

**Dionizy Niezgoda**

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**EFEKTYWNOŚĆ SUBSTYTUCJI PRACY LUDZKIEJ KAPITAŁEM  
W WYSOKOTOWAROWYCH GOSPODARSTWACH ROLNYCH**

*EFFICIENCY OF CAPITAL FOR HUMAN LABOUR SUBSTITUTION  
IN THE LARGE SCALE PRODUCTION FARMS*

**Słowa kluczowe:** gospodarstwa rolne, funkcja dochodowa, efekt dochodowy substytucji, konkurencyjność czynników

*Key words:* agricultural holding, income function, income effect of substitution, competitiveness of factors

**Synopsis.** Po oszacowaniu funkcji dochodowej, przy przyjęciu jako zmiennych niezależnych ziemi, pracy i kapitału, a następnie dokonaniu jej przekształceń, ustalono rentowność wybranych technik wytwarzania oraz wyliczono krańcowe stopy substytucji pracy kapitałem.

**Wstęp**

Wysoka intensywność konkurencji między gospodarstwami rolnymi wymusza poszukiwanie takich działań, które będą sprzyjać osiągnięciu przyjętego przez nich kryterium celu gospodarowania. Bardzo użytecznym sposobem poprawy dochodu w gospodarstwach, w których pełni on rolę kryterium celu jest substytucja czynników produkcji. Skuteczność jej wynika stąd, że przyczynia się ona do ustalania optymalnej intensywności kosztów produkcji w gospodarstwie.

Znaczenie analizy substytucji<sup>1</sup> w gospodarstwach rolnych wzrosło w warunkach konkurencyjnego rynku ze względu na:

- dominację podaży bioproduktów względem popytu na nie,
- występowanie rolników w relacjach z dostawcami środków produkcji dla rolnictwa oraz z nabywcami bioproduktów jako „cenobiorców”, co eliminuje cenę jako instrument konkurencji,
- zmniejszanie się zasobów pracy w rolnictwie; z prognoz demograficznych wynika, że liczba zatrudnionych w tym sektorze w perspektywie 2030 roku ulegnie zmniejszeniu o około 6,46 punktów procentowych; w połączeniu z tym, że część mieszkańców wsi nie jest zainteresowana podejmowaniem pracy dorywczej w gospodarstwach innych rolników, utrzymanie satysfakcjonującego poziomu dochodu będzie wymagało nasilenia substytucji pracy ludzkiej kapitałem,
- potrzebę wykorzystywania mechanizmu substytucji do wdrożenia strategii konkurowania mających w gospodarstwie podstawowe znaczenie, tj. przywództwa kosztowego i zróżnicowania<sup>2</sup>. Nie można wdrożyć w gospodarstwie strategii przywództwa kosztowego, jeśli nie wykorzystamy w nim możliwości obniżenia kosztów produkcji przez substytucję jednych ich składników drugimi. Wynika z tego, że substytucja determinuje najkorzystniejszy wybór relacji typu czynnik:czynnik. W przypadku strategii kosztowej każde zmniejszenie kosztów własnych produkcji i dystrybucji bioproduktów m. in. przez substytucję w relacji czynnik:czynnik jest ekwiwalentne zwiększenie sumy nadwyżki finansowej gdy rolnik jest „cenobiorcą”. Wskazuje to wprost na efekt dochodowy substytucji czynników produkcji, a przez niego na znaczenie ekonomiczne substytucji w gospodarstwach rolnych. To samo odnosi się do wyboru relacji

---

<sup>1</sup> Problematyka ta jest przedmiotem rozważań w pracy Niezgody [1986]: *Ekonomika substytucji w rolnictwie*. PWN, Warszawa.

<sup>2</sup> Porter M.E. [2006]: *Przewaga konkurencyjna*. Wydawnictwo Helion, Gliwice. Rozdz. 3 – Przewaga kosztowa, s. 93-158; Rozdz. 4 – Zróżnicowanie, s. 159-207.

produkt:produkt. W tym przypadku wykorzystując substytucję można zaplanować najkorzystniejszą strukturę produkcji rolniczej względem przyjętego kryterium celu gospodarowania. Podstawą jej jest strategia zróżnicowania.

