

Alina Syp*, Dariusz Osuch**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,

**Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy

ZMIANY EFEKTYWNOŚCI I PRODUKTYWNOŚCI GOSPODARSTW POŁOWYCH I MLECZNYCH W WOJEWÓDZTWIE LUBELSKIM W LATACH 2014-2016

EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY CHANGE IN FIELD CROP AND MILK FARMS IN LUBLIN PROVINCE IN 2014-2016

Słowa kluczowe: DEA model, efektywność techniczna, efektywność skali, indeksy produktywności Malmquista

Key words: DEA model, technical efficiency, scale efficiency, productivity Malmquist indices

JEL codes: D24, Q12, P51

Abstrakt. Celem badań była ocena zmian efektywności i produktywności gospodarstw w woj. lubelskim w latach 2014-2016. W analizie wykorzystano model Data Envelopment Analysis (DEA) ukierunkowany na nakłady i indeksy Malmquista z jego składowymi. Kalkulacje zostały wykonane dla średnich gospodarstw polowych i mlecznych, które w badanym okresie nieprzerwanie zbierały dane dla systemu FADN. Stwierdzono, że wszystkie wskaźniki efektywności dla gospodarstw mlecznych w badaniach były większe niż dla gospodarstw polowych. W latach 2014-2016 średnia efektywność techniczna gospodarstw mlecznych wynosiła 0,752, co oznacza, że w gospodarstwach tych można ograniczyć nakłady średnio o 25%, a wartość produkcji pozostanie na tym samym poziomie. W przypadku gospodarstw polowych ograniczenia nakładów powinny wynieść około 33%. Zastosowana dekompozycja obliczonych indeksów Malmquista pozwoliła zdefiniować, które czynniki miały wpływ na zmiany produktywności.

Wstęp

Pomiar efektywności jest podstawowym wskaźnikiem wykorzystywanym do planowania i kontroli procesów produkcji, dlatego często jest on jednym z głównych tematów badawczych [Tomaa i in. 2017]. Wyróżnia się trzy główne metody pomiaru efektywności: klasyczną, parametryczną i nieparametryczną [Kulawik 2014, s. 94]. Data Envelopment Analysis (DEA), znana jako metoda analizy danych granicznych, zaliczana jest do metod nieparametrycznych [Charnes i in. 1978]. Jej główną zaletą jest wymóg jedynie ograniczonej liczby założeń *a priori*, dotyczących zależności funkcjonalnej między nakładami i efektami, pokonujących niektóre wady podejścia parametrycznego [Gadanakis i in. 2015]. Z tego powodu metoda DEA jest powszechnie stosowana w sektorze rolniczym [Parlinska, Bezet 2008, Fogarasi, Latruffe 2009, Rusielik 2010, Smędzik 2010, Kagan 2014, Kulawik 2014, Syp i in. 2015, Kusz, Sobolewski 2016, Latruffe, Desjuex 2016, Borecka, Cieślík 2017]. Jednak w literaturze przedmiotu nie znaleziono badań, które swoim zasięgiem obejmowałyby teren województwa lubelskiego. Dlatego celem badań była ocena zmian efektywności i produktywności średnich gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych i w produkcji mleka w województwie lubelskim w latach 2014-2016.

Material i metodyka badań

Analizie porównawczej poddano gospodarstwa położone na terenie województwa lubelskiego, ponieważ powierzchnia użytków rolnych tam położonych stanowi 10% krajowych zasobów, co plasuje je na trzecim miejscu w kraju [GUS 2017]. Ponadto, w 2016 roku województwo to zajęło drugie miejsce pod względem liczby złożonych wniosków o płatność w ramach wspólnych

