

Agnieszka Barczak

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

ANALIZA ZMIAN WYDAJNOŚCI PRACY WYBRANYCH GRUP GOSPODARSTW ROLNYCH W REGIONIE POMORZE I MAZURY

EVALUATION OF PRODUCTIVITY CHANGES OF AGRICULTURAL HOLDINGS IN THE POMERANIA AND MASURIA REGION

Słowa kluczowe: funkcja produkcji typu Cobba-Douglasa, funkcja wydajności pracy, metoda nieoznaczonych mnożników Lagrange'a, metoda programowania liniowego

Key words: Cobb-Douglas production function, productivity function, Lagrange's method of undetermined multipliers, linear programming method

Abstrakt. Celem opracowania było zbadanie zmian zespołowej wydajności pracy grup gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych z uwzględnieniem zmian uzyskanych w wyniku analizy optymalizacyjnej i metody DEA. Pod uwagę wzięto gospodarstwa z regionu Pomorze i Mazury za lata 2004-2008. Wykorzystano do tego dane gromadzone i udostępniane przez polski FADN. Funkcje wydajności pracy wyznaczono na podstawie trzyczynnikowych funkcji produkcji typu Cobba-Douglasa, a zmiany wydajności badano z wykorzystaniem rozwiązań otrzymanych w wyniku przeprowadzenia procesu optymalizacji za pomocą metody nieoznaczonych mnożników Lagrange'a, metody programowania liniowego oraz nieparametrycznej metody DEA. Otrzymane wyniki porównano pod względem uzyskanego wzrostu wydajności pracy. Przeprowadzona analiza wykazała, że największy wzrost wydajności pracy uzyskano po wprowadzeniu zmian sugerowanych przez metodę nieoznaczonych mnożników Lagrange'a.

Wstęp

Obecnie jednym z czynników, który przesądza o konkurencyjności podmiotów zarówno na rynku krajowym, jak i międzynarodowym, jest wydajność czynników produkcji. Ta sama zasada dotyczy gospodarstw rolnych. Wydajność może ulegać zmianom pod wpływem właściwej alokacji zasobów będących w dyspozycji gospodarstwa rolnego. Rozdysponowanie zasobów pozwala na prowadzenie takiego procesu produkcji, który umożliwi uzyskanie pożądanego stosunku produkcji do nakładów na nią poniesionych.

Należy zaznaczyć, że poziom wynagrodzenia czynnika pracy, czyli dochody, które uzyskują producenci rolni, zależy od wydajności pracy oraz od poziomu cen produktów rolnych. Zależność ta zachodzi bez względu na wpływ czynników, które kształtują wydajność pracy, czyli np. postęp techniczny czy uzbrojenie techniczne [Rembisz 2007]. Ze względu na to, że producenci rolni nie mają wpływu na poziom cen, mogą próbować zwiększać dochody, optymalizując produkcję i zwiększając wydajność pracy. Powszechnie uznaje się, że wysoka wydajność pracy jest jednym z najważniejszych parametrów rozwojowych gospodarki. Wynika to z tego, że prowadzi ona do zmniejszania kosztów produkcji i zwiększania podaży dóbr. Dynamizując rynek, wyższa wydajność pracy stymuluje wzrost siły nabywczej społeczeństwa, a tym samym jego zamożność i zdolności konkurencyjne.

Celem opracowania było zbadanie zmian zespołowej wydajności pracy grup gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych, z uwzględnieniem zmian uzyskanych w wyniku analizy optymalizacyjnej i metody DEA.

Material i metodyka badań

Do badań wykorzystano dane udostępnione przez polski FADN – System Zbierania i Wykorzystywania Danych Rachunkowych z Gospodarstw Rolnych. Pod uwagę wzięto region Pomorze i Mazury i dane za lata 2004-2008. Do badań wybrano grupy gospodarstw specjalizujące się w uprawach polowych.

Wydajność pracy to produkcja (ilość lub wartość wyrażona w stałych cenach) przypadająca na jednostkę pracy ludzkiej (zatrudnionego) [Sztandynger 2003]. Wydajność pracy może być analizowana jako zagadnienie dotyczące zarówno indywidualnej, jak i zespołowej wydajności. Badanie wydajności zespołowej prowadzi się na różnym stopniu agregacji, w zależności od badanej zbiorowości. W modelach mogą występować różne zmienne objaśniające, których dobór w dużym stopniu zależy od specyfiki produkcji. W przypadku, gdy brane są pod uwagę zmienne mierzalne, badanie wydajności polega na budowie i estymacji odpowiednich modeli równań opisowych [Pawłowski 1978].

