



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

**CHANGES IN PRODUCTION FACTOR RELATIONS
AND THEIR DETERMINANTS IN AGRICULTURE
IN SELECTED EUROPEAN UNION COUNTRIES**

**ZMIANY RELACJI CZYNNIKÓW PRODUKCJI I ICH UWARUNKOWANIA
W ROLNICTWIE WYBRANYCH KRAJÓW UNII EUROPEJSKIEJ**

ZBIGNIEW FLORIAŃCZYK
WŁODZIMIERZ REMBISZ

Citation: / Cytowanie: Floriańczyk, Z., & Rembisz, W. (2023). Changes in Production Factor Relations and Their Determinants in Agriculture in Selected European Union Countries / Zmiany relacji czynników produkcji i ich uwarunkowania w rolnictwie wybranych krajów Unii Europejskiej. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 377(4), 26–51. <https://doi.org/10.30858/zer/176771>

Abstract

The article examines trends in changes in relations among three production factors (land, labor, and capital) in agriculture in the selected European Union countries. For the purpose, the assumptions regarding the direction and the mechanism of changes in the relations were verified empirically. It was assumed that the basis of the mechanism is the ratio of changes in factor productivity to changes in the prices (remuneration) of these factors. Trends in production factors were verified empirically using agricultural economic accounts as well as statistics on labor and land inputs in agriculture collected by Eurostat. The trends in changes in the relations among production factors correspond to the capital-intensive stage of growth in agriculture. A strong trend of decline in the labor factor in agriculture was demonstrated along with the reduction of land in the EU agriculture. The changes were accompanied by diversified involvement of the capital factor in agriculture. With a constant increase in the volume of agricultural production, there is a corresponding increase in the productivity of the production factors. The increase is the smallest in the case of the capital factor, because it performs not only a growth function, but also is a substitute for the decline in other factors. An increased productivity of the production factors is related to an increase in their remuneration reflected by an increase in their prices. The deviations from capital-intensive growth in agriculture observed in the empirical study indicate other factors influencing the remuneration of production factors in agriculture.

Keywords: productivity of production factors, factors relations, production factors remuneration, Herlemann–Stamer model.

JEL codes: A10, C50, E22.

Zbigniew Floriańczyk, PhD, Institute of Agricultural and Food Economics National Research Institute, Department of Agricultural Holdings Accountancy; ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warsaw, Poland (Zbigniew.Florianczyk@ierigz.waw.pl).

 <https://orcid.org/0000-0002-3954-1547>

Włodzimierz Rembisz, PhD, DSc, ProfTIt, Institute of Agricultural and Food Economics National Research Institute, Department of Agricultural Markets and Quantitative Methods; ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warsaw, Poland (wrembisz@gmail.com).  <https://orcid.org/0000-0001-9941-3398>

Abstrakt

W artykule zbadano trendy zmian w relacjach między trzema czynnikami produkcji (ziemi, pracy i kapitału) w rolnictwie w wybranych krajach Unii Europejskiej (UE). W tym celu poddano empirycznej weryfikacji założenia co do kierunku tych zmian oraz założenia mechanizmu zmian tych relacji. Przyjęto, że podstawą tego mechanizmu jest stosunek zmian produktywności czynników do zmian cen (wynagrodzeń) tych czynników. Weryfikacja empiryczna trendów czynników produkcji została przeprowadzona z wykorzystaniem rachunków ekonomicznych rolnictwa oraz statystyk nakładów pracy i ziemi w rolnictwie gromadzonych przez Eurostat. Tendencje zmian w relacjach czynników produkcji odpowiadają kapitałochłonnemu etapowi wzrostu w rolnictwie. Wykazano silny trend ubytku czynnika pracy w rolnictwie przy zmniejszaniu ziemi w rolnictwie UE. Zmianom tym towarzyszyło zróżnicowane zaangażowanie czynnika kapitału w rolnictwie. Przy stałym zwiększaniu wolumenu produkcji rolniczej odpowiada temu wzrost produktywności tych czynników. Wzrost ten jest najmniejszy w przypadku czynnika kapitału, bo pełni on nie tylko funkcje wzrostowe, ale i substytucyjne w stosunku do ubytku pozostałych czynników. Wzrost produktywności badanych czynników produkcji jest powiązany ze wzrostem ich wynagrodzenia odzwierciedlonego przez wzrost ich cen. Zaobserwowane w badaniu empirycznym odstępstwa od kapitałochłonnego wzrostu w rolnictwie wskazują na inne czynniki wpływające na wynagrodzenie czynników produkcji w rolnictwie.

Słowa kluczowe: produktywność czynników produkcji, relacje czynnikowe, wynagrodzenie czynników produkcji, model Herlemanna–Stamera.

Kody JEL: A10, C50, E22.

Theoretical Background and Cognitive Scope

Relations occurring between production factors in agriculture, as a set of agricultural producers, determine management processes in a static and dynamic approach in a broad aspect, including efficiency, cost-effectiveness, and profitability. The article focuses on the analysis of changes in the relation among production factors in agriculture, as exemplified by the selected EU countries in a dynamic approach. The changing relations are the result of multi-directional conditions, which in the study have been connected with changes in their productivity and their prices (remuneration). The changes were considered in quantitative terms, among others, using models illustrating the economic growth paths of agriculture proposed by Hayami–Ruttan, Herlemann–Stamer, and Lewis, at various levels of generalization (Floriańczyk & Rembisz, 2011; Herlemann & Stamer, 1963; Niezgoda, 1982). The models mainly show changes in the relations of production factors, also referred to as production techniques. In the Hayami–Ruttan model, the causes of changes in the relations are seen in induced technical progress generated from the essence outside agriculture and generally related to the stages of the level of economic development (Klump & Cabrera, 2008). In the Herlemann–Stamer model, the issues of the degree of scarcity of production factors and the efficiency (technical efficiency) of the capital factor in the sense of machines and equipment as well as production inputs, including yield-generating inputs, were more

Inspiracja teoretyczna i zakres poznawczy

Relacje zachodzące między czynnikami produkcji w rolnictwie, jako zbiorze producentów rolnych, determinują procesy gospodarowania w ujęciu statycznym i dynamicznym w szerokim aspekcie, w tym efektywność, opłacalność, dochodowość. W artykule przedmiotem uwagi jest analiza zachodzących zmian relacji między czynnikami produkcji w rolnictwie na przykładzie wybranych państw UE w ujęciu dynamicznym. Te zmieniające się relacje są efektem różnokierunkowych uwarunkowań, które w badaniu połączono ze zmianami ich produktywności oraz ze zmianami ich cen (wynagrodzeń). Zmiany te w ujęciu ilościowym były rozpatrywane między innymi z wykorzystaniem modeli obrazujących ścieżki wzrostu gospodarczego rolnictwa zaproponowanych przez Hayami–Ruttana, Herlemanna–Stamera oraz Lewisa, na różnym poziomie uogólnienia (Floriańczyk & Rembisz, 2011; Herlemann i Stamer, 1963; Niezgoda, 1982). W tych modelach pokazane są przede wszystkim zmiany relacji czynników produkcji, określanych w literaturze także mianem technik wytwarzania. W modelu Hayami–Ruttana przyczyn zmian w tych relacjach upatruje się, w indukowanym postępie technicznym generowanym z istoty poza rolnictwem oraz generalnie z etapami poziomu rozwoju gospodarczego (Klump i Cabrera, 2008). W modelu Herlemanna–Stamera bardziej eksponowano kwestie stopnia rzadkości czynników produkcji i sprawności (efektywności technicznej) czynnika kapitału w sensie

emphasized (Bezat-Jarzębowska, 2021; Harlemann & Stamer, 1963). In turn, the Lewis model emphasizes the transfer of the labor factor from agriculture to non-agricultural sectors, which leads to structural changes (also in agriculture itself, i.e., changes in factor relations) and general economic growth (Gollin, 2014; Villamil et al., 2020).