nej polityki rolnej (WPR), a trzecie pod względem deklarowanej powierzchni [GUS 2017]. W tym samym roku 9,8% budżetu krajowego w ramach jednolitej płatności obszarowej i zazielenienia zostało wypłacone rolnikom z tego województwa. Do oceny zmian efektywności i produktywności wybranych typów gospodarstw w województwie lubelskim wykorzystano metodę DEA. W metodzie tej dla każdego typu gospodarstw na podstawie danych dotyczących nakładów i efektów wyznaczana jest krzywa efektywności (*best practice frontier*), na której znajdują się najbardziej efektywne jednostki. Następnie obliczane są wskaźniki efektywności w odniesieniu do tej krzywej. Koncepcja efektywności dla badanego typu gospodarstw opiera się na pomiarze odległości względem krzywej, tj. mała odległość odzwierciedla wysoką, a duża niską efektywność badanych obiektów. Wartości efektywności (technicznej, technicznej czystej i skali) przyjmują wielkości od 0 do 1. Gospodarstwa w pełni efektywne mają wartość 1, co oznacza, że położone są na krzywej. Wskaźniki poniżej 1 oznaczają, że dane gospodarstwo powinno zredukować swoje nakłady, aby osiągnąć tę samą wartość produkcji. W badaniach wykorzystano model DEA ukierunkowany na nakłady, w którym celem jest minimalizacja nakładów przy zachowaniu niezmiennych efektów. Model ten wybrano w celu przedstawienia możliwości redukcji ponoszonych przez poszczególne gospodarstwa nakładów bez konieczności stosowania dodatkowych środków i zmiany poziomu osiąganego efektów. Wielkości nakładów są podstawowymi zmiennymi wpływającymi na decyzję, a ich poziom można optymalizować jedynie w podejściu zorientowanym na nakłady.

W przeprowadzonej analizie efektywność techniczną gospodarstw (TE) została obliczona przy założeniu stałego oddziaływania skali produkcji (*constant returns to scale*). Metoda ta zakłada, że wszystkie analizowane gospodarstwa funkcjonują w podobnych warunkach. Następnie wartość TE została podzielona na efektywność techniczną czystą (PTE) i efektywność skali (SE). Wskaźnik PTE pozwala określić efektywność jednostki przy założeniu zmiennego oddziaływania skali produkcji. Pominięcie wpływu optymalnych warunków funkcjonowania umożliwia wykorzystanie tego czynnika do oceny sposobu zarządzania gospodarstwem. Wartość SE określa rozmiar produkcji. Kolejnym krokiem w badaniach była ocena funkcjonowania gospodarstw pod względem efektywności skali produkcji, tj. wyróżnienie gospodarstw funkcjonujących w obszarach stałych (CRS), rosnących (IRS) i malejących korzyści skali (DRS). Ocena zmian produktywności została dokonana z wykorzystaniem indeksu produktywności Malmquista (TFP). W ramach tego wskaźnika wyróżniono indeksy zmian technologicznych (TC) i technicznych (TE). Następnie podzielono indeks zmian TE na zmiany związane z PTE i SE. Interpretacja wskaźników jest następująca: wartości równe 1 prezentują brak zmian, większe niż 1 – zmiany powodujące rozwój, a mniejsze niż 1 – zmiany wpływające na ograniczenie rozwoju. Średnie wartości wskaźników zmian w analizowanym okresie obliczono jako średnie geometryczne. W analizie zmian efektywności i produktywności gospodarstw wykorzystano dane pochodzące z bazy polskiego FADN w okresie 2014-2016. Badaniem objęto tylko te gospodarstwa z terenu województwa lubelskiego, które przez trzy kolejne lata zbierały dane w ramach tego systemu oraz na podstawie wielkości standardowej produkcji (SO) zostały zakwalifikowane do typu rolniczego: uprawy polowe (TF1) oraz krowy mleczne (TF5). Z wybranych prób gospodarstw do dalszej analizy wybrano tylko średnie gospodarstwa, których wielkość ekonomiczna mieściła się w przedziale od 8 do 25 tys. euro. Efektem doboru celowego analizowana próba objęła 196 gospodarstw, w której 149 stanowiły gospodarstwa specjalizujące się w uprawach polowych, a 47 w produkcji mleka. Zaprezentowany dobór miał na celu zbadanie różnic występujących pomiędzy dwoma typami specjalistycznych gospodarstw funkcjonujących na badanym obszarze. Do obliczenia zmian efektywności i produktywności przyjęto następujące zestawy zmiennych: zmienne niezależne – powierzchnia użytków rolnych (UAA) (SE025) w ha, czas pracy (SE011) w godz., zużycie pośrednie (SE275) w zł oraz aktywa (SE436) w zł. Zmienną zależną była wartość produkcji (SE131) w zł. Zastosowany dobór zmiennych po stronie nakładów ma wpływ na wartość produkcji, a to jest głównym celem funkcjonowania gospodarstwa. Ponadto, jest zgodny z doбором

