

Robert Rusielik

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

ZMIANY PRODUKTYWNOŚCI ROLNICTWA POLSKI PO WSTĄPIENIU DO UNII EUROPEJSKIEJ – ANALIZA Z WYKORZYSTANIEM INDEKSÓW TFP HICKSA-MOORSTEENA

*PRODUCTIVITY CHANGE IN POLISH AGRICULTURE AFTER EU ACCESS –
ANALYSIS OF USING HICKS – MOORSTEEN TFP INDEX*

Słowa kluczowe: rolnictwo, produktywność, efektywność, DEA, TFP

Key words: agriculture, productivity, efficiency, DEA, TFP

Abstrakt. Celem badań był pomiar produktywności całkowitej rolnictwa w Polsce po akcesji do Unii Europejskiej. Do badań wykorzystano indeksy produktywności Hicksa-Moorsteena. Badania wykonano w układzie regionalnym i w układzie województw. Wykazano, że produktywność rolnictwa w Polsce ma tendencję rosnącą. W badanych latach wyróżniono dwa okresy wzrostowe i jeden spadkowy (w latach 2006-2008), co związane było ze spadkiem koniunktury w rolnictwie. Wykazano również na zróżnicowanie w produktywności pomiędzy poszczególnymi regionami i województwami.

Wstęp

Zmiany uwarunkowań ekonomicznych i społecznych sprawiają, że pomiar produktywności jest jednym z warunków na drodze do dostosowania, polepszania i ciągłego rozwoju różnych działalności, w tym działalności rolniczej. Po akcesji do Unii Europejskiej (UE) uwarunkowania te uległy drastycznym zmianom i ważna jest analiza, jak wpłynęły one na produktywność różnych sektorów. Rolnictwo w tym przypadku ma szczególne znaczenie. Do pomiaru zmian produktywności całkowitej (ang. *Total Factor Productivity* – TFP) w sytuacji wielowymiarowych nakładów i efektów najpowszechniej wykorzystywane są indeksy produktywności Malmquista. W literaturze odnotowano wiele badań wykorzystujących tę technologię, które dotyczyły grup przedsiębiorstw i całych sektorów, w tym rolnictwa w Polsce – Brümmer i współautorzy [2002], Latruffe i współautorzy [2004], Zawaliska [2004], Balcombe i współautorzy [2005], Rusielik i Świtłyk [2009], a także badań porównawczych pomiędzy różnymi krajami. Färe i współautorzy [1992] zademonstrowali, jak indeksy TFP można dekomponować na komponenty zmian efektywności i technologii, a następnie koncepcję tę rozwinęli w publikacji pt. *Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries* [1994], w której wykazali jak zmiany produktywności można rozkładać zmiany czystej efektywności technicznej i zmiany efektywności skali. Ta postać indeksu Malmquista stała się jednym z najbardziej popularnych narzędzi pomiaru w badaniu zmian produktywności. Jednak w związku z tym, że metoda zakłada przyjęcie stałych efektów skali (ang. *Constant Returns to Scale* – CRS) wywołuje dyskusję na temat możliwych błędów i niewiarygodnych wyników. O’Donell [2010, 2012a,b] i Hoang [2011] w badaniach produktywności rolnictwa wskazywali na większą przydatność indeksów TFP Hicksa-Moorsteena do pomiaru produktywności rolnictwa, co m.in. wynikało z dopuszczenia założeń zmiennych efektów skali (VRS) i lepszego dopasowania modelu do warunków słabszych technologicznie. Z tego powodu w przedstawionych badaniach podjęto próbę pomiaru produktywności i jej zmian w polskim rolnictwie z wykorzystaniem indeksów TFP Hicksa-Moorsteena. Badania obejmują lata 2004-2012.

