

**RELACJE CZYNNIKOWE W ROLNICTWIE –  
ZARYS KONCEPCJI WRAZ Z WERYFIKACJĄ EMPIRYCZNĄ**

AGNIESZKA BEZAT-JARZĘBOWSKA

**Abstrakt**

*Przedstawione w artykule badanie pozwoliło autorowi nie tylko w pełni ocenić prawidłowość procesów produkcyjnych, ale również określić relacje między czynnikami produkcji a wielkością produkcji (produktywność i relacje czynnikowe). Opierając się na przyjętych założeniach analitycznych i ogólnych uwarunkowaniach procesów gospodarowania w rolnictwie, w artykule przeanalizowano relacje między czynnikami produkcji, tj. istotę technik produkcji. Badania relacji między czynnikami produkcji są bardzo złożone, dlatego w artykule skupiono się tylko na wybranych obszarach tej problematyki, takich jak: efektywność pracy i jej zależność od technicznego uzbrojenia pracy czy struktury agrarnej (przybliżony wskaźnik ziemia-praca) oraz zależność wskaźników kapitał-praca i ziemia-praca od czynników produkcji. Analiza została oparta na zasadzie ogólności, a w artykule zastosowano metodologiczne podejście do dedukcji. W części empirycznej wykorzystano zbiór danych dla wybranych krajów UE. Stwierdzono, że w porównaniu ze wskaźnikiem ( $\frac{Z}{L}$ ) wskaźnik ( $\frac{K}{L}$ ) ma większy wpływ na poziom efektywności pracy. Wnioski te mogą mieć istotne znaczenie dla polityki rolnej, gdyż priorytetem nie wydaje się być poprawa struktury agrarnej, lecz techniczne uzbrojenie pracy. Dlatego tak istotne jest zwiększenie zaangażowania zasobów czynnika kapitału.*

**Słowa kluczowe:** relacje czynnikowe, produktywność rolnictwa, czynniki produkcji.

**Kody JEL:** O13, D24, C23.

## Wprowadzenie

Sektor rolniczy odgrywa ważną rolę w kształtowaniu wzrostu gospodarczego. Koncepcja ta jest mocno osadzona w teorii ekonomii (np. Hayami i Ruttan, 1985; Woś i Tomczak, 1983). Szczególna rola sektora rolniczego związana jest z produktywnością czynników produkcji. Niektórzy autorzy twierdzą, że wyższa produktywność czynników produkcji w rolnictwie przyspiesza wzrost gospodarczy (Jorgenson, 1961; Ranis i Fei, 1961). W literaturze przedmiotu analizowano zmiany produktywności w rolnictwie jako czynnik determinujący wzrost w sektorze przemysłowym. Pozytywny związek między produktywnością w rolnictwie a rozwojem sektora przemysłowego został dowiedziony przez K.M. Murphy'ego, A. Shleifera i R. Vishny'ego (1989).

Y. Hayami i V. Ruttan (1970) odnieśli się do tej kwestii, stwierdzając, że zmiany udziału czynników produkcji ilustrują proces dynamicznej substytucji wywołanej względnymi zmianami cen tych czynników. Ceny czynników produkcji wynikają ze stopnia ich rzadkości, tj. z ceny rynkowej danego czynnika definiowanej przez relacje popytu i podaży dla danego czynnika. Postęp techniczny, kapitał ludzki, wiedza i wszelkie cechy jakościowe również wchodzi w zakres relacji czynnikowych (Rembisz i Waszkowski, 2017).

W gospodarce zmiany relatywnych cen czynników produkcji są zgodne z ogólnym trendem. Wpływają na to zmiany technologiczne powodujące spadek relatywnych cen kapitału, sam postęp technologiczny, w tym powszechna cyfryzacja, mobilność itp. Obserwujemy wyścig pomiędzy technologią, współczesnym czynnikiem kapitał a czynnikiem praca, wykształceniem i umiejętnościami (kapitał ludzki). Obecnie inny jest również model rolnika ze względu na zastąpienie pracy fizycznej pracą organizacyjną, rozwijanie kompetencji związanych z nowymi technologiami i postępek biologicznym, a także wiedzę z zakresu biznesu, ekonomii i finansów. Wszystkie te aspekty zmieniają ocenę racjonalności pewnych relacji między czynnikami produkcji, co powoduje coraz głębsze zmiany w technikach produkcji, także w produkcji rolniczej. Pod względem identyfikacji empirycznej, technika produkcji jest jasną i stosunkowo łatwą, choć czasem pozornie, kategorią. W światowej literaturze przedmiotu zagadnieniem tym zajmował się głównie Ruttan, który wysunął koncepcję określenia cech i rodzajów rozwoju rolnictwa. Kwestia ta została również przeanalizowana w artykule Harlemana–Stamera (1963) oraz modelach wzrostu Kuznetsa.

