

Agnieszka Bezat-Jarzębowska

*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

## PRODUKTYWNOŚĆ PRZEDSIĘBIORSTW Z WYBRANEGO SEKTORA PRZETWÓRSTWA ŻYWNOŚCI – DEKOMPOZYCJA INDEKSU MALMQUISTA<sup>1</sup>

*PRODUCTIVITY OF ENTERPRISES FROM A SELECTED FOOD PROCESSING  
SECTOR – THE DECOMPOSITION OF THE MALMQUIST INDEX*

**Słowa kluczowe:** wzrost produktywności, indeks TFPC Malmquista, sektor przetwórstwa żywności

*Key words:* productivity growth, the Malmquist TFPC index, food processing sector

**Abstrakt.** Celem badań była ocena produktywności jako miary zmian zależności efektywnościowych w czasie w wybranej branży przetwórstwa spożywczego. Oszacowanie produktywności zostało przeprowadzone przy zastosowaniu indeksu TFPC Malmquista (*total factor productivity change index*), który opiera się na podejściu deterministycznym. Podejście bazujące na metodzie DEA pozwala na dekompozycję wskaźników TFPC Malmquista na zmianę techniki produkcji ( $\Delta T$ , *technical change*), zmianę efektywności technicznej ( $\Delta TE$ , *technical efficiency change*) oraz zmianę efektywności skali ( $\Delta SE$ , *scale efficiency change*). W artykule wykorzystano dane panelowe z przedsiębiorstw z kluczowego sektora przetwórstwa żywności, a mianowicie sektora przetwórstwa mięsa. Próba badawcza liczyła ponad 200 obiektów. Na podstawie uzyskanych wyników wskazano, który ze wskaźników ( $\Delta T$ ,  $\Delta TE$ ,  $\Delta SE$ ) miał największy wpływ na zmiany produktywności w analizowanym sektorze.

### Wstęp

Naukowcy potwierdzają, że wzrost produkcji podmiotów wytwórczych w danym sektorze przyczynia się do wzrostu gospodarczego, a w rezultacie ogólnego dobrobytu ekonomicznego. Jednak w niektórych sektorach wytwórczych wzrost produkcji może napotykać na różnego rodzaju bariery, wynikające ze specyficznych przesłanek i uwarunkowań ograniczających możliwości tego wzrostu. Do takich sektorów należy sektor rolno-spożywczy, mimo ciągle dalekich od zaspokojenia w ujęciu globalnym, podstawowych potrzeb konsumpcyjnych [Figiel, Rembisz 2009]. Tempo wzrostu produkcji w sektorze rolno-spożywczym determinowane jest przez dane tempo wzrostu popytu na produkty rolno-żywnościowe, występujące w określonym czasie. Tempo to może być czynnikiem dynamizującym lub limitującym wzrost w tym sektorze, a w konsekwencji także wzrost produkcji rolniczej przeznaczonej na spożycie. Zatem wzrost produkcji w sektorze rolno-spożywczym zależy od wzrostu popytu na produkty rolno-spożywcze zachodzącym w określonym czasie [Bezat-Jarzębowska, Rembisz 2013]. Niemniej jednak niskie tempo wzrostu popytu na te produkty może ograniczyć wzrost w sektorze rolno-spożywczym, a w konsekwencji wzrost produkcji oraz przetwórstwa. Dlatego niskie tempo wzrostu popytu na produkty rolno-spożywcze musi określać zmiany efektywnościowe w czasie traktowane jako główny czynnik wzrostu w sektorze [Bezat-Jarzębowska, Rembisz 2013].

Ważne jest więc, aby rozumieć, co jest podstawowym źródłem poprawy efektywności. Występuje tu odniesienie zarówno do kwestii alokacji, jak i podziału. Alokacja znajduje zawsze wyraz w zmianach technik wytwarzania czy relacji technicznych – produktywności poszczególnych czynników produkcji. Podział to kwestia wynagrodzenia zaangażowanych w produkcji czynników wytwórczych. Z założenia neoklasycznego wynikać ono powinno z produktywności tych czynników, w szczególności z ich produktywności krańcowej [Rembisz 2011]<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w roku 2013 jako projekt badawczy pt. *Wzrost produktywności jako miernik zmian relacji efektywnościowych w czasie*.

<sup>2</sup> Więcej na temat zależności między efektywnością i produktywnością w [Jarzębowski 2011].