Przyjmując za Rembiszem [2007], że fizyczna wydajność pracy producentów rolnych, tak jak wszystkich innych, jest określona następująco:

$$W = \frac{V}{L} \quad (1)$$

gdzie: W – wydajność pracy, V – wartość produkcji, L – nakłady pracy, wyznaczono wskaźniki wydajności pracy dla rzeczywistych poziomów produkcji i zatrudnienia w badanym okresie. Celem ustalenia wartości produkcji rolniczej przyjęto kategorię produkcji końcowej netto. Jest to wartość produktów, które zostały wytworzone w gospodarstwie i po przetworzeniu mogą być przeznaczone na konsumpcję bezpośrednią lub pośrednią. W obliczeniach uwzględniono nakłady pracy gospodarstw rolnych, które produkują z przeznaczeniem na rynek.

Zdaniem Pawłowskiego [1970], jednym z najczęściej rozpatrywanych modeli wydajności pracy jest ten, który wynika z przekształcenia funkcji produkcji typu Cobba-Douglasa. Funkcja ta ma postać:

$$V = \delta L^\alpha A^\beta K^\gamma \quad (2)$$

gdzie: V – wielkość produkcji, L – nakłady pracy żywej, A – nakłady ziemi, K – nakłady kapitału, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – parametry strukturalne i że stosunek $\frac{V}{L}$ jest zespołową wydajnością pracy (W) [Welfe, Welfe 2004]:

$$W = \delta L^{\alpha-1} A^\beta K^\gamma \quad (3)$$

Ujemna wartość wykładnika $\alpha - 1$ oznacza, że wzrost nakładów pracy żywej, przy założeniu niezmienności pozostałych zmiennych objaśniających, powoduje spadek wydajności pracy.

Wydajność pracy grup gospodarstw badano z wykorzystaniem rozwiązań otrzymanych w wyniku przeprowadzenia procesu optymalizacji za pomocą metody nieoznaczonych mnożników Lagrange'a, metody programowania liniowego oraz nieparametrycznej metody DEA. Otrzymane wyniki zostały porównane pod względem uzyskanego wzrostu wydajności pracy zgodnie z formułą:

$$\frac{\Delta W}{W} \cdot 100\% = \left[\left(1 + \frac{\Delta K}{K}\right)^\alpha \left(1 + \frac{\Delta L}{L}\right)^\beta \left(1 + \frac{\Delta A}{A}\right)^\gamma - 1 \right] \cdot 100\% \quad (4)$$

gdzie:

$\frac{\Delta W}{W}$ – zmiana wydajności pracy,

$\frac{\Delta K}{K}$ – zmiana nakładu kapitału,

$\frac{\Delta L}{L}$ – zmiana nakładu pracy żywej,

$\frac{\Delta A}{A}$ – zmiana nakładu ziemi.

Wyniki badań

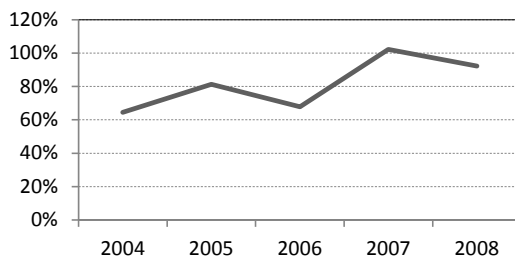
Wykorzystując średnie wartości rzeczywistych poziomów produkcji końcowej netto i nakłady pracy gospodarstw rolnych, wyznaczono wskaźniki wydajności pracy (rys. 1). Jedynie w 2007 roku poziom wydajności pracy przekroczył 100%.

Na podstawie danych dotyczących grup gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych oszacowano trzyczynnikowe funkcje produkcji typu Cobba-Douglasa i na tej podstawie wyznaczono funkcje wydajności pracy (tab. 1).

