

Sebastian Stępień, Katarzyna Smędzik

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

POMIAR EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ Z ZASTOSOWANIEM METODY DEA – PRZYPADEK GOSPODARSTW ROLNYCH W WIELKOPOLSCE

Streszczenie: Efektywność gospodarstw rolnych oraz problem jej pomiaru stanowią ważne zagadnienie dla polskiego sektora rolnego, gdyż mimo upływu dwóch dekad transformacji rynkowej sektor nadal notuje niską produktywność w porównaniu do rozwiniętych państw europejskich. Celem pracy jest zaprezentowanie metody mierzenia efektywności ekonomicznej, zwanej DEA (*Data Envelopment Analysis*), w analizie wyników produkcyjnych gospodarstw rolnych. Głównie chodziło o porównanie wyników wybranych gospodarstw rolnych do gospodarstw o najlepszych w danej grupie obiektów relacjach nakładów do efektów. Do analizy wykorzystano dane pochodzące ze zbioru gospodarstw rolnych z wybranych powiatów Wielkopolski. W badaniu wykazano przydatność metody DEA w ocenie wpływu wybranych czynników (intensywności i typu produkcji, powierzchni gospodarstwa) na efektywność ekonomiczną.

Słowa kluczowe: efektywność ekonomiczna, gospodarstwa rolne, pomiar

1. Wstęp

Problematyka pomiaru i oceny efektywności funkcjonowania gospodarstw rolnych związana jest z analizą i planowaniem prowadzonej działalności oraz obejmuje takie zagadnienia, jak: wybór odpowiedniej metody produkcji, optymalna wielkość gospodarstwa, sposób łączenia produkcji zwierzęcej z roślinną itp.¹ Istota rachunku kosztów i opłacalności produkcji wynika także z potrzeby racjonalnego wykorzystania wszystkich zasobów produkcji. W rezultacie produkcja rolna powinna być prowadzona w sposób zapewniający jak największą efektywność gospodarowania. W ujęciu całościowym gospodarstwo rolne będzie efektywne, jeżeli realizacja postawionych celów zostanie osiągnięta przy poniesieniu możliwie najmniejszych nakładów lub gdy z da-

¹ J. Kulawik, *Wybrane aspekty efektywności rolnictwa*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej” 2002, nr 1, s. 3–4.

nych nakładów osiągnię się maksymalny cel². Poprawa wyników gospodarowania jest o tyle istotna, iż staje się niezbędnym warunkiem osiągnięcia przewag komparatywnych polskiego rolnictwa, które w porównaniu z rolnictwem wysokorozwiniętych krajów unijnych nadal osiąga relatywnie niższe wskaźniki produktywności czynników wytwórczych³. Wyższa konkurencyjność produktów rolnych na rynku europejskim wymuszać będzie w przyszłości na rolnikach bardziej efektywne sposoby gospodarowania oraz większą racjonalizację zasobów produkcyjnych.

W artykule podjęto próbę określenia efektywności ekonomicznej indywidualnych gospodarstw rolnych z zastosowaniem nieparametrycznej metody analizy danych statystycznych DEA (*Data Envelopment Analysis*). Za wykorzystaniem tej metody przemawiał fakt, iż była ona dotychczas rzadko stosowana w analizach dla sektora rolnego, podczas gdy z powodzeniem stosuje się ją w badaniu efektywności takich podmiotów, jak banki i instytucje finansowe czy ubezpieczeniowe, spółki giełdowe, a nawet ośrodki edukacyjne i kulturalne oraz zakłady opieki zdrowotnej. Ponadto metoda ta umożliwi ocenę działalności gospodarstw rolnych charakteryzujących się wielością nakładów i wyników oraz może być zastosowana do jednostek, których nie da się scharakteryzować za pomocą miar efektywności opartych na współczynnikach finansowych⁴. Jako metoda typowo empiryczna nie wymaga ścisłego określenia funkcji produkcji, co pozwala na uniknięcie dość kłopotliwego pytania o postać funkcji dla produkcji rolnej. W uproszczeniu chodzi w niej o porównanie wyników danego przedsiębiorstwa do przedsiębiorstwa (przedsiębiorstw) o najlepszych w danej grupie obiektów relacjach nakładów do efektów.

W analizie przyjęto założenie o stałych i zmiennych efektach skali, wykorzystując następujące parametry: po stronie efektów – wielkość produkcji końcowej, po stronie nakładów – wartość kosztów bezpośrednich i pośrednich razem z kosztami czynników zewnętrznych oraz nakład ziemi wyrażony w hektarach użytków rolnych własnych i dzierżawionych. Na tej podstawie wyznaczono tzw. gospodarstwa w pełni efektywne (w rozumieniu metody DEA) oraz oszacowano wskaźniki efektywności technicznej dla gospodarstw nieefektywnych, co pozwoliło wyznaczyć maksymalny stopień redukcji nakładów przy niezmiennym poziomie efek-

² W. Ziętara, *Metodyczne aspekty oceny efektywności gospodarowania w rolnictwie*, w: *Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, Zeszyty Naukowe, 1998, nr 34, s. 17–20.

³ Przykładowo, w roku 2007 produktywność ziemi (mierzona wielkością produkcji końcowej na 1 ha UR) w polskim gospodarstwie wyniosła średnio 1277 euro, w krajach UE-15 odpowiednio 2337 euro. Jeszcze większe dysproporcje wystąpiły w stosunku do czynnika pracy. Produktywność pracy (jako relacja wielkości produkcji na 1 AWU – *Annual Work Unit*) kształtowała się w Polsce na średnim poziomie 8595 euro, podczas gdy w UE-15 osiągnęła 51 676 euro (Por.: A. Czyżewski, A. Poczta-Wajda, A. Sapa, *Przepływy finansowe pomiędzy Polską a Unią Europejską w ramach Wspólnej Polityki Rolnej na tle wyników ekonomicznych rolnictwa*, ekspertyza na zlecenie Rady ds. Rolnictwa i Wsi przy Prezydencie RP, Uniwersytet Ekonomiczny, Poznań 2009, s. 13).

