



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Joanna Baran

Efektywność polskiego rolnictwa na tle pozostałych krajów Unii Europejskiej

Streszczenie: W artykule, bazując na metodzie Data Envelopment Analysis (DEA), określono efektywność polskiego rolnictwa na tle 25 krajów UE w 2014 r. Zastosowano model DEA zorientowany na minimalizację nakładów. Do modelu przyjęto jako zmienne: (1) efekt (wartość produkcji rolnej) oraz (4) nakłady (powierzchnia UR, liczba pełnozatrudnionych w rolnictwie, zużycie nawozów, zużycie energii). Stworzono ranking państw pod względem efektywności rolnictwa. Efektywnym sektorem rolnictwa charakteryzowały się: Holandia, Dania, Grecja, Wielka Brytania, Włochy i Belgia. Dla państw, w których rolnictwo uznane zostało za nieefektywne zgodnie z ideą benchmarkingu, zaproponowano zmiany w poziomie nakładów, które mogłyby przyczynić się do poprawy ich efektywności. Efektywność rolnictwa w Polsce wypadła słabo na tle pozostałych członków UE. Przyczyną tej sytuacji mogą być problemy strukturalne, niska wydajność pracy w sektorze rolnym w Polsce oraz ekstensywny charakter produkcji rolniczej.

Następnie zbadano, czy istnieje zależność pomiędzy rozwojem gospodarczym poszczególnych krajów – członków UE a poziomem efektywności rolnictwa. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że „stare” kraje UE-15, które charakteryzują się wyższym poziomem rozwoju gospodarczego, mają również wyższą efektywność rolnictwa. Z kolei w krajach, które przystąpiły do UE po 2004 r., zaobserwowano odwrotną zależność: im wyższy rozwój gospodarczy, tym mniejsza efektywność rolnictwa.

Słowa kluczowe: rolnictwo, efektywność, metoda Data Envelopment Analysis, rozwój gospodarczy, Unia Europejska.

Autorka jest pracownikiem Katedry Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa (e-mail: joanna_baran@sggw.pl).

1. Wprowadzenie

Definicja efektywności i sposoby jej pomiaru są istotnymi zagadnieniami w ekonomii. W skali makroekonomicznej pojęcie efektywności wynika z koncepcji dobrobytu społecznego wypracowanej w ramach ekonomii neoklasycznej. Efektywność w tym podejściu jest definiowana jako maksymalizacja produkcji wynikająca z właściwej alokacji zasobów, przy danych ograniczeniach podaży (kosztów ponoszonych przez producentów) i popytu (preferencji konsumentów) (Kamerschen, McKenzie, Nardinelli 1992, s. 61; Kulawik 2008, s. 113; Pietrzak 2006, s. 22–23). Według tego podejścia efektywność jest rozumiana jako stopień zbliżenia ilości i ceny dóbr na danym rynku do ilości i ceny równowagi możliwych do osiągnięcia w warunkach doskonałej konkurencji. Przytoczone wyżej rozumienie efektywności dotyczy zatem efektywności rynków.

Mikroekonomiczne ujęcie efektywności prezentują z kolei m.in. Jan Rajtar (1984, s. 139), Józef Penc (1997, s. 99) i Wojciech Józwiak (1998, s. 146), którzy wiążą efektywność z indywidualnym przedsiębiorstwem i ogólnie definiują ją jako relację uzyskiwanych przez dany podmiot gospodarczy efektów do poniesionych nakładów. Ujęciu temu odpowiada również definicja efektywności podana w *Encyklopedii ekonomiczno-rolniczej*: „miarą efektywności gospodarowania w rolnictwie jest relacja między ilością wytworzonych produktów, czyli wynikami produkcyjnymi, a ilością zużytych w procesie produkcji czynników produkcji, czyli nakładami” (1984, s. 139). Z kolei Harold Fried, Knox Lovell i Shelton Schmidt taką relację efektów do nakładów nazywają produktywnością, a efektywność określają jako relację między produktywnością danego obiektu a maksymalną produktywnością możliwą do osiągnięcia w danych warunkach technologicznych (Fried, Lovell, Schmidt 1993, s. 4). W tym kontekście efektywność jest miarą względną, podczas gdy produktywność jest miarą bezwzględną.

Polskie rolnictwo stoi w obliczu zwiększania swojej konkurencyjności zarówno na rynku krajowym, jak i na rynkach międzynarodowych. Podstawowym sposobem konkurowania według Józwiaka jest zwiększanie efektywności mikroekonomicznej (Józwiak 2012). Jednym z ważniejszych aspektów dotyczących potencjalnych zdolności konkurowania rolnictwa jest jego konkurencyjność zasobowa, która jest oceniana przez pryzmat zasobów czynników produkcji, efektywność ich wykorzystania, tempo i kierunek zmian strukturalnych oraz efektywność gospodarowania (Poczta, Siemiński 2010, s. 12; Woś 2001, s. 30–34). Wyższa produktywność czynników produkcji oznacza większą efektywność, ta z kolei jest niezbędnym warunkiem konkurencyjności oraz osiągania przewagi konkurencyjnej (Kalińska, Wrzeszcz 2007, s. 209; Nowak 2013, s. 159–161). Istotne znaczenie ma również pomiar efektywności polskiego rolnictwa i jego ocena na tle pozostałych państw Unii Europejskiej.

W literaturze ekonomicznej wyróżnia się wiele metod badania efektywności obiektów gospodarczych. Najczęściej metody te klasyfikuje się jako: parametryczne (bazujące na modelach ekonometrycznych), nieparametryczne (wykorzystujące programowanie matematyczne), klasyczne (oparte na wskaźnikach finansowych) (Guzik 2009, s. 18–19; Pawłowska 2005, s. 20).

