

## **EFEKTYWNOŚĆ I PRODUKTYWNOŚĆ ROLNICTWA W POLSCE – ANALIZA Z WYKORZYSTANIEM INDEKSÓW TFP HICKSA-MOORSTEENA**

**Robert Rusielik**

Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwami  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
e-mail: robert.rusielik@zut.edu.pl

**Streszczenie:** Głównym celem badań była próba wykorzystania indeksów produktywności TFP (Total Factor Productivity) Hicksa-Moorstena do badania produktywności i efektywności rolnictwa w skali regionalnej oraz przyczyn ich zmian. Badania obejmują lata 2010 – 2012. Obliczenia wykonano w podziale na województwa. Dla każdego województwa obliczono indeksy produktywności TFP Hicksa-Moorstena. Dekompozycja obliczonych indeksów na kilka alternatywnych miar efektywności pozwoliła również na określenie przyczyn zmian pomiędzy poszczególnymi okresami badań.

**Słowa kluczowe:** produktywność, efektywność, rolnictwo, TFP, DEA, indeksy Hicksa-Moorsteena.

### **WSTĘP**

Do badania produktywności całkowitej (TFP) w sytuacji wielowymiarowych nakładów i efektów najpowszechniej wykorzystywane są indeksy produktywności Malmquista. Jest wiele badań, które dotyczyły grup przedsiębiorstw i całych sektorów w tym rolnictwa w Polsce wykorzystujących tę technologię np. [Breummer i in. 2002], [Latruffe i in. 2004], [Zawaliska 2004], [Balcombe i in. 2005], [Rusielik 2009] jak i badań porównawczych pomiędzy różnymi krajami. Färe [Färe i in. 1992] przedstawił technikę dekompozycji indeksów TFP na komponenty zmian efektywności i technologii a następnie koncepcję tę rozwinął w publikacji [Färe i in. 1994], gdzie wykazał jak zmiany efektywności można dekomponować na zmiany czystej efektywności technicznej i zmiany efektywności skali. Przedstawiona w tej publikacji 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 (CRS) wywołuje dyskusję na temat możliwych błędów i niewiarygodnych wyników. O'Donnell [2010, 2012a, 2012b] i [Hoang 2011] a w Polsce [Rusielik 2014] w badaniach produktywności rolnictwa wskazywali na większą przydatność indeksów TFP Hicksa-Moorsteena do pomiaru produktywności rolnictwa, co między innymi wynikało z dopuszczenia założeń zmiennych efektów skali (VRS) i lepszego dopasowania modelu do słabszych technologicznie obiektów. W prezentowanych badaniach obliczono indeksy produktywności całkowitej (TFP) działalności rolniczej w Polsce za lata 2010-2012 a następnie przeprowadzono dekompozycję otrzymanych indeksów na kilka wybranych miar efektywności. Wyniki przedstawiono w układzie województw a także regionów rolniczych FADN. Ze względu na ograniczenia redakcyjne w artykule przedstawiono tylko wybrane wyniki badań.

## MATERIAŁ I METODY

Celem badań było zbadanie możliwości wykorzystania indeksów produktywności Hicksa-Moorsteena do pomiaru efektywności rolnictwa w Polsce. Ze względu na wymogi redakcyjne w opracowaniu wykorzystano tylko wybrane syntetyczne wyniki badań. Dane wykorzystane w badaniach pochodzą z publikacji statystycznych tj.: Roczniki statystyczne województw i Roczniki statystyczne rolnictwa i obszarów wiejskich.

Mając technologię opartą na pojedynczym nakładzie i pojedynczym efekcie produktywności całkowitej (TFP total factor productivity) obiektu zazwyczaj definiujemy jako stosunek efektu do nakładu. W sytuacji wielowymiarowej TFP można z kolei zdefiniować jako stosunek zagregowanych efektów do zagregowanych nakładów. Kiedy nie są znane relacje cenowe obliczenia są problematyczne. O'Donnell [O'Donnell 2008] zdefiniował, w jaki sposób można ten problem rozwiązać bez znajomości relacji cenowych 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  $TFP_t = Q_t / X_t$ . Zmiany TFP pomiędzy dającym odniesienie obiektem 0 a obiektem  $t$  można z kolei przedstawić za pomocą indeksu (1) [O'Donnell 2008]:

$$TFP_{0t} = TFP_t / TFP_0 = Q_{0t} / X_{0t} \quad (1)$$

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 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 wektorów cen efektów i nakładów jako wag poszczególnych czynników. Można ten problem rozwiązać przez wykorzystanie różnych zagregowanych funkcji odległości, kalkulowanych na bazie dostępnych nakładów i efektów. Przykładami wykorzystania takich zagregowanych funkcji do kompozycji indeksów TFP są indeksy Malmquista, Hicksa-Moorsteena i Färe-Primonta, które można obliczyć wykorzystując programowanie liniowe (LP) i założenia metody Data Envelopment Analysis (DEA) [O'Donnel 2011].