⁴ Por.: G. Rogowski, *Analiza i ocena działalności banków z wykorzystaniem metody DEA*, „Bank i Kredyt” 1996, nr 9, s. 9–48.

tów. Za miarę efektywności technicznej przyjęto relację pomiędzy faktyczną produktywnością gospodarstwa (tj. stosunkiem produkcji końcowej do wymienionych nakładów) a maksymalną produktywnością możliwą do osiągnięcia w danych warunkach technologicznych. Do badania wykorzystano dane gospodarstw rolnych z bazy Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Poznaniu. Dobór do próby miał charakter celowy, wybrano bowiem powiaty o różnym stopniu intensywności produkcji rolnej w celu określenia jej oddziaływania na wyniki ekonomiczne badanych jednostek. Drugim kryterium doboru było zapewnienie możliwie wysokiego zróżnicowania pod względem typów produkcyjnych gospodarstw znajdujących się w próbie, odrzucono więc powiaty, w których dominowały gospodarstwa wyspecjalizowane. W ten sposób wytypowano 48 gospodarstw z powiatów: gostyńskiego, kaliskiego, kolskiego, konińskiego, rawickiego, słupeckiego, tureckiego i złotowskiego. Dzięki takiemu podejściu autorzy pokazali przydatność metody DEA do oceny wpływu wybranych czynników (tu: intensywności i typu produkcji) na efektywność ekonomiczną. Zaznaczyć trzeba, że wnioski dotyczą 2003 r. i jako takie nie mogą być uogólniane ze względu na dużą zmienność czynników kształtujących wyniki produkcyjne rolnictwa. Chcąc dokonać takich uogólnień należałoby zbadać dłuższy przedział czasowy, uwzględniający przynajmniej pełny cykl koniunkturalny w rolnictwie. Celem pracy było przede wszystkim zaprezentowanie, na podstawie przeprowadzonych analiz, sposobu wykorzystania modeli DEA w badaniu efektywności ekonomicznej dla sektora rolnego oraz sposobu interpretacji otrzymanych wyników.

2. Istota pomiaru efektywności z zastosowaniem metody *Data Envelopment Analysis (DEA)*

W modelach DEA szacuje się efektywność techniczną i alokacyjną w sensie Farrella-Debreu⁵. Efektywność techniczna w zorientowaniu na efekty oznacza zdolność do wytwarzania maksymalnej produkcji (efektów) przy danym poziomie nakładów⁶. Możliwe jest również określenie efektywności technicznej danego obiektu w zorientowaniu na nakłady. Wówczas funkcją celu jest minimalizacja nakładów przy zachowaniu danego poziomu efektów. Ponadto gdy znany jest stosunek cen do ilości nakładów, możliwym staje się określenie stopnia efektywności alokacyjnej obiektu. Obiekt wykazujący pełną efektywność alokacyjną zużywa nakłady w optymalnej proporcji do poszczególnych cen (kosztów nakładów). Połączenie efektywności technicznej i alokacyjnej daje całkowitą efektywność ekonomiczną.

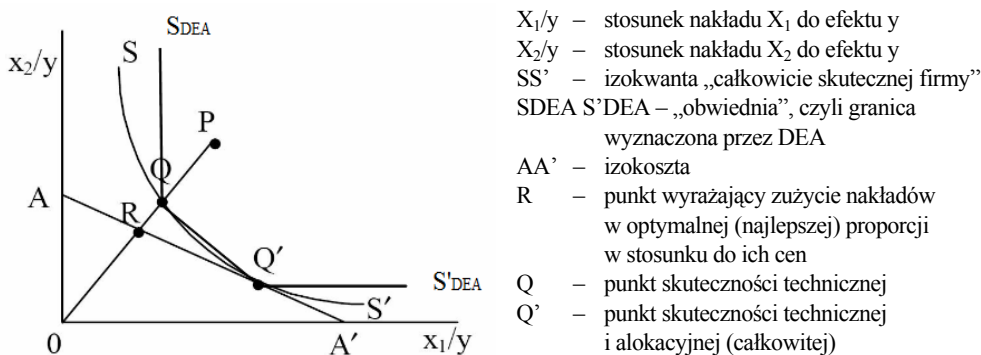
⁵ Posługiwanie się efektywnością Farrella oznacza wykorzystanie najbardziej rozwiniętej skali pomiarowej, tzw. skali ilorazowej, w której możliwe są wszystkie operacje matematyczne.

⁶ A. Jurek, *Porównanie parametrycznych i nieparametrycznych metod estymacji w ocenie efektywności wybranych spółek handlowych Agencji Nieruchomości Rolnych*, Roczniki Naukowe SERiA, 2005, t. 7, z. 7, s. 120–127.

Pierwowzorem metody DEA była koncepcja pomiaru względnej efektywności przedstawiona przez Farrella w 1957 r. Pomysł polegał na określeniu hipotetycznego (sztucznego) skutecznego podmiotu, który był odniesieniem dla jednostek nieskutecznych. Wspólna miara względnej efektywności wyrażana jest w następującej postaci:

$$\text{efektywność względna} = \frac{\text{ważona suma efektów}}{\text{ważona suma nakładów}} \quad (1)$$

Farrell przedstawił miary efektywności, używając przykładu firmy wykorzystującej dwa nakłady (X_1 i X_2) dla wytworzenia jednego efektu (y). Pomiar efektywności technicznej opierał się na wyznaczeniu granicy izokwanty dla całkowicie skutecznej firmy, którą wyznaczono na podstawie próby określonej liczby firm. Techniczną, alokacyjną oraz całkowitą efektywność w sensie Farella prezentuje rysunek 1.