Metody parametryczne bazują na znanej z teorii mikroekonomii funkcji produkcji, określającej zależność pomiędzy nakładami i wynikami. Parametry tej funkcji ustala się za pomocą klasycznych narzędzi estymacji ekonometrycznej. Funkcja ta określa krzywą efektywności, a odchylenia od tej krzywej traktuje się jako powodowane przez błędy losowe i nieefektywność (Pawłowska 2005, s. 21).

Metody nieparametryczne nie uwzględniają wpływu czynników przypadkowych (losowych) na efektywność badanych obiektów oraz nie zakładają potencjalnych błędów pomiaru. Metody nieparametryczne nie wymagają również przyjęcia żadnych założeń odnośnie do zależności funkcyjnej pomiędzy nakładami i efektami. Krzywa efektywności jest określona na podstawie danych empirycznych przy wykorzystaniu programowania liniowego (Pawłowska 2005, s. 21).

Ustalenie efektywności w metodach klasycznych polega z kolei na porównaniu wskaźników ekonomiczno-finansowych między obiektami (sektorami, gospodarstwami), np. wskaźników rentowności, produktywności czy wydajności pracy (Sierpińska, Jachna 1997, s. 97–108). Według Komisji Europejskiej produktywność jest najbardziej wiarygodnym wskaźnikiem konkurencyjności w długim okresie (European Commission 2009).

Celem głównym niniejszych badań jest określenie efektywności polskiego rolnictwa na tle rolnictwa europejskiego przy zastosowaniu wskaźników produktywności oraz metody nieparametrycznej Data Envelopment Analysis (DEA). W ramach celów szczegółowych zakłada się dla rolnictwa nieefektywnego zgodnie z ideą benchmarkingu zaproponowanie zmian w poziomie nakładów, które mogłyby przyczynić się do poprawy efektywności, a także zweryfikowanie, czy kraje UE o wyższym poziomie rozwoju gospodarczego charakteryzują się wyższą efektywnością rolnictwa.

2. Materiał i metody badawcze

Materiałem źródłowym do badań były dane za 2014 r. publikowane w bazach EUROSTATU dotyczące rolnictwa w poszczególnych krajach członkowskich UE.

Obiekty do badań zostały dobrane w sposób celowy (Stachak 2003, s. 146). Próbie badawczą stanowiły sektory rolnictwa z poszczególnych krajów Unii Europejskiej, przy uwzględnieniu następujących warunków:

- kryterium 1: kraj był członkiem UE w 2014 r.;
- kryterium 2: dane dotyczące rolnictwa w danym kraju były kompletne.

Przyjęcie powyższych kryteriów było podyktowane koniecznością pozyskania danych niezbędnych do realizacji głównego celu badawczego. Zastosowanie kryteriów sprawiło, że z 28 państw członkowskich pozostało 25. Z próby badawczej po zastosowaniu kryterium 2 wyeliminowano Maltę, Luksemburg i Cypr. Warto zaznaczyć, że udział wartości produkcji rolnictwa Malty, Luksemburga i Cypru w całości produkcji rolniczej UE stanowi odpowiednio 0,03%, 0,1% i 0,1%, a zatem są to kraje o znikomym znaczeniu dla rolnictwa UE.

Do pomiaru efektywności rolnictwa została wykorzystana metoda Data Envelopment Analysis (DEA), która bazuje na koncepcji produktywności Gérarda Debreu (1951) i Michaela Jamesa Farrella (1957), a została zaadaptowana do analizy wielowymiarowej przez Abrahama Charnesa, Williama Coopera i Edwarda Rhodessa (1978).

Metoda Data Envelopment Analysis jest zaliczana do nieparametrycznych metod badania efektywności, gdzie dysponując s – efektami i m – nakładami, efektywność można obliczyć ze wzoru (Cooper, Seiford, Tone 2007):

$$\frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} = \frac{\mu_1 y_1 + \mu_2 y_2 + \dots + \mu_s y_s}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m},$$

gdzie:

y_r – wartość efektu,

x_i – wartość nakładu,

μ_r – waga efektu,

v_i – waga nakładu.

Sprawdzenie m nakładów i s efektów do wielkości syntetycznych pozwala wyznaczyć wskaźnik efektywności technicznej, który w zadaniu programowania liniowego jest funkcją celu, poddaną maksymalizacji dla każdego obiektu. W metodzie DEA obiektami analizy są tzw. jednostki decyzyjne – Decision Making Units (DMU). Jako DMU można uwzględniać przedsiębiorstwa, zakłady w ramach przedsiębiorstw, sektory gospodarki, kraje itp. W niniejszym artykule jednostkami decyzyjnymi będą sektory rolnictwa w poszczególnych krajach UE. We wspomnianym wyżej zadaniu programowania liniowego zmiennymi optymalizowanymi są wagi μ_r i v_i efektów oraz nakładów, a wielkości efektów oraz nakładów są danymi empirycznymi. Jeśli dla danego obiektu wskaźnik efektywności = 1, oznacza to, że nie istnieje bardziej korzystna kombinacja pozwalająca na osiągnięcie przez obiekt tych samych efektów. Takie DMU uznaje się wtedy za efektywne. Z kolei jeśli wskaźnik efektywności < 1, oznacza to, że istnieje bardziej efektywna kombinacja nakładów umożliwiająca osiągnięcie tych samych efektów, a zatem dany obiekt jest nieefektywny.

W metodzie DEA można wyróżnić dwie funkcje celu: maksymalizacja efektów przy danych nakładach lub minimalizacja nakładów przy danych efektach (Coelli i in. 2005). Celem modelu DEA zorientowanego na nakłady (model *input-oriented*) jest minimalizacja nakładów obiektu, przy zachowaniu co najmniej tej samej wielkości uzyskanych efektów. Celem modelu zorientowanego na efekty (model *output-oriented*) jest maksymalizowanie efektów przy zachowaniu niezmiennych nakładów.