W opracowaniu tym celem badań była ekonomiczna rentowność substytucji pracy ludzkiej kapitałem w gospodarstwach rolnych zaliczonych do dwu klas ich wielkości ekonomicznej, określonych w europejskich jednostkach wielkości (ESU):  $40 \leq 100$  oraz  $\geq 100$  ESU. Warto podkreślić, że pomimo wprowadzenia społecznej gospodarki rynkowej brak jest badań dotyczących efektu dochodowego substytucji czynników produkcji w gospodarstwach rolnych.

### Uwagi metodyczne

Analiza substytucji czynników produkcji zostanie przeprowadzona w oparciu o krajowe dane liczbowe z gospodarstw stanowiących pole obserwacji Polskiego FADN w roku 2005. Wykorzystany w opracowaniu materiał empiryczny stanowi – jak dotychczas – najpewniejsze źródło informacji o ekonomice i procesach rozwojowych gospodarstw rolnych w Polsce. Ponadto, badane gospodarstwa należą do najsprawniejszych ekonomicznie, dlatego sformułowane na ich podstawie wnioski są użyteczne dla gospodarstw o niższej sprawności.

Analizy związków substytucyjnych dokonano w oparciu o estymowany model funkcji dochodowej (SE420) typu Cobb-Douglasa względem trzech zagregowanych czynników wytwórczych, tj. pracy (SE011), ziemi (SE025) i kapitału (SE270).

### Statystyczna charakterystyka badanych cech

Dane liczbowe uwzględnione w badaniach oraz ich symbolikę zgodną z Polskim FADN, a także liczebność oraz poziom zmienności cech w badanych gospodarstwach, zamieszczono w tabeli 1. Z danych liczbowych tabeli 1 wynika, że liczebność badanych prób była wystarczająca do aproksymacji modeli równań typu Cobb-Douglasa. Wszystkie badane cechy charakteryzowały się wysoką zmiennością, przy czym ich zmienność była wyższa w klasie ponad 100 ESU względem  $40 \leq 100$  ESU za wyjątkiem cechy SE270.

**Tabela 1. Statystyczna charakterystyka badanych cech w gospodarstwach rolnych w kraju w roku 2005**

Klasa ESU	Nazwa cechy	Jedn. miary	Symbol cechy	Liczebność próby	Średnia arytmetyczna	Współczynnik zmienności [%]
40 $\geq$ 100	Dochód gospodarstw rolnych	zł	SE420	972	164 212,25	83,82
	Powierzchnia UR	ha	SE025	972	80,25	97,67
	Czas pracy ogółem	rbh	SE011	972	6 849,69	82,77
	Koszty ogółem	zł	SE270	972	353 860,47	82,22
$\geq$ 100	Dochód gospod. roln.	zł	SE420	152	514 981,96	90,56
	Powierzchnia UR	ha	SE025	152	225,01	113,95
	Czas pracy ogółem	rbh	SE011	152	18 242,23	113,32
	Koszty ogółem	zł	SE270	152	1 140 776,01	74,05

Źródło: dane liczbowe Polski FADN. Obliczenia własne. Symbole cech zgodne z Polskim FADN.

Ogólnie biorąc współczynnik zmienności dochodu (SE420) w badanych klasach ESU był wyższy w największych gospodarstwach. Z kolei w gospodarstwach największych był najniższy współczynnik zmienności kapitału, co wskazuje na pewną unifikację tego typu gospodarstw w odniesieniu do gospodarowania czynnikiem kapitału (SE270). Zróżnicowanie wykorzystywanych czynników wskazuje na wysoki stopień ich alternatywnego wykorzystywania w badanych gospodarstwach.