Rys. 1. Techniczna, alokacyjna oraz całkowita efektywność (orientacja na nakłady)

Źródło: T. Coelli, *A guide to DEAP version 2.1: A data envelopment analysis (computer) program*, w: Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA), Working Papers, 1996, vol. 8, s. 5; M. Mielnik, M. Ławrynowicz, *Badanie efektywności technicznej banków komercyjnych w Polsce metodą DEA*, „Bankowość Komercyjna” 2002, nr 5, s. 53.

Techniczna efektywność (TE) firmy jest mierzona jako stosunek:

$$TE = \frac{OQ}{OP} \quad (2)$$

który jest równy: $1 - QP/OP$. Daje to wartość z zakresu między 0 i 1, i dostarcza informacji o stopniu technicznej nieefektywności firmy. Wartość 1 wskazuje, że firma jest całkowicie skuteczna technicznie. Na wykresie punkt Q oznacza techniczną efektywność obiektu, ponieważ leży na „skutecznej” izokwancie, czyli właściwej dla firmy w pełni efektywnej technicznie i alokacyjnie. Wskaźnik efektywności technicznej w zorientowaniu na nakłady interpretuje się jako krotność, do jakiej

obiekt powinien zmniejszyć swoje aktualne nakłady, jeśli chce uzyskać pełną stu-procentową efektywność. Przykładowo wartość wskaźnika równa 0,7 oznacza, że dla uzyskania pełnej efektywności obiekt powinien zmniejszyć swoje nakłady proporcjonalnie do 70% aktualnych. Innymi słowy, obniżenie dotychczasowych nakładów o 30% nie spowoduje ubytku w wynikach działalności podmiotu. W anali-zach zastosowano model zorientowany na nakłady (*input orientated*), w którym funkcją celu jest minimalizacja nakładów przy zachowaniu niezmienionych efek-tów. Istnieją również modele, zorientowane na efekty, w których dąży się do zmaksymalizowania efektów przy zachowaniu niezmienionych nakładów⁷. Należy podkreślić, że w przypadku modelu ukierunkowanego na nakłady podstawową ce-chą ekonomiczną efektywności wyznaczanej metodą DEA jest pełna komplemen-tarność nakładów oraz zerowy stopień ich substytucji⁸. Z ekonomicznego punktu widzenia nie są to cechy korzystne.

Gdy znany jest stosunek ceny do nakładów, przedstawiony przez linię AA', dodatkowo może być obliczona efektywność alokacyjna (AE), która dla firmy ob-razowanej przez punkt P jest definiowana jako stosunek:

$$AE = \frac{OR}{OQ} \quad (3)$$

Odległość RQ oznacza redukcję kosztów produkcji, która wystąpi, jeżeli pro-dukcja miałaby odbywać się w punkcie alokacyjnej i technicznej skuteczności Q', zamiast przy technicznie skutecznym, ale alokacyjnie nieskutecznym punkcie Q.

Natomiast całkowita efektywność ekonomiczna (EE) jest iloczynem efektyw-ności technicznej i alokacyjnej:

$$EE = TE \times AE = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} \quad (4)$$

Wartości powyższych miar są zawarte w przedziale od 0 do 1. Metoda DEA nie wymaga uprzedniej znajomości wag, gdyż dla każdego obiektu wyszukiwane są wagi maksymalizujące jego efektywność. Nie wymaga również znajomości za-leżności funkcyjnej między nakładami i efektami. Krzywa efektywności jest esty-mowana na podstawie wielkości efektów i nakładów, przez co jest szczególnie po-leczana wszędzie tam, gdzie niemożliwe jest wyznaczenie obiektywnej zależności funkcyjnej pomiędzy nakładami a wynikami lub też znalezienie dla nich odpow-iednich wag.

⁷ T. Coelli, *A guide to DEAP version 2.1: A data envelopment analysis (computer) program*, w: *Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA), Working Papers*, 1996, vol. 8, s. 4.

⁸ B. Guzik, *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wy-dawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009, s. 42–45.

3. Efektywność technologiczna indywidualnych gospodarstw rolnych dla wybranych powiatów Wielkopolski – przykład zastosowania metody DEA

W tej części pracy metodę DEA wykorzystano do określenia efektywności gospodarstw rolnych w Wielkopolsce. Po stronie efektów umieszczono wielkość produkcji końcowej, po stronie nakładów natomiast koszty bezpośrednie i pośrednie oraz nakład ziemi, wyrażony w hektarach użytków rolnych własnych i dzierżawionych. Model zorientowano na nakłady, przy założeniu stałych efektów skali (model CRS od: *constant returns to scale model*) i zmiennych efektów skali (model VRS od: *variable returns to scale model*). Porównanie uzyskanych wskaźników efektywności, przy założeniu stałych i zmiennych efektów skali, pozwala wnioskować o występowaniu efektów skali w danej gałęzi. Miara efektywności skali została zdefiniowana następująco:

$$\text{efektywność skali} = \frac{\text{techniczna efektywność CRS}}{\text{techniczna efektywność VRS}}$$