Kluczowym staje się pomiar produktywności, a w szczególności jej zmian w czasie, tak aby możliwe było uchwycenie zmian technik wytwarzania, zmian efektywności technicznej, jak i aspektu wynagrodzenia czynników wytwórczych, głównie w kontekście rachunku marginalnego (co odzwierciedlone jest w skali działalności gospodarczej). Pomiar produktywności następuje przez wykorzystanie indeksów ekonomicznych. W tym zakresie wyróżnić można dwa główne podejścia, mianowicie aksjomatyczne oraz ekonomiczne [Diewert 1992]. Podejście aksjomatyczne zakłada szereg własności, które powinny być spełnione przez każdy indeks. Natomiast podejście ekonomiczne opiera się na teorii ekonomicznej oraz założeniach behawioralnych. Przykładem podejścia ekonomicznego jest indeks TFP Malmquista [Caves i in. 1982b]. Zaletą stosowania podejścia ekonomicznego podczas szacowania indeksu TFP jest możliwość dekompozycji, która dostarcza informacji na temat źródeł leżących u podstaw wzrostu produktywności [Kuusmanen, Sipiläinen 2009]. W opracowaniu zastosowano podejście ekonomiczne bazujące na dekompozycji indeksu TFPC Malmquista.

### Material i metodyka badań

Produktywność jest określana jako stosunek nakładu i efektu. Do analizy zmian produktywności w czasie wykorzystywane są indeksy wartości. Stosowane są one do pomiaru zmian cen i wielkości w czasie, umożliwiają również porównanie produktywności w danym czasie w wielu przedsiębiorstwach, branżach, regionach lub krajach. Indeks cen może uwzględniać m.in. ceny konsumenta, ceny nakładów i efektów, ceny importu i eksportu, podczas gdy indeks wartości może mierzyć zmiany w wielkościach wyprodukowanych efektów lub zastosowanych nakładów w przedsiębiorstwach, lub branżach uwzględniając zmiany w czasie, lub porównując przedsiębiorstwa między sobą<sup>3</sup>.

Wśród badaczy powszechnie jest analizowanie zagregowanych przypadków z wieloma nakładami oraz wieloma efektami. W przeciwieństwie do powszechnie używanych częściowych wskaźników pomiaru produktywności (ang. *partial productivity measures*), które mogą wprowadzać w błąd i fałszywie przedstawiać wyniki przedsiębiorstwa, pomiary wieloczynnikowej lub ogólnej produktywności (ang. *multifactor productivity* – MFP lub *total factor productivity* – TFP) uwzględniają wiele nakładów, przez co są bardziej odpowiednie do analizy wyników i porównania wielu przedsiębiorstw lub sektorów w czasie [Coelli i in. 2005].

Przykładem narzędzia pozwalającego na ocenę ogólnej produktywności jest indeks Malmquista. Indeks produktywności Malmquista został przedstawiony jako indeks teoretyczny przez Caves'a, Christensen'a i Diewert'a [Caves i in. 1982a] oraz spopularyzowany jako indeks empiryczny przez R. Färe'a, S. Grosskopf'a, B. Lindgren'a, P. Roos'a [Färe i in. 1994]. Nazwano ten indeks nazwiskiem szwedzkiego statystyka Stena Malmquista, który w 1953 roku w artykule pt. *Index Numbers and Indifference Surfaces* wprowadził indeks artykułów powszechnego użytku (ang. *consumer commodity index*) jako stosunek funkcji odległości [Coelli i in. 2005]<sup>4</sup>. Powstały indeks znany jest jako indeks TFPC Malmquista. Konstrukcja indeksu pozwala mierzyć radialną odległość obserwowanych wektorów wyników i nakładów w okresie  $t$  i w okresie  $t + 1$ , przy uwzględnieniu stosowanej technologii.

Dużą zaletą wskaźnika TFPC Malmquista jest to, że interpretacja jego wartości jest relatywnie prosta i nie jest wymagana znajomość poziomu cen. Kolejną zaletą jest możliwość określenia, które czynniki wpływają na produktywność i ich zmiany. Indeks może zostać zdekomponowany na trzy różne czynniki: zmiana techniczna ( $\Delta T$ ), zmiana technicznej efektywności ( $\Delta TE$ ) oraz zmiana skali efektywności ( $\Delta SE$ ).