Do analizy przyjęto funkcje spełniające następujące założenia:

- współczynnik korelacji przyjmujący wartości z przedziału $<0,75; 1)$,
- odchylenie standardowe reszt nieprzekraczające 20% wartości teoretycznych zmiennej,
- statystyka Durбина-Watsona spełniająca warunki zawarte w tablicach rozkładu wartości krytycznych testu DW dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$ oraz liczby zmiennych występujących w modelu,
- stałość składnika losowego (homoskedastyczność).

Analizując oszacowane funkcje, można zauważyć, że najmniejszy spadek wydajności pracy, będący efektem wzrostu nakładów pracy, przy założeniu niezmienności pozostałych zmiennych objaśniających zanotowano w roku 2004 – 0,2335%, a najwyższy, wynoszący 0,4044% na koniec badanego okresu.



Rysunek 1. Zespołowa wydajność pracy na jednego zatrudnionego dla danych rzeczywistych przed wprowadzeniem zmian sugerowanych przez metody optymalizacyjne i metodę DEA

Figure 1. Joint labour productivity per employee for actual data before implementation of changes proposed by optimisation and DEA methods

Źródło: opracowanie własne w oparciu o dane FADN
Source: own compilation based on FADN data

Tabela 1. Funkcje wydajności pracy dla grupy gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych
Table 1. Labour productivity function for a group of agricultural holdings specializing in field cultivation

Lata/ Years	Model/Model	Współczynnik korelacji/ Correlation coefficient	Współczynnik zmienności losowej/ Random variation coefficient [%]
2004	$W = 19,8261L^{-0,2335} A^{0,4195} K^{0,5455}$ (± 0,4574)(± 0,0415)(± 0,0332)(± 0,0423)	0,9323	3,21
2005	$W = 18,8516L^{-0,3251} A^{0,3562} K^{0,5581}$ (± 0,4830)(± 0,0459)(± 0,0354)(± 0,0453)	0,9354	3,56
2006	$W = 54,6692L^{-0,3677} A^{0,3443} K^{0,4789}$ (± 0,4491)(± 0,0421)(± 0,0360)(± 0,0425)	0,9314	3,76
2007	$W = 64,1549L^{-0,3066} A^{0,4729} K^{0,4403}$ (± 0,4032)(± 0,0388)(± 0,0327)(± 0,0379)	0,7945	3,39
2008	$W = 42,2794L^{-0,4044} A^{0,4119} K^{0,4704}$ (± 0,3736)(± 0,0433)(± 0,0365)(± 0,0361)	0,9256	4,11

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Barczak 2011]

Source: own study based on [Barczak 2011]

W tabeli 2 przedstawiono procentowe zmiany nakładów czynników produkcji, które otrzymano w toku wcześniejszych badań z wykorzystaniem metody nieoznaczonych mnożników Lagrange'a, metody programowania liniowego oraz nieparametrycznej metody DEA.

Tabela 2. Zmiany sugerowane w wyniku zastosowania metody nieoznaczonych mnożników Lagrange'a, metody programowania liniowego oraz nieparametrycznej metody DEA (+ wzrost, – spadek)

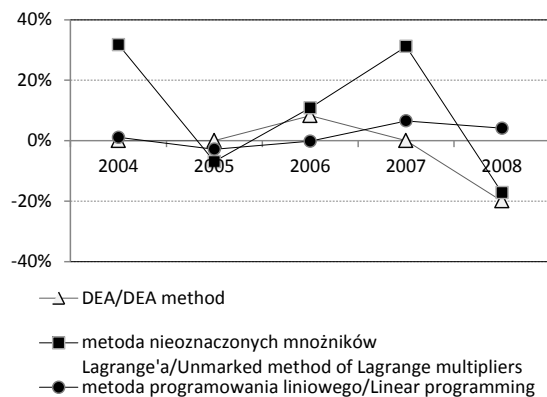
Table 2. Proposed changes resulting from application of Lagrange's method of undetermined multipliers, linear programming and DEA non-parameter method (+ increase, – decrease)