The aim of the article is to examine whether the current changes in the relations between production factors are consistent with the assumptions of the models. The second goal of the article is an attempt to explain the reasons for changes in the relations. Namely, the authors indicate that the source of these changes are changes in the relation between their prices (remuneration), which result from changes in the degree of their rarity (decrease, increase) and changes in their productivity. They are verified on the example of agriculture in selected EU countries. Such an approach directly results from the microeconomic basis of the producer choice theory. To maximize their goal function, producers equate the productivity of a given factor with remuneration related to the price of the production factor determined exogenously on the market for the factor. Prices depend on the degree of scarcity of the factors, and remuneration depends on the factor productivity (producers) at a given level of product prices. The approach extends and deepens the explanation of changes in the intensity of use of production factors in the models referred to. More detailed foundations in relation to a given production factor are discussed in subsequent sections of the empirical part of the article. Exposing and illustrating the problem is assumed to be the essence of the paper. Practical conclusions are left to the stakeholders of agricultural policy, for example, as to the assessment of the compliance of the proposed interventions and the general processes occurring in agriculture.

Analysis Scope and Assumptions

The analysis begins with illustrating changes in the involvement of three production factors: land (Z), labor (L), and capital (K). The terms of production factors are used as variables in accordance with the terminology of the three-factor agricultural production function, and the resulting changes in the relations between the factors. Then, changes in the involvement of the factors in the agriculture of the analyzed EU countries are linked with changes in their prices (remuneration), changes in their productivity, and finally changes in productivity are related to changes in the prices of the factors. The aim is to illustrate the processes and the relations between them, i.e., explain the basic mechanism of these changes. With reference to the theoretical inspirations mentioned above, the authors made the following assumptions for

maszyn i urządzeń oraz nakładów produkcyjnych, w tym plonotwórczych (Bezat-Jarzębowska, 2021; Harlemann i Stamer, 1963). Z kolei w modelu Lewisa akcentuje się transfer czynnika pracy z rolnictwa do sektorów pozarolniczych, co prowadzi do zmian strukturalnych (także w samym rolnictwie, czyli zmian w relacjach czynnikowych), i wzrostu ogólnogospodarczego (Gollin, 2014; Villamil i in., 2020).

Celem artykułu jest zbadanie, czy obecnie zachodzące zmiany w relacjach między czynnikami produkcji są zgodne z założeniami tych modeli. Drugim celem artykułu jest próba objaśnienia przyczyn zmian tych relacji. Mianowicie wskazano, że źródłem tych zmian są zmiany stosunku między ich cenami (wynagrodzeniami), które wynikają ze zmian stopnia ich rzadkości (ubytku, przyrostu), a zmianami ich produktywności. Zostało to zweryfikowane na przykładzie rolnictwa wybranych krajów UE. Takie podejście bezpośrednio wynika z mikroekonomicznej podstawy, którą jest teoria wyboru producenta. Producent dla maksymalizacji swojej funkcji celu przyrównuje produktywność danego czynnika z jego wynagrodzeniem relacjonowanym do ceny czynnika produkcji ustalonej egzogennie na rynku tego czynnika. Ta cena zaś zależy od stopnia rzadkości czynników, a wynagrodzenie od produktywności czynnika (u producentów) przy danym poziomie cen produktów. Takie podejście rozszerza i pogłębia wyjaśnienia zmian w intensywności wykorzystania czynników produkcji w powoływanych modelach. Bardziej szczegółowe podstawy w odniesieniu do danego czynnika produkcji zostaną omówione w kolejnych punktach części empirycznej artykułu. Przyjęto, że ekspozycja problemu i jego zobrazowanie jest istotą tej pracy. Praktyczne wnioski pozostawia się interesariuszom polityki rolnej, choćby co do oceny zgodności proponowanych interwencji z ogólnymi procesami zachodzącymi w rolnictwie.

Zakres i założenia analizy

Analizę rozpoczyna zobrazowanie zmian w zaangażowaniu trzech czynników produkcji: czynnika ziemi (Z), czynnika pracy (L) i czynnika kapitału (K). Stosuje się określenia czynników produkcji jako zmiennych zgodnie z terminologią trójczynnikowej funkcji produkcji rolnej i wynikających stąd zmian relacji między tymi czynnikami. Następnie kolejno połączono zmiany w zaangażowaniu tych czynników w rolnictwie analizowanych państw UE ze zmianami ich cen (wynagrodzeń) ze zmianami ich produktywności i ostatecznie zmiany w produktywności odnosi się do zmian cen tych czynników. Celem jest zobrazowanie tych procesów i pokazanie występujących między nimi związków, czyli objaśnienie podstaw mechanizmu tych zmian. W nawiązaniu do powołanych inspiracji teoretycznych przyjęto następujące

analysis. The labor factor in agriculture is decreasing (the reasons for the decrease are related to the economic development, to put it briefly¹). Hence, the factor is decreasing compared to the others. Therefore, the price and remuneration are increasing (also in relation to the level of remuneration outside agriculture). This raises expectations regarding increasing productivity (efficiency) as a source of financing remuneration (to the level of at least its price), which is also the driving force of structural changes in agriculture (Poczta, 2020). Similarly, the land factor is decreasing, the economic, economic and regulatory conditions and causes of which are well recognized (Czyżewski et al., 2018). Compared to the other factors, there is less of it. Therefore, this factor, which is essential for agricultural production, must be used more and more effectively, hence the expectations and actual increase in its productivity are high. It is different with the capital factor, in the meaning of machinery and equipment. This factor is relatively increasing, i.e., there is more and more of it, as compared to the other two factors (capital-intensive intensification). Therefore, it also becomes relatively cheaper, also due to the progress and increase in the efficiency of the industry supplying machinery, equipment, and industrial inputs for agriculture (i.e., the capital factor). The expectations regarding the increase in its productivity are the same as for the source of financing the return on investment in the factor.

In the article, the assumptions will be empirically verified at the appropriate level of generality for reference models. To highlight the essence of the relations under consideration, the paper uses trends illustrating changes in the level of involvement of the production factors, it should mitigate the impact of incidental cases and conditions of changes in the relations.