Efektywność skali określana jest dla obiektów nie w pełni efektywnych i pozwala określić, czy przyczyny nieefektywności (w stosunku do obiektów w pełni efektywnych) wynikają ze zbyt dużej czy zbyt małej skali obiektu. Ponieważ w metodzie DEA efektywność ma charakter względny, mówi się o korzyściach/niekorzyściach skali zachodzących w obiekcie w porównaniu do obiektów wzorcowych. Jeżeli wartość efektywności skali jest mniejsza od jedności, mamy do czynienia z rosnącymi korzyściami dużej skali, a jednocześnie wskazuje to na niekorzyści małej skali obiektu, co jest uznawane za przyczynę jego nieefektywności, w przypadku obiektów wykazujących malejące korzyści skali, przyczyn ich nieefektywności upatruje się w zbyt dużej skali obiektu (wskaźnik efektywności skali jest wówczas większy od jedności)⁹. Efektywność skali związana jest więc z wielkością produkcji i informuje, o ile mniej nakładów można byłoby wykorzystać, gdyby wielkość produkcji była optymalna, a więc odpowiadałaby wielkości produkcji w obiektach w pełni efektywnych, wykorzystujących takie same wielkości nakładów czynników produkcji. Jednakże uzyskane wartości efektywności skali nie wskazują, na jakim obszarze dana jednostka operuje, tj. stałych, rosnących irs (*increasing returns to scale*) czy malejących drs (*decreasing returns to scale*) efektów skali (por. załącznik 1). Określenie rodzaju efektów skali, w których działa dany obiekt następuje w metodzie DEA w wyniku oszacowania modelu NIRS, czyli modelu z niewzrastającymi efektami skali (*non increasing returns to scale*). Pozwala on określić rodzaj skali dla każdego obiektu.

⁹ Tamże, s. 82.

Przechodząc do oceny wyników należy zauważyć, że spośród 48 wybranych do badania gospodarstw indywidualnych tylko cztery gospodarowały w pełni efektywnie, uzyskując wskaźnik efektywności zarówno przy założeniu stałych, jak i zmiennych efektów skali na poziomie jedności. Średni wskaźnik efektywności gospodarstw wg modelu CRS wyniósł 0,71, natomiast wg modelu VRS 0,81. Oznacza to, że aby działać w pełni efektywnie gospodarstwa powinny obniżyć nakłady średnio o 30%, zakładając stałe efekty skali, natomiast przy założeniu zmiennych efektów skali redukcja wielkości zaangażowanych czynników produkcji powinna wynieść 20%. Można zatem stwierdzić, że przez wzrost efektywności gospodarowania, tj. wykorzystanie odpowiednio 70% lub 80% obecnie zużywanych nakładów na wytworzenie tej samej wielkości, można by „zaoszczędzić” pozostałą część nakładów. Te z kolei mogłyby zostać przesunięte do innych zastosowań, generując dodatkową wartość dodaną w rolnictwie. Natomiast średnia efektywność skali wynosząca 0,89 świadczy, że tylko w wyniku dostosowania wielkości produkcji udało się zaoszczędzić, przeciętnie w jednym gospodarstwie 11% zaangażowanych nakładów.

Istotne zróżnicowanie wskaźników efektywności otrzymano dzieląc gospodarstwa wg typów produkcyjnych (tabela 1). Zdecydowanie najwyższą efektywność uzyskały gospodarstwa wyspecjalizowane w produkcji żywca wieprzowego i mleka. Należy przy tym podkreślić, że efektywność gospodarstw trzodowych była zdecydowanie bardziej czuła na zmiany w zakresie rodzaju efektów skali produkcji niż gospodarstw mlecznych, o czym świadczy większa rozbieżność pomiędzy wskaźnikiem efektywności dla modelu ujmującego stałe i zmienne efekty skali. Wyższe wartości dla efektywności ze zmiennymi efektami skali sugerują, że wielkość produkcji ma istotne znaczenie dla osiągniętych rezultatów w produkcji trzody chlewnej¹⁰. Natomiast w gospodarstwach mlecznych średnia wielkość produkcji różniła się w większym stopniu od optymalnej. W ich przypadku dostosowanie wielkości produkcji do optymalnej pozwoliłoby zaoszczędzić przeciętnie aż 21% zaangażowanych obecnie nakładów, dla gospodarstw trzodowych wielkość ta wynosi 11%. A zatem możliwości wzrostu efektywności przez osiągnięcie efektów skali były wyższe dla producentów wyspecjalizowanych w chowie bydła mlecznego.

Relatywnie średnią efektywność wykazywały gospodarstwa z produkcją mieszaną oraz wyspecjalizowane w uprawie warzyw, natomiast najniższe wskaźniki efektywności zanotowano dla gospodarstw wyspecjalizowanych w produkcji zbóż. W tym ostatnim przypadku wynik w niewielkim stopniu zależał od wielkości produkcji, ponieważ jej dostosowanie do wielkości optymalnej spowodowałoby

¹⁰ Potwierdzają to badania S. Stępnia nad wpływem skali produkcji na kształtowanie się kosztów chowu. Wynika z nich, że wraz ze wzrostem produkcji spadają koszty, zgodnie z przebiegiem funkcji potęgowej, a najbardziej wyraźny spadek kosztów dotyczy rozmiarów produkcji do 200 dt żywca rocznie (por.: S. Stępień, *Rynek trzody chlewnej w Wielkopolsce na tle tendencji krajowych* (rozprawa doktorska), Katedra Makroekonomii i Gospodarki Żywnościowej, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2007). Z badanej grupy gospodarstw ponad 3/4 mieściło się w tym przedziale.

oszczędność nakładów w gospodarstwach zbożowych średnio tylko o 2%. Sugeruje to, że badane jednostki osiągnęły taki poziom produkcji, przy którym dalsze jej zwiększanie nie przyniosłoby istotnych korzyści, a niska efektywność w stosunku do pozostałych typów gospodarstw wynikała z niekorzystnych relacji cenowo-kosztowych. Najniższe rozbieżności pomiędzy wskaźnikami efektywności uzyskanymi przy wykorzystaniu metody CRS i VRS dla gospodarstw z mieszaną produkcją roślinną, wyspecjalizowanych w produkcji zbóż oraz warzyw, również dowodzą, że dla efektywności gospodarstw, w których produkcja roślinna stanowi główną gałąź działalności, kluczowe z punktu widzenia efektywności są niekorzystne relacje cen, nie zaś wielkość upraw, wyrażająca skalę produkcji.