Material i metodyka badań

Celem badań było zbadanie zmian produktywności rolnictwa w Polsce po wstąpieniu do UE. Do badań wykorzystano dane empiryczne dotyczące rolnictwa w Polsce. Dane zebrano zarówno w układzie przestrzennym na poziomie województw, jak i dynamicznym, obejmującym lata 2004-2012. Głównym źródłem danych były publikacje statystyczne, tj. roczniki statystyczne województw i roczniki statystyczne rolnictwa i obszarów wiejskich za lata 2004-2012. W źródłach tych wyodrębniono cztery regiony rolnicze, jednak ze względu na to, że polityka regionalna jest prowadzona na poziomie województwa, analiza obejmuje również taki układ przestrzenny.

W przypadku pojedynczego nakładu i pojedynczego efektu produktywność całkowitą (TFP) zazwyczaj definiujemy jako stosunek efektu do nakładu. W sytuacji wielowymiarowej TFP można zdefiniować jako stosunek zagregowanych efektów do zagregowanych nakładów. Przy znajomości relacji cenowych obliczenia nie stwarzają problemów. O'Donnell [2008] zdefiniował natomiast, sposób w jaki można ten problem rozwiązać bez znajomości tych relacji, wykorzystując indeksy produktywności oparte na relacjach pomiędzy badanymi obiektami.

Niech $Q_t \equiv Q(q_t)$ i $X_t \equiv X(x_t)$ oznaczają zagregowane efekty i nakłady skojarzone z wektorami q_t i x_t , to TFP dla obiektu t prezentuje równanie $TFP_t = Q_t / X_t$. Z kolei indeks produktywności mierzący zmiany TFP pomiędzy dającym odniesienie obiektem θ a obiektem t można przedstawić za pomocą równania [O'Donnell 2008]:

$$TFP_{0t} = TFP_t / TFP_0 = Q_{0t} / X_{0t}$$

gdzie $Q_{0t} = Q_t / Q_0$ i $X_{0t} = X_t / X_0$ są indeksami mierzącymi zmiany zagregowanych efektów i nakładów.

Założenia te można wykorzystać do obliczeń indeksów zmian TFP dla grupy obiektów pomiędzy dwoma punktami w czasie. W zależności od przyjętej postaci funkcji indeksy te mogą przyjmować różną postać. Do najczęściej wykorzystywanych indeksów należą indeksy Laspeyresa, Paaschego i Fishera, jednak wymagają one znajomości cen efektów i nakładów jako wag poszczególnych czynników. W przypadku, gdy nie są one znane, można wykorzystać różne zagregowane funkcje odległości, kalkulowane na bazie dostępnych nakładów i efektów, wykorzystując odpowiednie funkcje odległości. Przykładami wykorzystania takich zagregowanych funkcji do kompozycji indeksów TFP są indeksy Malmquista, Hicksa-Moorsteena i Färe-Primonta, które można obliczyć za pomocą programowania liniowego (LP) i założeń metody DEA (ang. *Data Envelopment Analysis*) [O'Donnell 2011b].

Przyjmując, że:

$x_{it} = (x_{1it}, \dots, x_{Kit})'$ i $q_{it} = (q_{1it}, \dots, q_{Jit})'$ i są wektorami nakładów i efektów to produktywność całkowita obiektu i w okresie t to:

$$TFP_{it} \equiv \frac{Q_{it}}{X_{it}}$$

gdzie $Q_{it} = Q(q_{it})$ to zagregowane efekty, $X_{it} = X(x_{it})$ to zagregowany nakład, natomiast $Q(\cdot)$ i $X(\cdot)$ są niemalejącymi, nieujemnymi, liniowo jednorodnymi funkcjami.

Z kolei indeks produktywności, który mierzy TFP obiektu i w okresie t w relacji do TFP obiektu h w okresie s można przedstawić następującym równaniem:

$$TFP_{hs,it} \equiv \frac{TFP_{it}}{TFP_{hs}} = \frac{Q_{it} / X_{it}}{Q_{hs} / X_{hs}} = \frac{Q_{hs,it}}{X_{hs,it}},$$

gdzie $Q_{hs,it} = Q_{it} / Q_{hs}$ to indeks wielkości efektów, a $X_{hs,it} = X_{it} / X_{hs}$ to indeks wielkości nakładów.