Jeśli chodzi o czynniki produkcji, znaczenie relacji czynnikowych dla procesu zarządzania i wzrostu zbadał po raz pierwszy wybitny ekonomista J.B. Say. Udowodnił on, że relacje czynnikowe wpływają na efektywność procesu produkcyjnego i przypisał im taką samą rolę w tworzeniu wartości, bez wyodrębniania pracy jako czynnika aktywnego, a kapitału i ziemi jako czynników pasywnych (Bezat-Jarzębowska i Rembisz, 2018). Niemniej twierdził, że czynnik praca wykorzystuje siły przyrody (czynnik ziemia) i nagromadzoną pracę poprzednich pokoleń jako czynnik kapitał (w sensie finansowym i rzeczowym). Koncepcję tę rozwinął dalej J.B. Clark (Clark, 1915). Podkreśla się, że pojęcie czynników produkcji jest najbardziej abstrakcyjnym

podjęciem do materialnych elementów procesu produkcyjnego, służącym do analizy prawidłowości procesu produkcyjnego i wzrostu, które ma charakter ogólny i uniwersalny oraz wymiar teoretyczny. Teoretyczny w tym sensie, że relacje czynnikowe są podstawą do wyjaśnienia, co jest postrzegane jako efekt procesu produkcyjnego.

Wsparciem analitycznym w omawianym obszarze jest uniwersalny konstrukt poznawczy opisujący procesy ekonomiczne i produkcyjne w rolnictwie, czyli funkcja produkcji ilustrująca dostępne i efektywnie wykorzystywane techniki wytwarzania. Zwraca się uwagę, że analiza trójczynnikowa jest cechą wyróżniającą ekonomikę rolnictwa spośród innych dziedzin ekonomii. Funkcję produkcji przedstawiono jako pojęcie uniwersalne, opisujące procesy gospodarcze i produkcyjne w rolnictwie na poziomie producenta i sektora. Odnosi się to zwłaszcza do analizy efektywności produkcji, produktywności czynników produkcji oraz technik wytwarzania. Zakłada się, że funkcja produkcji ilustruje dostępne i efektywnie wykorzystywane techniki produkcji, bowiem określa ona wielkość ( $y$ ) produktu (produkcji) możliwego do uzyskania przy określonym poziomie zaangażowania zasobów czynnika bądź czynników produkcji. W tym sensie funkcja produkcji jest odzwierciedleniem danego stanu technologii, w tym stosowanej techniki, organizacji, wiedzy, doświadczenia, postępu oraz innowacji. Wieloletnie tradycje w tej dziedzinie wpisują się w ekonomikę rolnictwa, począwszy od publikacji Heady'ego i Dillona (1961), Wosia i Tomczaka (1983). Pojęcie funkcji produkcji jest szeroko omawiane w literaturze przedmiotu (Shepard, 1953; 1970; Aigner i Chu, 1968; Fried, Lovell i Schmidt, 2008).

Z punktu widzenia charakteru tej funkcji istotne znaczenie mają relacje czynnik-produkt, tj. zależność między zaangażowanymi czynnikami produkcji a otrzymanym produktem, która określa efektywność produkcji (przyjmując daną technologię) i jest bezpośrednio związana z celem funkcji producenta rolnego, a szerzej ujmując – z wzrostem gospodarczym jako jego endogeniczne źródło. Relacje produktywności można traktować jako stosunek przychodów z produkcji w cenach stałych (wówczas obrazują one wartość produkcji i zbliżają się do ideału, tj. wielkości kwantyfikowanej jako podstawa efektywności technicznej) do zaangażowania zasobów danego czynnika uznanego za zasób lub wydatek (wyrażonego w obu przypadkach w cenach stałych). Wyznaczone relacje produktywności (wskaźniki częściowej efektywności produkcji, określane jako czynniki produktywności poszczególnych czynników produkcji) obejmują produktywność czynnika praca, produktywność czynnika kapitał oraz produktywność czynnika ziemia. Wspólną cechą powyższych wskaźników jest ich endogeniczny charakter. W tym sensie, że kształtowanie się i poziom tych wskaźników zależy przede wszystkim od producenta rolnego, głównie od absorpcji przez producenta ogólnego postępu technicznego oraz możliwości wynikających z rozwoju gospodarczego. Te częściowe produktywności, odpowiednio zagregowane, są powszechnie określane w literaturze przedmiotu jako współczynnik produktywności wieloczynnikowej TFP (ang. *Total Factor Productivity*), w którym wielkość produkcji odnosi się do sumy zaangażowanych czynników (zasobów).

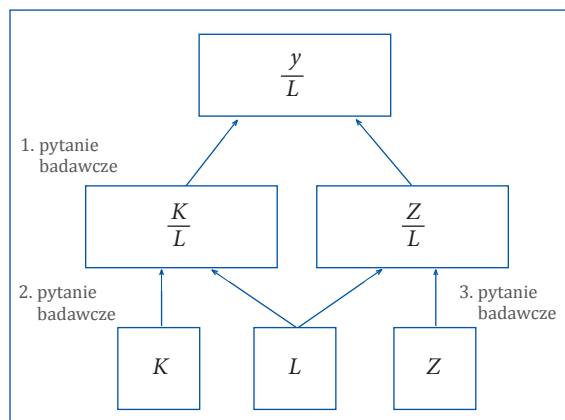
Równolegle do relacji czynnik-produkt w procesach produkcyjnych zachodzą relacje czynnik-czynnik, których ocena może zapewnić głębszy wgląd w techniki produkcji, gdyż tego rodzaju relacje ilustrują proporcje, w jakich łączone są czynniki