Model Basis of Analysis

The basis of the analysis is the assumption of the existence of a three-factor agricultural production function and a management mechanism consistent with the essence of total factor productivity (TFP), which can be expressed as follows (Debertin, 1986):

$$y_{max} = f(K, L, Z) \quad (1)$$

where: K , L , Z – refer to the factors of production (capital, labor, and land) in accordance with their economic meaning, as in Tomczak and Rajtar (1973), and the content of empirical data, which is specified in the next section of the article.

założenia do analizy. Czynnika pracy w rolnictwie ubywa (przyczyny tego ubytku są związane z poziomem rozwoju gospodarczego, najkrócej ujmując¹). Stąd tego czynnika w relacji do pozostałych jest relatywnie coraz mniej. Zatem jego cena i wynagrodzenie rosną (także w stosunku do poziomu wynagrodzeń poza rolnictwem). To rodzi oczekiwania odnośnie do zwiększania jego produktywności (wydajności) jako źródła sfinansowania jego wynagrodzenia (do poziomu co najmniej jego ceny), co jest też siłą napędową zmian strukturalnych w rolnictwie (Poczta, 2020). Podobnie ubywa czynnika ziemi, czego uwarunkowania i przyczyny natury ekonomiczno-gospodarczej i regulacyjnej są dobrze rozpoznane (Czyżewski i in., 2018). W stosunku do pozostałych dwu czynników jest go mniej. Zatem ten zasadniczy dla produkcji rolniczej czynnik musi być coraz efektywniej wykorzystywany, stąd oczekiwania i faktyczny wzrost jego produktywności są znaczne. Odwrotnie jest z czynnikiem kapitału, w sensie maszyn i urządzeń. Jest tego czynnika relatywnie, czyli w stosunku do dwu pozostałych, coraz więcej (intensyfikacja kapitałochłonna). Zatem staje się on też relatywnie tańszy, także z uwagi na postęp i wzrost efektywności przemysłu dostarczającego maszyny, urządzenia, nakłady przemysłowe dla rolnictwa (tj. czynnika kapitału). Pojawiają się takie same oczekiwania co do wzrostu jego produktywności jako źródła sfinansowania zwrotu z inwestycji w ten czynnik.

W artykule założenia te zostaną zweryfikowane empirycznie na właściwym, dla referencyjnych modeli, poziomie ogólności. Celem uwypuklenia istoty badanych zależności posłużono się trendami obrazującymi zmiany poziomu zaangażowania tych czynników produkcji, co powinno złagodzić wpływ incydentalnych przypadków i uwarunkowań zmian tych relacji.

Modelowe podstawy analizy

Podstawą analizy jest założenie o istnieniu trójczynnikowej funkcji produkcji rolniczej i mechanizmie gospodarowania zgodnym z istotą TFP (ang. *total factor productivity*), co można ująć jako (Debertin, 1986):

gdzie: K , L , Z – czynniki produkcji, kapitału, pracy i ziemi zgodnie z ich sensem ekonomicznym, jak u Tomczaka i Rajtara (1973), i treścią danych empirycznych, co jest określone w kolejnym punkcie artykułu.

¹ The complexity of this process is presented, among others, by Zegar (2019).

¹ Złożoność tego procesu przedstawia między innymi Zegar (2019).

Appropriate transformation (logarithmic derivatives) allows for analyzing changes in the relations of production factors and extracting the essence of the changes. Namely, the essence is the improvement of the combined productivity of the production factors involved, which is expressed by the TFP index, by definition a relative measure, in this approach relative to time.² It can be presented as follows:

$$TFP = \frac{\partial y}{y} - \left(\frac{\partial K}{K} + \frac{\partial L}{L} + \frac{\partial Z}{Z} \right) \quad (2)$$

The selected indicators of changes in factor productivity can be derived from the equation. Below there are the indicators of changes in the productivity of the three factors of production³:

$$k = \left(\frac{\partial y}{y} - \frac{\partial K}{K} \right) ; \quad l = \left(\frac{\partial y}{y} - \frac{\partial L}{L} \right) ; \quad z = \left(\frac{\partial y}{y} - \frac{\partial Z}{Z} \right) \quad (3)$$

In accordance with (3), in the empirical analysis the factors are presented as the difference between production growth and changes in the use of a given production factor. The trends presented in the charts in the empirical part have a natural logical basis resulting from the formulas. When it is assumed that:

$\frac{\partial y}{y} > 0$ and with a decline in employment in agriculture: $\frac{\partial L}{L} < 0$ the positive growth rate of produc-

tivity of this factor is natural: $l > 0$ (from two sources, i.e., an increase in production and a reduction in employment, which is a typical path of development for agriculture worldwide and which is associated with changes in the agrarian structure and the process of concentration). Similarly, with the same assumption regarding increased production, the land factor decrease: $\frac{\partial Z}{Z} < 0$ means a positive growth rate of its productivity $z > 0$. In the case of the capital factor, its increase in application: $\frac{\partial K}{K} > 0$ performs not only growth functions, but also substitute functions for decline in the labor and land factors (Niezgoda, 1982). Hence, the requirements for its productivity improvement, i.e., $\frac{\partial y}{y} > \frac{\partial K}{K}$ may not be met (Rembisz, 1985).

Po odpowiednim przekształceniu (pochodne logarytmiczne) mamy podstawę do analizy zmian relacji czynników produkcji i wydobywania istoty tych zmian. Mianowicie istotą tego jest poprawa produktywności łączonej zaangażowanych czynników produkcji, co wyraża wskaźnik *TFP* z definicji miara względna, w tym ujęciu względem czasu². Jest więc:

Z tego wyprowadzono wskaźniki zmian produktywności czynników produkcji. Poniżej wskaźniki zmian produktywności tych trzech czynników produkcji³:

Zgodnie z (3) w analizie empirycznej wskaźniki te zostały ujęte jako różnica między wzrostem produkcji a zmianami zastosowania danego czynnika produkcji. Przedstawione trendy na wykresach w części empirycznej mają naturalną podstawę logiczną wynikającą z tych wzorów. Przy założonym:

$\frac{\partial y}{y} > 0$ i przy spadku zatrudnienia w rolnictwie:

$\frac{\partial L}{L} < 0$ naturalnym jest dodatnie tempo wzrostu

produktywności tego czynnika: $l > 0$ (z dwóch źródeł, tj. wzrostu produkcji i zmniejszenia zatrudnienia, co jest typową ścieżką rozwoju rolnictwa światowego i z czym wiążą się zmiany struktury agrarnej i proces koncentracji). Podobnie, przy tym samym założeniu odnośnie do wzrostu produkcji, ubytek czynnika ziemia: $\frac{\partial Z}{Z} < 0$ oznaczać musi dodatnie tempo wzrostu jego produktywności $z > 0$. W przypadku czynnika kapitału jego przyrost zastosowania: $\frac{\partial K}{K} > 0$ pełni nie tylko funkcje wzrostowe, ale też i funkcje substytucyjne wobec ubytku czynnika pracy i czynnika ziemi (Niezgoda, 1982). Stąd wymogi odnośnie do jego poprawy produktywności, tj. $\frac{\partial y}{y} > \frac{\partial K}{K}$, mogą nie być spełnione (Rembisz, 1985).

² The time subscription in the formulas was omitted, which means it should be, e.g.: $\frac{\partial y}{y} \times \frac{1}{t}$ and it is: $\frac{\partial y}{y}$.

³ This also allows for the division of benefits from improving the productivity (Gburczyk, 1990), the approximate equivalent of which is the remuneration of the factors.

² Subskrypt czasu we wzorach pominięto, czyli powinno np. być: $\frac{\partial y}{y} \times \frac{1}{t}$ a jest: $\frac{\partial y}{y}$

³ To pozwala też na podział korzyści z poprawy tej produktywności (Gburczyk, 1990), czego przybliżonym odpowiednikiem są wynagrodzenia tych czynników.