Tabela 1. Średnie wskaźniki efektywności gospodarstw indywidualnych wg typów produkcyjnych

Wyszczególnienie	Typ produkcyjny gospodarstwa rolnego						
	Mieszana produkcja roślinna	Mieszana produkcja zwierzęca	Mieszana produkcja ros.-zwierz.	Trzoda	Zboża	Warzywa	Mleko
Wskaźniki efektywności przy założeniu stałych efektów skali (CRS)	0,71	0,67	0,60	0,81	0,50	0,77	0,81
Wskaźniki efektywności przy założeniu zmiennych efektów skali (VRS)	0,75	0,73	0,77	0,91	0,51	0,77	0,85
Wskaźniki efektywności skali	0,96	0,91	0,80	0,89	0,98	0,99	0,79

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Poznaniu, Dział Ekonomiki, Analiz Ekonomicznych i Rachunkowości, Poznań 2004.

Interesujących spostrzeżeń dostarcza również analiza zróżnicowania stopnia efektywności gospodarstw wg klas wielkości wyrażonych w hektarach użytków rolnych. Dane na ten temat zamieszczono w tabeli 2. Najwyższą efektywność zanotowano w gospodarstwach o wielkości do 15 ha zarówno przy założeniu stałych, jak i zmiennych efektów skali. W grupie tej występowała również najwyższa, w stosunku do pozostałych, wrażliwość stopnia efektywności na zmiany w zakresie rodzajów efektów skali. Dostosowanie skali produkcji w tych gospodarstwach do optymalnej zaoszczędziłoby aż 36% obecnie zaangażowanych nakładów, co w praktyce jest często trudne ze względu na zbyt niski stopień wyposażenia w czynniki produkcji. Tym bardziej na uwagę zasługują wartości wskaźników efektywności (mierzonej jako CRS i VRS), które dla tej grupy obszarowej są najwyższe. Uzyskane wyniki stanowią zaprzeczenie tezy o nieefektywności małych gospodarstw rolnych. Jedną z przyczyn takiej sytuacji jest słabsze wyposażenie małych

gospodarstw w środki trwałe, przez co nakłady czynnika kapitału są względnie niższe, ale za to relatywnie intensywniej używane¹¹.

W następnych klasach wielkości gospodarstw obserwuje się zmniejszanie rozbieżności między wielkością efektywności dla modeli zakładających stałe i zmienne efekty skali, a także zmniejszanie stopnia efektywności. Wraz ze zwiększaniem powierzchni UR rośnie również liczba podmiotów działających w obszarze malejących efektów skali (załącznik 1). Tym samym, w miarę przesuwania się do wyższych klas wielkości gospodarstw, maleje możliwość redukcji nakładów zastosowanych czynników produkcji wskutek dostosowania wielkości produkcji do wielkości optymalnej. W gospodarstwach największych można w ten sposób zaoszczędzić tylko 5% obecnych nakładów. W tym przypadku mogą być one niezainteresowane dostosowaniem wielkości produkcji do poziomu produkcji optymalnej z powodu relatywnie niskiej oszczędności nakładów w stosunku do efektów, jakie przynosi im wyższa produkcja. Konkludując, wraz ze wzrostem powierzchni gospodarstwa jego efektywność reaguje w coraz mniejszym stopniu na zmiany wielkości produkcji, chociaż są one w praktyce łatwiejsze do przeprowadzenia dzięki bogatszemu wyposażeniu w czynniki produkcji w przeciwieństwie do gospodarstw mniejszych. Natomiast gospodarstwa małe rekompensują „straty” z tytułu zbyt małej skali produkcji przez intensywniejsze użytkowanie ograniczonych czynników produkcji, dzięki czemu uzyskują relatywnie wysoką efektywność względem gospodarstw większych.

Tabela 2. Średnie wskaźniki efektywności gospodarstw indywidualnych wg powierzchni użytków rolnych (w ha)

Wyszczególnienie	Obszar gospodarstwa rolnego			
	1–15 ha	15–30 ha	30–50 ha	> 50 ha
Wskaźniki efektywności przy założeniu stałych efektów skali (CRS)	0,74	0,72	0,68	0,73
Wskaźniki efektywności przy założeniu zmiennych efektów skali (VRS)	0,91	0,78	0,73	0,77
Wskaźniki efektywności skali	0,74	0,91	0,94	0,95

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Poznaniu, Dział Ekonomiki, Analiz Ekonomicznych i Rachunkowości, Poznań 2004.