produkcji, aby uzyskać daną wielkość produkcji. Relacja czynników to kategoria odnosząca się do zależności między następującymi czynnikami produkcji: pracą, kapitałem i ziemią. Może się odnosić do technik produkcji, ale także do efektywności produkcji, która zawsze i we wszelkich warunkach jest związana ze sposobem powiązania i wykorzystania czynników produkcji. Oczywiście jest to aspekt prakseologiczny ekonomii i odnosi się do produkcyjno-ekonomicznych lub techniczno-ekonomicznych obszarów zarządzania, w tym wzrostu. Istnieją pewne prawidłowości i prawa odnoszące się do zależności między efektem a czynnikiem produkcji oraz samych relacji czynnikowych ocenianych pod kątem wydajności i efektywności wykorzystania czynników produkcji w procesie zarządzania. W istocie zarządzanie to nic innego jak łączenie czynników produkcji w procesie produkcyjnym pod względem funkcjonowania i wzrostu w oparciu o zasadę racjonalności (maksymalizacja efektu określonego zaangażowania zasobów tych czynników lub minimalizacja zaangażowania zasobów tych czynników dla osiągnięcia określonego efektu produkcyjnego). Zasadnicza rola wzajemnych relacji pomiędzy trzema czynnikami produkcji wyraża się nie tylko w ich wpływie na wynik produkcji, ale również na ekonomikę produkcji.

Badania relacji między czynnikami produkcji są bardzo złożone, dlatego w artykule omówiono wybrane aspekty tego zagadnienia. Artykuł porusza następujące pytania dotyczące relacji między czynnikami praca, kapitał i ziemia (aspekty techniki wytwarzania):

- Czy efektywność pracy ( $\frac{y}{L}$ ) jest bardziej zależna od wskaźnika kapitał-praca ( $\frac{K}{L}$ ), czy od wskaźnika ziemia-praca ( $\frac{Z}{L}$ )?
- Czy wskaźnik kapitał-praca jest kształtowany w większym stopniu przez ubytek zasobu czynnika praca, czy przez wzrost wykorzystania czynnika kapitał?
- Czy wskaźnik ziemia-praca jest kształtowany w większym stopniu przez czynnik ziemia, czy przez czynnik praca?

Zależność logiczną między pytaniami badawczymi przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Struktura pytań badawczych.

Źródło: opracowanie własne.

Artykuł jest podzielony na trzy części. W części „Metody i dane” omówiono relacje algebraiczne i modele ekonometryczne. Opisano w nim również źródła danych i bazę danych. W części „Wyniki” oceniono współczynniki z modeli ekonometrycznych i omówiono uzyskane zależności, weryfikując w ten sposób postawione pytania. W ostatniej części przedstawiono uwagi końcowe.

### Metody i dane

W artykule zastosowano rozumowanie neoklasyczne. Analiza została oparta na zasadzie ogólności i zastosowano w niej metodologiczne podejście do dedukcji. Podejście do relacji czynników produkcji rolniczej przedstawiono w skali sektorowej. Opierając się na przyjętych założeniach analitycznych i ogólnych uwarunkowaniach procesów gospodarowania w rolnictwie, przeanalizowano relacje między czynnikami produkcji, tj. istotę technik produkcji. Uzyskane w ten sposób rozumowanie analityczne i wnioski są podstawą do sprecyzowania modeli ekonometrycznych i dalszej weryfikacji empirycznej.

W teorii ekonomii relacje czynnikowe są kwestią alokacji i wyboru producenta. Inną kwestią jest mechanizm regulacyjny lub rynkowy, bądź związany z polityką (np. gospodarczo-rolną, prawną itp.), oraz jego instrumenty wpływające na alokację i wybory dokonywane przez producentów. Jednak biorąc pod uwagę ograniczenia lub bodźce instytucjonalno-prawne oraz określoną politykę i przy założeniu maksymalizacji funkcji celu producenta, ten mechanizm regulacyjny, a zwłaszcza rynek, prowadzi do konkretnych wyborów dotyczących relacji między czynnikami produkcji służącymi do uzyskania określonego poziomu produkcji.

Funkcją celu producenta rolnego jest maksymalizacja różnicy między przychodami a kosztami, a tym samym maksymalizacja zysku, który wyraża następujący wzór:

$$\{y \cdot p_y - (K \cdot p_K + L \cdot p_L + Z \cdot p_Z)\} \max_y, \quad (1)$$

gdzie:

$y$  – produkcja rolnicza,

$p_y$  – cena produktów rolnych,

$L, K, Z$  – czynniki praca, kapitał i ziemia,

$p_L, p_K, p_Z$  – wynagrodzenie za czynniki produkcji lub ceny tych czynników.

W powyższym wzorze ogólnym zmiennymi zależnymi od producenta rolnego są:  $\{y, K, L, Z\}$ , a przede wszystkim ich wzajemne relacje, które dzielą się na dwa rodzaje.