The relation between the rate of change in factor productivity and the rate of change in prices (remuneration), i.e., their comparison, is important for verifying the adopted assumptions. It enables the transformation of the expanded entry (1) with prices (remuneration) of production factors. After taking the logarithm and calculating the derivatives, the following equations can be formulated:

$$\left(\frac{\partial y}{y} - \frac{\partial K}{K}\right) \approx \frac{\partial p_K}{p_K} ; \left(\frac{\partial y}{y} - \frac{\partial L}{L}\right) \approx \frac{\partial p_L}{p_L} ; \left(\frac{\partial y}{y} - \frac{\partial Z}{Z}\right) \approx \frac{\partial p_Z}{p_Z} \quad (4)$$

For the assumptions to be empirically verified, the rates of changes in factor productivity—on the left (4) should correspond to the rates of changes in prices (remuneration) of the factors—on the right (4). This should be visible in the figures of both variables. It has been assumed that there is some level of correlation between the variables. Causality is a separate issue, e.g., whether price affects productivity or vice versa, which is beyond the scope of the analysis.

Empirical Data

The empirical data used in the study is collected by Eurostat as part of the Economic Accounts for Agriculture (EAA) statistics (Eurostat, n.d.-b). The accounts provide information on the generation of income in the agricultural sector at the level of individual EU countries. In particular, EAA allows for monitoring the effects of the common agricultural policy (CAP), including changes in factor productivity in agriculture.⁴ It should be mentioned that analyses based on data from EAA represent aggregated values at the level of the entire agriculture. It is therefore not possible to determine whether the observed changes in the use of production factors apply to all entities engaged in agricultural production or, most likely, they differ in different groups of farms. Nevertheless, in the case of key production factors, it can be assumed that the phenomena observed at the level of the entire agriculture reflect the processes taking place in the dominant group of farms. In the empirical analysis in this article, the production value (Y) corresponds to the production value of the agricultural sector expressed in euro at constant prices (2015 = 100) of the producer, i.e., without subsidies and taxes related to the products. In turn, the amount of capital (K) involved in production expresses the cost of depreciation in constant

Istotne znaczenie dla weryfikacji przyjętych założeń ma relacja tempa zmian produktywności czynników do tempa zmian ich cen (wynagrodzeń), czyli ich porównanie. Umożliwia to przekształcenie rozszerzanego zapisu (1) o ceny (wynagrodzenia) czynników produkcji. Po zlogarytmowaniu i obliczeniu pochodnych następuje:

Aby zweryfikować założenia empirycznie, tempom zmian produktywności czynników – lewa strona (4) powinny odpowiadać stopy zmian cen (wynagrodzeń) tych czynników – prawa strona (4). Powinno to być widoczne na wykresach obu zmiennych. Przyjęto również, że występuje pewien poziom korelacji między tymi zmiennymi. Osobną kwestią jest przyczynowość, np. czy cena oddziałuje na produktywność, czy odwrotnie, co nie zostało ujęte w analizie.

Dane empiryczne

Dane empiryczne wykorzystane w badaniu gromadzone są przez Eurostat w ramach statystyki Rachunków Ekonomicznych Rolnictwa (RER) (Eurostat, b.d.-b). Rachunki te dostarczają informacji o tworzeniu dochodów w sektorze rolnym na poziomie poszczególnych krajów UE. W szczególności RER umożliwia monitorowanie efektów wspólnej polityki rolnej (WPR), w tym zmian w produktywności czynników w rolnictwie⁴. W analizach opartych na danych RER należy mieć na uwadze, że reprezentują one wielkości zagregowane na poziomie całego rolnictwa. Nie jest zatem możliwe stwierdzenie, czy obserwowane zmiany w zastosowaniu czynników produkcji dotyczą wszystkich podmiotów zajmujących się produkcją rolną, czy – co najbardziej prawdopodobne – są zróżnicowane w różnych grupach gospodarstw rolnych. Niemniej w przypadku kluczowych czynników produkcji można założyć, że zjawiska obserwowane na poziomie całego rolnictwa odzwierciedlają procesy zachodzące w dominującej grupie gospodarstw rolnych. W analizie empirycznej w tym artykule wartość produkcji – Y odpowiada wartości produkcji sektora rolnego wyrażonego w euro w cenach stałych (2015 = 100) producenta, tj. bez dopłat i podatków związanych z produktami. Z kolei wielkość kapitału – K

⁴ The basic list of indicators for evaluating the effects of the common agricultural policy includes, among others, the indicator of agricultural income from production factors and the productivity of the agricultural sector (European Commission [EC], n.d.).

⁴ Podstawowa lista wskaźników do ewaluacji efektów wspólnej polityki rolnej obejmuje między innymi wskaźnik dochodu rolniczego z czynników produkcji oraz produktywności sektora rolnego (European Commission [EC], b.d.).

prices and denominated in euro. In the analysis, labor input statistics expressed as the equivalent of a person working in agriculture full-time (annual work unit – AWU) were used to reflect the change in the level of the labor factor involvement in agriculture (L). It should be noted that there are significant differences between the surveyed countries in the number of working hours corresponding to one AWU: in Poland it is 2120 hours, while in the EU it is usually recommended to assume 1800 hours (EC, 2000). The differences, however, do not affect the analysis conducted, because the subject under consideration is the analysis of changes in individual factors and not a comparison of the absolute involvement of individual factors between EU countries. The indices of change in the amount of land (Z) included in the article correspond to the amount of total agricultural land reported in Eurostat (n.d.-d). To present changes in land prices, Eurostat data was used, supplemented with data from national statistics on the average price of agricultural land lease (Kirschke et al., 2021). The study uses the indicators of price changes for the production factor, calculated for each Member State separately, which allows for the elimination of differences in rates between countries due to differences in the quality of agricultural land. Changes in labor factor prices were reflected through the indicator of changes in income from production factors at constant prices per the above-mentioned employment unit AWU.⁵ The trend lines presented in the work reflect the direction and power of changes in individual production factors based on empirical data from the examined period. In turn, such determined trends were used to consider the relations between the dynamics of individual production factors and indicators. The empirical analysis included data illustrating the agriculture of the main EU agricultural producers, i.e., France, Germany, Spain, Italy, and Poland. The data was taken as it comes, as to the content and precision allowed by EAA data, statistics of labor inputs in agriculture, and land prices. Despite significant structural differences in agriculture, the countries are of decisive importance in creating the value of agricultural production and determine the efficiency of the EU agriculture.