### Modele funkcji i zakres ich wykorzystania

W badaniach posłużono się potęgowym modelem funkcji typu Cobb-Douglasa, ze względu na jego szczególne cechy, ważne dla realizacji przyjętego celu badań [Klein 1965]. Oszacowane metodą najmniejszych kwadratów równania regresji przybrały w badanych klasach ESU następującą postać:

40 ≤ 100 ESU:

$$SE420 = 72,2447 SE025^{0,1090} SE011^{0,1450} SE270^{0,4571} \quad (1)$$

$$p = \quad 0,000 \quad 0,012 \quad 0,000$$

$$R^*_{1,2,3,4} = 0,374$$

≥ 100 ESU:

$$SE420 = 30,5266 SE025^{0,1232} SE011^{0,1822} SE270^{0,5184} \quad (2)$$

$$p = \quad 0,000 \quad 0,050 \quad 0,000$$

$$R^*_{1,2,3,4} = 0,592$$

\* w tych współczynnikach korelacji przyjęto następujące oznaczenia cech występujących w równaniach: SE420 – 1, SE025 – 2, SE011 – 3, SE270 – 4.

Wysoki stopień prawdopodobieństwa ( $p$  najczęściej  $< 0,99$ ) współczynników regresji cząstkowej oraz statystycznie istotny poziom współczynników korelacji wielorakiej wskazują na dobre dopasowanie tego modelu funkcji do współrzędnych badanych cech w danej klasie ESU.

Zróżnicowanie współczynników elastyczności dochodu względem badanych czynników wskazuje, że w niejednakowym stopniu oddziaływały one na efektywność dochodową gospodarstw<sup>3</sup>. Pośrednio potwierdza to celowość analizy związków substytucyjnych między badanymi czynnikami, zwłaszcza pracy kapitałem.

Narzędziem umożliwiającym analizę substytucji pracy kapitałem w danej klasie ESU jest izokwanta, czyli linia łącząca punkty o jednakowej wielkości dochodu (SE420) uzyskiwanego w przeciętnej wielkości gospodarstwie określonej powierzchnią UR (SE025) przy zmiennych relacjach między zastępującymi się czynnikami. W naszym przypadku równanie izokwanty uzyskujemy przekształcając uprzednio oszacowane równania (1; 2) w ten sposób, by przedstawić jeden czynnik jako funkcję pozostałego przy określonym poziomie SE420 oraz SE025. Przybrały one następującą postać wg klas ESU:

40 ≤ 100 ESU:

$$SE270 = \left( \frac{SE420}{72,2447 SE025^{0,1090} SE011^{0,1450}} \right)^{\frac{1}{0,4571}} \quad (3)$$

≥ 100 ESU:

$$SE270 = \left( \frac{SE420}{30,5266 SE025^{0,1232} SE011^{0,1822}} \right)^{\frac{1}{0,5184}} \quad (4)$$

Równania 3 i 4 będą podstawą analizy substytucji pracy ludzkiej (SE011) kapitałem (SE270).

### Substytucja pracy ludzkiej kapitałem

Omawiany rodzaj substytucji ma kluczowe znaczenie dla kształtowania ekonomiczności gospodarstw rolnych w warunkach gdy czynnik kapitału względem czynnika pracy jest coraz tańszy. W sytuacji, gdy cena nakładu czynnika pracy ludzkiej rośnie, a cena kapitału obniża się, uzasadnione jest, z punktu widzenia potrzeby wzrostu dochodów w gospodarstwie, intensyfikowanie tego rodzaju substytucji, tym bardziej, gdy rolnik jest „cenobiorcą”. Ogólnie biorąc ważnymi przesłankami oceny rentowności technik wytwarzania w gospodarstwach rolnych są:

- potrzeba poprawy poziomu dochodu gospodarstwa rolnego; gdy rolnik jest „cenobiorcą” to uzyskuje tym wyższy dochód, im niższy jest koszt pracy i kapitału,
- możliwość zapewnienia dobrego środowiska dla wzrostu roślin i zwierząt w oparciu o czynniki będące względem siebie substytutami,
- szerszy zakres i inny sposób oddziaływania na wydajność roślin i zwierząt składników czynnika kapitału niż pracy ludzkiej; niektóre składniki kapitału przyczyniają się bezpośrednio do

<sup>3</sup> Potwierdzenie tej tezy można znaleźć m. in. w pracy Niezgody 2009: Zróżnicowanie dochodu w gospodarstwach rolnych oraz jego przyczyny. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 1, s. 24.

