



## PRODUCTIVITY OF CAPITAL FLOW ON COMMODITY FARMS IN POLAND

### PRODUKTYWNOŚĆ STRUMIENIA KAPITAŁU W TOWAROWYCH GOSPODARSTWACH ROLNYCH W POLSCE

**Ewa Wójcik, Anna Nowak**

University of Life Sciences in Lublin / Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wójcik E., Nowak A. (2015), *Produktywność strumienia kapitału w towarowych gospodarstwach rolnych w Polsce/ Productivity of capital flow on commodity farms in Poland*. Economic and Regional Studies, vol. 8, no.2, pp. 12-21.

**Summary:** The aim of the study is to assess changes in the productivity of the total, average and marginal medium flow of capital in commodity farms in Poland on the example of the years 2004, 2005, i.e. during the first years of accession to the European Union, and after five years of membership, i.e. in 2009, taking into account ensuring a level of productivity of resources in accordance with the welfare of the agricultural ecosystems is a priority.

The development was made on the basis of empirical data monitoring unit i.e. Polish FADN. Cobb-Douglas method was used. Using the relationship between the total production of SE131 farm and aggregated factors of production: SE011 labor input and SE270 flow of capital factor productivity was determined variation in the studied years. In studied years it has been shown that the most effective factor in the total production of households was medium flow of capital. The results indicate that the analyzed commodity farms in 2009 compared to 2004 and 2005 increased in the total productivity and decreased in the average and marginal productivity of flow of capital. In the studied years, there has been a reduction in economic efficiency factor of growth capital in commodity farms. This is important, because the productivity of resources in agriculture is an important prerequisite for sustainable development, which is considered the most desirable direction.

The analysis has demonstrated the need for the optimal use of factors of production, especially the medium flow of capital. More rational decisions in the management of production factors manifested by an increase in the efficiency of the production process, i.e. maximization of production resulting from the proper allocation of the factors, which in turn causes an increase in the competitiveness of farms. A wide range of bio-economy imposes, to a certain extent, patterns of organization of production in this sector.

**Streszczenie:** Celem opracowania jest ocena zmian produktywności całkowitej, przeciętnej i krańcowej strumienia czynnika kapitału w towarowych gospodarstwach rolnych w Polsce na przykładzie lat 2004, 2005, tj. w pierwszych latach akcesji z Unią Europejską, oraz po pięciu latach członkostwa tj. w 2009 roku, z uwagi na to, że zapewnienie poziomu produktywności zasobów zgodne z dobrostanem ekosystemów rolniczych staje się obecnie priorytetem.

Opracowanie wykonano na podstawie jednostkowych danych empirycznych monitoringu Polskiego FADN. Do badań wykorzystano metodę funkcji produkcji typu Cobb-Douglasa. Wykorzystując zależność pomiędzy produkcją ogółem gospodarstwa rolnego SE131 a zagregowanymi czynnikami produkcji: nakłady pracy ludzkiej SE011 oraz strumień czynnika kapitału SE270 określono zróżnicowanie produktywności w badanych latach. Wykazano, że najbardziej efektywnym czynnikiem wpływającym na produkcję ogółem gospodarstw był strumień czynnika kapitału w badanych latach. Wyniki badań wskazują, że w analizowanych towarowych gospodarstwach rolnych w 2009 roku w porównaniu do 2004 i 2005, nastąpił wzrost produktywności całkowitej a spadek produktywności przeciętnej i krańcowej strumienia czynnika kapitału. W badanych latach nastąpiło obniżenie ekonomicznej efektywności wzrostu czynnika kapitału w towarowych gospodarstwach rolnych. Jest to istotne, gdyż produktywność zasobów w rolnictwie stanowi ważną przesłankę rozwoju zrównoważonego, uznawanego za najbardziej pożądany kierunek rozwoju.

Przeprowadzone analizy wskazują na potrzebę optymalnego wykorzystywania czynników produkcji, a zwłaszcza strumienia czynnika kapitału. Bardziej racjonalne decyzje w zakresie gospodarowania czynnikami produkcji przejawiają się zwiększeniem efektywności procesu produkcyjnego, czyli maksymalizacją produkcji wynikającą z właściwej alokacji czynników, co z kolei powoduje wzrost konkurencyjności gospodarstw. Szeroki zakres biogospodarki narzuca w pewnym stopniu wzorce organizacji produkcji w tym sektorze.

**Address for correspondence:** mgr inż. Ewa Wójcik, dr inż. Anna Nowak, University of Life Sciences in Lublin, Department of Economics and Management, Akademicka St. 13, 20-950 Lublin, Poland; phone/ fax: +48 81 461-05-61; e-mail: ewa.wojcik@up.lublin.pl, anna.nowak@up.lublin.pl  
**Full text PDF:** www.ers.edu.pl; Open-access article.

**Copyright** © Pope John Paul II State School of Higher Education in Białą Podlaską, Sidorska 95/97, 21-500 Białą Podlaską;

**Indexation:** Index Copernicus Journal Master List ICV 2014: 70.81 (6.96); Polish Ministry of Science and Higher Education 2014: 4 points.

**Keywords:** commodity farms, factors of production, capital flow factor, total productivity, average productivity, the marginal productivity

**Słowa kluczowe:** towarowe gospodarstwa rolne, czynniki produkcji, strumień czynnika kapitału, produktywność całkowita, produktywność przeciętna, produktywność krańcowa

## Introduction

In agriculture, a major factor in the development of research in the bio-economy are technological factors. However, as the literature shows, a wide range of bio-economy imposes a certain extent, patterns of organization of production in this sector (Viaggi et al., 2012).