W przekroju regionalnym najwyższą efektywność – przy założeniu zarówno stałych, jak i zmiennych efektów skali – wykazują gospodarstwa indywidualne z powiatu kolskiego, gostyńskiego i kaliskiego. Należy zaznaczyć, że zdecydowana większość z nich (13 z 17) funkcjonuje w obszarze malejących efektów skali (załącznik 1). W gospodarstwach tych występują tzw. niekorzyści dużej skali wynikające z prawa malejącej produktywności nakładów. W związku z tym niewielkie są

¹¹ P. Sulewski, *Powierzchnia użytków rolnych a efektywność gospodarstw rodzinnych*, Roczniki Naukowe SERiA, 2007, t. 9, s. 120–127.

możliwości oszczędności nakładów czynników produkcji wykorzystywanych przez rolnictwo na tych obszarach. Dostosowanie wielkości produkcji do wielkości optymalnej w gospodarstwach powiatu kolskiego spowodowałoby oszczędność nakładów rzędu tylko 9%, natomiast w gospodarstwach powiatu gostyńskiego i kaliskiego możliwa redukcja nakładów byłaby jeszcze mniejsza – wyniosłaby odpowiednio tylko 6% i 7%. Interesująco przedstawia się sytuacja w powiecie rawickim, w którym gospodarstwa wykazują relatywnie średnią efektywność, jednakże na podstawie wskaźnika efektywności skali można stwierdzić, że zastosowanie w tych gospodarstwach optymalnej wielkości produkcji spowodowałoby oszczędność nakładów rzędu tylko 3%. Można zatem wnioskować, że nieefektywność tych gospodarstw nie wynika ze skali produkcji lecz innych uwarunkowań.

Tabela 3. Średnie wskaźniki efektywności gospodarstw indywidualnych wg powiatów

Wyszczególnienie	Nazwa powiatu							
	turecki	złotowski	kaliski	kolski	rawicki	gostyński	ślupecki	koniński
Wskaźniki efektywności przy założeniu stałych efektów skali (CRS)	0,59	0,49	0,78	0,82	0,76	0,80	0,64	0,69
Wskaźniki efektywności przy założeniu zmiennych efektów skali (VRS)	0,79	0,57	0,83	0,90	0,78	0,86	0,74	0,79
Wskaźniki efektywności skali	0,76	0,87	0,93	0,91	0,97	0,94	0,74	0,87

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Poznaniu, Dział Ekonomiki, Analiz Ekonomicznych i Rachunkowości, Poznań 2004.

Zdecydowanie najniższą efektywność względem pozostałych – zarówno w wariancie stałych, jak i zmiennych efektów skali – wykazują gospodarstwa z powiatu złotowskiego. Dostosowanie skali produkcji w tych gospodarstwach do optymalnej spowodowałoby oszczędność nakładów rzędu 13%, co przy tak niskim stopniu efektywności gospodarstw nie jest wcale wynikiem imponującym. Przyczyn nieefektywności rolnictwa w tym przypadku należy również upatrywać w uwarunkowaniach innych (np. takich jak stopień intensywności i specjalizacja produkcji rolnej) niż skala produkcji. Sugerują to m.in. badania K. Smędzik dowodzące, iż powiat złotowski należy do obszarów o najmniej intensywnym rolnictwie w Wielkopolsce¹². Niski stopień efektywności dotyczy ponadto gospodarstw z powiatu tureckiego, zwłaszcza w wariancie stałych efektów skali. Tu jednak przyczyn nieefek-

¹² K. Smędzik, *Klasy w branży rolno-spożywczej w województwie wielkopolskim; próba identyfikacji przesłanek regionalnego rozwoju*, w: *Warsztaty Doktoranckie '09: zarządzanie – finanse – ekonomia*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2010, s. 273.

tywności gospodarstw nie należy szukać w zbyt ekstensywnym gospodarowaniu (rolnictwo tego powiatu pod względem intensywności produkcji rolnej należy bowiem do tej samej klasy co rolnictwo powiatu złotowskiego), ale w zbyt małej skali produkcji rolnej. Wszystkie gospodarstwa z powiatu tureckiego działają bowiem w obszarze rosnących efektów skali (załącznik 1), co dowodzi, że zwiększenie wielkości produkcji, spowodowałoby ponadproporcjonalny wzrost efektów w stosunku do zwiększenia zaangażowanych nakładów czynników produkcji. Natomiast relatywnie średnią efektywnością charakteryzowały się gospodarstwa z powiatów słupeckiego i konińskiego. Obniżenie wielkości nakładów gospodarstw średnio o 26% w powiecie słupeckim i o 21% w konińskim, przy założeniu zmiennych efektów skali, spowodowałoby znalezienie się tych gospodarstw na obwiedni, czyli krzywej reprezentującej gospodarstwa w pełni efektywne.

4. Podsumowanie

W pracy przedstawiono nieparametryczną analizę efektywności gospodarowania, zwaną DEA (*Data Envelopment Analysis*). Podstawowym jej walorem jest możliwość badania relatywnej efektywności podmiotów i określenia przyczyn ich nieskuteczności za pomocą badania efektywności skali, a także analizy wielokryterialnej. Ważne dla badacza jest również to, iż metoda umożliwi określenie efektywności obiektu przy występowaniu wielu nakładów i efektów, nie wymagając przy tym znajomości funkcjonalnej między zmiennymi. Dla ukazania istoty pomiaru wyników ekonomicznych wg DEA dokonano przykładowej oceny gospodarstw rolnych z wybranych powiatów Wielkopolski, prowadzących rachunkowość rolną pod kierunkiem Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Poznaniu. Jednocześnie pogrupowano jednostki decyzyjne wg trzech kryteriów: miejsca prowadzenia działalności, typów produkcyjnych i klas wielkości gospodarstw. W ten sposób pokazano wpływ wymienionych czynników na efektywność gospodarstw rolnych, a zarazem zaprezentowano przydatność analizy DEA w badaniu sektora agrobiznesu. Metoda stosowana dotychczas głównie w instytucjach finansowych lub spółkach giełdowych może wzbogacić warsztat metodologiczny wykorzystywany przy analizach wyników produkcyjno-ekonomicznych gospodarstw rolnych, a dla samych producentów rolnych stać się praktycznym narzędziem do podejmowania właściwych decyzji dotyczących ich obecnej i przyszłej działalności.