Jeżeli przyjmiemy, że  $x_{it} = (x_{1it}, \dots, x_{Kit})'$  i  $q_{it} = (q_{1it}, \dots, q_{Jit})'$  to wektory nakładów i efektów to TFP obiektu  $i$  w okresie  $t$  to:

$$TFP_{it} \equiv \frac{Q_{it}}{X_{it}} \quad (2)$$

gdzie  $Q_{it} = Q(q_{it})$  to zagregowany efekt,  $X_{it} = X(x_{it})$  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 równaniem:

$$TFP_{hs,it} \equiv \frac{TFP_{it}}{TFP_{hs}} = \frac{Q_{it}/X_{it}}{Q_{hs}/X_{hs}} = \frac{Q_{hs,it}}{X_{hs,it}} \quad (3)$$

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 zmian TFP będzie iloraz zmian efektów do zmian nakładów. Indeksy w postaci (3) O'Donell [2008, 2010, 2011] 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 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 (4) [Diewert 1992]<sup>1</sup>:

$$TFP_{hs,it}^{HM} = \left( \frac{D_O(x_{hs}, q_{it}, s) D_I(x_{hs}, q_{hs}, s) D_O(x_{it}, q_{it}, t) D_I(x_{hs}, q_{it}, t)}{D_O(x_{hs}, q_{hs}, s) D_I(x_{it}, q_{hs}, s) D_O(x_{it}, q_{hs}, t) D_I(x_{it}, q_{it}, t)} \right)^{1/2}. \quad (4)$$

<sup>1</sup> Diewert, W. E. (1992) Fisher Ideal Output, Input, and Productivity Indexes Revisited. *Journal of Productivity Analysis*, 3, s. 211-248.

Tak zdefiniowany indeks był zaproponowany przez Diewerta [1992] 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. Indeksy, które mogą być rozwijane z postaci (4) można dekomponować na miarę zmian technologii i kilka miar zmian efektywności. Przykładowo pomiar całkowitej efektywności produkcji danej firmy może być wyrażony jako stosunek obserwowanej TFP do maksymalnej TFP możliwej do osiągnięcia przy użyciu dostępnych technologii. Efektywność taką możemy oznaczyć jako efektywność TFPE. Matematycznie dla obiektu  $i$  w okresie  $t$  można to zapisać w postaci:<sup>2</sup>

$$TFPE_{it} = \frac{TFP_{it}}{TFP_t^*} = \frac{Q_{it} / X_{it}}{Q_{it}^* / X_{it}^*} \leq 1, \quad (5)$$

gdzie  $TFP_t^*$  oznacza maksymalną TFP możliwą do uzyskania w okresie  $t$ . Z kolei  $Q_t^*$  i  $X_t^*$  reprezentują kombinację zagregowanych efektów i nakładów maksymalizujących TFP.

Przyjmując te założenia można zdefiniować kilka miar efektywności stanowiących komponenty TFPE. Dla dekompozycji zmian TFP zorientowanej na nakłady przedstawiają równania (6), (7) i (8).

Efektywność techniczna (ITE):

$$ITE_{it} = \frac{Q_{it} / X_{it}}{Q_{it} / \bar{X}_{it}} = \frac{\bar{X}_{it}}{X_{it}} = D_t(x_{it}, q_{it}, t)^{-1} \leq 1. \quad (6)$$

Efektywność skali (ISE):

$$ISE_{it} = \frac{Q_{it} / \bar{X}_{it}}{\tilde{Q}_{it} / \tilde{X}_{it}} \leq 1. \quad (7)$$

Efektywność typu mix (IME):

$$IME_{it} = \frac{Q_{it} / \bar{X}_{it}}{Q_{it} / \hat{X}_{it}} = \frac{\hat{X}_{it}}{\bar{X}_{it}} \leq 1, \quad (8)$$