The European Commission (EC 2012) defines the bioeconomy as something what includes production of renewable biological resources and their conversion into food, feed, bio-based products and bioenergy. It includes agriculture, forestry, fisheries, food production, pulp and paper, as well as part of the chemical industry, biotechnology and energy. These sectors have a strong potential for innovation due to the use in a wide range of sciences (life sciences, agronomy, ecology, food science and social studies), enabling and industrial technologies (biotechnology, nanotechnology, information and communication technologies (ICT) and engineering), and local knowledge.

Agriculture is primarily aimed at supplying food and ensuring food security of the population. Security is maintained when food is available physically, economically, and is suitable in terms of health and the daily food ration is optimal (Winiarski, 2006). The selection and size of the production processes in a single holding based on competition mechanism should take into account the need to make the best use of the economic resources of the farm owner. Effective use of the production factors on farms determines the competitiveness of agriculture in the local as well as regional or even international.

Productivity rating plays an important role due to the fact that the ability to make effective use of factors of production, especially capital, technology and people is a measure of competitiveness (Kołodziejczak 2010). The European Commission recognizes the productivity as the most reliable indicator of competitiveness in the long term (European Commission 2009). Czyżewski, in turn, stresses out that resource productivity in agriculture is an important prerequisite for sustainable development, which is considered the most desirable direction of development, balancing three orders: social, economic and environmental (Czyżewski 2012). Disagreement indicates the essence of providing the level of productivity of resources in accordance with the welfare of agricultural ecosystems (Niezgoda 2013).

The specificity of the agricultural sector makes farmers derive little benefit from available resources and specialization in production (Wojcik, 2005). Effective management of the capital on farms is be-

## Wstęp

W odniesieniu do rolnictwa głównym czynnikiem badań w zakresie rozwoju biogospodarki są czynniki technologiczne. Jednak jak wskazuje literatura szeroki zakres biogospodarki narzuca w pewnym stopniu wzorce organizacji produkcji w tym sektorze (Viaggi i in., 2012).

Komisja Europejska (EC 2012) określa biogospodarę jako tę, która obejmuje wytwarzanie odnawialnych zasobów biologicznych oraz ich przekształcanie w żywność, pasze, produkty pochodzenia biologicznego oraz bioenergii. Obejmuje ona rolnictwo, leśnictwo, rybołówstwo, produkcję żywności, celulozy i papieru, a także część przemysłu chemicznego, biotechnologicznego i energii. Sektory te mają silny potencjał innowacyjny ze względu na wykorzystanie w nich w szerokim zakresie nauki (nauki przyrodnicze, agronomia, ekologia, nauki o żywności i nauk społecznych), technologii wspomagających i technologii przemysłowych (biotechnologia, nanotechnologia, informacyjnych i komunikacyjnych (ICT) oraz engineering), oraz wiedzy lokalnej.

Rolnictwo ma na celu przede wszystkim dostarczanie produktów żywnościowych i zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego ludności. Bezpieczeństwo jest zachowane gdy żywność jest dostępna fizycznie, ekonomicznie i jest odpowiednia pod względem zdrowotnym a dzienna racja żywnościowa jest optymalna (Winiarski 2006). Dobór i rozmiar procesów produkcji w pojedynczym gospodarstwie oparty o mechanizm konkurencji powinien uwzględniać konieczność jak najlepszego wykorzystania wszystkich ekonomicznych zasobów jakimi dysponuje właściciel gospodarstwa. Efektywne wykorzystanie czynników produkcji w gospodarstwach przesądza o konkurencyjności rolnictwa w skali lokalnej jak i regionalnej czy nawet międzynarodowej.

Ocena produktywności odgrywa istotną rolę z uwagi na to, że zdolność do efektywnego wykorzystania czynników produkcji, przede wszystkim kapitału, technologii oraz ludzi stanowi miarę konkurencyjności (Kołodziejczak 2010). Komisja Europejska uznaje produktywność za najbardziej wiarygodny wskaźnik konkurencyjności w długim okresie (European Commission 2009). Czyżewski z kolei podkreśla, że produktywność zasobów w rolnictwie stanowi ważną przesłankę rozwoju zrównoważonego, uznawanego za najbardziej pożądaną kierunek rozwoju, równoważący trzy łady: społeczny, ekonomiczny i środowiskowy (Czyżewski 2012). Niezgoda wskazuje na istotę zapewnienia poziomu produktywności zasobów zgodnego z dobrostanem ekosystemów rolniczych (Niezgoda 2013).

coming one of the key problems of commercial farms in Poland, since capital is a factor that allows expansion and is directly influencing the volume and value of production.

### Material and research methodology

The aim of the research in this paper is the analysis and evaluation of changes in the productivity of medium flow of capital in commodity farms in Poland for example, the years 2004 and 2005, i.e. during the first years of Polish accession to the EU, and after five years of the membership, i.e. in 2009. The analysis covered commodity farms situated in the Polish FADN observation. It is a database in which data are collected according to uniform rules, and holding form a statistically representative sample of commercial farms operating in the EU. Number of commercial farms surveyed was: 10992 in 2004, 11548 in 2005, 10937 in 2009.

Changes in productivity are analyzed here on the basis of empirical data of monitoring unit i.e. Polish FADN. Polish FADN data are a source of information on economics and development processes farms in Poland. Tested farms belong to the most efficient economically, and therefore the conclusions made may be useful for farms with lower performance (Nieżgoda, 2009). To implement the study the function of Cobb-Douglas was used (CD).

### Results

Statistical characteristics of figures including name, type traits by Polish FADN, variable symbol, arithmetic mean, the area of variation, the coefficient of variation are summarized in Table 1. The symbols of features are the same throughout the whole study.

As the analysis of Table 1 shows, the variability in the characteristics on commodity farms in examined years was very high. In the years 2004, 2005 and 2009, the highest variability of factors were characterized by the total cost and total production, and the least diverse feature was the total labor time. This is due to familial characteristic of Polish farms, where human labor expenditures are determined by the number of family members.