Pierwszy rodzaj to stosunek produkcji (produktu) do danego czynnika, tj. jego produktywność. Według trzech czynników produkcji można wyróżnić:

$$\frac{y}{L}; \frac{y}{K}; \frac{y}{Z} \quad (2)$$

Drugi rodzaj to relacje między samymi czynnikami produkcji, które charakteryzują techniki produkcji w rolnictwie rozumianym jako zbiór producentów. Spośród różnych kombinacji relacji czynnikowych (relacji między czynnikami produkcji) najważniejsze wydają się, zgodnie z tradycją ekonomiki rolnictwa, trzy grupy relacji:

$$\frac{K}{L}, \frac{Z}{L}, \frac{K}{Z} \quad (3)$$

Po pierwsze,  $\frac{K}{L}$  to najbardziej fundamentalna i najbardziej znana zależność, różnie nazywana w ekonomii, zwykle jako techniczne uzbrojenie pracy. Relacja ta charakteryzuje intensywność wykorzystania tego czynnika. Ilustruje to stopień innowacyjności (jeśli czynnik kapitał uwzględnia coraz nowocześniejsze technologie) i mechanizacji, od czego zależy efektywność czynnika praca, a pośrednio także produktywność czynnika kapitał.

Po drugie,  $\frac{Z}{L}$  to relacja między czynnikiem ziemia a czynnikiem praca, specyficzna i mająca krytyczne znaczenie dla rolnictwa ze względu na determinantę efektywności pracy, a tym samym dochodu. Wskazuje na rodzaj rolnictwa i jego najważniejsze cechy, tj. strukturę agrarną i stopień koncentracji (wysokie wartości charakteryzują gospodarstwa rolne o dużej powierzchni). Niemniej zwiększanie tego wskaźnika bez zwiększania produktywności czynnika ziemia jest procesem mało racjonalnym, charakteryzującym się ekstensywnym wzrostem. Jak wiadomo, jest to specyficzna cecha rolnictwa, jeśli chodzi o uwarunkowania kształtujące efektywność czynnika praca oraz wszelkie aspekty społeczno-kulturowe i polityczne.

Po trzecie, relacja  $\frac{K}{Z}$ , a więc zaangażowanie zasobów czynnika kapitał w czynnik ziemia. Zależność ta ma długą tradycję w teorii intensyfikacji rolnictwa i odnosi się do intensywności wykorzystania czynnika ziemia. Wysoka wartość tego wskaźnika jest charakterystyczna dla rolnictwa przemysłowego i stanowi podstawę lub warunek wysokiej produktywności czynnika ziemia, a tym samym generalnie wysokiej efektywności czynnika praca przy wysokich dochodach np. na poziomie parytetowym. W istocie relacja ta, oddziałując na produktywność czynnika ziemia, niejako ograniczona (czynnik w stopniu minimum), determinuje poziom i wzrost produkcji oraz produktywność innych czynników, a tym samym wydajność produkcji na obecnym etapie rozwoju, jest zatem stymulatorem niezależnie od oceny rodzaju rolnictwa przemysłowego (wysoki poziom tego wskaźnika nie musi oznaczać negatywnych skutków środowiskowych). Zależność ta jest zwykle obciążona funkcjami substytucyjnymi wobec ubytku lub braku wzrostu zasobów czynnika ziemia, ale także pośrednio wobec ubytku zasobów czynnika praca, a do jej zwiększenia konieczne są inwestycje.

Powyżej wspomniane relacje czynnikowe, charakterystyczne dla najważniejszych aspektów technik produkcji, szczególnie biorąc pod uwagę wyodrębnione rodzaje wzrostu w rolnictwie, zostały uwzględnione w dalszych częściach artykułu. Przyjmując tego rodzaju relacje czynnik-czynnik za podstawę rozważań, zbadano niektóre aspekty rozwoju rolnictwa.



Aby odpowiedzieć na pytania badawcze, zbadano podstawowe formy funkcjonalne, a tym samym oceniono model liniowy, potęgowy, wykładniczy i logarytmiczny.

W przypadku pierwszego pytania badawczego dotyczącego zależności efektywności pracy od wskaźnika kapitał-praca oraz wskaźnika ziemia-praca, określono następujące modele:

- model liniowy:

$$\left(\frac{y}{L}\right)_t = \beta_1 \frac{K_t}{L_t} + \beta_2 \frac{Z_t}{L_t} + \varepsilon_t \quad (4)$$

- model potęgowy:

$$\left(\frac{y}{L}\right)_t = \left(\frac{K_t}{L_t}\right)^{\beta_1} \left(\frac{Z_t}{L_t}\right)^{\beta_2} \varepsilon_t \quad (5)$$

w postaci zlinearyzowanej

$$\ln\left(\frac{y}{L}\right)_t = \beta_1 \ln \frac{K_t}{L_t} + \beta_2 \ln \frac{Z_t}{L_t} + \ln \varepsilon_t \quad (6)$$

- model wykładniczy:

$$\left(\frac{y}{L}\right)_t = e^{\beta_1 \frac{K_t}{L_t} + \beta_2 \frac{Z_t}{L_t} + \varepsilon_t} \quad (7)$$

w postaci zlinearyzowanej

$$\ln\left(\frac{y}{L}\right)_t = \beta_1 \frac{K_t}{L_t} + \beta_2 \frac{Z_t}{L_t} + \varepsilon_t \quad (8)$$

