze sprzedaży produktów, towarów i materiałów (w tys. zł). Ze względu na duże zróżnicowanie asortymentowe w przetwórstwie mleka, trudno było zastosować inną – ilościową miarę wielkości produkcji (przykładowo – tona masła jest nieporównywalna z toną jogurtu). W literaturze często jako miarę czynnika pracy przyjmuje się roboczogodziny lub liczbę pracowników [Keat, Young 2003]. Ze względu na dostępność danych jako miarę czynnika pracy, w badaniach przyjęto koszty pracy, tj. łączny koszt wynagrodzeń oraz ubezpieczeń społecznych i innych świadczeń (w tys. zł). Kapitał według literatury jest najbardziej zróżnicowanym czynnikiem produkcji i może on obejmować m.in. elementy, które występują wyłącznie w formie nakładów (zużycie surowców, energii, paliw, półfabrykatów itp.) oraz takie, które mogą wystąpić w formie zasobów (maszyny, linie technologiczne, aparatura, środki transportu, budynki i budowle) [Mercik, Szmigiel 2007]. Jako miarę kapitału w niniejszych badaniach przyjęto wartość aktywów trwałych (w tys. zł).



Rysunek 3. Efektywność skali spółdzielni mleczarskich w latach 2004-2006

Źródło: badania własne.

Rysunek 4. Udział spółdzielni mleczarskich o malejących, rosnących i stałych korzyściach skali w całej badanej próbie  
Źródło: badania własne

W pierwszym etapie badań obliczono następujące modele DEA ukierunkowane na minimalizację nakładów<sup>3</sup>: CCR (zakładający stałe efekty skali), BCC (zakładający zmienne efekty skali) i NIRS (zakładający niewzrastające efekty skali). Następnie wyznaczono wskaźnik efektywności skali (SE) jako iloraz całkowitej efektywności technicznej (TE) i czystej efektywności technicznej (PTE).

Średnia efektywność skali produkcji spółdzielni mleczarskich w latach 2004-2006 kształtowała się w przedziale 0,91-0,99, co wskazuje na wysoką efektywność skali badanych obiektów. Spółdzielnie, dla których wskaźnik efektywności skali wyniósł 1 zostały zaliczone do obiektów charakteryzujących się stałymi korzyściami skali (w latach 2004-2006 zidentyfikowano 18 takich spółdzielni). Można jednak zauważyć, że w badanym okresie spadła o około 12%

<sup>3</sup> W sektorze mleczarskim istnieją administracyjne ograniczenia wielkości produkcji do wysokości kwot mlecznych, a zatem zastosowanie modelu ukierunkowanego na efekty, który maksymalizuje wyniki przy zachowaniu tej samej wielkości używanych nakładów wydaje się niewłaściwe. Bardziej odpowiednie jest zastosowanie modelu zorientowanego na nakłady, który minimalizuje nakłady obiektu tak, aby był on efektywny przy zachowaniu co najmniej tej samej wielkości uzyskiwanych wyników.

liczba spółdzielni charakteryzujących się optymalną skalą produkcji, a mimo tego badana próba jako całość odnotowała wzrost średniego wskaźnika efektywności skali (rys. 3).

W celu zidentyfikowania spółdzielni mleczarskich o rosnących i malejących korzyściach skali porównano model NIRS z wielkością całkowitej efektywności technicznej (model CCR). Przeprowadzone analizy wykazały, że w badanej próbie w latach 2004-2006, udział spółdzielni o rosnących i malejących korzyściach skali wynosił odpowiednio ok. 70% i 20%, a spółdzielni charakteryzujących się stałymi korzyściami skali ok. 10% (rys. 4).

W celu porównania wyników otrzymanych przy zastosowaniu metody nieparametrycznej z modelem parametrycznym, na podstawie danych z próby, wykorzystując metodę najmniejszych kwadratów oszacowano następującą funkcję produkcji:

$$\ln Y = \ln 1,854 + 0,867 \ln L + 0,177 \ln K$$

$$[0,228] \quad [0,051] \quad [0,043]$$

gdzie:

$Y$  – wartość przychodów ze sprzedaży produktów, towarów i materiałów (tys. zł),

$L$  – koszty pracy (tys. zł),

$K$  – wartość aktywów trwałych (tys. zł),

$\varepsilon_n$  – składnik losowy równania,

[...] – błędy standardowe oszacowania parametru.

Wykonanie testu F-Snedecora umożliwiło całościową ocenę przydatności modelu ekonometrycznego. Wartość empiryczna statystyki F jest większa od wartości krytycznej  $F^*$  (3,05), co pozwala odrzucić hipotezę zerową mówiącą, że żadna zmienna niezależna w modelu nie ma istotnego wpływu na zmienną zależną na przyjętym poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Stwierdza się, że co najmniej jedna ze zmiennych objaśniających  $\ln L$ ,  $\ln K$  istotnie wpływa na zmienną objaśnianą  $\ln Y$ . Oceny istotności wpływu poszczególnych zmiennych niezależnych na zmienną zależną  $\ln Y$  dokonano w oparciu o test t-Studenta. Wartości testów t-Studenta pozwalają odrzucić hipotezy zerowe na korzyść hipotez alternatywnych – głoszących, że wartości parametrów istotnie różnią się od zera (czyli zmienne  $\ln L$  i  $\ln K$ , wywierają istotny wpływ na zmienną  $\ln Y$ ), na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  (tab.1).