In cross-sectional studies it is assumed that factors of production replace continuously, and that any combination of inputs uniquely corresponds to a certain level of production. Therefore, the models of the type of production with Cobb-Douglas

Specyfika sektora rolnego sprawia, że rolnicy czerpią niewielkie korzyści z posiadanych zasobów i specjalizacji produkcji (Wójcik 2005). Efektywne gospodarowanie kapitałem w gospodarstwach staje się jednym z kluczowych problemów towarowych gospodarstw rolnych w Polsce, gdyż kapitał jest czynnikiem wzrostotwórczym bezpośrednio wpływającym na wielkość i wartość produkcji.

### Materiał i metodyka badań

Celem badań w tym opracowaniu jest analiza i ocena zmian produktywności strumienia czynnika kapitału w towarowych gospodarstwach rolnych w Polsce na przykładzie lat 2004 i 2005, tj. w pierwszych latach akcesji Polski do UE, oraz po pięciu latach członkostwa tj. w 2009 roku. Analizą objęto towarowe gospodarstwa rolne znajdujące się w polu obserwacji Polskiego FADN. Jest to baza danych, w której dane zbierane są według jednolitych zasad, a gospodarstwa tworzą statystycznie reprezentatywną próbę towarowych gospodarstw rolnych funkcjonujących na obszarze UE. Liczba badanych towarowych gospodarstw rolnych wynosiła: 10992 w 2004 roku, 11548 w 2005 roku, 10937 w 2009 roku.

Zmiany produktywności analizuje się tu na podstawie jednostkowych danych empirycznych monitoringu Polskiego FADN. Dane Polskiego FADN są pewnym źródłem informacji o ekonomice i procesach rozwojowych gospodarstw rolnych w Polsce. Badane gospodarstwa należą do najsprawniejszych ekonomicznie, a więc sformułowane wnioski mogą być użyteczne dla gospodarstw o niższej sprawności (Nieżgoda 2009). Do zrealizowania przyjętego celu badań wykorzystano metodę funkcji produkcji typu Cobb-Douglasa (C-D).

### Wyniki badań

Statystyczną charakterystykę danych liczbowych obejmującą nazwę, rodzaj cechy wg Polski FADN, symbol zmiennej, średnie arytmetyczne, obszar zmienności, współczynnik zmienności zestawiono w tabeli 1. Symbole cech są te same w całym opracowaniu.

Jak wynika z analizy tabeli 1, zmienność rozpatrywanych cech w badanych towarowych gospodarstwach rolnych i w badanych latach była bardzo wysoka. W roku 2004, 2005 jak i w 2009, największą zmiennością charakteryzowały się czynniki koszty ogółem i produkcja ogółem, a najmniej zróżnicowaną cechą był czas pracy ogółem. Wynika to rodzinnego charakteru polskich gospodarstw, w których nakłady pracy ludzkiej są zdeterminowane liczbą członków rodziny.

W badaniach przekrojowych zakłada się, że czynniki produkcji zastępują się w sposób ciągły oraz to, że każdej kombinacji czynników produkcji odpowiada jednoznacznie określony poziom pro-

**Table 1.** Statistical characteristics of the analyzed variables in commodity farms in 2004, 2005 and 2009**Tabela 1.** Statystyczna charakterystyka analizowanych zmiennych w towarowych gospodarstwach rolnych w roku 2004, 2005 i 2009

Name of feature/ Nazwa cechy	Features according to FADN/ Cechy wg Polski FADN	Variable symbol( $X_n$ )/ Symbol zmiennej ( $X_n$ )	Unit measure/ Jedn. miary	Arithmetic mean/ Średnia arytmetyczna	Area variation/ Obszar zmienności		Coefficient of variation/ Współczynnik zmienności
					Min	Max	
2004							
Total production/ Produkcja ogółem	SE131	$X_1$	zł	173029,00	4444,00	11446200,00	1,85
UR Area/ Powierzchnia UR	SE025	$X_2$	ha	30,80	0,02	1232,38	1,54
Cs total work time Czas pracy ogółem	SE011	$X_3$	godz.	4614,50	264,00	131384,00	0,78
Total costs/ Koszty ogółem	SE270	$X_4$	zł	128664,00	5830,00	10560000,00	2,00
2005							
Total production/ Produkcja ogółem	SE131	$X_1$	zł	165605,00	5678,00	4934410,00	1,75
UR Area/ Powierzchnia UR	SE025	$X_2$	ha	31,44	0,02	1397,40	1,60
Cs total work time Czas pracy ogółem	SE011	$X_3$	godz.	4668,30	220,00	139600,00	0,84
Total costs/ Koszty ogółem	SE270	$X_4$	zł	126621,00	5167,00	4581690,00	1,75
2009							
Total production/ Produkcja ogółem	SE131	$X_1$	zł	191061,00	6707,74	7575130,00	1,69
UR Area/ Powierzchnia UR	SE025	$X_2$	ha	36,44	0,02	772,80	1,25
Cs total work time Czas pracy ogółem	SE011	$X_3$	godz.	4512,28	176,00	80617,00	0,76
Total costs/ Koszty ogółem	SE270	$X_4$	zł	163563,00	8113,00	7618780,00	1,62

Source: Own calculations based on empirical data of monitoring unit, i.e. Polish FADN.