Tabela 1. Statystyka opisowa danych FADN wykorzystanych w modelu DEA, średnie z lat 2014-2016
 Table 1. Descriptives statistics of the FADN data set applied in DEA model, average from 2014-2016

Informacje ogólne/General information	Typ gospodarstwa/Farm types	
	uprawy polowe/ field crops	krowy mleczne/ milk cows
Liczba gospodarstw/Number of farms	149	47
Produkcja ogółem [zł]/Total output [PLN]	221 485	222 913
Powierzchnia użytków rolnych/Total utilised agricultural area [ha]	47,3	31,1
Czas pracy ogółem [godz.]/Labour input [hours]	4 483	5 008
Zużycie pośrednie [zł]/Intermediate consumptions [PLN]	125 717	131 520
Aktywa ogółem [zł]/Total assets [PLN]	1 275 581	1 167 426

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

Source: own calculation based on the FADN data

stosowanym w literaturze [Fogarasi, Latruffe 2009, Kulawik 2014, Latruffe, Desjuex 2016]. W analizie danych wykorzystano statystyki opisowe. Do analizy danych wykorzystano program Excel i DEAP. Szczegółową charakterystykę badanej próby przedstawiono w tabeli 1.

Wyniki badań

Pierwszym etapem naszej analizy było obliczenie wskaźników efektywności technicznej badanej próby gospodarstw w celu określenia potencjalnych możliwości poprawy. Wyniki podsumowujące wskaźniki efektywności dla gospodarstw polowych i mlecznych zaprezentowano w tabelach 2-3. Ponieważ maksymalna wartość TE wynosiła 1, w tabeli przedstawiono tylko wartości minimalne. W badanym okresie efektywność techniczna gospodarstw mleczarskich była większa niż gospodarstw polowych.

W latach 2014-2016 średnia efektywność techniczna gospodarstw mlecznych wynosiła 0,752, co oznacza, że w gospodarstwach tych można ograniczyć nakłady średnio o 25%, a wartość produkcji pozostanie na tym samym poziomie. W przypadku gospodarstw polowych ograniczenia nakładów powinny wynieść około 33%. Gospodarstwa mleczne w porównaniu do polowych charakteryzowały się mniejszą wartością odchylenia standardowego i jego pochodnej współczynnika zmienności, co wskazuje na większą jednorodność

Tabela 2. Statystyki opisowe wskaźników DEA efektywności gospodarstw polowych

Table 2. Descriptive results of field crop farms DEA efficiency estimates

Lata/ Years	Średnie/ Means	Odchylenie standardowe/ Standard deviation	Minimum/ Minimum	Współczynnik zmienności/ Coefficient of variation
TE				
2014	0,667	0,176	0,231	0,265
2015	0,694	0,181	0,135	0,260
2016	0,654	0,180	0,299	0,276
2014 -2016	0,672	0,180	0,135	0,268
PTE				
2014	0,795	0,132	0,463	0,166
2015	0,829	0,132	0,539	0,160
2016	0,799	0,135	0,533	0,169
2014 -2016	0,807	0,134	0,463	0,166
SE				
2014	0,838	0,160	0,321	0,191
2015	0,837	0,160	0,152	0,191
2016	0,816	0,154	0,391	0,189
2014 -2016	0,830	0,158	0,152	1,004

Objaśnienie: TE – efektywność techniczna, PTE – efektywność techniczna czysta, SE – efektywność skali/Notes: TE – technical efficiency, PTE – pure technical efficiency, SE – scale efficiency