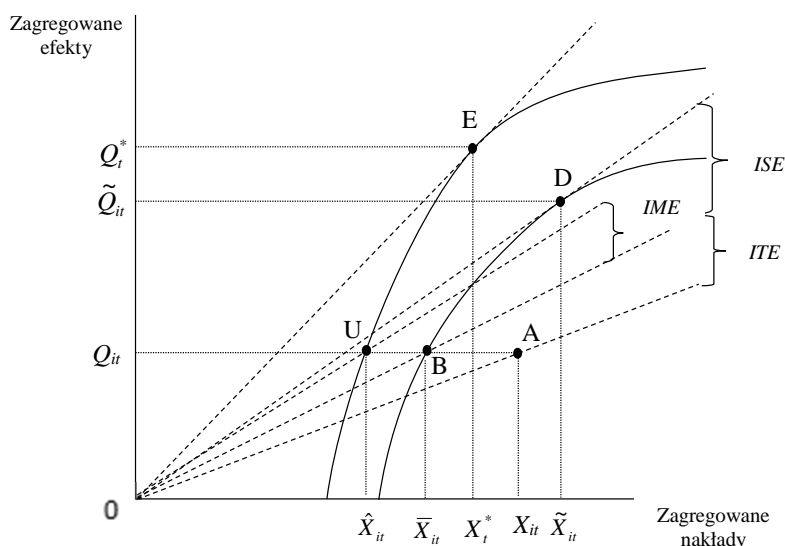
gdzie  $\bar{X}_{it}$  to minimalny zagregowany nakład, jaki jest możliwy do osiągnięcia, dla wytworzenia  $q_{it}$  przy wykorzystaniu wielokrotnionego skalarnie  $x_{it}$ ; natomiast  $\hat{X}_{it}$  to minimalny możliwy zagregowany nakład przy użyciu dowolnego

<sup>2</sup> C.J. O'Donnell. (2010) Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 54, s. 533.

wektora nakładów do wytworzenia  $q_{it}$ ,  $\tilde{Q}_{it}$  i  $\tilde{X}_{it}$  to zagregowane efekty i nakłady uzyskane przy maksymalnym TFP z ograniczeniem, że wektory efektów i nakładów  $(q_{it}, x_{it})$  są odpowiednio zwielokrotnione skalarnie. Przedstawiane miary efektywności są wybranymi do celów publikacji komponentami efektywności. Pełna dekompozycja obejmuje kilka dodatkowych indeksów które m.in. można znaleźć w publikacji [O'Donnell 2008].

Zależności pomiędzy poszczególnymi prezentowanymi miarami produktywności i efektywności można przedstawić obrazując wielowymiarową produkcję na zagregowanym obszarze efektów i nakładów w sposób pokazany na rysunku 1.

Rysunek 1. Miary efektywności dla modelu zorientowanego na nakłady



Źródło: opracowano na podstawie [O'Donnell 2011 s. 6]

Na rysunku 1 krzywa przechodząca przez punkty B i D reprezentuje granicę możliwości produkcyjnych dla obiektu operującego w punkcie A. Stanowi ona granicę technicznie możliwych kombinacji zagregowanych efektów i nakładów dla tego obiektu. Jeżeli ograniczenia zostaną złagodzone tj. możliwości produkcyjne rozszerzymy do maksymalnie możliwych w danym okresie to możliwe kombinacje zagregowanych efektów i nakładów będą reprezentowane przez krzywą przechodzącą przez punkty U i E. Pozwala to na zobrazowanie przedstawianych miar efektywności. Przykładowo  $ITE_{it}$  mierzy proporcjonalny wzrost TFP, czego odzwierciedleniem jest przesunięcie obiektu z punktu A do punktu B, który jest dla niego granicą możliwości produkcyjnych. Ograniczenie restrykcji i otwarcie tej granicy daje możliwość przesunięcia punktu A do punktu U, czego miarą zmian

produktywności TFP jest wskaźnik  $IME_{it}$ . Efektywność skali  $ISE_{it}$  reprezentowana jest przez proporcję nachylenia prostych OB/OD.