Biorąc pod uwagę rodzaj efektów skali, wyróżnia się: model CCR, którego nazwa pochodzi od pierwszych liter nazwisk twórców modelu (Charnes, Cooper, Rhodes), zakładający stałe efekty skali (z ang. Constant Returns to Scale – CRS) oraz model BCC, którego nazwa również pochodzi od twórców modelu (Rajiv Banker, Charnes, Cooper), zakładający zmienne efekty skali (z ang. Variable Returns to Scale – VRS) (Banker, Charnes, Cooper 1984; Charnes, Cooper, Rhodes 1978).

W metodzie DEA dla obiektu nieefektywnego można ustalić technologię optymalną, która jest określana na podstawie technologii obiektów o najwyższej względnej efektywności w badanej grupie. Technologia optymalna wyznaczana jest na podstawie wzoru (Guzik 2009):

$$T^*_0 = \sum_{j=1}^N \lambda_{oj} \cdot t_j,$$

gdzie:

T^*_0 – technologia optymalna dla o -tego obiektu,

t_j – technologia empiryczna j -tego obiektu,

λ_{oj} – udział technologii j -tego obiektu w technologii optymalnej dla o -tego obiektu.

Metodę DEA wykorzystywano do badania efektywności całego sektora rolniczego (Prasada Rao, Coelli 1998; Rusielik, Świtłyk 2009), efektywności gospodarstw mlecznych oraz zajmujących się produkcją żywca wołowego stowarzyszonych w Europejskim Stowarzyszeniu Producentów Mleka (Helta, Świtłyk 2007; Rusielik, Prochorowicz 2007; Świtłyk, Ziętara 2009), efektywności gospodarstw produkcji roślinnej (Alene, Manyong, Gockowski 2006; Bayarsaihan, Battese, Coelli 1997), porównania efektywności gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej i zwierzęcej (Latruffe i in. 2005), badania efektywności gospodarstw trzodowych (Galanopoulos i in. 2006), efektywności gospodarstw korzystających z publicznego wsparcia do inwestycji (Czekaj 2008), efektywności nawożenia mineralnego (Helta, Świtłyk 2004). W wyżej wymienionych badaniach metodę DEA stosowano do określenia efektywności bądź nieefektywności technicznej i skali badanych obiektów, określenia wielkości luk produkcyjnych, zbudowania rankingu badanych obiektów przy wykorzystaniu modelu superefektywności DEA.

3. Wyniki badań

3.1. Efektywność rolnictwa w krajach UE

Analizując wartość produkcji rolniczej UE, można stwierdzić, że jej 80% jest generowane przez rolnictwo ośmiu krajów: Francji, Niemiec, Włoch, Hiszpanii, Wielkiej Brytanii, Holandii, Polski oraz Rumunii. Z punktu widzenia gospodarki kraju, jak również indywidualnych rolników istotne jest, jak efektywnie są wykorzystywane czynniki produkcji w celu uzyskania wielkości produkcji rolniczej danego kraju czy danego gospodarstwa rolniczego. Czy kraje i/lub gospodarstwa, które generują najwyższą produkcję, są również najbardziej efektywne pod względem przetwarzania nakładów w efekty?

Do oceny i porównania sektorów gospodarki, w tym również rolnictwa, w różnych krajach często wykorzystuje się tradycyjne wskaźniki, tj. wydajność pracy, produktywność ziemi czy produktywność kapitału (tabela 1). Produktywność pracy w rolnictwie UE, podobnie jak produktywność ziemi, charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem. Najwyższą wydajność pracy w 2014 r. osiągnęło rolnictwo w Danii, Holandii, Belgii oraz Niemczech. W Polsce wydajność pracy była ok. trzykrotnie niższa od średniej w UE i 15-krotnie niższa niż w rolnictwie duńskim i holenderskim, co wynika z różnic w uzbrojeniu technicznym pracy oraz w poziomie zatrudnienia w rolnictwie. Również produktywność ziemi w Polsce należała do najniższych we Wspólnocie, co można tłumaczyć ekstensywnym charakterem produkcji rolniczej, o którym świadczą mniejsze niż w krajach wysoko rozwiniętych nakłady plonotwórcze.

Wskaźniki produktywności są proste w zastosowaniu, ale mają charakter jednowymiarowy, tzn. uwzględniają relację tylko jednego efektu (np. przychodów ze sprzedaży, dochodu) i tylko jednego nakładu (np. wartości aktywów, siły roboczej, powierzchni użytków rolnych), a zatem oceniają tylko część obszaru działalności danego sektora gospodarki czy gospodarstwa. Aby ocenić kompleksowo sektory gospodarki, przedsiębiorstwa czy gospodarstwa, konieczne jest zestawienie kilku jednowymiarowych wskaźników lub połączenie ich w grupy. Duża liczba wskaźników może jednak utrudniać całościową ocenę sektora rolnego. Dodatkowo wskaźniki te mogą dawać rozbieżne informacje o efektywności sektora. Przykładowo, przy porównaniu rolnictwa krajów UE według wydajności pracy, produktywności ziemi i środków trwałych otrzymujemy różne rankingi (tabela 1) – rolnictwo niektórych krajów charakteryzuje się przeciętną produktywnością ziemi czy też środków trwałych, ale za to ma lepszą wydajność czynnika pracy w odniesieniu do innych (patrz np. Dania, tabela 1). Pojawia się zatem problem oceny, który z badanych krajów charakteryzuje się wyższą efektywnością rolnictwa – czy wyższa wydajność pracy rekompensuje niższą produktywność ziemi i kapitału?