zaangażowanego w produkcję wyraża koszt amortyzacji w cenach stałych i denominowanych w euro. W analizie do odzwierciedlenia zmiany wielkości zaangażowania czynnika pracy w rolnictwie – L wykorzystano statystyki nakładów pracy wyrażone za pomocą ekwiwalentu osoby pracującej w rolnictwie w pełnym wymiarze godzin (ang. *annual work unit – AWU*). Należy zaznaczyć, że między badanymi krajami są istotne różnice w liczbie godzin pracy odpowiadającej jednemu AWU: w Polsce jest to 2120 godzin, podczas gdy w standardowo w UE zalecane jest przyjęcie 1800 godzin (EC, 2000). Różnice te nie mają jednak wpływu na przeprowadzoną analizę, gdyż przedmiotem rozważań jest analiza zmian poszczególnych czynników, a nie porównanie bezwzględnego zaangażowania poszczególnych czynników między krajami UE. Ujęte w artykule indeksy zmiany ilości ziemi – Z odpowiadają wielkości użytków rolnych ogółem raportowanych w Eurostatie (Eurostat, b.d.-d.). W celu zaprezentowania zmian ceny ziemi wykorzystano dane Eurostatu uzupełnione danymi pochodzącymi ze statystyk narodowych dotyczących przeciętnej ceny dzierżawy użytków rolnych (Kirschke i in., 2021). W prezentowanym badaniu posłużono się indeksami zmian cen tego czynnika produkcji obliczanego dla każdego państwa członkowskiego z osobna, co pozwala na eliminację zróżnicowania stawek między państwami z tytułu różnic w jakości użytków rolnych. Zmiany cen czynnika pracy odzwierciedlone zostały za pośrednictwem indeksu zmian dochodu z czynników produkcji w cenach stałych w przeliczeniu na wspomnianą jednostkę zatrudnienia AWU⁵. Zaprezentowane w pracy linie trendów odzwierciedlają kierunek i siłę zmian poszczególnych czynników produkcji na podstawie danych empirycznych z badanego okresu. Z kolei tak wyznaczone trendy zostały wykorzystane do rozważań dotyczących związków między dynamiką poszczególnych czynników produkcji i wskaźników. W analizie empirycznej ujęto dane obrazujące rolnictwo głównych producentów rolnych UE, a więc przez: Francję, Niemcy, Hiszpanię, Włochy oraz Polskę. Dane przyjęto z dobrodzieństwem inwentarza co do treści i precyzji, na jaką pozwalają dane RER, statystyki nakładów pracy w rolnictwie i cen ziemi. Mimo istotnych różnic strukturalnych rolnictwa państwa te mają decydujące znaczenie w tworzeniu wartości produkcji rolniczej i decydują o sprawności rolnictwa unijnego.

⁵ It was assumed that direct payments constitute remuneration related to running a farm. In particular, subsidies related to activities for the natural environment are an example of remuneration for a farmer's work that does not translate into production results directly valued by the market.

⁵ Założono, że dopłaty bezpośrednie tworzą wynagrodzenie związane z prowadzeniem gospodarstwa rolnego. W szczególności dopłaty powiązane z działaniami na rzecz środowiska przyrodniczego są przykładem wynagrodzenia pracy rolnika nieprzekładającej się na wyniki produkcyjne bezpośrednio wyceniane przez rynek.

Changes in the Use of Production Factors and Production Volumes in Agriculture in Selected EU Countries

Land production factor (Z), except in special cases,⁶ determines or limits, in accordance with Liebig's law, the volume of plant production⁷, and hence determines the volume and changes in final production both at the farm level and, it can be assumed, at the national scale (ignoring the impact of foreign exchange at the general reasoning, taking into account the processing nature of animal production). At this level of generality and taking into account the national scale, currently the use of this factor in agricultural production is practically not increasing, and in fact its decline is a permanent phenomenon (Verburg et al., 2010). The reason for it is its constant transfer to other non-agricultural applications such as urbanization, industrialization, tourism, and others resulting from various regulations (Stürck et al., 2018). Nevertheless, the EU policy promoting, among others, the Green Deal initiative with related environmental policies stimulates the return of land to agriculture, but this phenomenon has a limited scope (Fayet et al., 2022). Therefore, the only issue to be considered is the rate of decline in the land factor in agriculture. However, it can be assumed that this decline occurs on a different scale between the countries under analysis. There are also obviously various qualitative reasons for the changes. A visualization of changes in the use of the land factor in agricultural production is presented in Figure 1.

The assumption (formula 3) about the decreasing use of the land factor (resources of used agricultural land covered by the study) for the group of analyzed countries between 2005 and 2020 is confirmed. However, the scale of the reduction is surprisingly small, amounting to only approximately 3% for the entire period. Minus deviations from the trend concerned agriculture in Spain and Italy.⁸ A slower rate of decline was recorded in agriculture in Germany, France, and Poland.

Zmiany zastosowań czynników wytwórczych i wielkości produkcji w rolnictwie w wybranych krajach UE

Czynnik produkcji ziemi (Z) poza szczególnymi przypadkami⁶ determinuje czy limituje, zgodnie z prawem Liebiga, wielkość roślinnej produkcji⁷, a stąd determinuje wielkość i zmiany produkcji końcowej zarówno na poziomie gospodarstwa, jak i można przyjąć – w skali kraju (pomijając na tym poziomie ogólności rozumowania wpływ wymiany zagranicznej, biorąc pod uwagę przetwórczy charakter produkcji zwierzęcej). Na tym poziomie ogólności i biorąc pod uwagę właśnie skalę krajową, obecnie wykorzystanie tego czynnika w produkcji rolnej praktycznie się nie zwiększa, a *de facto* zjawiskiem już trwałym jest jego ubytek (Verburg i in., 2010). Przyczyną tego jest jego stały transfer na rzecz innych zastosowań pozarolniczych, jak urbanizacja, industrializacja, turystyka i innych wynikających z różnych regulacji (Stürck i in., 2018). Niemniej unijna polityka promująca między innymi inicjatywę Zielonego Ładu wraz z powiązаныmi politykami środowiskowymi stymuluje do przywracania ziemi do rolnictwa, ale zjawisko to ma ograniczony zasięg (Fayet i in., 2022). Kwestią do rozważań jest zatem jedynie tempo ubytku czynnika ziemi w rolnictwie. Można założyć, że ubytek ten następuje jednak w zróżnicowanej skali między analizowanymi państwami. Oczywiście przyczyny niejako jakościowe tych zmian są też różnorakie. Wizualizacja zmian w zastosowaniu czynnika ziemi w produkcji rolnej jest przedstawiona na wykresie 1.

Potwierdza się założenie (wzór 3) o zmniejszającym się użytkowaniu czynnika ziemi (zasobów użytkowanych gruntów rolnych objętych badaniem) dla grupy analizowanych państw w latach 2005–2020. Skala jednak tego zmniejszenia jest zaskakująco niewielka, wynosi dla trendu obejmującego wszystkie badane państwa członkowskie tylko około 3% dla całego okresu. Odchylenia *in minus* od trendu dotyczyło rolnictwa Hiszpanii i Włoch⁸. Mniejsze tempo ubytku dotyczyło rolnictwa Niemiec, Francji i Polski.

⁶ However, the technologies provide a negligible part of current agricultural production.

⁷ Here, the issue of the distinction between variation in minimum factor deficiency raised by Sinclair and Park (1993) and other factors were omitted due to the negligible impact of them from the perspective of commercial agriculture.

⁸ It can be assumed that in the countries a large area is occupied by horticultural production carried out in the field. Periodic price fluctuations on the market for the products resulted in relatively strong changes in the cultivated area.

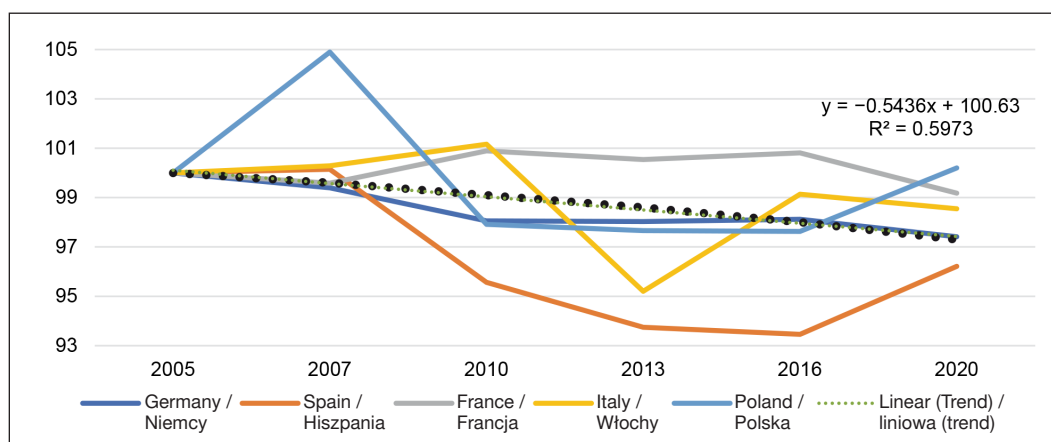
⁶ Są to jednak technologie zapewniające znikomą część obecnej produkcji rolnej.