Lata/Years		Metoda nieoznaczonych mnożników Lagrange'a/Unmarked method of Lagrange multipliers [%]	Metoda programowania liniowego/Linear programming method [%]	Metoda DEA/DEA method [%]
2004	praca/work	-10,80	-	-
	ziemia/land	-34,76	-	-
	kapitał/capital	+119,29	+2,02	-
2005	praca/work	+94,85	+9,19	-
	ziemia/land	-47,73	-	-
	kapitał/capital	+96,27	-	-
2006	praca/work	+49,28	-	-33,33
	ziemia/land	-54,79	-0,50	-18,38
	kapitał/capital	+198,66	-	-
2007	praca/work	-14,08	-	-
	ziemia/land	+74,89	+14,35	-
	kapitał/capital	-8,60	-	-
2008	praca/work	+64,99	-	-0,70
	ziemia/land	-53,48	-	-
	kapitał/capital	+101,36	+8,98	-38,11

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Barczak 2012, 2013a,b]

Source: own study based on [Barczak 2012, 2013a,b]

Na podstawie wzoru (4) wyznaczono procentowe zmiany wydajności pracy, które przedstawiono na rysunku 2. Wprowadzenie zmian w nakładach czynników produkcji sugerowanych przez nieparametryczną metodę DEA wykazuje, że tylko w roku 2006 możliwy był wzrost wydajności pracy – o 8,2%. W roku 2008 redukcja nakładów pracy i kapitału (zmiany wielkości nakładów czynników produkcji przedstawiono w tabeli 2) przyczyniła się do prawie 20-procentowego spadku wydajności pracy (rys. 1).



Rysunek 2. Zmiany zespołowej wydajności pracy po wprowadzeniu zmian sugerowanych przez metody optymalizacyjne i metodę DEA
Figure 2. Changes in joint labour productivity after implementation of modifications suggested by optimisation methods and DEA method

Źródło: opracowanie własne w oparciu o dane FADN

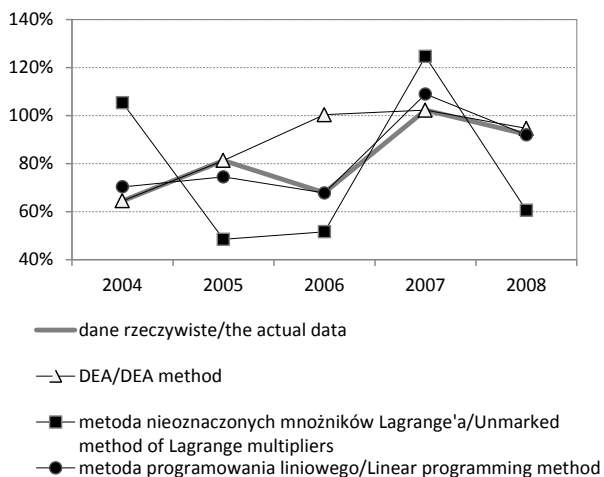
Source: own compilation based on FADN data

Rysunek 3. Zespołowa wydajność pracy na jednego zatrudnionego dla danych rzeczywistych i po wprowadzeniu zmian sugerowanych przez metody optymalizacyjne i metodę DEA

Figure 3. Joint labour productivity per employee for actual data and after implementation of modifications suggested by optimisation methods and DEA method

Źródło: opracowanie własne w oparciu o dane FADN

Source: own compilation based on FADN data



Zmiany wygenerowane z zastosowaniem metody nieoznaczonych mnożników Lagrange'a pozwoliły na wzrost wydajności pracy w roku 2004 i w latach 2006-2007. W roku 2004 wzrost nakładów kapitału przy jednoczesnym spadku nakładów ziemi i pracy przyczynił się do wzrostu wydajności pracy o 31,8%. W latach 2005-2006 i w roku 2008 sugerowany wzrost nakładów pracy i kapitału przy jednoczesnym spadku nakładów ziemi spowodował spadek wydajności pracy w roku 2005 i 2008, odpowiednio o 6,9 i 17,2%. W roku 2006 wprowadzenie zmian pociągało za sobą wzrost wydajności o 10,9%. W roku 2007 wzrost nakładów ziemi przy jednoczesnym spadku nakładów pracy i kapitału spowodował wzrost wydajności pracy o 31,2%.