- model logarytmiczny:

$$\left(\frac{y}{L}\right)_t = \beta_1 \ln \frac{K_t}{L_t} + \beta_2 \ln \frac{Z_t}{L_t} + \varepsilon_t \quad (9)$$

W odniesieniu do drugiego pytania badawczego zbadano techniczne uzbrojenie pracy  $\left(\frac{K}{L}\right)$  i jego relację z czynnikiem kapitał i czynnikiem praca. Aby zweryfikować pytanie, określono następujące modele:

- model liniowy:

$$\left(\frac{K}{L}\right)_t = \beta_1 K_t + \beta_2 L_t + \varepsilon_t \quad (10)$$

- model potęgowy:

$$\left(\frac{K}{L}\right)_t = K_t^{\beta_1} L_t^{\beta_2} \varepsilon_t \quad (11)$$

w postaci zlinearyzowanej

$$\ln\left(\frac{K}{L}\right)_t = \beta_1 \ln K_t + \beta_2 \ln L_t + \ln \varepsilon_t \quad (12)$$

- model wykładniczy:

$$\left(\frac{K}{L}\right)_t = e^{\beta_1 K_t + \beta_2 L_t + \varepsilon_t} \quad (13)$$

w postaci zlinearyzowanej

$$\ln\left(\frac{K}{L}\right)_t = \beta_1 K_t + \beta_2 L_t + \varepsilon_t \quad (14)$$

- model logarytmiczny:

$$\left(\frac{K}{L}\right)_t = \beta_1 \ln K_t + \beta_2 \ln L_t + \varepsilon_t \quad (15)$$

W odniesieniu do trzeciego pytania badawczego dotyczącego zależności wskaźnika ziemia-praca od czynnika ziemia i czynnika praca, określono następujące modele:

- model liniowy:

$$\left(\frac{Z}{L}\right)_t = \beta_1 Z_t + \beta_2 L_t + \varepsilon_t \quad (16)$$

- model potęgowy:

$$\left(\frac{Z}{L}\right)_t = Z_t^{\beta_1} L_t^{\beta_2} \varepsilon_t \quad (17)$$

w postaci zlinearyzowanej

$$\ln\left(\frac{Z}{L}\right)_t = \beta_1 \ln Z_t + \beta_2 \ln L_t + \ln \varepsilon_t \quad (18)$$

- model wykładniczy:

$$\left(\frac{Z}{L}\right)_t = e^{\beta_1 Z_t} \cdot e^{\beta_2 L_t} \cdot e^{\varepsilon_t} \quad (19)$$

w postaci zlinearyzowanej

$$\ln\left(\frac{Z}{L}\right)_t = \beta_1 Z_t + \beta_2 L_t + \varepsilon_t \quad (20)$$

- model logarytmiczny:

$$\left(\frac{Z}{L}\right)_t = \beta_1 \ln Z_t + \beta_2 \ln L_t + \varepsilon_t \quad (21)$$

Współczynniki z modeli oceniono z zastosowaniem metody najmniejszych kwadratów. Wyniki przedstawiono na zadanym poziomie istotności.

W części empirycznej wykorzystano zbiór danych dla wybranych krajów UE na lata 2005-2018. Dane pochodzą z ogólnodostępnej strony internetowej Eurostatu, co pozwala na replikację badania. Wybór krajów objętych analizą był arbitralny, a głównym założeniem była dostępność danych przez cały okres badania.

## Wyniki<sup>1</sup>

Pierwsze pytanie badawcze dotyczy tego, czy efektywność pracy jest bardziej zależna od wskaźnika kapitał-praca, czy też od wskaźnika ziemia-praca. Wiąże się to z dobrze znanymi dylematami rozwojowymi, np. z modelu Hayami–Ruttana. Zakłada się hipotetycznie, że efektywność pracy zmienia się w tym samym kierunku, co wskaźnik kapitał-praca lub wskaźnik ziemia-praca. Można zatem oczekiwać dodatnich wartości wskaźników. W tabeli 1 przedstawiono wyniki estymacji modelu (dla każdego kraju model o najwyższym R-kwadracie)<sup>2</sup>. Uzasadnienie wyboru formy analitycznej modeli wykorzystanych do badania opiera się na ocenie R-kwadrat.

<sup>1</sup> Wyniki koncentrują się na ogólnych zmianach produktywności rolnictwa. Odniesienie do specyfiki rolnictwa w poszczególnych krajach wykraczało poza zakres badania.

<sup>2</sup> Wartości R-kwadratów są oczywiście wysokie, ponieważ zmienne są skorelowane w czasie.