W tym kontekście wymiarem wzrostu TFP będzie iloraz wzrostu efektów do wzrostu nakładów. Indeksy tej postaci O'Donnell [2008, 2010, 2010b] określił jako w pełni multiplikatywne (*multiplicatively-complete*). Wszystkie tego typu indeksy można dekomponować na miarę zmian technologii i kilka miar zmian efektywności.

Przyjmując, że q_0, x_0 , to odpowiednio wektory efektów i nakładów, t_0 oznacza okres odniesienia w czasie, natomiast $D_0(\cdot), D_I(\cdot)$, to odpowiednio funkcje odległości efektów i nakładów, oraz że $Q(q) = [D_O(x_{hs}, q, s) D_O(x_{it}, q, t)]^{1/2}$ i $X(x) = [D_I(x, q_{hs}, s) D_I(x, q_{it}, t)]^{1/2}$, to indeks Hicksa-Moorsteena przedstawia równanie [Diewert 1992]:

$$TFP_{hs, it}^{HM} = \left(\frac{D_O(x_{hs}, q_{it}, s) D_I(x_{hs}, q_{hs}, s) D_O(x_{it}, q_{it}, t) D_I(x_{hs}, q_{it}, t)}{D_O(x_{hs}, q_{hs}, s) D_I(x_{it}, q_{hs}, s) D_O(x_{it}, q_{hs}, t) D_I(x_{it}, q_{it}, t)} \right)^{1/2}$$

Tak zdefiniowany indeks był zaproponowany przez Diewerta jako iloraz indeksów Malmquista zorientowanych na efekty i nakłady. Funkcje odległości efektów i nakładów zostały estymowane przy wykorzystaniu metody DEA przez rozwiązanie odpowiednich zadań programowania liniowego. Obliczone w ten sposób indeksy zmian TFP można dekomponować na różne miary efektywności. W opracowaniu podano jedynie syntetyczne wyniki pomiaru indeksów samych TFP bez ich dekompozycji na miary zmian w czasie. Dekompozycja ułatwiłaby poznanie przyczyn zróżnicowania poziomu indeksów pomiędzy poszczególnymi województwami i w poszczególnych latach.

Do modelu wykorzystano następujący zestaw zmiennych: efekt – Y_1 – wartość skupu produktów rolnych (mln zł), nakłady – X_1 – powierzchnia użytków rolnych (tys. ha), X_2 – wartość brutto środków trwałych w rolnictwie (mln zł), X_3 – pracujący w rolnictwie (tys.), X_4 – pogłowie bydła (tys. szt.), X_5 – pogłowie trzody (tys. szt.), X_6 – nawożenie NPK (tys. t), X_7 – nawożenie CaO (tys. t). Model obejmuje te czynniki, które mają istotny udział w produkcji rolniczej. Co prawda za główny czynnik rozwoju produkcji rolniczej w Polsce należy uznać eksport [Ziętara 2013] (wobec prognozowanego wzrostu popytu wewnętrznego tylko o 1% rocznie), a model nie obejmuje wprost tego czynnika, ale pośrednio obejmuje go wartość skupu produktów rolnych.

Wyniki badań

Dla każdego województwa obliczono indeksy produktywności TFP Hicksa-Moorsteena w latach 2004-2012. Syntetyczne wyniki w poszczególnych latach pogrupowane według regionów przedstawiono w tabeli 1. Średnia produktywność rolnictwa w Polsce podlegała wahaniom. W całym analizowanym przedziale czasu można wyodrębnić trzy okresy (rys. 1). W latach 2004-2006 nastąpił wyraźny wzrost poziomu TFP z 0,915 w roku 2004 do 1,102 do 1,102 w roku 2006. W latach 2007-2008 nastąpił spadek indeksu TFP do poziomu 1,050. W latach 2009-2012 można zauważyć stopniowy wzrost indeksu do poziomu 1,101. Można zauważyć zbieżność z cyklami koniunkturalnymi w rolnictwie opisanymi w [Grzelak 2013]. Następuje jednak roczne przesunięcie, co wynika z indeksowania wskaźnika TFP w stosunku do roku poprzedniego.