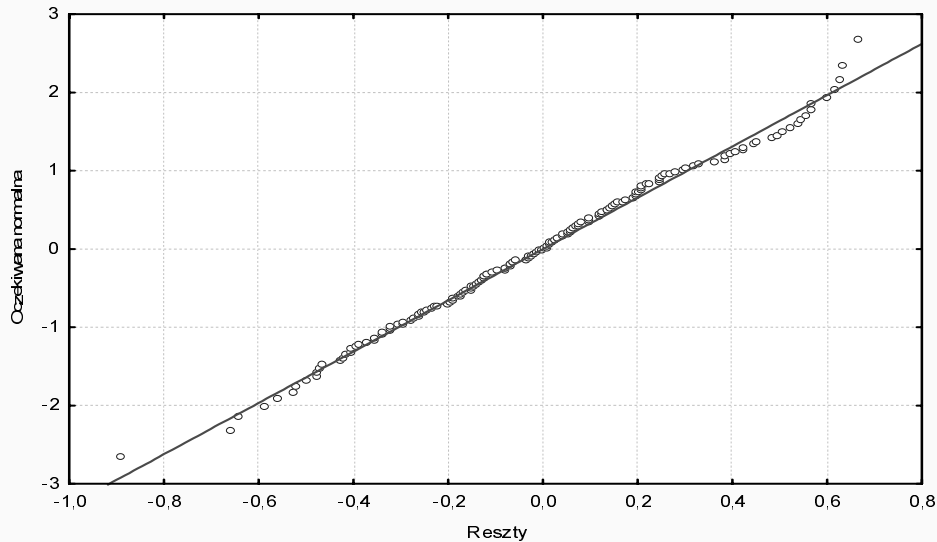
Tabela 1. Ocena istotności oszacowanych parametrów w modelu funkcji produkcji

Wyszczególnienie	Wartości oszacowanych parametrów	Błąd standardowy oszacowania parametrów	Wartość statystyki		p-value
			F dla modelu F(2,167)	t-Studenta	
Cały model	-	-	818,16	-	0,000
Wyraz wolny	1,854	0,2276	-	8,149	0,000
$\ln L$	0,867	0,0510	-	17,018	0,000
$\ln K$	0,177	0,0433	-	4,089	0,000

Źródło: badania własne.

Normalność reszt modelu zbadano testem Shapiro-Wilka. Ponieważ empiryczna wartość statystyki testowej  $W$  (0,993) jest większa od wartości krytycznej, zatem nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej mówiącej, że reszty mają rozkład normalny na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  (tab. 2). Do tej samej konkluzji prowadzi również wizualna analiza wykresu normalności rozkładu reszt (rys. 5).

Ocenę homoskedastyczności składników losowych wykonano za pomocą testu Goldfelda-Quanta. Uzyskana w teście Goldfelda-Quanta wartość empiryczna statystyki F-Snedecora (1,157) mniejsza od wartości krytycznej (1,524) nie daje podstaw do odrzucenia hipotezy



Rysunek 5. Reszty pochodzące z modelu względem oczekiwanych wartości reszt pochodzących z rozkładu normalnego  
Źródło: badania własne.

Tabela 2. Ocena dopasowania modelu

Wyszczególnienie	Wartość
Współczynnik korelacji wielorakiej R	0,953
Współczynnik determinacji, R-kwadrat	0,907
Błąd standardowy estymacji Se	0,303

Źródło: badania własne.

zerowej  $H_0$  o homoskedastyczności składników losowych na poziomie istotności  $\alpha=0,05$ .

Model funkcji produkcji w dobry sposób odzwierciedla rzeczywiste relacje między zmiennymi, o czym świadczy wysoka wartość współczynnika determinacji wielokrotnej  $R^2$  (model wyjaśnia 91% zmienności  $\ln Y$ ) oraz umiarkowane wartości błędów standardowych (tab. 2). Konkludując, oszacowany model zasługuje na pozytywną ocenę zarówno z formalnego, jak i merytorycznego punktu widzenia. Po przekształceniu modelu można zapisać uzyskaną funkcję produkcji w następującej postaci:

$$Y = 6,385L^{0,867}K^{0,177}$$

Na podstawie powyższego modelu można stwierdzić, że współczynnik elastyczności produkcji względem kosztów pracy wynosi 0,867, co oznacza, że wartość produkcji wzrośnie o 0,867%, jeżeli koszty pracy wzrosną o 1%, przy założeniu, że wartość aktywów trwałych pozostanie bez zmian. Współczynnik elastyczności produkcji względem aktywów trwałych wynosi 0,177. Porównanie elastyczności produkcji względem L i K wskazuje na silniejsze oddziaływanie na produkcję kosztów pracy niż wartości aktywów trwałych.