Tabela 1

Oszacowane parametry i błędy modeli regresji opisujących zależność wydajności czynnika praca od wskaźników  $\frac{K}{L}$  i  $\frac{Z}{L}$  w krajach objętych analizą (na poziomie istotności 0,1)

Kraj	R-kwadrat	Nazwa wskaźnika	Wartość wskaźnika	Błąd standardowy	Wartość p	Istotność statystyczna
Polska	0,98	$K/L$	1,17	0,13	0,000	***
		$Z/L$	0,60	0,32	0,089	*
Francja	0,92	$K/L$	0,80	0,14	0,000	***
		$Z/L$	0,63	0,32	0,067	*
Niemcy	0,93	$K/L$	1,21	0,18	0,000	***
		$Z/L$	-2,14	1,63	0,215	
Wielka Brytania	0,92	$K/L$	1,26	0,06	0,000	***
		$Z/L$	-0,37	0,10	0,002	***
Niderlandy	0,91	$K/L$	0,844	0,10	0,000	***
		$Z/L$	2,67	1,30	0,063	*
Litwa	0,91	$K/L$	0,76	0,11	0,000	***
		$Z/L$	0,20	0,09	0,048	**

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie szacunków można przyjąć, że w większości krajów objętych analizą większy wpływ na kształtowanie poziomu efektywności pracy ma uzbrojenie techniczne tego czynnika, czyli wskaźnik ( $\frac{K}{L}$ ). Wskaźnik ( $\frac{Z}{L}$ ) nie ma wpływu na kształtowanie się efektywności czynnika praca (w Wielkiej Brytanii zauważono negatywną zależność między tymi zmiennymi). Wyjątkiem są Niderlandy, gdzie wskaźnik ( $\frac{Z}{L}$ ) ma większy wpływ na kształtowanie efektywności pracy niż dostarczanie czynnika kapitał czynnikowi praca. Wnioski te mogą mieć istotne znaczenie dla polityki rolnej, ponieważ zgodnie z uzyskanymi wynikami kwestia poprawy struktury agrarnej nie wydaje się być priorytetem – ważniejsze wydaje się techniczne uzbrojenie pracy. Dlatego tak istotne jest zwiększenie zaangażowania zasobów czynnika kapitał.

Wyniki o charakterze komplementarnym (z innego opracowania autora) wskazują, że zwiększenie technicznego uzbrojenia pracy prowadzi do wzrostu wydajności czynnika praca, których relacja zależy od produktywności czynnika kapitał. Im wyższa produktywność kapitału, tym wyższy poziom technicznego uzbrojenia pracy, który generuje wyższą produktywność i vice versa.

Drugie pytanie badawcze dotyczy tego, czy uzbrojenie techniczne jest kształtowane w większym stopniu przez ubytek zasobu czynnika praca czy przez zwiększone wykorzystanie czynnika kapitał. Aby odpowiedzieć na to pytanie zweryfikowano udział czynnika praca i czynnika kapitał w kształtowaniu technicznego uzbrojenia pracy. Oszacowano parametry modeli 10-15.

Jak wskazuje tabela 2 (przedstawiająca szacunkowe parametry funkcji 10-15), we wszystkich analizowanych krajach (dla których uzyskano parametry istotne statystycznie) zaobserwowano znacznie większy negatywny wpływ czynnika praca na kształtowanie się poziomu technicznego uzbrojenia pracy. Wpływ czynnika kapitał jest pozytywny.

Tabela 2

*Szacunkowe parametry i błędy modeli regresji opisujących relację między K/L a czynnikiem praca i czynnikiem kapitał w krajach objętych analizą (na poziomie istotności 0,05)*

Kraj	R-kwadrat	Nazwa wskaźnika	Wartość wskaźnika	Błąd standardowy	Wartość p	Istotność statystyczna
Polska	0,91	L	-1,62	0,29	0,000	***
		K	0,72	0,04	0,000	***
Francja	0,92	L	-38,10	5,45	0,000	***
		K	1,734	0,06	0,000	***
Niemcy	0,92	L	-57,66	8,15	0,000	***
		K	2,53	0,08	0,000	***
Niderlandy	0,92	L	-231,18	22,20	0,000	***
		K	8,13	0,14	0,000	***
Litwa	0,92	L	-11,07	2,85	0,002	***
		K	7,41	0,18	0,000	***

Źródło: obliczenia własne.

Uzyskane wyniki są zgodne z założeniami i teorią. W rolnictwie czynnik praca ulega zmniejszeniu przy wzroście czynnika kapitał. Wpływ ubytku zasobu czynnika praca na analizowane techniczne uzbrojenie pracy jest większy niż wzrost zaangażowania zasobów czynnika kapitał. Należy zauważyć, że może to mieć związek z mikroekonomiczną podstawą wyboru producenta na danej krzywej izokwantowej ze względu na zmiany w wynagrodzeniu (cenach) tych dwóch czynników produkcji (wzrost wynagrodzenia czynnika praca w stosunku do wynagrodzenia czynnika kapitał).

Kolejne pytanie badawcze brzmiało: który czynnik – ziemia czy praca – miał większy wpływ na kształtowanie się struktury agrarnej, tj. wskaźnik ( $\frac{Z}{L}$ )? Pod względem zaangażowania w produkcję rolną oba te czynniki ulegają spadkowi, lecz w różnym tempie. Stąd to pytanie. W celu weryfikacji wpływu obu tych czynników produkcji na analizowany wskaźnik oszacowano parametry modeli (16-21).

Jak wskazano w tabeli 3 (zawierająca szacunkowe parametry funkcji 16-21), we wszystkich analizowanych krajach większy wpływ na poziom struktury agrarnej ma czynnik praca (czyli jego *de facto* ubytek), co stanowi przybliżony wskaźnik ( $\frac{Z}{L}$ ). Jest to zgodne z przyjętymi założeniami.