- wzrostu produkcji i dochodu, np. nawozy mineralne oraz nasiona i sadzeniaki w produkcji roślinnej czy pasze treściwe w produkcji zwierzęcej, a inne zaś pośrednio, np. maszyny czy budynki; jeszcze inne pełnią rolę substytutów pracy ludzkiej, np. chwastobójcze środki ochrony roślin; czynnik pracy ludzkiej może jedynie pośrednio oddziaływać na wzrost wydajności roślin i zwierząt, a więc podobnie jak większość składników kapitału,
- specyficzne właściwości czynnika pracy ludzkiej mogącego substytuować przy pomocy umiejętności i kompetencji ilość wykorzystywanych w procesach produkcji czynników wytwórczych, zwłaszcza ziemi oraz tych składników kapitału, które pośrednio oddziałują na wzrost

**Tabela 2. Rentowność techniki wytwórczej określonej przez pracę (SE011) oraz kapitał (SE270) w badanych klasach ESU w 2005 roku w gospodarstwach o przeciętnej powierzchni UR (SE025) [ha]**

Rentowność techniki wytwórczej określonej przez SE011 i SE270 przy przeciętnym poziomie SE025 w danej klasie ESU			
40 ≥ 100 ESU		≥ 100 ESU	
koszt techniki [zł]	rentowność techniki [%]	koszt techniki [zł]	rentowność techniki [%]
485 746,13	29,71	1 495 445,74	32,82
402 417,87	35,86	1 237 341,96	39,66
405 819,87	35,36	1 211 859,54	40,50
429 840,23	33,58	1 250 150,44	39,26
462 818,79	31,18	1 317 079,28	37,26
500 654,61	28,83	1 400 184,18	35,05
541 534,54	26,65	1 493 228,26	32,86
584 428,87	24,69	1 593 021,74	30,81

Źródło: dane liczbowe Polski FADN. Obliczenia własne.

**Tabela 3. Krańcowe stopy substytucji pracy ludzkiej (SE011) [rbh] kapitałem (SE270) [zł] w gospodarstwie o przeciętnej wielkości użytków rolnych (SE025) w danej klasie ESU w 2005 roku**

Krańcowe stopy substytucji pracy kapitałem wg klas ESU			
40 ≤ 100		≥ 100	
nakład SE011 [rbh]	[zł/rbh]	nakład SE011 [zł/rbh]	[rbh]
3 000	51,97	10 000	49,52
9 000	12,22	25 000	14,35
15 000	6,24	40 000	7,60
21 000	4,00	55 000	4,94
27 600	2,98	70 000	3,57
33 000	2,21	85 000	2,75
39 000	1,77	100 000	2,20
45 000	1,47	115 000	1,82

Źródło: dane liczbowe Polski FADN. Obliczenia własne.

produkcji i dochodu, a także na ilość pracy wykonawczej określonej w robotnikogodzinach.

Mając powyższe na uwadze ustalono relacje między pracą ludzką (SE011) i kapitałem (SE270) w warunkach przeciętnej wielkości UR (SE025) w danej klasie ESU oraz ich koszt, a także rentowność<sup>4</sup>. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 2.

Z danych tabeli 2 wynika, że intensywność produkcji określona przez koszt użycia SE011 i SE270 była zróżnicowana. W gospodarstwach zaliczonych do klasy 40 ≤ 100 ESU zróżnicowanie tego kosztu wynosiło 1,45 raza, a w tych największych 1,31 raza. W związku z tym nasuwa się wniosek, że im większe gospodarstwa, tym są bardziej do siebie podobne z punktu widzenia intensywności produkcji.

Podobieństwo kosztów w warunkach gdy rolnik jest „cenobiorcą” oraz gdy liczba gospodarstw zostanie istotnie ograniczona, może prowadzić do nasilenia się poszukiwań pozarynkowych sposobów powiększania uzyskiwanego poziomu dochodu. Należy bowiem pamiętać, że każdorazowe istotne ograniczenie liczby konkurentów zmienia dotychczasowe reguły konkurencji.