<sup>3</sup> Indeksy Laspeyera i Paaschego reprezentują najszerzej stosowane w praktyce wskaźniki. Opublikowana w 1922 roku książka Irvinga Fishera pt. *The making of Index Numbers* pokazała możliwości stosowania wielu statystycznych formuł do wyznaczania indeksów wartości. Natomiast indeks Tornqvista (1936) jest formułą, która odgrywa główną rolę w mierzeniu efektywności. Indeks Tornqvista wykorzystywany był w wielu badaniach dotyczących całkowitej produktywności czynników wytwórczych, które przeprowadzone zostały podczas minionej dekady. W formie logarytmicznej indeks Tornqvista jest średnią ważoną logarytmicznych zmian cen i reprezentuje procentowe zmiany w cenie  $m$ -tego dobra. Stąd indeks cen Tornqvista w jego logarytmicznej postaci, prowadzi do wskazania całkowitego wzrostu wskaźnika w cenach (stopa inflacji). W literaturze dotyczącej indeksów można znaleźć o wiele więcej formuł. Indeks Laspeyera Paaschego, Tornqvista i Malmquista należą do najczęściej stosowanych w praktyce [Coelli i in. 2005, s. 90].

<sup>4</sup> Indeks przedstawiony został jako teoretyczna podstawa indeksu Tornqvista [Färe i in. 2001].

Zmianę wartości produktywności pomiędzy okresem  $t$  i okresem  $t + 1$  obliczyć można jako geometryczną średnią dwóch indeksów Malmquista pomiędzy dwoma okresami ( $t$  oraz  $t + 1$ ) [Cantner i in. 2007], co zapisujemy w postaci:

$$M_o^{t,t+1}(y_t, y_{t+1}, x_t, x_{t+1}) = \left[ M_o^t(y_t, y_{t+1}, x_t, x_{t+1}) \times M_o^{t+1}(y_t, y_{t+1}, x_t, x_{t+1}) \right]^{1/2} \\ = \left[ \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

gdzie:

$D_o$  – funkcja dystansu w okresie  $t$  lub okresie  $t + 1$ ,  $x$  – wektor nakładów,

$y$  – wektor efektów,  $x_t, y_t$  (dla  $\tau = t, t + 1$ ) – obserwowany  $\tau$  – okres wektora wynik–nakład.

Jest możliwe, że zmiana obserwowanej produktywności odzwierciedlonej w indeksie Malmquista jest rezultatem postępu w stosowanej technologii produkcji (postęp techniczny, ang. *technical change* – TC) i/lub technicznej efektywności (zmiana technicznej efektywności, ang. *technical efficiency change* – TEC). W tym przypadku indeks Malmquista może zostać rozłożony na dwie składowe, tj. TC i TEC [Canter i in. 2007], co obrazuje kwestię alokacji poszczególnych czynników produkcji.

Przyjmując założenie o stałych efektach skali (CRS) nie uwzględnia się skali produkcji przy analizowaniu zmian produktywności. Jednakże produktywność niektórych przedsiębiorstw może wzrastać dzięki zmianie skali ich operacji, wpływając na wynagrodzenie czynników wytwórczych, co odnosi się do kwestii podziału analizowanej w ramach oceny produktywności. Zmiana efektywności skali (ang. *scale efficiency change* – SEC) mierzona jest przy użyciu odległości obserwowanych wektorów efekt–nakład w stosunku do krzywej zmiennych efektów skali (VRS) oraz do krzywej stałych efektów skali (CRS). Iloczyn tych trzech zmian<sup>5</sup>, tj. TC, TEC oraz SEC jest równy indeksowi TFPC Malmquista określającemu zmiany w okresie  $t$  w stosunku do okresu  $t + 1$ . Indeks TFPC zapisywany jest jako:

$$TFPC_o^{t,t+1} = TC_o^{t,t+1} \times TEC_o^{t,t+1} \times SEC_o^{t,t+1} \quad (2)$$

Dekomponowana postać indeksu pozwala na rozszerzenie interpretacji uzyskanych wyników estymacji indeksu produktywności Malmquista.

### Zastosowanie indeksu TFPC Malmquista

W artykule wykorzystano zorientowany na efekt indeks TFPC Malmquista, tj. indeks o dekomponowanej postaci uwzględniający trzy składowe: zmianę technik wytwarzania (postęp techniczny), zmianę efektywności technicznej oraz zmianę efektywności skali. Indeks ten bazuje na koncepcji funkcji dystansu. Ocena zmiany produktywności została przeprowadzona na podstawie danych z Monitora Polskiego B. Próba obejmowała 223 przedsiębiorstwa z sektora przetwórstwa mięsa z całej Polski za lata 2006–2011 (panel zrównoważony). Z uwagi na różne technologie produkcji stosowane w sektorach przetwórstwa rolno-spożywczego do analiz wybrano sektor przetwórstwa mięsa. Branża ta została wybrana ze względu na jej duże znaczenie w sektorze przetwórstwa żywności (prawie 20% udziału w wartości produkcji sprzedanej przemysłu spożywczego).