Źródło: Obliczenia własne na podstawie jednostkowych danych empirycznych monitoringu Polskiego FADN.



functions (CD) for commodity farms in Poland in the studied years were approximated. The estimated models of function expressing the relationship between the production of total PLN( $X_1$ ) as the dependent variable and the work of the human in man-hours ( $X_3$ ) and a stream of capital factor in PLN( $X_4$ ) as independent variables, taken the form of the following equations:

$$2004: X_1' = 0,8436 X_3^{0,0768} X_4^{0,9843}; R_{1,3,4}^2 = 0,9347$$

$$2005: X_1' = 0,5921 X_3^{0,1126} X_4^{0,9846}; R_{1,3,4}^2 = 0,9282$$

$$2009: X_1' = 0,4513 X_3^{0,0946} X_4^{1,0098}; R_{1,3,4}^2 = 0,9298$$

Statistical verification of regression coefficients in the equations above were performed using Student's t test, assuming that the level of significance = 0.01. The absolute height of the coefficients of determination indicates a good fit of the model function to the actual numerical data.

The exponential functions are characterized by a constant elasticity of production with respect to the factors of production, regardless of their level of use and the size of the resulting output. The regression coefficients are simultaneously elasticity coefficients characterizing the average relative increases (Nieżgoda, 1986). On the basis of these Cobb-Douglas functions can be concluded that the simultaneous increase of 1% in the level of factors contributed to the increase in total production of 1,061% in 2004; 1,097% in 2005; 1,104% in 2009. Based on the elasticity coefficients reflecting the degree of proportionality with respect to the income factors analyzed here can, therefore, be concluded that in the studied communities of households we had to deal with combined increasing efficiency expenditures in the studied years.

The coefficients of production flexibility with respect to the factors listed in the equations indicate the share of each of them in the value of total production. With respect to the regression coefficients of considered factors of production we can assume that individual factors contributed to the increase in production in varying degrees. The analysis shows that this increase was dependent mainly on the flow of capital factor and its influence increased in 2009 compared to 2004 and 2005.

Approximated model of Cobb-Douglas function was the basis for further analysis of the relationships between total production and production factors. For this purpose, multiple regression equations were brought to two tail partial regression function, which allowed to explain the relationship between the production and flow of capital factor.

W związku z tym aproksymowano modele funkcji produkcji typu Cobb-Douglasa (C-D) dla towarowych gospodarstw rolnych w Polsce w badanych latach. Oszacowane modele tej funkcji wyrażające zależność między produkcją ogółem w zł ( $X_1$ ) jako zmienną zależną a pracą ludzką w rbh ( $X_3$ ) i strumieniem czynnika kapitału w zł ( $X_4$ ) jako zmiennymi niezależnymi, przybrały postać następujących równań:

Weryfikacji statystycznej współczynników regresji w powyższych równaniach dokonano za pomocą testu t-Studenta, przyjmując poziom istotności  $\alpha=0,01$ . Bezwzględna wysokość współczynników determinacji wskazuje na dobre dopasowanie tego modelu funkcji do rzeczywistych danych liczbowych.

Przedstawione funkcje potęgowe charakteryzują się stałą elastycznością produkcji względem czynników produkcji niezależnie od poziomu ich użycia i wielkości uzyskanej produkcji. Współczynniki regresji są jednocześnie współczynnikami elastyczności charakteryzującymi średnie przyrosty względne (Nieżgoda 1986). Na podstawie podanych funkcji Cobb-Douglasa można stwierdzić, że jednoczesne zwiększenie poziomu czynników o 1% przyczyniło się do wzrostu produkcji ogółem o 1,061% w roku 2004; 1,097% w 2005; 1,104% w 2009. Na podstawie współczynników elastyczności odzwierciedlających stopień proporcjonalności przychodu względem analizowanych tu czynników można więc stwierdzić, że w badanych zbiorowościach gospodarstw mieliśmy do czynienia z rosnącą efektywnością nakładów razem wziętych w badanych latach.

Współczynniki elastyczności produkcji względem podanych w równaniach czynników wskazują na udział każdego z nich w wartości produkcji ogółem. Ze współczynników regresji względem rozpatrywanych czynników produkcji wynika, że poszczególne czynniki w różnym stopniu przyczyniły się do wzrostu produkcji. Z analizy wynika, że wzrost ten był uzależniony głównie od strumienia czynnika kapitału, a jego oddziaływanie zwiększyło się w 2009 roku w stosunku do 2004 i 2005 roku.

Aproksymowany model funkcji Cobb-Douglasa był podstawą do przeprowadzenia dalszej analizy związków pomiędzy produkcją ogółem a badanymi czynnikami produkcji. W tym celu równania regresji wielorakiej sprowadzono do dwuczynnikowych cząstkowych funkcji regresji, co pozwoliło wyjaśnić zależności pomiędzy produkcją a strumieniem czynnika kapitału.

The presented regression equations shows that the coefficient of elasticity of production with respect to medium flow of capital was higher in 2009 relative to 2004 and 2005. This indicates an increase in the efficiency of medium flow of capital in surveyed years. The coefficients of production flexibility with respect to medium flow of capital in commodity farms surveyed indicate that an increase in capital by 10% resulted in the increase in total production value of 9.84% in 2004, by 9.85% in 2005, with 10.10% in the year 2009, while shaping the other factors of production at a constant level. After five years of Polish membership in the EU the impact of this factor on agricultural production has increased by approx. 3%.

Figures illustrating the relationship between the production of total ( $X_1''$ ) and the level of capital flow factor ( $X_4$ ) in the surveyed commodity farms are presented in Table 2, and plotted on the basis of the curves shown in Chart 2.

Z przedstawionych równań regresji wynika, że współczynnik elastyczności produkcji względem strumienia czynnika kapitału był wyższy w roku 2009 względem 2004 i 2005. Wskazuje to na wzrost efektywności wykorzystania strumienia czynnika kapitału w badanych latach. Współczynniki elastyczności produkcji względem strumienia czynnika kapitału w badanych towarowych gospodarstwach rolnych wskazują, że wzrost kapitału o 10% powodował przyrost wartości produkcji ogółem o 9,84% w roku 2004, o 9,85% w roku 2005, o 10,10% w roku 2009, przy jednoczesnym ukształtowaniu pozostałych czynników produkcji na poziomie stałym. Po pięciu latach członkostwa Polski w UE nastąpił wzrost oddziaływania omawianego czynnika na produkcję rolniczą o ok. 3%.