Przedstawione w tabeli 2 wskaźniki rentowności wskazują na wysoką zmienność ekonomiczności różnych relacji pracy i kapitału przy średnim poziomie SE025 oraz SE420. Z danych liczbowych wynika, że im niższy koszt techniki wytwarzania, tym wyższy poziom jej rentowności. Tym samym potwierdzono celowość realizacji w gospodarstwach strategii przywództwa kosztowego. Ponadto, im wyższy w technice wytwarzania udział czynnika pracy ludzkiej ujmowanej głównie jako czynnik wykonawczy, tym niższa była rentowność tej techniki. Wyjaśnienia przyczyny zróżnicowania ekonomicznej rentowności tak analizowanych technik wytwarzania można dokonać w oparciu o krańcowe stopy substytucji pracy kapitałem zestawione w tabeli 3. Z matema-

<sup>4</sup> W opracowaniu szacunkowy koszt pracy ustalono posługując się parytetową stawką za rbh wynoszącą w 2005 roku 8,66 zł. [Za:] Praca zbiorowa pod kier. Skarżyńskiej: Wyniki ekonomiczne wybranych produktów rolniczych w latach 2005-2006. [W:] *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*. Dodatek do zeszytu 3/2007.

tycznego punktu widzenia są one pierwszą pochodną równań izokwant (3 i 4) wyznaczonych dla każdej klasy ESU.

Przedstawione w tabeli 3 współczynniki określają stopień dochodowej ekwiwalentności substytucji pracy (SE011) kapitałem (SE270). W miarę wzrostu nakładów pracy potrzeba było coraz mniej kapitału by zrównoważyć ubytek jednej robotnikogodziny i zapewnić ten sam poziom dochodu (SE420). Dzięki temu można było zwiększać ekonomiczność stosowanych technik wytwarzania we wszystkich tych gospodarstwach, które jako kryterium celu gospodarowania przyjęły maksymalizację dochodu z gospodarstwa rolnego.

Charakterystyczne też jest, że w wyższej klasie ESU stopa substytucji pracy kapitałem jest ogólnie biorąc wyższa niż w klasie do 100 ESU. Potwierdzenie tej tendencji znajduje odzwierciedlenie w kształtowaniu się krańcowej stopy substytucji pracy kapitałem w modelowym gospodarstwie, tj. przy przyjęciu przeciętnej ilości pracy i kapitału w każdej z klas. W takim przypadku omawiana stopa w klasie  $40 \leq 100$  ESU wyniosła 17,52 zł/rbh, a w tej o poziomie ponad 100 ESU – 21,98 zł/rbh. W związku z tym nasuwa się uwaga, że jest ekonomiczna granica korzyści wynikających z substytucji pracy ludzkiej kapitałem. Przekroczenie jej prowadzi do zmniejszenia się poziomu dochodu w warunkach gdy rolnik jest „cenobiorcą”. Najkorzystniejsza, tak określona technika wystąpiła w odniesieniu do relacji omawianych czynników gdy wskaźnik rentowności był najwyższy (tab. 2).

Do ustalania optymalnej kombinacji omawianych czynników produkcji możemy wykorzystać formułę zaproponowaną przez Jaworskiego [1974]. Określają ją w naszym przypadku następujące równania wg klas ESU:

$40 \leq 100$ :

$$SE270 : SE011 = \frac{0,4571}{1,0728 \text{ zł}} : \frac{0,1450}{8,66 \text{ zł}} = 25,45 \text{ zł} : 1 \text{ rbh} \quad (5)$$

$\geq 100$ :

$$SE270 : SE011 = \frac{0,5184}{1,0728 \text{ zł}} : \frac{0,1822}{8,66 \text{ zł}} = 23,01 \text{ zł} : 1 \text{ rbh} \quad (6)$$