Wprowadzenie zmian w nakładach czynników produkcji sugerowane przez metodę programowania liniowego wykazuje, że wydajność pracy wzrosła w roku 2004 i w latach 2007-2008. W roku 2004 i 2008 wzrost nakładów kapitału spowoduje wzrost wydajności pracy odpowiednio o 1,1 i 4,1%. W roku 2007 wzrost nakładów ziemi pozwolił na wzrost wydajności o 6,6%. W pozostałych okresach wprowadzone zmiany spowodowały spadek wydajności pracy. W roku 2005 wzrost nakładów pracy spowodował spadek wydajności pracy o 2,82%. W kolejnym okresie zmniejszenie nakładów ziemi spowodowało spadek wydajności pracy o 0,2% (rys. 2). Na rysunku 3 zobrazowano wartości wskaźników wydajności pracy, porównując indeksy dla wartości rzeczywistych i wartości uzyskanych w wyniku zmian wprowadzonych po zastosowaniu metod optymalizacyjnych i metody DEA.

Podsumowanie i wnioski

Zarówno metodą nieoznaczonych mnożników Lagrange'a, metodą DEA, jak i metodą programowania liniowego wygenerowano wyniki mające wpływ na wzrost wydajności pracy w badanych okresach. Największy wzrost wydajności pracy uzyskano po wprowadzeniu zmian sugerowanych przez metodę nieoznaczonych mnożników Lagrange'a – 63,22% w roku 2004 i 21,86% w 2007 roku.

Na podstawie wyników analizy za pomocą nieparametrycznej metody DEA stwierdzono wzrost wydajności pracy w roku 2006 o 47,90%, a w roku 2008 o 2,61%. Także metoda programowania liniowego pozwoliła na uzyskanie wzrostu wydajności pracy o 8,98% w roku 2004 i o 6,57% w roku 2007.

Reasumując, wprowadzenie zmian w nakładach czynników produkcji sugerowanych przez metody zastosowane w pracy nie gwarantuje wzrostu zespołowej wydajności pracy.

Literatura

- Barczak A. 2011: *Wykorzystanie metody mnożników Lagrange'a do oceny efektywności produkcji na przykładzie wybranych grup gospodarstw rolnych*, rozprawa doktorska, IERiGŻ PIB, Warszawa, 57, 76-79, 81-82.
- Barczak A. 2012: *The use of the DEA method to measure the efficiency of the production process based on a group of farms*, Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis 298, Oeconomica, 69, Szczecin, 5-14.
- Barczak A. 2013a: *Wykorzystanie metody programowania liniowego do oceny procesu produkcyjnego grup gospodarstw wybranych typów rolniczych*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 307/2013, Polityka ekonomiczna, Wrocław, 45-55.
- Barczak A. 2013b: *Managing the Production Process of a Group of Agricultural Farms in the Pomorze and Mazury Region and their Economic Development*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 286, Tyt. nr: Regional Economy in Theory and Practice, Wrocław, 237-247.
- Pawłowski Z. 1970: *Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego*, PWN, Warszawa, 152-153.
- Pawłowski Z. 1978: *Ekonometria*, PWN, Warszawa, 314.
- Rembisz W. 2007: *Mikroekonomiczne podstawy wzrostu dochodów producentów rolnych*, Wyd. Wyższej Szkoły Finansów i Zarządzania w Warszawie, Warszawa, 32-34.
- Sztandynger J.J. 2003: *Modyfikacje funkcji produkcji i wydajności pracy z zastosowaniami*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 17.
- Welfe W., Welfe A. 2004: *Ekonometria stosowana*, PWE, Warszawa, 51.

Summary

The aim of this paper was to assess the joint productivity of groups of agricultural holdings specializing in field cultivation, taking into account modifications being the result of optimisation analysis and the DEA method. The results achieved by agricultural holdings operating in the Pomerania and Masuria region in the years 2004-2008 were researched based on data collected by Polish FADN (Farm Accountancy Data Network). Productivity function was measured using the three-factor Cobbs-Douglas production function, whereas changes in productivity were analysed using mathematical optimisation models, that is Lagrange's method of undetermined multipliers, linear programming method and DEA non-parameter method. The results were compared with respect to farms' productivity. The analysis indicates that the highest increase in productivity was achieved after implementation of changes suggested by Lagrange's method of undetermined multipliers.

dr Agnieszka Barczak
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Katedra Analizy Systemowej i Finansów
ul. Janickiego 31
70-270 Szczecin
e-mail: agnieszka-barczak@zut.edu.pl