Dane liczbowe ilustrujące zależność pomiędzy produkcją ogółem ( $X_1''$ ) i poziomem strumienia czynnika kapitału ( $X_4$ ) w badanych towarowych gospodarstwach rolnych zawiera tabela 2, a wykreślone na ich podstawie krzywe przedstawiono na wykresie 2.

**Table 2.** Productivity and total average flow of capital factor SE270 in commodity farms surveyed in 2004, 2005 and 2009  
**Tabela 2.** Produktywność całkowita i przeciętna strumienia czynnika kapitału SE270 w badanych towarowych gospodarstwach rolnych w roku 2004, 2005 i 2009

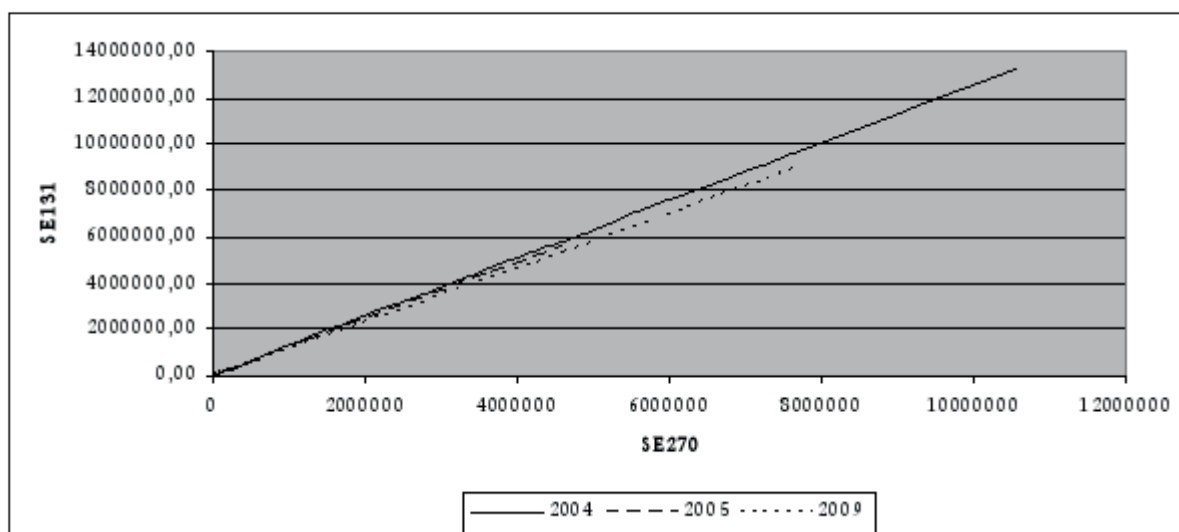
2004			2005			2009		
Total costs/ Koszty ogółem $X_4$ (PLN)	$X_1''$ (PLN)	$\frac{X_1''}{X_4}$ (PLN/PLN)	Total costs/ Koszty ogółem $X_4$ (PLN)	$X_1''$ (PLN)	$\frac{X_1''}{X_4}$ (PLN/PLN)	Total costs/ Koszty ogółem $X_4$ (PLN)	$X_1''$ (PLN)	$\frac{X_1''}{X_4}$ (PLN/PLN)
5000	7053,79	1,41	5000	6722,77	1,34	5000	5437,43	1,09
15000	20799,52	1,39	15000	19829,95	1,32	15000	16488,86	1,10
45000	61331,52	1,36	45000	58491,83	1,30	45000	50002,03	1,11
135000	180848,20	1,34	135000	172531,65	1,28	135000	151629,86	1,12
405000	533266,91	1,32	405000	508911,62	1,26	405000	459813,55	1,14
1215000	1572443,63	1,29	1215000	1501121,89	1,24	1215000	1394372,50	1,15
3645000	4636663,05	1,27	3645000	4427815,80	1,21	3645000	4228397,93	1,16
4581690	5807299,88	1,27	4581690	5546104,65	1,21	4581690	5326935,47	1,16
7618780	9580021,58	1,26	x	x	x	7618780	8902287,04	1,17
10560000	13210493,76	1,25	x	x	x	x	x	x
Average 128664	172490,52	1,34	Average 126621	161982,95	1,28	Average 163563	184057,22	1,13

Source: Own calculations based on empirical data of monitoring unit i.e. Polish FADN.

Źródło: Obliczenia własne na podstawie jednostkowych danych empirycznych monitoringu Polskiego FADN.

The analysis of Table 2 shows that the studied commodity farms with increasing stream of capital factor achieved a higher level of total production. It should be noted that the same level of total costs in 2009 gave lower production than in 2004 and 2005. It should also be noted that the total flux factor productivity of capital calculated for the average size in commodity farms was higher in 2009 than in 2004 and 2005.

Z analizy tabeli 2 wynika, że w badanych towarowych gospodarstwach rolnych wraz ze zwiększaniem strumienia czynnika kapitału osiągnano wyższy poziom produkcji ogółem. Należy zauważyć, że ten sam poziom kosztów ogółem dawał w roku 2009 niższy poziom produkcji niż w 2004 i 2005 roku. Ponadto należy wskazać, że produktywność całkowita strumienia czynnika kapitału obliczona dla jego średniej wielkości w towarowych gospodarstwach rolnych była wyższa w 2009 roku aniżeli w 2004 i 2005 roku.