Wzorując się na publikacji [Coelli, Rao 2003], do modelu wykorzystano następujący zestaw zmiennych odzwierciedlających technologię produkcji w rolnictwie: efekt -  $Y1$  – wartość skupu produktów rolnych (mln zł); nakłady –  $X1$  – powierzchnia użytków rolnych (tys. ha),  $X2$  – wartość brutto środków trwałych w rolnictwie (mln zł),  $X3$  – pracujący w rolnictwie (tys.),  $X4$  – pogłowie bydła (tys. szt.),  $X5$  - pogłowie trzody (tys. szt.),  $X6$  – nawożenie NPK (tys. t),  $X7$  - nawożenie CaO (tys. t). W stosunku do oryginału zmodyfikowano dane wejściowe w ten sposób że wartość produkcji roślinnej i zwierzęcej reprezentowana jest przez wartość skupu produktów rolnych, natomiast ilość ciągników zastąpiono wartością środków trwałych w rolnictwie.

Tabela 1. Statystyki opisowe zmiennych za lata 2010-2012

Wyszczególnienie		Średnia	Min	Max	Odst.
Wartość skupu produktów rolnych (mln zł)	Y1	2381,2	739,5	8640,9	2163,4
Pow. UR (tys. ha)	X1	863,5	424,6	2033,0	448,8
Wartość brutto środków trwałych w rolnictwie i łowiectwie (mln zł)	X2	7139,9	2873,6	17603,6	4064,8
Pracujący w rolnictwie (tys.)	X3	115,9	32,6	305,8	92,0
Pogłowie bydła (tys. szt.)	X4	249,6	67,4	1042,0	309,5
Pogłowie trzody (tys. szt.)	X5	557,3	164,8	4277,4	974,0
NPK (tys. t)	X6	99,0	39,7	288,5	65,9
CaO (tys. t)	X7	25,4	3,6	85,9	22,2

Źródło: badania własne

Taki dobór zmiennych może budzić pewne obawy, co do zbytniego obciążenia wyników niewykorzystanym majątkiem trwałym, ale zostanie to zweryfikowane w trakcie kolejnych badań. Podstawowe statystyki opisowe zmiennych dla badanego okresu zamieszczono w Tabeli 1. Natomiast udział poszczególnych województw w wielkości wykorzystanych zmiennych zamieszczono w Tabeli 2.

Tabela 2. Średni udział województw w wielkości poszczególnych zmiennych w latach 2010-2012

	Y1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Dolnośląskie	5,4	6,3	5,6	3,6	1,8	2,0	7,7	10,9
Kujawsko-pomorskie	8,4	6,9	6,9	4,5	8,0	11,9	9,2	9,9
Lubelskie	7,6	9,3	8,6	13,1	6,6	5,9	8,7	8,0
Lubuskie	2,3	3,1	2,3	1,4	1,2	1,2	2,7	3,1
Łódzkie	6,8	6,5	7,5	7,6	8,0	8,5	6,8	4,7
Małopolskie	2,1	4,2	5,1	11,6	3,3	2,1	2,3	1,2

	Y1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Mazowieckie	15,3	13,3	13,5	12,8	18,1	9,2	11,0	7,5
Opolskie	4,0	3,4	3,7	2,1	2,1	4,2	5,5	8,6
Podkarpackie	1,5	4,3	4,6	11,0	1,9	1,7	2,1	1,4
Podlaskie	7,2	7,0	6,4	5,3	15,9	3,4	5,7	2,7
Pomorskie	5,2	5,0	3,9	2,7	3,4	6,0	5,4	6,7
Śląskie	2,5	2,8	4,0	4,3	2,1	2,3	2,6	2,6
Świętokrzyskie	2,1	3,4	3,8	6,4	3,0	2,3	2,5	0,7
Warmińsko-mazurskie	7,0	6,9	5,6	2,8	8,1	4,5	6,1	7,2
Wielkopolskie	17,9	11,7	13,8	8,9	14,8	32,0	15,4	15,7
Zachodniopomorskie	4,7	5,9	4,7	1,9	1,7	2,7	6,2	9,3
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: badania własne

## WYNIKI BADAŃ

Dla wszystkich województw obliczono indeksy TFP zgodnie z równaniem (4). Następnie przeprowadzono dekompozycję otrzymanych indeksów na kilka wybranych miar efektywności (5), (6), (7) i (8). Wyniki obliczeń wskaźników efektywności dla modeli zorientowanych na nakłady z wykorzystaniem zagregowanych funkcji Hicksa-Moorsteena przedstawione są w tabelach 3. i 4.