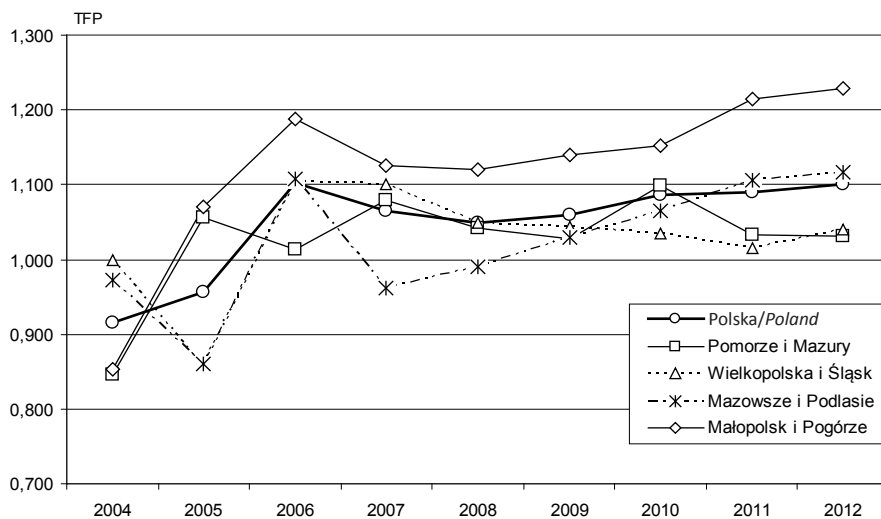
Na kształtowanie się poziomu produktywności miał wpływ jej poziom w poszczególnych regionach. Najwyższy poziom indeksu TFP zanotowano w regionie Małopolska i Pogórze. Model wahań w tym regionie był podobny do tego na poziomie kraju. Poziom TFP gwałtownie wzrósł w tym regionie w latach 2004-2006 do 1,187, następnie spadł do poziomu 1,121 w roku 2008 i

Tabela 1. Produktywność rolnictwa w Polsce w układzie regionalnym w latach 2004-2012
Table 1. Agricultural productivity in Poland in the regional in the years 2004-2012

Region/Region	Rok/Year								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Polska/Poland	0,915	0,956	1,102	1,065	1,050	1,059	1,087	1,089	1,101
Pomorze i Mazury	0,845	1,056	1,014	1,079	1,043	1,027	1,098	1,034	1,031
Wielkopolska i Śląsk	1,000	0,857	1,105	1,101	1,049	1,043	1,035	1,014	1,040
Mazowsze i Podlasie	0,972	0,860	1,108	0,962	0,990	1,030	1,066	1,106	1,117
Małopolska i Pogórze	0,853	1,071	1,187	1,125	1,121	1,140	1,152	1,214	1,229

Źródło: opracowanie własne

Source: own study



Rysunek 1. Produktywność rolnictwa w Polsce w regionach w latach 2004-2012

Figure 1. Productivity of agriculture in Poland in the regions in the years 2004-2012

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 2. Produktywność rolnictwa w Polsce w układzie województw latach 2004-2012

Table 2. Productivity of agriculture in Poland in the regions in the years 2004-2012