**Chart 2.** The relationship between total production SE131 (PLN) and a stream of capital factor SE270 (PLN) in the surveyed commodity farms in 2004, 2005 and 2009

**Wykres 2.** Zależność między produkcją ogółem SE131 (zł) a strumieniem czynnika kapitału SE270 (zł) w badanych towarowych gospodarstwach rolnych w roku 2004, 2005 i 2009

Source: Own calculations based on empirical data of monitoring unit i.e. Polish FADN.

Źródło: Obliczenia własne na podstawie jednostkowych danych empirycznych monitoringu Polskiego FADN.

The curves plotted on Chart 2 illustrates the overall productivity of capital SE270 medium flow and their length is determined by the difference between the minimum and maximum levels of this factor. Chart 2 shows that the studied commodity farms with increasing flow of capital factor achieved a higher level of total production SE131. It should be noted that the same level of total costs in 2009 gave lower level of production than in 2004 and 2005 (Table 2). Curves show the discussed dependence points to the desirability of growth medium flow of capital SE270 in the studied years.

As shown in Table 2, the average calculated productivity ratios based on the average size of medium flow of capital varied in the studied years, i.e. higher economic effectiveness of the expenditure was recorded in 2004: 1,34 PLN / PLN, than in 2005: 1,28 PLN / PLN and 2009: 1,13 PLN / PLN. The analysis showed that the average productivity of medium flow of capital in commodity farms decreased after five years of Polish accession to the European Union. In 2009 compared to 2004, reports the relative increase in total production (110.4%) and the increase in total costs (127.1%) developed at the expense of production. The causes must be sought in, inter alia, unfavorable for agriculture relative prices. Price scissors of agricultural products and means of production for agriculture in 2004 amounted to 102.6<sup>1</sup>, in 2005, 96.0<sup>2</sup> and in 2009 96.1<sup>3</sup> According to Wos,

Krzywe wykreślone na wykresie 2 obrazują produktywność całkowitą strumienia czynnika kapitału SE270 a ich długość uwarunkowana jest różnicą między minimalnym i maksymalnym poziomem omawianego czynnika. Z wykresu 2 wynika, że w badanych towarowych gospodarstwach rolnych wraz ze zwiększaniem strumienia czynnika kapitału osiągnano wyższy poziom produkcji ogółem SE131. Należy zauważyć, że ten sam poziom kosztów ogółem dawał w roku 2009 niższy poziom produkcji niż w 2004 i 2005 roku (tabela 2). Przebieg krzywych obrazujących omawiane zależności wskazuje na celowość wzrostu strumienia czynnika kapitału SE270 w badanych latach.

Jak wynika z tabeli 2, współczynniki produktywności przeciętnej wyliczone w oparciu o średnią wielkość strumienia czynnika kapitału były zróżnicowane w badanych latach, tj. wyższą ekonomiczną efektywność ponoszonych nakładów odnotowano w 2004 roku: 1,34 zł/zł, niż w 2005 roku: 1,28 zł/zł i 2009 roku: 1,13 zł/zł. Przeprowadzona analiza wykazała, że produktywność przeciętna strumienia czynnika kapitału w towarowych gospodarstwach rolnych uległa obniżeniu po pięciu latach akcesji Polski do Unii Europejskiej. W 2009 roku w stosunku do 2004 roku relacje względne przyrostu produkcji ogółem (110,4%) i przyrostu kosztów ogółem (127,1%) kształtowały się na niekorzyść produkcji. Przyczyny należy upatrywać m.in. w niekorzystnych dla rolnictwa relacjach cen. Nożyce cen produktów rolniczych i środków produkcji dla rolnictwa w 2004 roku wynosiły 102,6<sup>1</sup>, w 2005 roku

<sup>1</sup> Studies and statistical analysis, Agriculture in 2004, Central Statistical Office, Department of Agriculture, 2005, p.23.

<sup>2</sup> Studies and statistical analysis, Agriculture in 2005, the Central Statistical Office, Department of Agriculture, 2006, p.23.

<sup>3</sup> Studies and statistical analysis, Agriculture in 2009, Central Statistical Office, Department of Agriculture, 2010, p.21.

<sup>1</sup> Studia i analizy statystyczne, Rolnictwo w 2004 roku, GUS, Departament Rolnictwa, Warszawa 2005, s. 23.

the effectiveness of current material outlays may reflect the state of the economic situation in agriculture (Wos 1994). Thus, if there is a bad situation for agriculture demand for material expenditure items is lowered, as well as their current effectiveness is decreased.

Ratings of factor of productivity of capital flow has also been made with the help of marginal productivity factor, which express the first partial derivatives of the function:

$$2004: \frac{\Delta X_1''}{\Delta X_4} = 0,9843 \frac{X_1''}{X_4}$$

$$2005: \frac{\Delta X_1''}{\Delta X_4} = 0,9846 \frac{X_1''}{X_4}$$

$$2009: \frac{\Delta X_1''}{\Delta X_4} = 1,0098 \frac{X_1''}{X_4}$$

Based on the equation above marginal productivity of capital medium flow factor  $X_4$  was calculated and summarized in Table 3.

96,0<sup>2</sup> i w 2009 roku 96,1<sup>3</sup>. Zdaniem Wosia, efektywność bieżąca ponoszonych nakładów materialnych może odzwierciedlać stan koniunktury w rolnictwie (Woś 1994). Zatem jeżeli jest zła koniunktura dla rolnictwa to spada popyt na elementy nakładów materialnych, a także spada ich efektywność bieżąca.

Oceny produktywności strumienia czynnika kapitału dokonano także przy pomocy współczynnika krańcowej produktywności, którą wyrażają pierwsze pochodne funkcji cząstkowych:

W oparciu o powyższe równania obliczono krańcową produktywność strumienia czynnika kapitału  $X_4$  i zestawiono w tabeli 3.