Średni poziom efektywności TFPE w analizowanych latach wahał się w granicach od 0,556 do 0,642. Najwyższy średni poziom tego wskaźnika wystąpił w roku 2010 a najniższy w 2011. Można zauważyć znaczne zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi województwami. Zdecydowanie najniższy poziom TFPE wystąpił w województwie wielkopolskim i znacznie odbiegał od pozostałych województw. Niski poziom tego wskaźnika odnotowano również w województwach: podkarpackim, mazowieckim i śląskim. Analizując układ zmiennych w tych województwach można zauważyć, że w przypadku województw wielkopolskiego i mazowieckiego udział ich w strukturze poszczególnych zmiennych był największy. Z kolei w przypadku województw śląskiego i podkarpackiego udział ten był najmniejszy. Najwyższymi wskaźnikami TFPE wykazały się w analizowanych latach województwa dolnośląskie, zachodniopomorskie, pomorskie, kujawsko-pomorskie, i warmińsko-mazurskie. Województwa te charakteryzują się proporcjonalnie wysokim udziałem produkcji zwierzęcej i niskim udziałem nawożenia w stosunku do wartości skupu produktów rolnych. Analiza poszczególnych regionów rolniczych wykazuje, że najwyższy średni wskaźnik TFPE występuje w badanych latach w regionie Pomorze i Mazury. Średni poziom efektywności w poszczególnych latach wahał się tutaj w granicach od 0,702 do 0,825. Wysoki poziom tego wskaźnika wykazują również województwa regionu Wielkopolska i Śląsk, ale z uwagi na bardzo niski poziom wskaźnika w województwie Wielkopolskim średnia jest tutaj zaniżona. Najniższy średni

wskaźnik TFPE występuje w regionie Małopolska i Pogórze. Średni poziom efektywności w poszczególnych latach wahał się tutaj w granicach od 0,702 do 0,825.

Analiza wskaźnika efektywności technicznej ITE wykazuje, że większość województw jest efektywna technicznie. Najniższy poziom efektywności ITE wynosił w analizowanych latach 0,893. Do województw nieefektywnych technicznie można zaliczyć województwa łódzkie, lubelskie i kujawsko-pomorskie. Może to sugerować, że w województwach tych poziom skupu jest poniżej oczekiwanych możliwości, ale oczywiście przy danym zestawie zmiennych. Można też zauważyć, że wszystkie województwa o najniższym poziomie wskaźnika TFPE są efektywne technicznie.

Tabela 3. Efektywność TFPE i efektywność techniczna ITE rolnictwa w Polsce w latach 2010-2012 obliczona z wykorzystaniem indeksu Hicksa-Moorsteena

Wyszczególnienie	TFPE			ITE		
	Rok			Rok		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Pomorze i Mazury						
Lubuskie	0,691	0,607	0,533	1,000	1,000	1,000
Pomorskie	0,859	0,775	0,813	1,000	1,000	1,000
Warmińsko-mazurskie	0,869	0,745	0,880	1,000	1,000	1,000
Zachodniopomorskie	0,901	0,693	0,803	1,000	1,000	1,000
Wielkopolska i Śląsk						
Dolnośląskie	0,915	0,694	0,885	1,000	1,000	1,000
Kujawsko-pomorskie	0,851	0,748	0,761	0,956	0,928	1,000
Opolskie	0,649	0,733	0,787	1,000	1,000	1,000
Wielkopolskie	0,251	0,175	0,197	1,000	1,000	1,000
Mazowsze i Podlasie						
Lubelskie	0,737	0,537	0,755	0,981	0,933	0,920
Łódzkie	0,725	0,702	0,668	0,893	0,904	0,957
Mazowieckie	0,562	0,406	0,663	1,000	1,000	1,000
Podlaskie	0,829	0,590	0,827	1,000	1,000	1,000
Małopolska i Pogórze						
Małopolskie	0,618	0,496	0,528	1,000	0,959	1,000
Podkarpackie	0,445	0,357	0,366	1,000	1,000	1,000
Śląskie	0,318	0,571	0,590	1,000	1,000	1,000
Świętokrzyskie	0,649	0,564	0,624	1,000	1,000	1,000
<b>Min</b>	<b>0,251</b>	<b>0,175</b>	<b>0,197</b>	<b>0,893</b>	<b>0,904</b>	<b>0,920</b>
<b>Max</b>	<b>0,915</b>	<b>0,775</b>	<b>0,885</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
<b>Średnia</b>	<b>0,642</b>	<b>0,556</b>	<b>0,631</b>	<b>0,989</b>	<b>0,982</b>	<b>0,992</b>