Województwo/ Province	Rok/Year									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Pomorze i Mazury										
Lubuskie	1,000	1,074	1,095	1,204	1,155	1,067	1,136	1,154	1,105	
Pomorskie	0,511	1,022	1,043	1,099	1,028	1,022	0,959	0,890	0,947	
Warmińsko-mazurskie	1,000	0,850	0,852	0,901	0,867	0,925	0,992	0,923	0,890	
Zachodniopomorskie	1,000	1,335	1,085	1,136	1,148	1,103	1,346	1,205	1,212	
Wielkopolska i Śląsk										
Dolnośląskie	1,000	0,965	1,160	0,973	0,936	0,922	0,803	0,809	0,883	
Kujawsko-pomorskie	1,000	0,524	1,008	1,114	1,066	1,052	1,168	1,140	0,955	
Opolskie	1,000	1,044	1,227	1,300	1,108	1,187	1,181	1,090	1,291	
Wielkopolskie	1,000	1,022	1,039	1,041	1,097	1,030	1,034	1,054	1,077	
Mazowsze i Podlasie										
Lubelskie	0,970	1,002	1,769	1,127	1,045	1,053	1,059	1,166	1,133	
Łódzkie	0,919	1,044	1,669	1,306	1,203	1,020	1,068	1,098	1,160	
Mazowieckie	1,000	0,497	0,487	0,537	0,712	0,911	1,022	1,022	1,079	
Podlaskie	1,000	1,053	1,048	1,085	1,072	1,150	1,117	1,143	1,097	
Małopolska i Pogórze										
Małopolskie	0,529	1,005	1,230	1,059	1,054	1,360	1,380	1,593	1,474	
Podkarpackie	1,000	1,036	1,262	1,062	1,146	1,054	1,093	1,104	1,095	
Śląskie	1,000	1,113	1,207	1,297	1,138	1,083	1,085	1,142	1,278	
Świętokrzyskie	1,000	1,136	1,061	1,100	1,147	1,087	1,077	1,082	1,105	

Źródło: opracowanie własne

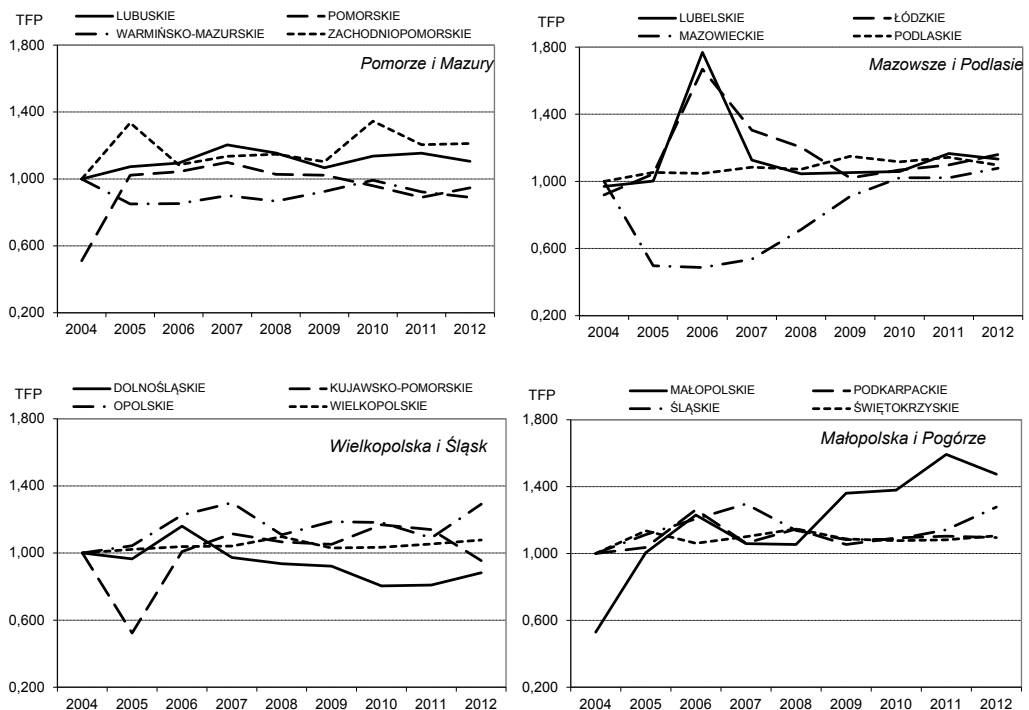
Source: own study

systematycznie wzrastał do roku 2012, w którym wynosił 1,229 i był najwyższy wśród analizowanych regionów. Można zauważyć podobną zgodność w zmianach produktywności w regionie Mazowsze i Podlasie. W tym przypadku poziom TFP do roku 2007 wykazywał znaczne wahania i od tego momentu systematycznie wzrastał do poziomu 1,117 w roku 2012.