Tabela 1. Wydajność pracy, produktywność ziemi i środków trwałych w rolnictwie w krajach UE (2014 r.)**Table 1.** Labour productivity, land and fixed assets productivity in agriculture in EU (2014)

Kraj	Wydajność pracy (tys. euro/AWU)	Produktywność ziemi (tys. euro/ha)	Produktywność środków trwałych
Dania	199	4,05	0,22
Holandia	180	14,16	0,30
Belgia	140	6,04	0,48
Niemcy	114	3,44	0,18
Wielka Brytania	103	1,75	0,27
Szwecja	97	1,95	b.d.
Francja	94	2,51	0,32
Austria	54	2,30	0,09
Hiszpania	50	1,75	b.d.
Finlandia	50	1,78	0,10
Czechy	46	1,38	0,24
Irlandia	45	1,64	b.d.
Włochy	45	2,87	0,11
Słowacja	42	1,18	0,16
Estonia	39	0,88	0,28
Portugalia	24	1,76	b.d.
Grecja	22	2,68	0,24
Litwa	17	0,90	0,32
Węgry	17	1,46	0,20
Słowenia	15	2,61	0,21
Łotwa	15	0,61	b.d.
Bułgaria	14	0,83	b.d.
Polska	12	1,59	0,35
Chorwacja	12	1,41	b.d.
Rumunia	11	1,10	b.d.
Średnia	58	2,50	0,24

b.d. – brak danych.

Źródło: badania własne na podstawie danych EUROSTAT.

Source: author's own calculations based on EUROSTAT.

Biorąc pod uwagę, że efektywność sektora rolnego jest złożonym zjawiskiem ekonomicznym, warto do jego oceny zastosować podejście zintegrowane – bazujące na różnych metodach, które wzajemnie się uzupełniają i pomagają lepiej zrozumieć i wyjaśnić sytuację rolnictwa. W tym celu do określenia efektywności rolnictwa w poszczególnych państwach oprócz tradycyjnych wskaźników wydajności i produktywności zastosowano metodę DEA – model CCR ukierunkowany na minimalizację nakładów (*input-oriented*) oraz model *super-efficiency*. Przyjęto orientację modelu na minimalizację nakładów, gdyż w świetle obowiązującego w UE ustawodawstwa w zakresie polityk środowiskowych i upowszechnianych zasad zrównoważonego rozwoju zakłada się między innymi, że jedyną aktualnie opcją rozwoju dla europejskiego rolnictwa jest wzrost produkcji rolniczej przez innowacje i deintensyfikację nakładów (Bieńkowski i in. 2013). Do obliczanego modelu, bazując na przeglądzie literatury, przyjęto następujące zmienne¹:

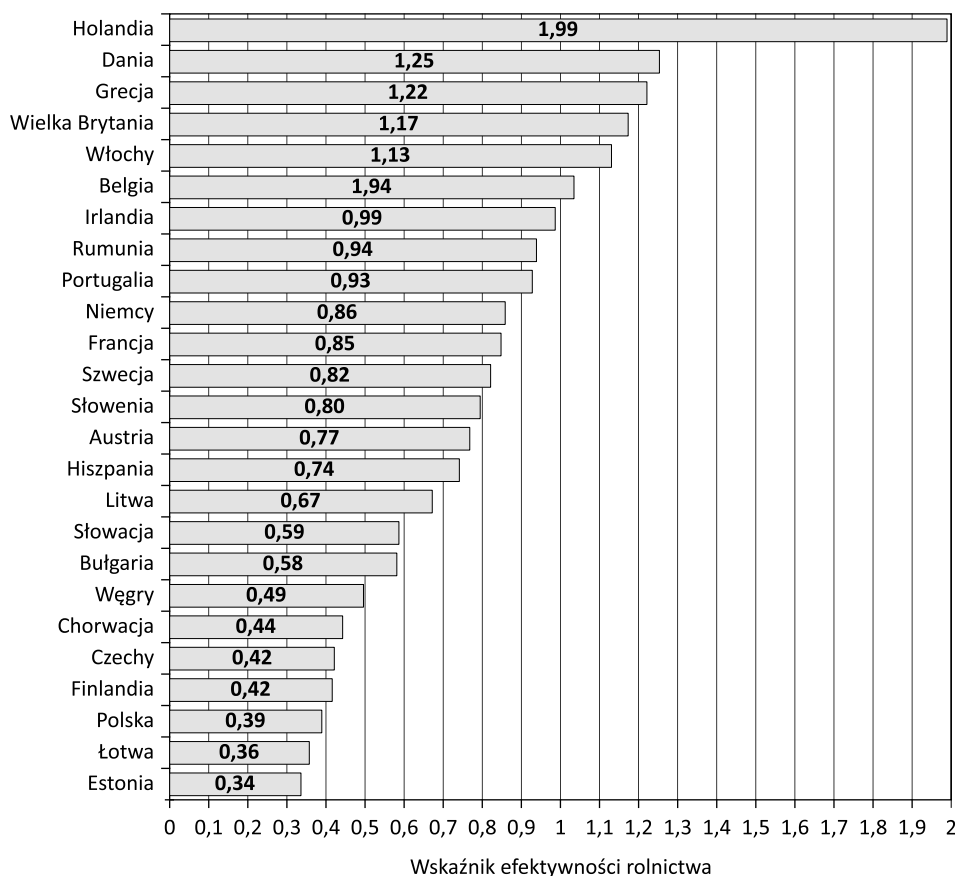
- efekt y_1 – wartość produkcji rolniczej (mln euro),
- nakład x_1 – powierzchnia użytków rolnych (tys. ha),
- nakład x_2 – osoby pełnozatrudnione w rolnictwie (tys. AWU),
- nakład x_3 – zużycie nawozów NPK (t),
- nakład x_4 – zużycie energii (terajoule).