Źródło: obliczenia własne



Średnia efektywność skali (ISE) w analizowanych latach kształtowała się na poziomie 0,953 do 0,961. Najniższa efektywność skali wystąpiła w województwie podkarpackim i kształtowała się na poziomie 0,692 do 0,890. Analizując dane w tym województwie można zauważyć, że o ile udział tego województwa w wartości skupu produktów rolnych kształtuje się na poziomie 1,5% natomiast w wykorzystywanych nakładach i zasobach jest nieproporcjonalnie duży. Do województw o niskim poziomie tego wskaźnika można zaliczyć jeszcze województwa małopolskie i śląskie a także łódzkie. Najwyższa średnia efektywność skali w analizowanych latach występowała w rejonie Pomorze i Mazury natomiast najmniejsza w rejonie Małopolska i Pogórze.

Tabela 4. Efektywność skali ISE i efektywność typu mix (ITE) rolnictwa w Polsce w latach 2010-2012 obliczona z wykorzystaniem indeksu Hicksa-Moorsteena

	ISE			IME		
	Rok			Rok		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Pomorze i Mazury						
Lubuskie	1,000	1,000	0,958	1,000	1,000	1,000
Pomorskie	1,000	1,000	1,000	0,927	1,000	0,967
Warmińsko-mazurskie	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zachodniopomorskie	1,000	1,000	1,000	0,960	0,904	1,000
Wielkopolska i Śląsk						
Dolnośląskie	1,000	1,000	1,000	0,995	1,000	1,000
Kujawsko-pomorskie	0,990	0,994	0,995	0,988	0,961	0,945
Opolskie	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999
Wielkopolskie	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Mazowsze i Podlasie						
Lubelskie	0,953	0,969	1,000	0,972	0,916	0,958
Łódzkie	0,955	0,943	0,943	0,932	0,968	0,948
Mazowieckie	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Podlaskie	1,000	1,000	1,000	1,000	0,951	1,000
Małopolska i Pogórze						
Małopolskie	0,914	0,759	0,745	0,859	0,922	0,995
Podkarpackie	0,730	0,692	0,890	0,941	1,000	1,000
Śląskie	0,874	0,961	0,887	0,840	1,000	1,000
Świętokrzyskie	1,000	1,000	1,000	0,968	1,000	0,985
<b>Min</b>	<b>0,730</b>	<b>0,692</b>	<b>0,745</b>	<b>0,840</b>	<b>0,904</b>	<b>0,945</b>
<b>Max</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
<b>Średnia</b>	<b>0,961</b>	<b>0,953</b>	<b>0,961</b>	<b>0,960</b>	<b>0,976</b>	<b>0,987</b>

Źródło: obliczenia własne

Kolejnym analizowanym wskaźnikiem jest efektywność typu mix (IME). Najwyższy stopień nieefektywności tego typu występuje w województwach małopolskim, lubelskim, łódzkim i kujawsko-pomorskim. W województwach tych istnieją największe możliwości poprawy efektywności poprzez alokację wykorzystywanych zasobów i nakładów. Najwyższa średnia efektywność mix w analizowanych latach występuje w regionie Wielkopolska i Śląsk natomiast najniższa w regionie Małopolska i Pogórze.

## PODSUMOWANIA I WNIOSKI

W prezentowanych badaniach podjęto próbę wykorzystania indeksów TFP Hicksa-Moorsteena do badania produktywności i efektywności rolnictwa w Polsce. Obliczono indeksy produktywności a następnie zdekomponowano je na kilka miar efektywności. Otrzymane wyniki porównano w układzie województw i w podziale na 4 regiony rolnicze FADN.

Wykazano duże zróżnicowanie w poziomie efektywności TFPE pomiędzy poszczególnymi województwami i regionami. Najniższy poziom efektywności TFPE wystąpił w województwach wielkopolskim, podkarpackim, mazowieckim i śląskim. Na tym poziomie szczegółowości badań nie stwierdzono jednoznacznie przyczyn nieefektywności. Najwyższy średni wskaźnik TFPE występuje w badanych latach w regionie Pomorze i Mazury natomiast najniższy średni w regionie Małopolska i Pogórze. Analiza przyczyn zróżnicowania tego wskaźnika pomiędzy poszczególnymi województwami wymaga pełnej dekompozycji.