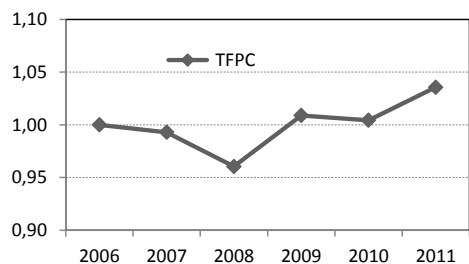
Dane zostały wyrażone jako przychody/wydatki w zł w stałych cenach. Indeks TFPC Malmquista obliczono dla pojedynczego efektu oraz dwóch nakładów (tab. 1).

Tabela 1. Nakłady i efekt wykorzystane do oceny efektywności  
Table 1. Inputs and outputs used to assess the efficiency scores

Nakłady/Inputs	Efekt/Output
$X_1$ – koszt operacyjny/operational costs	$Y$ – przychód ze sprzedaży/ revenue on sales
$X_2$ – wartość aktywów/value of assets	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Coelli i in. 2005]  
Source: own study based on [Coelli et al. 2005]

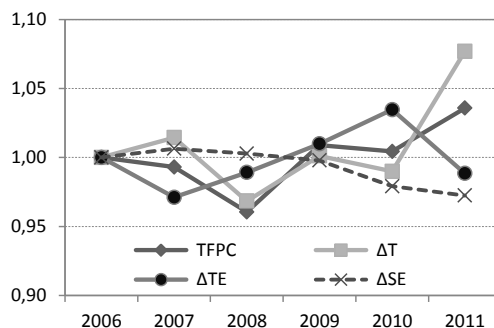
<sup>5</sup> Szczegółowo na temat dekompozycji indeksu Malmquista w [Bezat-Jarzębowska, Jarzębowski 2013].



Rysunek 1. Zmiany średniej wartości indeksu w sektorze przetwórstwa mięsa w okresie 2006-2011 (poprzedni rok = 100)

Figure 1. The changes of the mean value of the TFPC in the meat processing sector in period the 2006-2011 (previous year = 100)

Źródło: obliczenia własne



Rysunek 2. Zmiany średniej wartości indeksu TFPC, średnia wartość  $\Delta T$ ,  $\Delta TE$  oraz  $\Delta SE$  w sektorze przetwórstwa mięsa w okresie 2006-2011 (poprzedni rok = 100)

Figure 2. The changes of the mean value of the TFPC, the mean value of the  $\Delta T$ , the  $\Delta TE$  and the  $\Delta SE$  in the meat processing sector in period the 2006-2011 (previous year = 100)

Źródło: obliczenia własne

Zmienne zostały wybrane w taki sposób, aby odzwierciedlić źródła kosztów oraz możliwości produkcyjne po stronie nakładów, a także źródła przychodów po stronie efektów.

Na rysunku 1 przedstawiono zmiany produktywności w sektorze przetwórstwa mięsa w okresie 2006-2011. Znaczny wzrost produktywności odnotowano w latach 2008-2011. Uzyskany wniosek nie pozwala na wskazanie źródła tego wzrostu. Jak wskazano we wcześniejszych częściach artykułu źródłem tym może być zmiana techniczna ( $\Delta T$ ), zmiana technicznej efektywności ( $\Delta TE$ ) oraz zmiana skali efektywności ( $\Delta SE$ ).

Z punktu widzenia prowadzonych rozważań niezbędne było dokonanie dekompozycji wskaźnika TFPC. Dekompozycja indeksu umożliwiła analizę różnych źródeł zmiany produktywności (rys. 2).

Na rysunku 2 przedstawiono skumulowane wartości dla każdego składnika dekomponowanego indeksu TFPC: zmianę techniczną, zmianę technicznej efektywności oraz zmianę efektywności skali. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że zmiana techniczna była głównym motorem wzrostu produktywności w analizowanym sektorze. Wzrost został zaobserwowany w okresie 2008-2011, tj. w okresie, w którym odnotowano wzrost produktywności sektora (rys. 2). Graficznie wskazuje to na przesunięcie w górę krzywej możliwości produkcyjnych, a zatem postęp technologiczny. Kolejnym czynnikiem wzrostu była zmiana efektywności technicznej, w przypadku której nie odnotowano jednak znacznej dynamiki. W analizowanym okresie zaobserwowano nieznaczny spadek efektywności skali.