Jeśli chodzi o wyniki analizy przeprowadzonej dla wybranych gospodarstw rolnych udowodniono, iż w badanym okresie:

- względnie najwyższą efektywność wykazywały gospodarstwa wyspecjalizowane w produkcji zwierzęcej. Wnioski z analizy efektywności skali sugerują, że zmiana w skali produkcji zdecydowanie bardziej oddziaływała na efektywność gospodarstw wyspecjalizowanych w produkcji zwierzęcej niż gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej;

- wyższa efektywność występowała w przypadku gospodarstw z powiatów zaliczanych tradycyjnie do regionów o wysokiej intensywności produkcji rolnej (głównie południowa część Wielkopolski). Z drugiej strony okazuje się, że nie zawsze efektywność gospodarstw z obszarów o rolnictwie ekstensywnym (północna część województwa) reaguje w odpowiednim stopniu na zmiany wielkości produkcji, co udowodniono na przykładzie powiatu złotowskiego;
- najwyższą efektywnością cechowały się jednostki najmniejsze, co pozwala stwierdzić, iż obszar gospodarstwa nie jest wystarczającym kryterium poprawy wyników gospodarowania. Jednocześnie w przypadku małych gospodarstw (do 15 ha) występują największe możliwości zwiększenia efektywności przez wzrost skali produkcji. Wraz ze wzrostem obszaru możliwości te są stopniowo ograniczane.

Chociaż wyżej wymienione wnioski dotyczą tylko jednego roku i wybranych powiatów województwa wielkopolskiego, a więc jako takie nie mogą być uogólniane, to pokazują, jakie wartości aplikacyjne posiada metoda DEA i jak szerokie zastosowanie może mieć w ocenie działalności gospodarstw rolnych.

Literatura

1. Coelli T., *A guide to DEAP version 2.1: A data envelopment analysis (computer) program*, w: Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA), Working Papers, 1996, vol. 8.
2. Czyżewski A., Poczta-Wajda A., Sapa A., *Przepływy finansowe pomiędzy Polską a Unią Europejską w ramach Wspólnej Polityki Rolnej na tle wyników ekonomicznych rolnictwa*, ekspertyza na zlecenie Rady ds. Rolnictwa i Wsi przy Prezydencie RP, Uniwersytet Ekonomiczny, Poznań 2009.
3. Guzik B., *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.
4. Jurek A., *Porównanie parametrycznych i nieparametrycznych metod estymacji w ocenie efektywności wybranych spółek handlowych Agencji Nieruchomości Rolnych*, Roczniki Naukowe SERiA, 2005, t. 7, z. 7.
5. Kulawik J., *Wybrane aspekty efektywności rolnictwa*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej” 2002, nr 1.
6. Mielnik M., Ławrynów M., *Badanie efektywności technicznej banków komercyjnych w Polsce metodą DEA*, „Bankowość Komercyjna” 2002, nr 5.
7. Rogowski G., *Analiza i ocena działalności banków z wykorzystaniem metody DEA*, „Bank i Kredyt” 1996, nr 9.
8. Smeździk K., *Klasy w branży rolno-spożywczej w województwie wielkopolskim; próba identyfikacji przesłanek regionalnego rozwoju*, w: *Warsztaty Doktoranckie '09: zarządzanie – finanse – ekonomia*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2010.
9. Stępień S., *Rynek trzody chlewnej w Wielkopolsce na tle tendencji krajowych* (rozprawa doktorska), Katedra Makroekonomii i Gospodarki Żywnościowej, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2007.
10. Sulewski P., *Powierzchnia użytków rolnych a efektywność gospodarstw rodzinnych*, Roczniki Naukowe SERiA, 2007, t. 9.
11. Ziętara W., *Metodyczne aspekty oceny efektywności gospodarowania w rolnictwie*, w: *Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, Zeszyty Naukowe, 1998, nr 34.

Załącznik 1

Przychody, nakłady oraz efektywność indywidualnych gospodarstw rolnych
w województwie wielkopolskim

Typ produkcyjny (specjalizacja)	Powiat	Przychód z działalności rolniczej (w zł)	Koszty bezpośrednie produkcji (w zł)	Koszty pośrednie produkcji (w zł)	Powierzchnia użytków rolnych (w ha)	Wskaźnik efektywności wg modelu CSR	Wskaźnik efektywności wg modelu VRS	Skala	Efekty skali (irs* lub drs**)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mieszana produkcja zwierzęca	turecki	58 507,89	35 035,00	29 200,00	22,27	0,44	0,55	0,80	irs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	turecki	109 397,52	61 347,00	63 023,00	29,08	0,43	0,48	0,90	irs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	turecki	24 841,00	9719,00	11 696,00	12,97	0,51	1,00	0,51	irs
Trzoda	turecki	100 696,00	30 556,00	20 772,00	10,90	1,00	1,00	1,00	-
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	turecki	45 576,00	18 391,00	15 344,00	30,00	0,65	0,92	0,71	irs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	turecki	55 262,00	19 271,00	36 841,00	18,84	0,52	0,79	0,66	irs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	złotowski	54 680,00	24 884,00	40 996,00	17,65	0,46	0,70	0,65	irs
Zboża	złotowski	151 985,00	80 426,00	74 754,00	93,16	0,46	0,46	0,99	drs
Zboża	złotowski	114 444,00	42 660,00	49 916,00	36,11	0,54	0,56	0,96	irs
Trzoda	kaliski	123 775,00	58 999,00	34 822,00	16,82	0,71	0,72	0,99	drs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	kaliski	168 117,00	50 241,00	40 399,00	10,22	1,00	1,00	1,00	-
Warzywa	kaliski	183 467,00	88 956,00	81 985,00	36,88	0,53	0,54	0,98	drs
Krowy mleczne	kaliski	136 583,00	40 714,00	47 557,00	15,45	0,88	0,92	0,96	irs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	kaliski	52 676,00	19 825,00	48 018,00	13,13	0,58	0,91	0,63	irs
Trzoda	kaliski	19 7161,00	95 521,00	70 718,00	33,63	0,60	0,63	0,96	drs
Warzywa	kaliski	58 1207,00	215 295,00	252 728,00	20,22	1,00	1,00	1,00	-
Trzoda	kaliski	206 616,00	51 390,00	71 631,00	31,13	0,90	0,97	0,93	drs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	kolski	318 025,00	119 198,00	94 565,00	78,51	0,73	0,79	0,91	drs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	kolski	166 815,00	61 286,00	73 565,00	41,51	0,58	0,60	0,97	drs
Mieszana produkcja roślinna	kolski	301 943,00	116 725,00	67 571,00	67,92	0,88	0,94	0,93	drs