W celu określenia rodzaju korzyści skali zsumowano parametry funkcji. Suma parametrów wynosi 1,044, co wskazuje, że produkcja wzrośnie o 1,04%, gdy wszystkie czynniki produkcji (koszty pracy i wartość aktywów trwałych) wzrosną jednocześnie o 1%. Ponieważ efekt skali produkcji jest większy od 1 można stwierdzić, że polski sektor mleczarski charakteryzuje się rosnącymi korzyściami skali.



## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Efektywność skali produkcji spółdzielni mleczarskich oceniono za pomocą funkcji produkcji oraz metody DEA. Przeprowadzone badania z zastosowaniem funkcji produkcji Cobb-Douglasa wskazały na występowanie rosnących korzyści skali w całym sektorze mleczarskim w latach 2004-2006. Zastosowanie metody DEA pozwoliło z kolei indywidualnie wskazać, jaki charakter korzyści skali występował w każdym z badanych obiektów. Analizy z wykorzystaniem metody DEA potwierdziły, że większość badanych spółdzielni charakteryzowała się rosnącymi korzyściami. Wpisuje się to w dotychczasowe ustalenia literatury branżowej wskazującej na występowanie rosnących korzyści skali w przetwórstwie mleka [Pijanowski, Gawel 1986, Guba 2000, Wiendlmeier 2001, Thiele, 2005, Pietrzak 2007]. Występowanie rosnących korzyści skali w polskich spółdzielniach mleczarskich uzasadnia dalszy postęp w procesie koncentracji przemysłu mleczarskiego.

Biorąc pod uwagę, że efektywność skali jest złożonym zjawiskiem ekonomicznym, a metody stosowane do jej analizy mają swoje zalety i ograniczenia, zdaniem autora przy ocenie efektywności skali przedsiębiorstw mleczarskich należy stosować podejście zintegrowane – bazujące na różnych metodach, które wzajemnie się uzupełniają i dzięki temu pozwalają formułować wiarygodne wnioski.

## LITERATURA

- Borkowski B., Dudek H., Szczesny W. 2003: Ekonometria. Wybrane zagadnienia. PWN, Warszawa, s. 158.
- Coelli T.J., Prasada Rao D.S., O'Donnell C.J., Battese G. E. 1998: An introduction to efficiency and productivity analysis. New York, s. 172-175.
- Cooper W., Seiford L.M., Tone K. 2007: Data Envelopment Analysis. A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software. Second Edition. Springer, United States, s. 23.
- Guba W., 2000: Competitiveness of Polish Milk Processing Industry During the Integration to the European Union – Analysis of Dynamic Comparative Advantages (Doctoral Dissertation). Faculty of Agricultural Sciences, Georg-August-University, Goettingen, s. 11-12.
- Keat P.G., Young P.K.Y. 2003: Managerial economics. Prentice Hall, Upper SaddleRiver, s. 291, 293.
- Kowalski Z. 1992: Kategorie efektywności produkcji (w świetle teorii funkcji produkcji). *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 4, s. 18-23.
- Mercik J., Szmigiel C. 2007: Ekonometria. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, s. 221, 216.
- Pijanowski E., Gawel J. 1986: Zarys chemii i technologii mleczarstwa. PWRiL, Warszawa, tom III, s. 155.
- Pietrzak M. 2007: Korzyści skali w przemyśle mleczarskim w Polsce (na przykładzie sektora spółdzielczego). *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* nr 1, s. 110.
- Rogowski G. 1998: Metody analizy i oceny banku na potrzeby zarządzania strategicznego. Wydawnictwo WSB, Poznań, s. 133-134.
- Thiele H.D. 2005: Future Structural Changes in the European Dairy Industry – Determinants and Forecasts. [W:] Poszerzony rynek mleczarski Unii Europejskiej 25: Dotychczasowe doświadczenia i perspektywy (materiały z konferencji „Międzynarodowe Management Forum Mleko 2005”. Ciecuchocinek 20-22 kwietnia, s. 9-12.
- Wiendlmeier H. 2001: Structural change and internationalisation in the German dairy industry. [W:] Structural Change in the Dairy Sector. Bulletin of the International Dairy Federation, No 360, s. 23.
- Zhu J. 2003: Quantitative models for performance evaluation and benchmarking. Data Envelopment Analysis with Spreadsheets and DEA Excel Solver, s. 63.

*Joanna Baran*

PARAMETRIC AND NON-PARAMETRIC METHODS USED TO MEASURE SCALE  
EFFICIENCY OF DAIRY COOPERATIVES

Summary

This paper presents parametric and non-parametric methods used to measure scale efficiency. As the parametric method the author applied Cobb-Douglas production function, and as the non-parametric – DEA method. The analysis based on 170 dairy cooperatives shows increasing returns to scale in the Polish dairy sector. This analysis confirmed earlier conclusions of literature.

Adres do korespondencji:

mgr Joanna Baran  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw  
ul. Nowoursynowska 166  
02-787 Warszawa  
tel/fax: (0 22) 593 42 23  
e-mail: joanna\_baran@sggw.pl