W pierwszym etapie badań rozpoznano poziom efektywności rolnictwa w poszczególnych państwach w 2014 r. oraz stworzono ranking państw według wskaźnika efektywności rolnictwa (rysunek 1).

Średnia efektywność techniczna rolnictwa w UE w 2014 r. kształtowała się na dość wysokim poziomie – wskaźnik efektywności DEA wyniósł 0,74. Sześć sektorów rolnictwa z dwudziestu pięciu badanych uznano za w pełni efektywne, ich wskaźnik efektywności wyniósł 1. W grupie efektywnych obiektów znalazły się sektory rolnictwa z: Holandii, Danii, Grecji, Wielkiej Brytanii, Włoch i Belgii (rysunek 1).

W drugim etapie badań dla obiektów efektywnych zastosowano model *super-efficiency* DEA i wskazano, w których państwach uznanych za liderów rolnictwo najbardziej efektywnie przetwarza nakłady w wyniki. W wyniku tych obliczeń wskaźniki efektywności rolnictwa dla sześciu krajów (liderów) ukształtowały się w przedziale od 1 do 2. Zdecydowaną przewagą nad pozostałymi państwami UE charakteryzowało się rolnictwo holenderskie (wskaźnik *super-efficiency* DEA wyniósł 1,99 – patrz rysunek 1).

¹ Jedną ze słabości zastosowanego modelu DEA może być brak uwzględnienia zmiennych odzwierciedlających czynnik kapitału, np. wartości środków trwałych. Było to jednak podyktowane brakiem danych w tym zakresie dla 8 z 25 badanych krajów (por. tabela 1), dlatego autorka podjęła decyzję o zachowaniu liczby badanej próby i nie uwzględnianiu tej zmiennej w modelu DEA.



Rysunek 1. Efektywność rolnictwa krajów UE bazująca na metodzie DEA

Figure 1. The efficiency of EU agriculture based on the DEA method

Źródło: badania własne na podstawie danych EUROSTAT.

Source: author's own calculations based on EUROSTAT.

Polskie rolnictwo w rankingu efektywności zajmuje jedną z końcowych pozycji, wraz z rolnictwem krajów, które tak jak Polska przyłączyły się UE po 2004 r. Również wskaźniki produktywności ziemi i wydajności pracy wskazywały na niską konkurencyjność polskiego rolnictwa. Niska efektywność może wynikać z problemów strukturalnych sektora rolnego w Polsce oraz ekstensywnego charakteru produkcji rolniczej.

Następnie, bazując na metodzie DEA, dla nieefektywnych sektorów rolnictwa w poszczególnych krajach zidentyfikowano optymalne technologie, które umożliwiłyby poprawę ich efektywności. Zgodnie z ideą benchmarkingu dla państw

charakteryzujących się nieefektywnym rolnictwem zidentyfikowano wzorce efektywności (benchmarki). Na podstawie tych wzorców dla nieefektywnych państw wyznaczono kombinację technologii pozwalającą osiągnąć takie same efekty przy mniejszych nakładach. Obliczenia zostały przeprowadzone na podstawie wartości współczynników kombinacji liniowej technologii wspólnej – λ (tabela 2).

Tabela 2. Współczynniki kombinacji liniowej (λ) technologii wspólnej dla rolnictwa z poszczególnych krajów

Table 2. The values of coefficients of the linear combination (λ) of common technology for agriculture in particular EU Member States

Kraje charakteryzujące się nieefektywnym rolnictwem	Efektywne sektory rolnictwa (benchmarki)					
	Holandia	Dania	Grecja	Wielka Brytania	Belgia	Włochy
Bułgaria			0,36825	0,01649		
Czechy		0,34668	0,04083	0,02419		
Niemcy		5,22948	0,11328			
Estonia		0,04986		0,00576		0,00271
Irlandia			0,25124	0,16063		
Hiszpania		0,84707		0,41287		0,39773
Francja		4,57526	0,50614	0,61280		
Chorwacja		0,09606	0,11884			
Łotwa			0,01752	0,00474		0,01645
Litwa			0,21184	0,01638		
Węgry		0,25526	0,46343	0,01449		0,00002
Austria	0,02712	0,22489				0,06969
Polska		2,09612			0,04206	
Portugalia			0,10132			0,11137
Rumunia			1,54065			
Słowenia		0,05839	0,03883			0,00476
Słowacja		0,03159	0,03068	0,05399		
Finlandia	0,03116	0,22590				0,01553
Szwecja		0,32251		0,05755		0,01409

Źródło: badania własne.

Source: author's own calculations.

Na przykład dla polskiego rolnictwa optymalna jest kombinacja: 209% technologii rolnictwa duńskiego i 4,2% technologii rolnictwa z Belgii. Sektory rolnictwa w Danii i Belgii (w pełni efektywne) stały się punktami odniesienia (tak zwanymi benchmarkami) dla nieefektywnego rolnictwa w Polsce. Innymi słowy, aby polskie rolnictwo stało się efektywne, powinno skonstruować swoją technologię na wzór rolnictwa z regionów wyznaczających dla niego benchmark. Polskie rolnictwo zostałoby uznane za efektywne, gdyby wartość produkcji rolniczej z 2014 r. w wysokości 22 931 mln euro osiągnęło, wykorzystując poniższe wielkości nakładów:

- x_1 – powierzchnia użytków rolnych: $0,20961 \times 2663,6 + 0,04206 \times 1338,57 = 5639,53$ tys. ha,
- x_2 – liczba pełnozatrudnionych w rolnictwie: $0,20961 \times 54,09 + 0,04206 \times 57,90 = 116$ (tys. AWU),
- x_3 – nawożenie NPK: $0,20961 \times 254232 + 0,04206 \times 382831 = 549002,7$ t.
- x_4 – zużycie energii: $0,20961 \times 26302 + 0,04206 \times 27016 = 56268,44$ terajoula.