⁷ Pominięto kwestię rozróżnienia zróżnicowania niedoborów czynnika minimum podniesioną przez Sinclaira i Parka (1993) i innych czynników z uwagi na jej nieistotny wpływ z perspektywy rolnictwa towarowego.

⁸ Można zakładać, że w krajach tych dużą powierzchnię zajmuje produkcja ogrodnicza prowadzona w uprawie polowej. Okresowe wahania cen na rynku tych produktów skutkowały relatywnie silnymi zmianami w powierzchni upraw.

Figure 1. Indicators of changes in the use of the land factor (Z) in agriculture of selected EU countries (amount of agricultural land in 2005 = 100)

Wykres 1. Wskaźniki zmian zastosowania czynnika ziemi (Z) w rolnictwie wybranych państw UE (ilość użytków rolnych w 2005 = 100)



Source: based on data from Eurostat (n.d.-d)

Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-d).

In the case of Polish agriculture, in the first years of membership there was an increase in the area of used agricultural land (as a result of the increase in production profitability and the introduction of direct area payments). The small scale of reduction in the use of the production factor in the agriculture in these countries seems to be a positive phenomenon, taking into account the relations between production factors and the resulting total productivity and, as a result, production efficiency (formulas 2 and 3). Given the quality (fertility) of the factor, it contributes to increasing the productivity of the other two production factors. This small decline in the land factor can be attributed to agricultural policy and the rationality of choices of agricultural producers who restore land to agricultural production also in order to obtain political rent (Bezat-Jarzębowska et al., 2013). From the point of view of the purpose of the analysis to verify the assumptions made in the article, the observation of an almost horizontal slope of the trend in the amount of use of the factor and the low scale of the decline are important. Taking into account the diversity of the phenomenon between the countries under consideration, the observed occasional increases in land resources in agriculture are important, with the general regularity of its decline due to its increasing use for non-agricultural purposes (Van der Ploeg et al., 2015). The relatively stable amount of the land factor use can be seen as optimistic from the point of view of the possibility of the agricultural production growth, even though current policies emphasize the need to strengthen non-agricultural functions of agriculture and rural areas (Wieliczko et al., 2021).

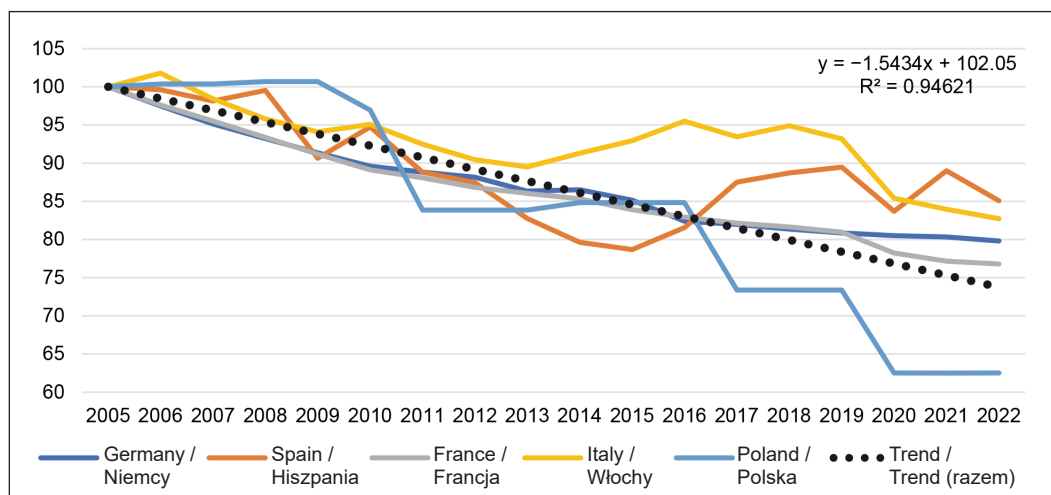
W przypadku rolnictwa polskiego w pierwszych latach członkostwa miało miejsce zwiększenie powierzchni użytkowanych gruntów rolnych (jako efekt wzrostu opłacalności produkcji i wprowadzenia powierzchniowych dopłat bezpośrednich). Mała skala zmniejszenia zastosowania tego czynnika produkcji w rolnictwie tych krajów wydaje się być zjawiskiem pozytywnym, biorąc pod uwagę relacje czynników produkcji oraz wynikającą z tego łączną ich produktywność i w rezultacie efektywność produkcji (wzory 2 i 3), zjawiskiem pozytywnym. Przy danej jakości (urodzajności) tego czynnika, bowiem przyczynia się do zwiększenia produktywności dwu pozostałych czynników produkcji. Ten niewielki ubytek czynnika ziemi można przypisać polityce rolnej oraz racjonalności wyborów producentów rolnych przywracających do produkcji rolnej grunty także celem uzyskania renty politycznej (Bezat-Jarzębowska i in., 2013). Z punktu widzenia celu analizy dla weryfikacji przyjętych założeń w tym artykule ważna jest obserwacja o prawie poziomym nachyleniu trendu ilości użytkowania tego czynnika oraz niska skala tego ubytku. Biorąc pod uwagę zróżnicowanie tego zjawiska między analizowanymi państwami, istotne są zaobserwowane okazjonalne zwiększenia zasobów ziemi w rolnictwie, przy ogólnej prawidłowości jej ubytku w związku z rosnącym jej wykorzystaniem do celów pozarolniczych (Van der Ploeg i in., 2015). Relatywnie stabilną ilość zastosowania czynnika ziemi można postrzegać jako optymistyczną z punktu widzenia możliwości wzrostu produkcji rolniczej, choć bieżące polityki akcentują konieczność wzmocnienia pozarolniczych funkcji rolnictwa i obszarów wiejskich (Wieliczko i in., 2021).

The second factor that was subject to the analysis was the labor factor. The visualization in Figure 2 shows that there was a 25% reduction in the employment of the factor in the agriculture of the countries under analysis. In particular, a reduction in labor involvement by almost 40% was observed in Polish agriculture. The relatively smallest decrease in the involvement of the factor was recorded in the case of Italian and Spanish agriculture, which can be explained by the large share of horticultural and fruit production in the countries. The production directions traditionally require large amounts of labor that are difficult to replace with the capital factor, and intensive processes of transformation and mechanization of agriculture in these countries took place in the preceding decades (Royo, 2007). For the purposes of the analysis, the important conclusion resulting from the analysis of the system of curves and the slope of the trend (decrease by approximately 25%) is that in the analyzed group of countries there is a significant decrease in the factor. It only confirms the leading hypotheses in the theory of agricultural economics and the related growth models (Rembisz & Floriańczyk, 2015).