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trzoda	kolski	52 173,00	27 609,00	20 306,00	5,22	0,60	1,00	0,60	irs
Krowy mleczne	kolski	141 599,00	25 779,00	34 436,00	25,18	1,00	1,00	1,00	-
Trzoda	kolski	311 959,67	19 3210,00	39 332,00	11,70	1,00	1,00	1,00	-
Trzoda	kolski	206 922,14	93 994,00	36 687,00	30,98	0,97	0,98	0,99	drs
Trzoda	rawicki	142 287,00	74 503,00	31 215,00	20,56	0,80	0,80	0,99	drs
Trzoda	rawicki	137 837,70	72 174,00	27 687,00	19,19	0,85	0,86	0,99	irs
Krowy mleczne	rawicki	237 473,00	97 948,00	73 734,00	3,052	0,71	0,75	0,95	drs
Trzoda	rawicki	180 266,00	102 121,00	64 096,00	12,68	0,69	0,73	0,95	irs
Trzoda	gostyński	286 792,50	155 225,00	69 400,00	15,20	0,87	0,89	0,97	drs
Krowy mleczne	gostyński	191 702,70	74 741,00	92 511,00	23,30	0,70	0,73	0,97	drs
Trzoda	gostyński	97 476,20	41 014,00	27 445,00	10,33	0,77	0,87	0,89	irs
Mieszana produkcja zwierzęca	gostyński	244 670,00	89 548,00	68 648,00	27,63	0,80	0,84	0,95	drs
Mieszana produkcja zwierzęca	gostyński	244 150,80	98 595,00	66 368,00	46,30	0,76	0,80	0,94	drs
Krowy mleczne	gostyński	509 584,00	161 620,00	121 411,00	55,16	0,92	1,00	0,92	drs
Mieszana produkcja zwierzęca	śłupecki	156 762,60	70 904,50	43 862,00	59,50	0,72	0,73	0,99	drs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	śłupecki	117 660,00	73 278,00	47 266,00	24,35	0,51	0,51	0,99	drs
Trzoda	śłupecki	398 487,00	212 942,00	78 105,00	28,11	0,88	1,00	0,88	drs
Trzoda	śłupecki	45 434,77	20 282,00	19 747,00	10,65	0,54	0,92	0,58	irs
Mieszana produkcja roślinna	śłupecki	134 153,25	46 762,00	67 784,00	42,08	0,54	0,55	0,98	irs
Mieszana produkcja roślinno-zwierzęca	koniński	54 717,00	29 983,00	18 241,00	10,80	0,60	0,92	0,65	irs
Trzoda	koniński	60 728,00	32 008,00	32 019,00	18,56	0,44	0,62	0,71	irs
Krowy mleczne	koniński	121 642,30	30 661,00	36 933,00	17,72	0,90	0,95	0,94	irs
Trzoda	koniński	250 620,00	174 715,00	59 385,00	34,35	0,68	0,70	0,98	drs
Krowy mleczne	koniński	206 571,00	74 633,00	72 598,00	75,23	0,65	0,68	0,95	drs
Trzoda	koniński	119 780,00	52 430,00	21 830,00	18,25	0,96	1,00	0,96	irs
Mieszana produkcja zwierzęca	koniński	97 045,00	34 968,00	39 038,00	21,81	0,61	0,71	0,86	irs
Trzoda	koniński	105 905,00	56 663,00	30 116,00	11,97	0,70	0,77	0,91	irs
Trzoda	kepiński	59 105,00	27 831,00	30 307,00	9,65	0,56	0,86	0,65	irs
Średnia:						0,71	0,81	0,89	

* irs – *increasing returns to scale* – obszar rosnących efektów skali.

** drs – *decreasing returns to scale* – obszar malejących efektów skali.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Poznaniu, Dział Ekonomiki, Analiz Ekonomicznych i Rachunkowości, Poznań 2004.

THE METHODS OF ECONOMIC EFFICIENCY MEASURING IN AGRICULTURAL FARMS

Summary: Farm efficiency and the question of how to measure it is an important subject in the Polish agriculture sector, because the sector still reports low productivity in comparison to the developed European countries. The general objective of the paper is to show the method of economic efficiency measuring called Data Envelopment Analysis (DEA). DEA is a nonparametric analysis of technical and allocative efficiency of production and it is a relatively new „data oriented” approach for evaluating the performance of peer entities, which convert multiple inputs into multiple outputs. The data used in the analysis comes from a sample of farms located in Wielkopolska region. The results indicate the existence of significant linkages between the structure of the farms and their economic efficiency.