Inną sytuację odnotowano w regionie Wielkopolska i Śląsk. W tym przypadku można zauważyć od roku 2006 tendencję spadkową w produktywności. W regionie tym po znacznych wahaniami w latach 2004-2006 produktywność spadła z poziomu 1,105 w roku 2006 do 1,040 w roku 2012 z niewielkim wzrostem od roku 2011. W regionie Pomorze i Mazury można zauważyć zmienne wahania w poziomie produktywności. Po osiągnięciu poziomu 1,056 w roku 2005 indeks TFP wahał się w granicach 1,014 do 1,098 i ostatecznie w roku 2012 osiągnął poziom 1,031.

Kolejnym etapem badań było pogłębienie analizy do poziomu poszczególnych województw. Szczegółowe wyniki pomiaru zamieszczone zostały w tabeli 2, natomiast graficznie kształtowanie się indeksu TFP w poszczególnych latach przedstawiono na rysunku 2.

W latach 2005-2009 najniższym poziomem produktywności wykazywało się województwo mazowieckie. W okresie tym indeks TFP w tym województwie był niższy od 1 i wahał się w granicach 0,497 do 0,911. Od roku 2010 najniższy poziom indeksu TFP odnotowano w województwie dolnośląskim. Najwyższy poziom produktywności odnotowano w początkowym okresie w województwie zachodniopomorskim, następnie w lubelskim i łódzkim, a od roku 2009 najwyższą produktywność miało województwo małopolskie, w którym poziom indeksu TFP waha się w granicach od 1,360 do 1,593. Kilka województw przez cały analizowany okres wykazało się produktywnością wyższą od 1. Były to województwa lubuskie, zachodniopomorskie, opolskie,



Rysunek 2. Produktywność rolnictwa w województwach w latach 2004-2012

Figure 2. Agricultural productivity in the provinces in the years 2004-2012

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

wielkopolskie, podlaskie, podkarpackie, śląskie i świętokrzyskie. Najwięcej tego typu województw odnotowano w regionie Małopolska i Pogórze, a najmniej – w regionie Mazowsze i Podlasie.

W województwie warmińsko-mazurskim produktywność przez cały analizowany okres kształtowała się na poziomie niższym niż 1. Podobna sytuacja wystąpiła w województwie dolnośląskim, w którym poza rokiem 2006 w całym okresie indeks TFP kształtował się na poziomie niższym niż 1.

Można zauważyć, że najlepsza sytuacja występowała w regionie Małopolska i Pogórze, w którym od roku 2005 wszystkie województwa miały poziom produktywności powyżej 1. Od roku 2010 widać również poprawę w regionie Mazowsze i Podlasie, w którym również wszystkie województwa miały poziom produktywności powyżej 1. Z kolei niekorzystne tendencje w kształtowaniu się indeksu TFP w ostatnich latach można wykazać we wcześniej wskazywanych województwach warmińsko-mazurskim i dolnośląskim, ale także w pomorskim i opolskim.

Podsumowania i wnioski

Kształtowanie się produktywności całkowitej rolnictwa w Polsce po przystąpieniu do UE wykazuje trzy okresy. W fazie początkowej po roku 2004 nastąpił znaczny wzrost produktywności do poziomu 1,102 w roku 2006. Drugi okres do roku 2008 charakteryzuje się tendencją spadkową, ale należy zaznaczyć, że spadek ten nie był głęboki, biorąc pod uwagę pogorszenie koniunktury w rolnictwie w roku 2008. Może to świadczyć o stabilizacji rolnictwa po akcesji. Trzeci okres – do roku 2012 – charakteryzuje się stopniowym polepszaniem wskaźnika produktywności. W rezultacie w roku 2012 osiągnął on poziom 1,101, czyli wrócił do poziomu z roku 2006. Na kształtowanie się wskaźnika produktywności na poziomie kraju miały wpływ poszczególne regiony, a w nich poszczególne województwa, wśród których można odnotować znaczne zróżnicowanie w poszczególnych latach. Najwyższy poziom produktywności odnotowano w regionie Małopolska i Pogórze, a od roku 2007 także Mazowsze i Podlasie. W regionie Wielkopolska i Śląsk odnotowano z kolei tendencję spadkową w produktywności – trend malejący w tym regionie widoczny był od roku 2006. W przypadku województw najwyższym poziomem produktywności w analizowanych latach wykazało się województwo małopolskie, natomiast najniższym województwo mazowieckie, a od roku 2010 województwo dolnośląskie.