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

Source: own calculation based on the FADN data

Tabela 3. Statystyki opisowe wskaźników efektywności DEA gospodarstw mlecznych

Table 3. Descriptive results of dairy farms DEA efficiency estimates

Lata/ Years	Średnie/ Means	Odczylenie standardowe/ Standard deviation	Minimum/ Minimum	Współczynnik zmienności/ Coefficient of variation
TE				
2014	0,735	0,160	0,339	0,217
2015	0,740	0,161	0,451	0,217
2016	0,780	0,163	0,363	0,209
2014- 2016	0,752	0,162	0,339	0,216
PTE				
2014	0,903	0,088	0,666	0,097
2015	0,859	0,112	0,600	0,130
2016	0,888	0,105	0,629	0,119
2014- 2016	0,883	0,104	0,600	0,118
SE				
2014	0,812	0,147	0,395	0,181
2015	0,859	0,130	0,559	0,151
2016	0,871	0,116	0,571	0,133
2014- 2016	0,847	0,134	0,395	0,158

Objaśnienia: jak w tab. 2/Notes: see tab. 2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

Source: own calculation based on the FADN data

Tabela 4. Udział gospodarstw funkcjonujących w ramach stałych, rosnących i malejących korzyści skali – średnia z lat 2014-2016

Table 4. Share of farms operating under constant, increase and decrease returns to scale – as an average 2014-2016

Korzyści skali/ Return to scale	Typ gospodarstwa/Farm types [%]	
	uprawy polowe/ field crops	krowy mleczne/ milk cows
Stale/Constant	9	8
Rosnące/Increase	78	89
Malejące/Decrease	14	3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

Source: own calculation based on the FADN data

tej próby badawczej. Wartości PTE (0,883 v. 0,807) i SE (0,847 v. 0,830) były również większe dla gospodarstw mleczarskich w porównaniu do polowych. Jednak różnica dla PTE wynosiła tyle co dla TE, tj. 8%, podczas gdy dla wartości SE tylko 0,8%. Otrzymane liczby wskazują, że w obu typach gospodarstw na poprawę efektywności może wpłynąć zarówno lepsze zarządzanie gospodarstwem, jak i skala produkcji. W latach 2014-2016 w badanej próbie tylko 9% gospodarstw polowych i 8% mlecznych funkcjonowało efektywnie. Jednak aż 89% gospodarstw mlecznych i 78% polowych działało w obszarze rosnących korzyści. W jednostkach tych poprawa efektywności powinna nastąpić przez umiejętnie zwiększenie skali produkcji. Gospodarstwa, które funkcjonowały w malejących korzyściach skali, swoją efektywność mogą poprawić przez ograniczenie prowadzonej działalności i redukcję nakładów stosowanych w nadmiarze. Zalecenie to dotyczy 14% gospodarstw polowych i tylko 3% mlecznych. Średni wzrost indeksu produktywności całkowitej dla gospodarstw mlecznych za analizowany okres wyniósł 1%, co oznacza wzrost wartości produkcji o 1% pomiędzy kolejnymi latami (tab. 6). Na wzrost ten wpłynęły głównie zmiany technologiczne (+4,5%), ponieważ efektywność techniczna zmniejszyła się (-3%). Spadek indeksu TE wynikał z obniżenia indeksu SE (-4%), mimo że wartość PTE była dodatnia. Dane te wskazują, że obniżenie skali produkcji nie zostało zrównoważone przez poprawę w zarządzaniu. W gospodarstwach polowych wartość indeksu Malmqu-

ista 0,969 wskazuje na spadek produktywności o 3%, który był przede wszystkim wynikiem ograniczenia wdrażania zmian technologicznych o 4% pomiędzy kolejnymi latami. Zmiany te nie były zrównoważone przez wzrost efektywności ponoszonych nakładów.