Tabela 3

*Szacunkowe parametry i błędy modeli regresji opisujących relację pomiędzy ( $\frac{Z}{L}$ ) a czynnikiem praca i czynnikiem ziemia w analizowanych krajach (na poziomie istotności 0,1)*

Kraj	R-kwadrat	Nazwa wskaźnika	Wartość wskaźnika	Błąd standardowy	Wartość p	Istotność statystyczna
Polska	0,91	L	-4,13	0,52	0,000	***
		Z	1,08	0,07	0,000	***
Francja	0,92	L	-37,83	1,01	0,000	***
		Z	2,35	0,03	0,000	***
Niemcy	0,92	L	-70,82	2,69	0,000	***
		Z	4,14	0,08	0,000	***
Wielka Brytania	0,91	L	-45,90	14,13	0,000	***
		Z	4,23	0,25	0,000	***
Niderlandy	0,91	L	-83,01	43,10	0,078	*
		Z	13,40	3,82	0,002	***
Litwa	0,92	L	-71,07	12,79	0,000	***
		Z	10,44	0,69	0,000	***

Źródło: obliczenia własne.

Zgodnie z teorią ekonomiki rolnictwa i obserwacjami empirycznymi zmiany zaangażowania zasobów czynnika ziemia i czynnika praca nie są na stałym poziomie, ponieważ tempo odpływu zasobu czynnika praca jest szybsze niż tempo ubytku zasobu czynnika ziemia użytkowanego w rolnictwie. Tak więc wpływ czynnika praca na strukturę agrarną, który jest bardziej istotny, wynika z relatywnie wyższego stopnia rzadkości czynnika praca w porównaniu z czynnikiem ziemia.

Prowadzi to do wzrostu wartości wskaźnika obrazującego zmiany strukturalne (relacja między czynnikiem ziemia a czynnikiem praca), a w szczególności stopnia koncentracji, co na powierzchni zjawisk ujawnia się jako struktura agrarna.<sup>3</sup> Wzrost tego wskaźnika stwarza podstawę do poprawy wydajności czynnika praca, a tym samym dochodu rolniczego, pod warunkiem zwiększenia produktywności czynnika ziemia. Można jednak przypuszczać, że proces ten nie jest wystarczająco dynamiczny, gdyż wskaźnik (powinien ulegać większemu wzrostowi, tym bardziej że jest on ważnym źródłem wzrostu efektywności pracy, a tym samym dochodów rolniczych (z pewnością poza wsparciem). Zmniejszaniu zatrudnienia w czynni-

<sup>3</sup> Konsolidacja gruntów jest długofalowym środkiem zwiększania wydajności produkcji rolnej. W Polsce, na Słowenii i na Litwie konsolidacja gruntów została wprowadzona głównie jako instrument służący rozwiązaniu problemów strukturalnych w rolnictwie wynikających z fragmentacji zarówno własności gruntów, jak i użytkowania gruntów, jako narzędzie służące poprawie produktywności i konkurencyjności małych i średnich gospodarstw.

ku praca w rolnictwie powinien zatem towarzyszyć wzrost jego produktywności i wynagrodzenia (cen). To z kolei prowadzi, a przede wszystkim wynika ze zmian technik wytwarzania na rzecz technik oszczędzających pracę. Ma to ścisły związek ze stopniem ograniczenia tego czynnika, co przekłada się na jego cenę (wynagrodzenie) i produktywność. Procesy te można analizować na podstawie obserwacji powierzchni zjawisk, tj. zmian strukturalnych w rolnictwie w tym kontekście.

### Wnioski

Wszelkie zmiany w relacjach czynnikowych są wzajemnie uwarunkowane i ilustrują, a nawet definiują zmiany w technikach produkcji w rolnictwie. Z reguły w zakresie czynników produkcji w rolnictwie większy wpływ na kształtowanie wielkości produkcji ma czynnik kapitał niż czynnik praca czy czynnik ziemia. Jest to zgodne z obecnymi trendami w rolnictwie, obejmującymi przejście od technik pracochłonnych i gruntochłonnych do technik kapitałochłonnych, a także technik polegających na oszczędzaniu pracy i ziemi.

Przedstawione w artykule badania pozwoliły autorowi nie tylko w pełni ocenić prawidłowość technik produkcyjnych, ale również określić relacje między czynnikami produkcji. Badania relacji między czynnikami produkcji są bardzo złożone, dlatego w artykule skupiono się tylko na wybranych obszarach tej problematyki, takich jak: efektywność pracy i jej zależność od technicznego uzbrojenia pracy czy struktury agrarnej (przybliżony wskaźnik ziemia-praca) oraz zależność wskaźnika kapitał-praca i wskaźnika ziemia-praca od czynników produkcji.

Na podstawie założeń teoretycznych i wyników empirycznych stwierdzono, że większy wpływ na poziom efektywności pracy ma techniczne uzbrojenie pracy, czyli wskaźnik ( $\frac{K}{L}$ ). Wskaźnik ( $\frac{Z}{L}$ ) nie ma wpływu na kształtowanie efektywności czynnika praca. Wnioski te mogą mieć istotne znaczenie dla polityki rolnej, gdyż poprawa struktury agrarnej nie wydaje się być priorytetem – większe znaczenie ma techniczne uzbrojenie pracy. Dlatego tak istotne jest zwiększenie zaangażowania zasobów czynnika kapitał.