W powyższych równaniach w licznikach zamieszczono współczynniki dochodowej elastyczności odpowiednio SE270 oraz SE011 (1; 2) w stosunku do cen tych czynników. W przypadku kapitału przyjęto oprocentowanie wieloletnich obligacji państwowych, a w odniesieniu do pracy szacunkową opłatę parytetową. Najkorzystniejszą techniką z punktu widzenia maksymalizacji dochodu gospodarstwa była taka, w której w klasie  $40 \leq 100$  ESU przypadło na 1 rbh 25,45 złotych kapitału, a w klasie ponad 100 ESU 23,01 zł/rbh. Porównując te wielkości z krańcową stopą substytucji pracy kapitałem przy przeciętnym ich nasileniu w danej klasie możemy sformułować wniosek, że w klasie  $40 \leq 100$  ESU była bardziej niekorzystna relacja kapitału przypadającego na jednostkę pracy niż w klasie  $\geq 100$  ESU.

### Wnioski

1. Zróżnicowanie elastyczności dochodowej analizowanych czynników produkcji wskazuje, że rentowność gospodarstw może ulec poprawie przez substytucję w nich pracy kapitałem w granicach wyznaczonych przez relacje ich cen.
2. W każdej klasie zwraca uwagę duże zróżnicowanie relacji czynnika pracy (SE011) i kapitału (SE270) w gospodarstwie o przeciętnej wielkości czynnika ziemi (SE025). Było to przyczyną bardzo różnego poziomu kosztu produkcji określonego przez czynniki SE011 i SE270. Zróżnicowanie tego kosztu było wyższe w klasie  $40 \leq 100$  ESU niż w klasie  $\geq 100$  ESU. Unifikacja poziomu i struktury kosztów jest tym wyższa, im większy jest obszar gospodarstwa.
3. Rosnący udział czynnika pracy (SE011) jest ujemnie skorelowany z rentownością techniki wytwarzania w średniej wielkości gospodarstwie każdej z klas ESU, przy parytetowej stawce wynagrodzenia za pracę.
4. Przy przyjętych cenach czynników produkcji oraz współczynnikach dochodowej ich elastyczności optymalne relacje powinny wynosić w klasie  $40 \leq 100$  ESU – 25,45 zł/rbh, a w tej o poziomie  $\geq 100$  ESU – 23,01 zł/rbh.

### **Literatura**

- Jaworski J.** 1974: Decyzyjne aspekty funkcji typu Cobb-Douglasa. *Przegląd Statystyczny*, z. 4.  
**Klein L.R.** 1965: Wstęp do ekonometrii. PWE, Warszawa, s. 125 i dalsze.  
**Nieżgoda D.** 1986: Ekonomia substytucji w rolnictwie. PWN, Warszawa.  
**Nieżgoda D.** 2009: Zróżnicowanie dochodu w gospodarstwach rolnych oraz jego przyczyny. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 1, s. 24.  
**Porter M.E.** 2006: Przewaga konkurencyjna. Wyd. Helion, Gliwice.  
Praca zbiorowa pod kier. A. Skarżyńskiej 2007: Wyniki ekonomiczne wybranych produktów rolniczych w latach 2005-2006. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*. Dodatek do zeszytu 3.

### **Summary**

*The objective of the paper was to evaluate the profitability of capital for labour substitution in farms of size 40?100 ESU and farms of size ?100 ESU. The Cobb– Douglas function was used in the research to analyze the competitiveness of production factors.*

*The results of conducted analysis proved that the estimated profitability of production methods in the average farm of size 40?100 ESU was lower than the profitability of farms of size ?100 ESU. The main reason for heterogeneity of production methods profitability was the different level of marginal rate of substitution.*

*In light of the present circumstances, capital for labour substitution leads to the growth of farms' income. The higher level of farm's income, the better conditions for self- financing of its growth.*

### **Adres do korespondencji:**

prof. dr hab. Dionizy Niezgoda  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
Katedra Ekonomiki i Organizacji Agrobiznesu  
ul. Akademicka 13  
20-950 Lublin  
tel. (0 81) 461 05 61  
e-mail: katedra.agrobiznesu@up.lublin.pl