Tabela 5. Zmiany indeksów produktywności dla gospodarstw polowych w latach 2014-2016
 Table 5. Productivity change indices for field crop farms during 2014-2016

Średnie indeksy zmian produktywności/ <i>Average productivity change indices</i>	Średnie/ <i>Means</i>	Minimum/ <i>Minimum</i>	Maksimum/ <i>Maximum</i>	Odchylenie standardowe/ <i>Standard deviation</i>
Zmiana TE/ <i>TE change index</i>	1,011	0,606	1,341	0,126
Zmiana PTE/ <i>PTE change index</i>	0,998	0,795	1,370	0,079
Zmiana SE/ <i>SE change index</i>	1,013	0,762	1,341	0,100
Zmiana TC/ <i>TC change index</i>	0,958	0,691	1,217	0,085
Zmiana współczynnika Malmquist/ <i>Malmquist productivity change index</i>	0,969	0,621	1,451	0,124

Objaśnienia: jak w tab. 2/Notes: see tab. 2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

Source: own calculation based on the FADN data

Tabela 6. Zmiany indeksów produktywności dla gospodarstw mlecznych w latach 2014-2016
 Table 6. Productivity change indices for dairy farms during 2014-2016

Średnie indeksy zmian produktywności/ <i>Average productivity change indices</i>	Średnie/ <i>Means</i>	Minimum/ <i>Minimum</i>	Maksimum/ <i>Maximum</i>	Odchylenie standardowe/ <i>Standard deviation</i>
Zmiana TE/ <i>TE change index</i>	0,971	0,798	1,223	0,087
Zmiana PTE/ <i>PTE change index</i>	1,010	0,886	1,133	0,049
Zmiana SE/ <i>SE change index</i>	0,961	0,798	1,172	0,071
Zmiana TC/ <i>TC change index</i>	1,045	0,933	1,197	0,051
Zmiana współczynnika Malmquist/ <i>Malmquist productivity change index</i>	1,014	0,796	1,242	0,092

Objaśnienie: TE – efektywność techniczna, PTE – efektywność techniczna czysta, SE – efektywność skali/

Notes: TE – technical efficiency, PTE – pure technical efficiency, SE – scale efficiency

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

Source: authors' calculation based on the FADN data

Podsumowanie

Przeprowadzona ocena efektywności i produktywności średnich gospodarstw polowych i mlecznych w latach 2014-2016 jest pierwszą, jaką przeprowadzono dla województwa lubelskiego na podstawie danych FADN. Wyniki przeprowadzonych badań stanowią wkład do literatury przedmiotu dotyczącej szacowania efektywności i produktywności gospodarstw. Wszystkie wskaźniki efektywności (TE, PTE i SE) dla gospodarstw mlecznych w badaniach były większe niż dla gospodarstw polowych. Wyniki te są zgodne z rezultatem analiz przeprowadzonych dla Francji przez Laure Latruffe i Yann Desjuex [2016] oraz Mohamed Ghali i jego zespół [2016]. Niższe wskaźniki efektywności gospodarstw polowych sugerują większą ich niejednorodność niż gospodarstw mlecznych. Można sądzić, że w gospodarstwach polowych, poza zmiennymi warunkami klimatycznymi, zmienność glebowa ma w większym stopniu wpływ na efektywność produkcji niż w gospodarstwach mlecznych. W przeprowadzonej analizie nie uwzględniono jakości ziemi jako czynnika wejściowego po stronie nakładów.

Literatura/Bibliografia

- Borecka Anna, Jerzy Cieślak. 2017. Efektywność gospodarstw rodzinnych utrzymujących świnie w zależności od cyklu produkcji (Efficiency of family farms keeping pigs depending on production system). *Roczniki Naukowe SERIA XIX* (6): 51-55, doi: 10.5604/01.3001.0010.7899.
- Charnes Abraham, William Wager Cooper, E. Rhodes. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2: 429-444.