**Table 3.** Marginal productivity of the average flow of capital factor (PLN) in the medium farm in 2004, 2005 and 2009

**Tabela 3.** Krańcowa produktywność przeciętnego strumienia czynnika kapitału (zł) w średnim gospodarstwie w roku 2004, 2005 i 2009

Specification/ Wyszczególnienie	Marginal productivity of capital flow factor (PLN / PLN)/ Produktywność krańcowa strumienia czynnika kapitału (zł/zł)
2004	1.32
2005	1.26
2009	1.14

Source: Own calculations based on empirical data of monitoring unit i.e. Polish FADN.

Źródło: Obliczenia własne na podstawie jednostkowych danych empirycznych monitoringu Polskiego FADN.

The data in Table 3 shows that each additional unit of capital factor resulted in diminishing the effect of the increase in total production, i.e. in 2004: 1,32 PLN, in 2005: 1,26 PLN, in 2009: 1,14 PLN. Less effective was increasing level of medium flow of capital in 2009 than in 2004 and 2005 because it carried less revenue limit. This means that there has been a reduction in economic efficiency of growing capital factor in commodity farms after five years of functioning of Poland in EU. This is important due to the fact that the productivity of resources in agriculture is an important prerequisite for sustainable development, which is considered the most desirable direction.

The analysis has demonstrated the need for the optimal use of factors of production, especially the medium flow of capital. More rational decisions in the management of production factors are manifested by an increase in the efficiency of the production process, i.e. maximization of production resulting from the proper allocation of the factors, which in

Z danych zamieszczonych w tabeli 3 wynika, że każda dodatkowa jednostka czynnika kapitału powodowała coraz mniejszy efekt w postaci przyrostu produkcji ogółem tj. w 2004 roku: 1,32 zł, w 2005 roku: 1,26 zł, w 2009 roku 1,14 zł. Mniej efektywne było zwiększanie poziomu strumienia czynnika kapitału w 2009 roku aniżeli w 2004 i 2005 roku, gdyż realizowano mniejszy przychód krańcowy. Oznacza to, że nastąpiło obniżenie ekonomicznej efektywności wzrostu czynnika kapitału w towarowych gospodarstwach rolnych po pięciu latach funkcjonowania Polski w UE. Jest to istotne, z uwagi na fakt, że produktywność zasobów w rolnictwie stanowi ważną przesłankę rozwoju zrównoważonego, uznanego za najbardziej pożądany kierunek rozwoju.

Przeprowadzone analizy wskazują na potrzebę optymalnego wykorzystywania czynników produkcji, a zwłaszcza strumienia czynnika kapitału.

<sup>2</sup> Studia i analizy statystyczne, Rolnictwo w 2005 roku, GUS, Departament Rolnictwa, Warszawa 2006, s. 23.

<sup>3</sup> Studia i analizy statystyczne, Rolnictwo w 2009 roku, GUS, Departament Rolnictwa, Warszawa 2010, s. 21.



turn causes an increase in the competitiveness of farms. Reflection of the obtained results are presented conclusions.

## Results

A wide range of bio-economy imposes, in a certain extent, patterns of organization of production in this sector. Examined factors of production: medium flow of capital and human labor, positively affected the growth of total production, therefore it is advisable to increase their participation in the processes of production in commodity farms in Poland. On the basis of elasticity coefficients reflecting the degree of proportionality of income relative to the analyzed factors can be concluded that the studied communities of households had to deal with increasing efficiency expenditures combined. The simultaneous increase in the level by 1% of factors contributed to the increase in total production of 1,061% in 2004; 1,097% in 2005; 1,104% in 2009. Thus, in 2009, on commodity farms were better conditions for increasing production than in the first years of Polish accession to the European Union.

Analysis of the estimated model of production by Cobb-Douglas function points out that different factors contribute in varying degrees to production increase. On the commodity farms increased production was affected the most by medium flow of capital in the studied years and its impact has increased in 2009 compared to 2004 and 2005. The commodity farm production is more flexible with respect to capital expenditures than for manpower.

Total productivity of stream capital factor fixed for its average size in commodity farms was higher in 2009 than in 2004 and 2005. The coefficients of the average productivity of medium flow of capital were varied in the studied years, i.e. higher economic effectiveness of the expenditure was recorded in 2004: 1,34 PLN / PLN, than in 2005: 1,28 PLN / PLN and 2009: 1,13 PLN / PLN. The analysis showed that the average productivity of medium flow of capital factor in commodity farms decreased after five years of Polish accession to the European Union. Marginal productivity of capital in the medium flow of goods on surveyed farms showed that each additional unit of capital factor resulted in diminishing the effect of the increase in total production, i.e. in 2004: 1,32 PLN, in 2005: 1,26 PLN, 2009 the 1.14 PLN. Less effective was the increasing level of medium flow of capital in 2009 than in 2004 and 2005, because less revenue limit was implemented. This means that in the studied years, it resulted in a reduction in economic efficiency of growth of capital factor in commodity farms. Providing the level of productivity

Bardziej racjonalne decyzje w zakresie gospodarowania czynnikami produkcji przejawiają się zwiększeniem efektywności procesu produkcyjnego, czyli maksymalizacją produkcji wynikającą z właściwej alokacji czynników, co z kolei powoduje wzrost konkurencyjności gospodarstw. Odzwierciedleniem otrzymanych wyników badań są przedstawione wnioski.