Drugą wielkością będącą przedmiotem uwagi w analizie był czynnik pracy. Z wizualizacji ujętej na wykresie 2 widać, że wystąpiło 25% zmniejszenie zatrudnienia tego czynnika w rolnictwie analizowanych państw. W szczególności zmniejszenie zaangażowania czynnika pracy o blisko 40% zaobserwowano w polskim rolnictwie. Relatywnie najmniejszy ubytek zaangażowania tego czynnika miał miejsce w przypadku rolnictwa włoskiego i hiszpańskiego, co można tłumaczyć dużym udziałem produkcji ogrodniczej i owoców w tych krajach. Te kierunki produkcji tradycyjnie wymagają dużych nakładów pracy trudnej do zastąpienia czynnikiem kapitału, a intensywne procesy transformacji i mechanizacji rolnictwa w tych państwach miały miejsce w poprzedzających dekadach (Royo, 2007). Dla celów tej analizy ważna jest konstatacja, która wynika z analizy układu krzywych i nachylenia trendu (ubytek o ok. 25%), że w analizowanej grupie państw następuje istotny ubytek tego czynnika. To jedynie potwierdza wiodące w teorii ekonomiki rolnictwa hipotezy i związane z tym modele wzrostu (Rembisz i Floriańczyk, 2015).

Figure 2. Dynamics of changes in the employment of the labor factor (L) in agriculture of selected EU countries (volume of labor input in units of full-time employment in agriculture – ALI in 2005 = 100)

Wykres 2. Dynamika zmian zatrudnienia czynnika pracy (L) w rolnictwie wybranych krajów UE (wielkość nakładów pracy w jednostkach pełno pracującego w rolnictwie – ALI w 2005 = 100)



Source: based on data from Eurostat (n.d.-a)

Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-a).

In accordance with the adopted assumptions, unlike the land factor and the labor factor in Polish and German agriculture, the involvement of the capital factor increased. However, for the entire study group, the involvement of the capital factor (K) did not increase due to the clearly lower involvement of the capital factor during the period under analysis in Italian and Spanish agriculture. Such strong

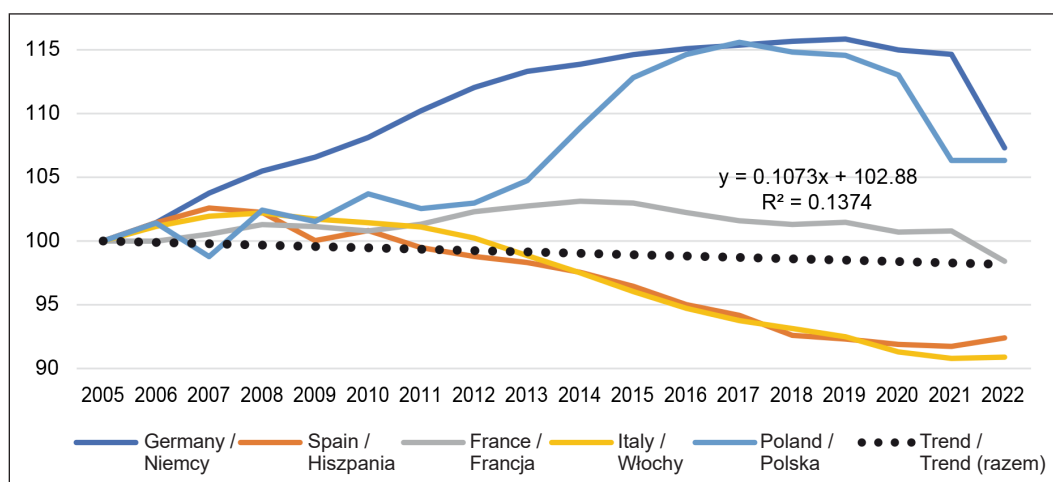
Zgodnie z przyjętymi założeniami w przeciwieństwie do czynnika ziemi i czynnika pracy w rolnictwie polskim i niemieckim zwiększało się zaangażowanie czynnika kapitału. Jednak dla całej badanej grupy zaangażowanie czynnika kapitału (K) nie uległo zwiększeniu, w wyniku wyraźnie mniejszego zaangażowania czynnika kapitału w badanym okresie w rolnictwie włoskim i hiszpańskim. Tak silne rozbieżności

differences between the countries under consideration in the trend to use the capital factor do not allow for drawing conclusions as to the significance of the trend determined for the entire surveyed group. Starting from 2012, the increased involvement of the factor in individual countries has become clearly stratified between southern and northern European countries, with relative stabilization in French agriculture. This may indicate a relative increase in the costs of engaging this production factor and a certain inhibition of the process of capital-intensive production intensification in southern European agriculture.⁹ The average result is a generalization allowing for indicating the direction of changes in the use of the capital factor in the context of ensuring food security of the European Union. For the purposes of the analysis, however, it is important to note that in the light of the trends in changes in the involvement of the land and labor factors, one can speak of a relative stabilization of the involvement of the capital factor. Contrary to expectations, however, this was not an increase compensating for the decline of other production factors. The basis for this conclusion is the analysis of the curves and trend in Figure 3.

między badanymi krajami w tendencji zastosowania czynnika kapitału nie pozwalają na wnioskowanie co do istotności tendencji wyznaczonej dla całej badanej grupy. Począwszy od roku 2012, zwiększanie zaangażowania tego czynnika w poszczególnych krajach uległo wyraźnemu rozwarstwieniu między krajami Europy południowej i północnej przy względnej stabilizacji w rolnictwie francuskim. Może to wskazywać na relatywny wzrost kosztów zaangażowania tego czynnika produkcji i pewne zahamowanie procesu kapitałochłonnej intensyfikacji produkcji w rolnictwie południowej Europy⁹. Uśredniony wynik jest uogólnieniem pozwalającym na zasygnalizowanie kierunku zmian zastosowania czynnika kapitału w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego Unii Europejskiej. Dla celów analizy ważna jest jednak konstatacja, że w świetle tendencji zmian w zaangażowaniu czynnika ziemi i pracy można mówić o względnej stabilizacji zaangażowania czynnika kapitału. Wbrew oczekiwaniom nie był to jednak wzrost kompensujący ubytek innych czynników produkcji. Podstawą tej konstatacji jest analiza krzywych i trendu na wykresie 3.

Figure 3. Dynamics of changes in the use of the capital factor (K) in agriculture of selected EU countries (2005 = 100)

Wykres 3. Dynamika zmian zastosowania czynnika kapitału (K) w rolnictwie wybranych krajów UE (2005 = 100)



Source: based on data from Eurostat (n.d.-c).

Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-c).

The comparison of the above findings resulting from the observation of changes in the three production factors involved in agricultural production allows for another more general conclusion. Namely, for the period under study, the regularities regarding changes in the relations of production factors in relation to,

Zestawienie powyższych konstatacji z obserwacji zmian tych trzech czynników produkcji zaangażowanych w produkcję rolną pozwala na kolejną bardziej ogólną uwagę. Mianowicie dla badanego okresu potwierdzają się częściowo prawidłowości odnośnie do zmian relacji czynników produkcji w nawiązaniu

⁹ The authors use the concept of capital-intensive intensification as presented by Woś and Tomczak (1983).