## Podsumowanie

Analiza zmian produktywności jest jednym z głównych zainteresowań badaczy ekonomicznych. Wśród narzędzi stosowanych do mierzenia zmiany produktywności znajduje się indeks TFPC Malmquista. Zastosowanie indeksu Malmquista bazującego na metodzie DEA pozwala na analizowanie szeregu nakładów, które mogą wpływać na produktywność. Dekompozycja indeksu TFPC umożliwia wykrycie źródeł zmian produktywności, do których należą: zmiana techniczna ( $\Delta T$ ), zmiana technicznej efektywności ( $\Delta TE$ ) oraz zmiana efektywności skali ( $\Delta SE$ ). Dekompozycja wzrostu produktywności dostarcza cennych informacji dla menedżerów i planistów.

Wyniki badań dostarczyły informacji o zmianach produktywności, będącej podstawą oceny relacji efektywnościowych, w wybranym sektorze przetwórstwa rolno-spożywczego. Po dekompozycji indeksu TFPC Malmquista możliwe było przedstawienie zmian technik wytwarzania, efektywności technicznej oraz efektywności skali. Wskazano również na czynnik, który w największym stopniu wpływał na zmianę produktywności. Zastosowanie indeksu TFPC Malmquista w analizowanej próbie firm pozwala na stwierdzenie, że zmiana techniczna była głównym motorem zmian produktywności w sektorze przetwórstwa mięsa w okresie 2006-2011.

### Literatura

- Bezat-Jarzębowska A., Rembisz W. 2013: *Efficiency-focused economic modeling of competitiveness in the agri-food sector*, *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, vol. 81, 359-365.
- Bezat-Jarzębowska A., Jarzębowski S. 2013: *Productivity changes over time – theoretical and methodological framework*, *Quantitative Methods in Economics*, vol. 14, nr 1, 27-36.
- Cantner U., Krüger J., Hanusch H. 2007: *Produktivitäts- und Effizienzanalyse, Der nichtparametrische Ansatz*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- Caves D.W., Christensen L.R., Diewert W.E. 1982a: *Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers*, *Economic Journal*, vol. 92, 73-86.
- Caves D.W., Christensen L.R., Diewert W.E. 1982b: *The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity*, *Econometrica*, vol. 50, 1393-1414.
- 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.
- Diewert W.E. 1992: *Fisher ideal output, input and productivity indexes revisited*, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 3, no. 3, 211-248.
- Färe R., Grosskopf S., Lindgren B., Roos P. 1994: *Productivity developments in Swedish hospitals: A Malmquist Output Index Approach*, [in:] A. Charnes, W.W. Cooper, A.Y. Lewin, L.M. Seiford (eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, methodology and applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Figiel S., Rembisz W. 2009: *Przesłanki wzrostu produkcji w sektorze rolno-spożywczym – ujęcie analityczne i empiryczne*, Program Wieloletni 2005-2009, no. 169, Wyd. IERiGŻ, 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.
- Kuosmanen T., Sipilainen T. 2009: *Exact decomposition of the Fisher ideal total factor productivity index*, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 31, 137-150.
- Rembisz W. 2011: *Analityczne właściwości funkcji produkcji rolniczej*, Komunikaty, Raporty, Ekspertyzy, nr 544, Wyd. IERiGŻ-PIB, Warszawa, 40.

### Summary

*The assessment of productivity as a measure of efficiency changes over time in a selected food processing industry was the goal of the paper. Estimation of the productivity was carried out using the Malmquist TFPC index (total factor productivity index), which is based on a deterministic approach. The DEA-based approach allows decomposing of the TFPC indices into: technical change ( $\Delta T$ ), technical efficiency change ( $\Delta TE$ ) and scale efficiency change ( $\Delta SE$ ). A panel data from the companies of a key food processing sector, namely the meat processing, was used. The sample consisted of above 200 objects. The results indicated which of the decomposed indices ( $\Delta T$ ,  $\Delta TE$ ,  $\Delta SE$ ) had the greatest impact on productivity changes in the analyzed sector.*

Adres do korespondencji  
dr inż. Agnieszka Bezat-Jarzębowska  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Wydział Nauk Ekonomicznych  
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa  
tel. (22) 593 42 58  
e-mail: agnieszka\_bezat\_jarzebowska@sggw.pl