Literatura

- Balcombe K., Davidova S., Latruffe L. 2005: *Productivity change in polish agriculture: An application of a bootstrap procedure to Malmquist indices*, Materiały z konferencji, „The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System”, Copenhagen, Denmark, August, 24-27.
- Brümmer B., Glauben T., Thijssen G. 2002: *Decomposition of productivity growth using distance functions: The case of dairy farms in three European countries*, Am. J. Agric. Econ., 84(3), 628-644.
- Diewert W.E. 1992: *Fisher ideal output, input, and productivity indexes revisited*, J. Prod. Anal. 3, 211-248.
- Färe R., Grosskopf S., Lindgren B., Roos P. 1992: *Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: a nonparametric Malmquist approach*, J. Prod. Anal. 3, 85-101.
- Färe R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z. 1994: *Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries*, Am. Econ. Review 84, 66-83.
- Grzelak A. 2013: *Cykle koniunkturalne w rolnictwie na tle ogólnogospodarczych w Polsce – podobieństwa i różnice*, Roczn. Nauk. SERiA, t. XV, z. 2, 86-91.
- Hoang V.N. 2011: *Measuring and decomposing changes in agricultural productivity, nitrogen use efficiency and cumulative exergy efficiency: application to OECD agriculture*, Ecological Modelling, 222, 164-175.
- Latruffe L., Balcombe K., Davidova S., Zawalinska K. 2004: *Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland*, Applied Economics, 36(12), 1255-1263.
- O'Donnell C.J. 2008: *An Aggregate Quantity-Price Framework for Measuring and Decomposing Productivity and Profitability Change*, Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working Papers WP07/2008, University of Queensland.
- O'Donnell C.J. 2010: *Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change*, Australian J. Agric. Res. Econ., 54, 527-560.

- O'Donnell C.J. 2011a: *DPIN version 1.0: a program for decomposing productivity index numbers*, Working Paper. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of Queensland, Australia.
- O'Donnell C.J. 2011b: *DPIN version 3.0: a program for decomposing productivity index numbers*, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of Queensland, Brisbane.
- O'Donnell C.J. 2012a: *An aggregate quantity framework for measuring and decomposing productivity change*, J. Prod. Anal., 38(3), 255-272.
- O'Donnell C.J. 2012b: *Nonparametric estimates of the components of productivity and profitability change in U.S. agriculture*, Am. J. of Agric. Econ. 94, 873-890.
- Rusielik R., Świtłyk M. 2009: *Zmiany efektywności technicznej rolnictwa w Polsce w latach 1998-2006*, Roczn. Nauk Rol., seria G, t. 96, z. 3. 20-27.
- Zawalinska K. 2004: *The Competitiveness of Polish Agriculture in the Context of Integration with the European Union*, Praca doktorska, WNE Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Ziętara W. 2013: *Polskie gospodarstwa chowem bydła na tle wybranych krajów*, IERiGŻ-PIB, Warszawa, nr 86, 9-26.

Summary

The aim of the study was to measure the total productivity of agriculture in Poland after accession to the European Union. In the study Hicks-Moorsteen productivity indexes were used. It has been shown that the productivity of agriculture in Poland has been growing. In the studied period were distinguished two periods of growth of productivity (up to 2006 and after 2008) and one downward in 2006-2008, which was associated with economic downturn in agriculture. The study has shown differences in productivity between regions and provinces.

Adres do korespondencji
dr inż. Robert Rusielik
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwami
ul. Janickiego 31
71-210 Szczecin
tel. (91) 449 68 71
e-mail: robert.rusielik@zut.edu.pl