Zalecane wielkości nakładów znajdują się znacznie poniżej wielkości nakładów wykorzystanych w polskim rolnictwie w 2014 r. Polskie rolnictwo można byłoby zaliczyć do efektywnych, gdyby w celu osiągnięcia niezmienionej wartości produkcji rolnej angażowało liczbę pracujących mniejszą o 94%, mniejszą powierzchnię UR o 61%, mniejsze zużycie nawozów o 67%, mniejsze zużycie energii o 61%. Zalecenia dotyczące zmniejszenia zatrudnienia są zaskakujące, warto jednak podkreślić, że polskie rolnictwo ma największą w UE liczbę osób pracujących w rolnictwie. Potencjalne zmiany, jakie powinny dokonać się w zakresie nakładów w rolnictwie w poszczególnych krajach UE, przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Zalecenia dotyczące zmniejszenia nakładów dla rolnictwa w przekroju poszczególnych krajów w celu poprawy efektywności

Table 3. Recommendations regarding reduction of agricultural input in particular countries in order to achieve efficiency

Kraje charakteryzujące się nieefektywnym rolnictwem	Powierzchnia użytków rolnych	Pełnozatrudnieni w rolnictwie	Nawożenie NPK	Zużycie energii
Bułgaria	–67%	–42%	–67%	–42%
Czechy	–58%	–58%	–65%	–58%
Niemcy	–14%	–34%	–35%	–14%
Estonia	–71%	–66%	–66%	–66%
Irlandia	–17%	–1%	–44%	–1%
Hiszpania	–31%	–26%	–26%	–26%

Tabela 3 – cd.**Table 3 – continued**

Kraje charakteryzujące się nieefektywnym rolnictwem	Powierzchnia użytków rolnych	Pełnozatrudnieni w rolnictwie	Nawożenie NPK	Zużycie energii
Francja	-15%	-15%	-23%	-15%
Chorwacja	-56%	-69%	-89%	-56%
Łotwa	-77%	-64%	-64%	-64%
Litwa	-63%	-33%	-67%	-33%
Węgry	-51%	-51%	-51%	-51%
Austria	-35%	-23%	-23%	-23%
Polska	-61%	-94%	-67%	-61%
Portugalia	-38%	-38%	-7%	-7%
Rumunia	-59%	-51%	-37%	-6%
Słowenia	-20%	-68%	-20%	-20%
Słowacja	-41%	-41%	-43%	-41%
Finlandia	-59%	-58%	-58%	-58%
Szwecja	-31%	-18%	-18%	-18%

Źródło: badania własne.

Source: author's own calculations.

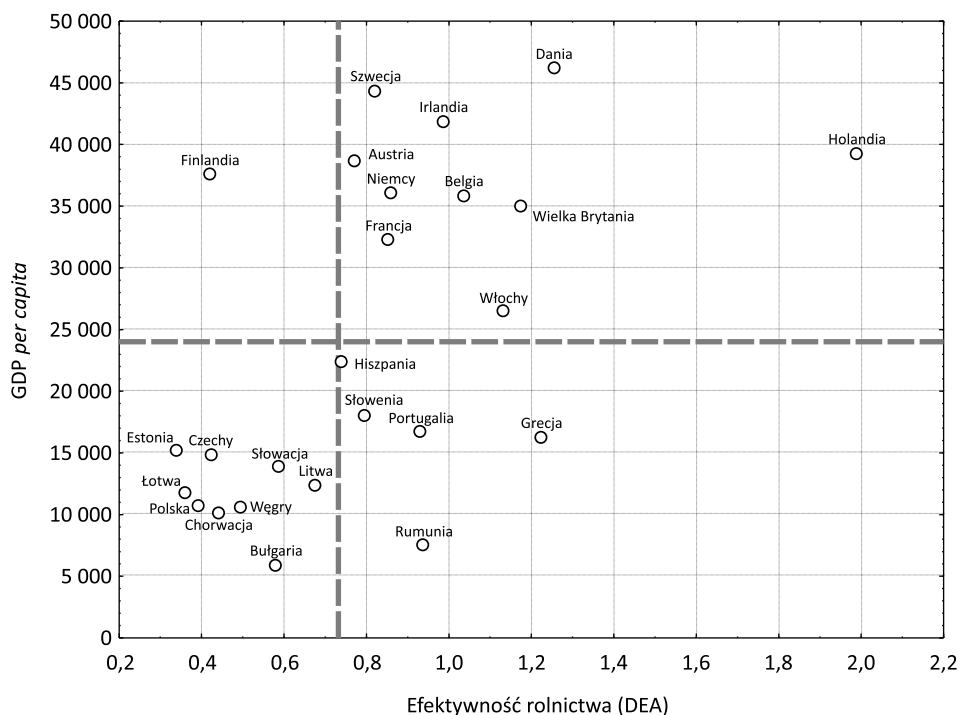
Wyniki w tabeli 3 sugerują, że rolnictwo nieefektywne w poszczególnych krajach UE powinno osiągnąć obecną wielkość swoich efektów (wartość produkcji rolniczej) przy wykorzystaniu mniejszych nakładów (mniejszej powierzchni użytków rolnych, liczby pracujących w rolnictwie, zużyciu nawozów i energii), co pozwoliłoby im poprawić efektywność i miejsce w rankingu.

3.2. Rozwój gospodarczy a efektywność rolnictwa europejskiego

W kolejnym etapie badań określono korelację i stworzono wykres rozrzutu pomiędzy wskaźnikami obrazującymi rozwój gospodarczy krajów (tj. GDP *per capita*) a efektywnością rolnictwa mierzoną metodą DEA w krajach UE.