- Gadanakis Yiorgos, Richard Bennett, Julian Park, Francisco Jose Areal. 2015. Evaluating the sustainable intensification of arable farms. *Journal of Environmental Management* 150: 288-298, doi:10.1016/j.jenvman.2014.10.005.
- Ghali Mohamed, Laure Latruffe, Karine Daniel. 2016. Efficient use of energy resources on french farms: an analysis through technical efficiency. *Energy* 9 (601): 1-15, doi: 10.3390/en9080601.
- GUS. 2017. *Statistical Yearbook of the Regions. Poland*. Warszawa: GUS.
- Fogarasi József, Laure Latruffe. 2009. Technical Efficiency in dairy farming: A comparison of France and Hungary in 2001-2006. *Studies in Agricultural Economics* 110: 75-84.
- Kagan Adam (ed). 2014. *Technical and environmental efficiency of large-scale agricultural enterprises in Poland*. Warszawa: IERiGŻ-PIB
- Kulawik Jacek (ed). 2014. *Direct payments and budget subsidies versus finances and functioning of farms and agricultural enterprises* 120 (4): 1-170. Warszawa: IERiGŻ-PIB.
- Kusz Dariusz, Marek Sobolewski. 2016. Zmiany efektywności gospodarstw rolniczych korzystających z pomocy publicznej w działalności inwestycyjnej (Changes of efficiency of farms benefiting from public funds in investment activity). *Roczniki Naukowe SERiA XVIII* (3): 209-216.
- Latruffe Laure, Yann Desjuex. 2016. Common Agricultural Policy support. technical efficiency and productivity change in French agriculture. *Review of Agricultural. Food and Environmental Studies* 97: 15-28, doi: 10.1007/s41130-016-0007-4.
- Parlinska Maria, Agnieszka Bezet. 2008. Efficiency of the Polish wholesale markets – validation based on the Data Envelopment Analysis. *Roczniki Naukowe SERiA X* (5): 122-124.
- Rusielik Robert. 2010. Wykorzystanie parametrycznej i nieparametrycznej metody analizy granicznej do pomiaru efektywności technicznej rolnictwa – analiza porównawcza (Parametric and nonparametric methods of frontier analysis used for measuring the technical efficiency of agriculture – a comparative study). *Roczniki Naukowe SERiA XII* (1): 174-179.
- Smędzik Katarzyna. 2010. Problem skali produkcji w różnych typach indywidualnych gospodarstw rolnych w Polsce z zastosowaniem modeli DEA (Problems of production scale in different types of individual farms in poland using DEA method). *Roczniki Naukowe SERiA XII* (3): 343-348.
- Syp Alina, Antoni Faber, Magdalena Borzęcka-Walker, Dariusz Osuch. 2015. Assessment of greenhouse gas emissions in winter wheat farms using Data Envelopment Analysis approach. *Polish Journal of Environmental Studies* 24 (5): 2197-2203, doi: 10.15244/pjoes/39682.
- Tomaa Pierluigi, Pier Paolo Migliettaa, Giovanni Zurlinib, Donatella Valenteb, Irene Petrosillob. 2017. A non-parametric bootstrap-data envelopment analysis approach for environmental policy planning and management of agricultural efficiency in EU countries. *Ecological Indicators* 83: 132-143, doi: 0.1016/j.ecolind.2017.07.049.

Summary

The aim of the study was assessment of efficiency and productivity of farms in the Lublin province in the years 2014-2016. The analysis was based on the Data Envelopment Analysis (DEA) model oriented on inputs and Malmquist indices with its components. The calculations were made for medium-sized field and dairy farms that continuously collected data for the FADN system during the period under consideration. In our research all efficiency indicators for dairy farms were larger than for field crop farms. In the years 2014-2016, the average technical efficiency of dairy farms was 0.752, which means that in those farms it is possible to reduce inputs on average by 25% and the value of production will remain at the same level. In the case of field crop farms, inputs should be limited by 33%. The applied decomposition of calculated Malmquist indices allowed to define what factors influenced changes in productivity.

Adres do korespondencji
dr hab. Alina Syp, prof. nadzw. (orcid.org/0000-0002-0190-9350)
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB
Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, tel. (81) 478 67 62
e-mail: asyp@iung.pulawy.pl

dr Dariusz Osuch (orcid.org/0000-0002-4696-8602)
Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB
Zakład Rachunkowości Rolnej
ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa
e-mail: dariusz.osuch@fadm.pl