Stwierdzono małe zróżnicowanie wskaźnika efektywności technicznej ITE. Zdecydowaną większość województw można uznać za efektywne technicznie. Można zauważyć, że wszystkie województwa o najniższym poziomie wskaźnika TFPE są efektywne technicznie.

Najwyższa średnia efektywność skali (ISE) w analizowanych latach występowała w rejonie Pomorze i Mazury natomiast najmniejsza w rejonie Małopolska i Pogórze. Najniższa efektywność skali wystąpiła w województwie podkarpackim. Do województw o niskim poziomie tego wskaźnika można zaliczyć jeszcze województwa małopolskie i śląskie a także łódzkie. Można zauważyć, że województwa podkarpackie i śląskie, które miały jedno z najniższych wskaźników efektywności TFPE mają również nieefektywną skalę natomiast są efektywne technicznie. W tym przypadku trudno jest również jednoznacznie stwierdzić jakie są przyczyny nieefektywności. Konieczne są bardziej pogłębione badania.

Największe możliwości poprawy efektywności poprzez alokację wykorzystywanych zasobów i nakładów występują w województwach małopolskim, lubelskim, łódzkim i kujawsko-pomorskim. Najwyższa średnia efektywność mix w analizowanych latach występuje w regionie Wielkopolska i Śląsk natomiast najniższa w regionie Małopolska i Pogórze.

Badania wykazały, że na tym poziomie szczegółowości badań wykorzystanie otrzymanych wskaźników jest ograniczone. Można stwierdzić zróżnicowanie

pomiędzy województwami w poziomie poszczególnych wskaźników natomiast znalezienie przyczyn wymaga pogłębienia badań i analiz.

## BIBLIOGRAFIA

- Balcombe K., Davidova S., Latruffe L. (2005) Productivity change in polish agriculture: An application of a bootstrap procedure to Malmquist indicies, *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, *American Journal of Agricultural Economics*, 84(3), 628-644.
- Diewert W.E. (1992) Fisher ideal output, input, and productivity indexes revisited. *Journal of Productivity Analysis* 3, 211–248.
- Coelli T.J., Rao D.S.P. (2003) Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93 countries, 1980-2000. *Agricultural Economics* 32(s1), 115-134.
- Färe R., Grosskopf S., Lindgren, B., Roos P. (1992) Productivity changes in Swedish pharmacies 1980–1989: a nonparametric Malmquist approach, *Journal of Productivity Analysis* 3, 85–101.
- Färe R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z. (1994) Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries, *American Economic Review* 84, 66–83.
- 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 Journal of Agricultural and Resource Economics* 54, 527–560.
- O'Donnell C.J. (2011) 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, *Journal of Productivity Analysis* 38 (3), 255–272.
- O'Donnell C.J. (2012b) Nonparametric estimates of the components of productivity and profitability change in U.S. agriculture, *American Journal of Agricultural Economics* 94, 873–890.
- Rusielik R., Świtłyk M. (2009) Zmiany efektywności technicznej rolnictwa w Polsce w latach 1998-2006, *Rocz. Nauk Roln., seria G*, t. 96, z. 3. 20-27.

- Rusielik R. (2014) Zmiany produktywności rolnictwa Polski po wstąpieniu do Unii Europejskiej – analiza z wykorzystaniem indeksów TFP Hicksa-Moorsteena., Rocz. Nauk SERiA, t. XVI, z. 4. 246-252.
- Zawalinska K. (2004) The Competitiveness of Polish Agriculture in the Context of Integration with the European Union, Praca doktorska, WNE UW, Warszawa.

**THE EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY  
IN POLISH AGRICULTURE  
- ANALYSIS OF USING HICKS-MOORSTEEN TFP INDEX**

**Abstract:** The main purpose of the research discussed in this paper is used to calculate productivity and efficiency in agriculture with Hicks-Moorsteen Total Factor Productivity (TFP) indexes. Productivity and efficiency have been identified at the regional level, indicating the reasons for the changes. The calculation period covers 3 years (2010-2012). Hicks-Moorsteen (TFP) indexes was calculated for each Polish province. The TFP index decomposition analysis into measure of efficiency change allowed to identification determinants between periods of calculation.

**Keywords:** productivity, efficiency, agriculture, TFP, DEA, Hicks-Moorsteen index.