Z przeprowadzonej analizy korelacji dla wszystkich badanych krajów UE wynika, że ogólnie zachodzi dodatnia, dość silna zależność (współczynnik korelacji równy 0,54), co oznacza, że kraje UE wraz ze wzrostem rozwoju gospodarczego charakteryzują się również wysoką efektywnością rolnictwa. Warto jednak zwrócić

uwagę, że zależność ta kształtuje się inaczej w krajach należących do starej UE (przed 2004 r.), a inaczej w krajach, które przystąpiły do UE po 2004 r. (czyli Czech, Węgier, Słowacji, Słowenii, Litwy, Łotwy, Estonii oraz Bułgarii, Rumunii i Chorwacji). Współczynnik korelacji wskazuje na dodatnią umiarkowaną zależność pomiędzy rozwojem gospodarczym starych krajów UE a efektywnością ich rolnictwa (0,30). Z kolei w przypadku krajów, które przystąpiły do UE po 2004 r., zależność ta jest ujemna (-0,16), co oznacza, że kraje o wysokim rozwoju gospodarczym charakteryzują się mniej efektywnym sektorem rolnictwa.



Rysunek 2. Rozwój gospodarczy krajów UE a efektywność rolnictwa (2014 r.)

Figure 2. Economic development of the EU Member States and the efficiency of agriculture (2014)

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's own calculations.

W kolejnym etapie badań zestawiono efektywność rolnictwa w poszczególnych krajach ze wskaźnikiem GDP *per capita* (rysunek 2). W ramach tego zestawienia wyodrębniono cztery grupy:

- Grupę liderów, w której znajdują się kraje charakteryzujące się wyższym poziomem rozwoju gospodarczego niż średni w UE oraz w których rolnictwo odnotowywało wyższą niż przeciętna w UE efektywność (Holandia, Dania, Wielka Brytania, Włochy, Belgia, Irlandia, Szwecja, Niemcy, Finlandia, Austria).
- Grupę krajów wyróżniającą się większą niż średnia w UE efektywnością rolnictwa mimo niższego od średniej poziomu rozwoju gospodarczego (Hiszpania, Słowenia, Portugalia, Grecja, Rumunia).
- Kraj wyróżniający się większym niż średni w UE rozwojem gospodarczym, za którym nie nadąża efektywność rolnictwa (Finlandia).
- Grupę krajów tracących dystans – o mniejszym w stosunku do średniej UE rozwoju gospodarczym oraz słabszej efektywności rolnictwa (Estonia, Czechy, Słowacja, Litwa, Łotwa, Polska, Węgry, Chorwacja, Bułgaria).

4. Podsumowanie i wnioski

Badanie efektywności nie znajduje w naukach ekonomicznych jednego uniwersalnego podejścia. Ze względu na złożoność zjawiska warto zatem stosować różne metody, np. parametryczne, nieparametryczne, wskaźnikowe, które się uzupełniają i pozwalają wyciągnąć bardziej wiarygodne wnioski.

Pomiar efektywności polskiego rolnictwa i jego ocena na tle pozostałych państw Unii Europejskiej jest bardzo istotna. W wyniku badań empirycznych określono produktywność ziemi i kapitału oraz wydajność pracy w rolnictwie w krajach UE a następnie, bazując na metodzie DEA, stworzono ranking według efektywności sektorów rolnictwa. W przypadku sześciu krajów na dwadzieścia pięć badanych uznano, że posiadają efektywne rolnictwo, czyli takie, które dla osiągnięcia danej wielkości produkcji rolniczej optymalnie wykorzystują swoje nakłady. W grupie efektywnych znalazły się sektory rolnictwa z: Holandii, Danii, Grecji, Wielkiej Brytanii, Włoch i Belgii. W dalszej części badań zgodnie z ideą benchmarkingu dla państw charakteryzujących się nieefektywnym rolnictwem zdefiniowano wzorce efektywności (benchmarki). Na podstawie tych wzorców dla nieefektywnych sektorów rolnictwa zaproponowano taką kombinację nakładów, aby nowa technologia pozwoliła osiągnąć takie same efekty przy mniejszych nakładach, a zatem poszczególne kraje poprawiłyby efektywność swojego rolnictwa.

Przeprowadzona w niniejszym opracowaniu analiza wykazała, że w badanym okresie polskie rolnictwo charakteryzowało się niską produktywnością pracy i ziemi na tle pozostałych krajów UE, co dalej przełożyło się również na słabą pozycję polskiego rolnictwa w rankingu według efektywności wyznaczonej metodą DEA. Przyczyn takiej sytuacji można doszukiwać się w ekstensywnym charakterze

produkcji rolniczej, niskim uzbrojeniu technicznym pracy oraz zbyt wysokim poziomie zatrudnienia w rolnictwie w Polsce.

W ostatnim etapie badań, bazując na analizie korelacji, stwierdzono dodatnią zależność pomiędzy rozwojem gospodarczym starych krajów UE a efektywnością ich rolnictwa. Z kolei w przypadku krajów, które przystąpiły do UE po 2004 r. (czyli Czech, Węgier, Słowacji, Słowenii, Litwy, Łotwy, Estonii oraz Bułgarii, Rumunii i Chorwacji), zależność ta jest ujemna, co oznacza, że kraje w tej grupie o wysokim rozwoju gospodarczym charakteryzują się mniej efektywnym sektorem rolnictwa.