## Wnioski

Szeroki zakres biogospodarki narzuca w pewnym stopniu wzorce organizacji produkcji w tym sektorze. Badane czynniki produkcji: strumień czynnika kapitału i praca ludzka, dodatnio wpływały na wzrost produkcji ogółem w związku z tym wskazane jest zwiększanie ich udziału w procesach produkcji w towarowych gospodarstwach rolnych w Polsce. Na podstawie współczynników elastyczności odzwierciedlających stopień proporcjonalności przychodu względem analizowanych czynników można stwierdzić, że w badanych zbiorowościach gospodarstw mieliśmy do czynienia z rosnącą efektywnością nakładów razem wziętych. Jednoczesne zwiększenie poziomu czynników o 1% przyczyniło się do wzrostu produkcji ogółem o 1,061% w roku 2004; 1,097% w 2005; 1,104% w 2009. W 2009 roku w badanych towarowych gospodarstwach rolnych były więc lepsze warunki do zwiększania produkcji aniżeli w pierwszych latach akcesji Polski do Unii Europejskiej.

Analiza oszacowanego modelu funkcji produkcji Cobb-Douglasa wskazują, że poszczególne czynniki przyczyniały się w różnym stopniu do wzrostu produkcji. W towarowych gospodarstwach rolnych na wzrost produkcji najsilniej oddziaływał strumień czynnika kapitału w badanych latach a jego oddziaływanie zwiększyło się w 2009 roku w stosunku do 2004 i 2005 roku. W towarowych gospodarstwach rolnych produkcja jest bardziej elastyczna względem nakładów kapitału niż względem nakładów pracy ludzkiej.

Produktywność całkowita strumienia czynnika kapitału ustalona dla jego średniej wielkości w towarowych gospodarstwach rolnych była wyższa w 2009 roku aniżeli w 2004 i 2005 roku. Współczynniki produktywności przeciętnej strumienia czynnika kapitału były zróżnicowane w badanych latach, tj. wyższą ekonomiczną efektywność ponoszonych nakładów odnotowano w 2004 roku: 1,34 zł/zł, niż w 2005 roku: 1,28 zł/zł i 2009 roku: 1,13 zł/zł. Przeprowadzona analiza wykazała, że produktywność przeciętna strumienia czynnika kapitału w towarowych gospodarstwach rolnych uległa obniżeniu po pięciu latach akcesji Polski do Unii Europejskiej. Produktywność krańcowa strumienia czynnika kapitału w badanych towarowych gospodarstwach rolnych wykazała, że każda dodatkowa jednostka czynnika kapitału powodowała coraz mniejszy efekt w postaci przyrostu produk-

of resources in accordance with the welfare of the agricultural ecosystems is important because resource productivity in agriculture is an important prerequisite for sustainable development, which is considered the most desirable direction.

cji ogółem tj. w 2004 roku: 1,32 zł, w 2005 roku: 1,26 zł, w 2009 roku 1,14 zł. Mniej efektywne było zwiększanie poziomu strumienia czynnika kapitału w 2009 roku aniżeli w 2004 i 2005 roku, gdyż realizowano mniejszy przychód krańcowy. Oznacza to, że w badanych latach nastąpiło obniżenie ekonomicznej efektywności wzrostu czynnika kapitału w towarowych gospodarstwach rolnych. Zapewnienie poziomu produktywności zasobów zgodne z dobrostanem ekosystemów rolniczych jest istotne, gdyż produktywność zasobów w rolnictwie stanowi ważną przesłankę rozwoju zrównoważonego, uznawanego za najbardziej pożądanego kierunku rozwoju.

### References/ Literatura:

1. Czyżewski B. (2012), *Produktywność zasobów w rolnictwie w Polsce wobec paradygmatu zrównoważonego rozwoju*, Studia Ekonomiczne, nr 2/2012, s. 165-188.
2. European Commission (2009), *European Competitiveness Report 2008*, Brussels, s. 7.
3. European Commission (2012), *Communication on Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*, published on 29 February 2012 (EC 2012).
4. Kołodziejczak A. (2010), *Modele rolnictwa a różnicowanie przestrzenne sposobów gospodarowania w rolnictwie polskim*, Poznań, UAM, s. 146.
5. Niezgoda D. (1986), *Ekonomika substytucji w rolnictwie*, PWE, Warszawa, s. 59.
6. Niezgoda D. (2009), *Efektywność substytucji pracy ludzkiej kapitałem w wysokotowarowych gospodarstwach rolnych*, Roczniki Naukowe SERiA, tom XI, z. 1, s. 314-319.
7. Niezgoda D. (2013), *Determinanty rozwoju agrobiznesu. Ujęcie ogólne*, W: *Nauki ekonomiczno-rolnicze w kontekście zmieniających się potrzeb gospodarki*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, s. 95-108.
8. *Studia i analizy statystyczne, Rolnictwo w 2004 roku* (2005), Główny Urząd Statystyczny, Departament Rolnictwa, Warszawa, s. 23.
9. *Studia i analizy statystyczne, Rolnictwo w 2005 roku* (2006), Główny Urząd Statystyczny, Departament Rolnictwa, Warszawa, s. 23.
10. *Studia i analizy statystyczne, Rolnictwo w 2009 roku* (2010), Główny Urząd Statystyczny, Departament Rolnictwa, Warszawa, s. 21.
11. Viaggi D., Mantino F., Mazzocchi M., Moro D., Stefani G. (2012), *From Agricultural to Bio-based Economics? Context, State of the Art and Challenges*, Bio-based and Applied Economics 1(1), s. 8 (3-11).
12. Winiarski B. (2006), *Polityka gospodarcza*, WN PWN, Warszawa, s. 258.
13. Woś A. (1994), *Sytuacja ekonomiczno-produkcyjna gospodarstw chłopskich w pierwszym stadium transformacji rynkowej*, Wyd. SGH, Warszawa, s. 40-44.
14. Wójcik E. (2005), *Uwarunkowania konkurencyjności gospodarstw rolniczych* W: D. Niezgoda (red.) *Sposoby budowy i oceny pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo KEiOA AR Lublin, s. 487-506.

Submitted/ Zgłoszony: July/ lipiec 2014

Accepted/ Zaakceptowany: August/ sierpień 2014