Wpływ ubytku zasobu czynnika praca na techniczne uzbrojenie pracy jest większy niż wzrost zaangażowania zasobów czynnika kapitał. Może to mieć związek z mikroekonomiczną podstawą wyboru producenta na danej krzywej izokwantowej ze względu na zmiany w wynagrodzeniu (cenach) tych dwóch czynników produkcji (wzrost wynagrodzenia czynnika praca w stosunku do wynagrodzenia czynnika kapitał).

Większy wpływ czynnika praca wynika z relatywnie wyższego stopnia rzadkości czynnika praca w stosunku do czynnika ziemia. Można jednak założyć, że proces ten nie jest wystarczająco dynamiczny, gdyż wskaźnik ( $\frac{Z}{L}$ ) powinien ulegać większemu wzrostowi, tym bardziej że jest on ważnym źródłem wzrostu efektywności pracy, a tym samym dochodów rolniczych (poza zewnętrznym wsparciem finansowym).

Zgodnie z teorią ekonomiki rolnictwa i obserwacjami empirycznymi zmiany zaangażowania zasobu czynnika ziemia i czynnika praca nie są na stałym poziomie,

ponieważ tempo odpływu zasobu czynnika praca jest szybsze niż tempo ubytku zasobu czynnika ziemia użytkowanego w rolnictwie. Zatem większy wpływ czynnika praca na strukturę agrarną wynika z relatywnie rosnącego stopnia rzadkości czynnika praca w porównaniu z czynnikiem ziemia.

### **Podziękowania**

Badanie sfinansowano w ramach stypendium realizowanego w Australii w 2013 roku (School of Economics, University of Queensland, Brisbane) oraz przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w ramach Programu Wieloletniego na lata 2015-2019.

**Literatura**

- Aigner, D.J., Chu, S.F. (1968). On Estimating the Industry Production Function. *American Economic Review*, 58, s. 826-839.
- Bezat-Jarzębowska, A., Rembisz, W. (2018). *Mikroekonomia relacji czynników produkcji w rolnictwie*. Warszawa: Vizja Press&IT.
- Clark, J.B. (1915). *Essentials of Economic Theory*. New York: The Macmillan Company.
- Fried, H.O., Lovell, C.A.K., Schmidt, S.S. (2008). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. New York: Oxford University Press.
- Harlemann, H., Stamer, H. (1963). *Rolnictwo w dobie technizacji*. Warszawa: PWRiL.
- Hayami, Y., Ruttan, V. (1970). Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: the United States and Japan. *Journal of Political Economy*, 78(5), s. 1115-1141.
- Hayami, Y., Ruttan, V. (1985). *Agricultural Development: An International Development, rev. expanded edition*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Heady, E.O., Dillon, J.L. (1961). *Agricultural Production Functions*. Ames: Iowa State University Press.
- Jorgenson, D.W. (1961). The Development of a Dual Economy. *The Economic Journal*, 71(282), s. 309-334.
- Murphy, K.M., Shleifer, A., Vishny, R. (1989). Income Distribution, Market Size, and Industrialization. *The Quarterly Journal of Economics*, 104, s. 537-564.
- Ranis, G., Fei, J.C.H. (1961). A Theory of Economic Development. *American Economic Review*, 51, s. 533-565.
- Rembisz, W., Waszkowski, A. (2017). *Exogenous Determinants of Agricultural Production – Prices of the Production Factors and the Selected Macroeconomic Indicators*. Monographs of Multi-Annual Programme, No. 69.1. Warszawa: IAFE-NRI.
- Shepard, R.W. (1953). *Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.
- Shepard, R.W. (1970). *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.
- Woś, A., Tomczak, F. (1983). *Ekonomika rolnictwa. Zarys teorii*. Warszawa: PWRiL.



## FACTOR RELATIONS IN AGRICULTURE – CONCEPTUAL REASONING WITH EMPIRICAL VERIFICATION

### Abstract

*The research presented in the paper allowed the author not only to fully recognize the correctness of production processes, but also determine the relations between production factors and production volumes (productivity and factor relations). Based on the adopted analytical assumptions and general conditions of farming processes in agriculture, the paper analyzes relations between production factors, i.e., the essence of production techniques. The research on relations between production factors is very complex, thus the paper focuses only on some areas of the issue, such as: labor productivity and its dependency on technical equipment of labor or agrarian structure (approximate land-labor ratio) and the dependency of capital-labor and land-labor ratios on production factors. The analysis is based on the principle of generality and the methodological approach for deduction is used in the paper. The empirical part of the paper uses the dataset for selected EU countries. It was concluded that the  $(\frac{K}{L})$  ratio, relatively to  $(\frac{Z}{L})$  ratio, has a greater impact on the level of labor productivity. These conclusions may be significant for agricultural policy, since improving the agrarian structure does not seem to be a priority, whereas the technical equipment of labor seems to be more important. Thus, it is crucial to increase the involvement of the capital factor.*

**Keywords:** factor relations, agricultural productivity, production factors.

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.03.2021.*