Bibliografia

- Alene A.D., Manyong V.M., Gockowski J. (2006). The production efficiency of intercropping annual and perennial crops in southern Ethiopia. *Agriculture System*, 91 (1–2), 51–70.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis. *Management Science*, 30 (9), 1078–1092.
- Bayarsaihan T., Battese G.E., Coelli T. (1997). *Productivity of Mongolian Grain Farming. Centre for Efficiency and Productivity Analysis*. University of New England, Ceba Working Papers.
- Bieńkowski J., Jankowiak J., Dąbrowicz R., Holka M. (2013). Porównanie produktywności ogólnej polskiego rolnictwa na tle krajów Unii Europejskiej. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 15 (2), 35–40
- Coelli T.J., Prasada Rao D.S., O'Donnell C.J., Battese G.E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. New York: Springer.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. (2007). *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes A. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2 (6), 429–444.
- Czekaj T. (2008). Techniczna efektywność gospodarstw rolnych a skłonność do korzystania ze wsparcia inwestycji środkami publicznymi. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 3, 31–44.
- Debreu G. (1951). The coefficient of recourse utilization. *Econometrica*, 19 (3), 273–292.
- European Commission (2009). *European Competitiveness Report 2008*. Brussels.
- Encyklopedia ekonomiczno-rolnicza* (1984). Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Farell M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120 (3), 253–281.
- Fried H.O., Lovell C.A.K., Schmidt S.S. (1993). *The Measurement of Productive Efficiency Techniques and Applications*. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Galanopoulos K., Aggelopoulos S., Kamenidou I., Mattas K. (2006). Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming. *Agriculture Systems*, 88 (2–3), 125–141.

- Guzik B. (2009). *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*. Poznań: Wydawnictwo UE w Poznaniu.
- Helta M., Świtłyk M. (2004). Zastosowanie indeksu produktywności całkowitej Malmquista do pomiaru efektywności nawożenia mineralnego w gospodarce całkowitej Polski w latach 1976–2001. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu*, nr 1015, 277–282.
- Helta M., Świtłyk M. (2007). Efektywność produkcji mleka w gospodarstwach należących do Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Mleka w 2005 r. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G – Ekonomika Rolnictwa*, 93 (2), 80–87.
- Józwiak W. (1998). Efektywność gospodarowania w rolnictwie. W: Woś A. (red.), *Encyklopedia agrobiznesu* (s. 146). Warszawa: Fundacja Innowacja.
- Józwiak W. (red.) (2012). *Wzmacnianie pozycji polskiego rolnictwa – propozycje wstępne*. Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy.
- Kalińska J., Wrzeszcz T. (2007). Produktywność polskiego rolnictwa w latach 1998–2006. *Roczniki Naukowe SERiA*, 9 (1), 209.
- Kamerschen D.R., McKenzie R.B., Nardinelli C. (1992). *Ekonomia*. Gdańsk: Fundacja Gospodarcza NSZZ „Solidarność”.
- Kulawik J. (red.) (2008). *Analiza efektywności ekonomicznej i finansowej przedsiębiorstw rolnych powstałych na bazie majątku WRSP*. Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy.
- Latruffe L., Balcombe K., Davidova S., Zawalińska K. (2005). Technical and scale efficiency of crop and livestock farms in Poland: does specialization matter? *Agricultural Economics*, 32, 281–296.
- Nowak A. (2013). Produktywność rolnictwa polskiego w kontekście jego konkurencyjności. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis, Oeconomica*, 299 (70), 159–168.
- Pawłowska M. (2005). Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych. *Materiały i Studia NBP*, nr 192, Warszawa.
- Penc J. (1997). *Leksykon biznesu*. Warszawa: Placet.
- Pietrzak M. (2006). *Efektywność finansowa spółdzielni mleczarskich – koncepcja oceny*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Poczta W., Siemiński P. (2010). *Konkurencyjność rolnictwa polskiego po przystąpieniu do Unii Europejskiej*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
- Prasada Rao D.S., Coelli T.J. (1998). *Catch-up and convergence in global agricultural productivity, 1980–1995*. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, Department of Econometrics, University of New England, Cpa Working Papers.
- Rajtar J. (1984). Efektywność gospodarowania. W: *Encyklopedia ekonomiczno-rolnicza* (s. 139). Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Rusielik R., Prochorowicz J. (2007). Porównanie efektywności skali produkcji mleka w wybranych gospodarstwach Europy w 2005 r. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G – Ekonomika Rolnictwa*, 94 (1), 29–33.
- Rusielik R., Świtłyk M. (2009). Zmiany efektywności technicznej rolnictwa w Polsce w latach 1998–2006. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G – Ekonomika Rolnictwa*, 96 (3), 20–27.

- Sierpińska M., Jachna T. (1997). *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Stachak S. (2003). *Podstawy metodologii nauk ekonomicznych*. Warszawa: Wydawnictwo Książka i Wiedza.
- Świtłyk M., Ziętara W. (2009). *Analiza efektywności produkcji mleka i żywca wołowego. Raport 2009*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie.
- Woś A. (2001). *Konkurencyjność wewnętrzna rolnictwa*. Warszawa: Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy.

Efficiency of Polish Agriculture in Comparison with Other European Union Member States

Abstract: The article determines efficiency of agriculture in the EU Member States in 2014 based on Data Envelopment Analysis method. The DEA model focused on minimizing inputs. The model features the following variables: 1 effect (value of agricultural production) and 4 inputs (arable area, number of people employed in agriculture, use of fertilizers, use of energy). It was found that among the 25 studied countries, 6 countries had efficient agriculture. The efficient agriculture group included the Netherlands, Denmark, Greece, the UK, Italy and Belgium. Based on the DEA method benchmarks have been defined for countries with inefficient agriculture. On the basis of these benchmarks for inefficient agricultural sectors, it is possible to determine a combination of technologies that allow the same results to be achieved with less input. The efficiency of agriculture in Poland fared poorly compared to other EU Member States. The reason behind it might be structural problems, low labour and land productivity in the agricultural sector in Poland and the extensive nature of agricultural production.

Key words: agriculture, efficiency, Data Envelopment Analysis, economic development, European Union.