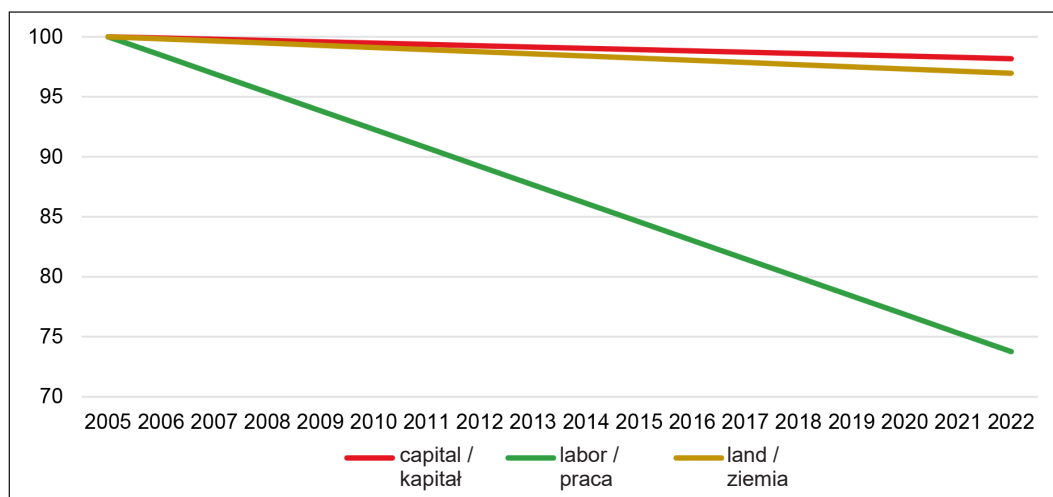
⁹ Korzystano tu z pojęcia intensyfikacji kapitałochłonnej w ujęciu Wosia i Tomczaka (1983).

for example, the Hayami–Ruttan and Harlemana–Stamera models, related to the three-factor agricultural production function, are partially confirmed.¹⁰ This is illustrated by the relative positioning of the trends in changes in the factors, shown in Figure 4.

do chociażby modeli Hayami–Ruttana, Harlemana–Stamera, związanych z trójczynnikiem funkcją produkcji rolnej¹⁰. Ilustruje to położenie względem siebie trendów zmian tych czynników ujęte na wykresie 4.

Figure 4. Trends in changes in the use of the capital (K), land (Z), and labor (L) factors in agriculture for the group of surveyed EU countries (2005 = 100)

Wykres 4. Trendy zmian zastosowania czynnika kapitału (K), ziemi (Z) i pracy (L) w rolnictwie dla grupy badanych krajów UE (2005 = 100)



Source: based on data from Eurostat (n.d.-a, n.d.-c-d).

Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-a, b.d.-c-d).

The trends shown regarding the level of involvement of production factors in agriculture, especially their relative position, are consistent with the assumptions derived from the reference models regarding the relative substitution of the labor and land factors by the capital factor. First of all, it indicates the process of relative substitution of the decline of the labor factor. A similar process applies to the substitution of the land factor, even though not in all countries, also by the capital factor. The relatively stable level of involvement of the land factor does not reflect its specific nature in agricultural production, but may be related to the policy of area payments as well as the greening policy favoring extensification. In this approach, the authors associate the relations between changes in the involvement of the three production factors with changes in the relation between the growth of the level of productivity and the prices of the production factors.¹¹ This also implicitly results from the adopted reference models, especially in the meaning of the Harlemana–Stamera triangle, which assumes that it is a process of change in production techniques.

Pokazane trendy odnośnie do poziomu zaangażowania czynników produkcji w rolnictwie, zwłaszcza ich wzajemne względem siebie położenie, jest zgodne z założeniami wyprowadzonymi z referencyjnych modeli odnośnie do względnej substytucji czynników pracy i ziemi przez czynnik kapitału. Przede wszystkim wskazuje to na proces relatywnej substytucji ubytku czynnika pracy. Podobny proces odnosi się do substytucji czynnika ziemi, aczkolwiek nie we wszystkich państwach, również przez czynnik kapitału. Względnie stabilny poziom zaangażowania czynnika ziemi odzwierciedla nie tyle szczególny jego charakter w produkcji rolnej, ale można to wiązać z polityką płatności obszarowych, a także sprzyjającą ekstensyfikacji polityką zazieleniania. W niniejszym podejściu te relacje zmian zaangażowania tych trzech czynników produkcji powiązано ze zmianami w relacji wzrostu poziomu produktywności oraz cen tych czynników produkcji¹¹. To też *implicite* wynika z przyjętych referencyjnych modeli zwłaszcza w sensie trójkąta Harlemana–Stamera zakładającego, że jest to proces zmiany w technikach wytwarzania.

¹⁰ Terminology used in the publication by Rembisz and Floriańczyk (2015).

¹¹ The examination of causality in this regard will be subject for further analysis.

¹⁰ Terminologia przywołana w publikacji Rembisza i Floriańczyka (2015).

¹¹ Badanie przyczynowości w tym zakresie wymaga dalszych badań.

Changes in the Production Level in Agriculture of the Countries under Study

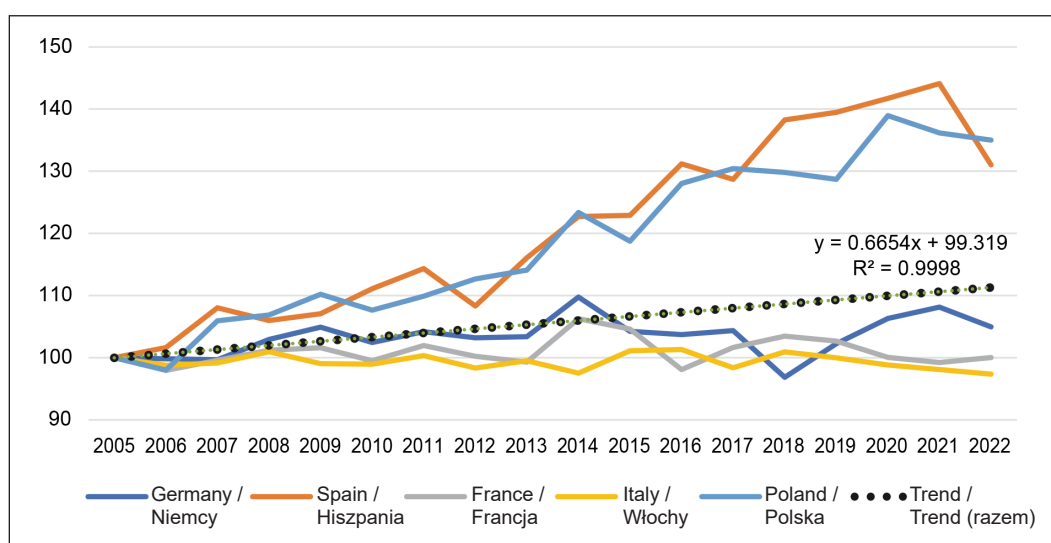
To determine changes in the productivity of production factors and achieve one of the research goals in the article, the above changes in the involvement of production factors refer to changes in the volume of agricultural production in the EU countries under examination and to the trend of the changes. The changes and the overall trend are shown in Figure 5.

Zmiany poziomu produkcji w rolnictwie analizowanych krajów

Dla określenia zmian produktywności czynników produkcji i dla realizacji jednego z celów badawczych w tym artykule powyższe zmiany w zaangażowaniu czynników produkcji odniesiono do zmian wielkości produkcji rolnictwa w analizowanych państwach UE oraz do trendu tych zmian. Te zmiany i ogólny trend ujęte są na wykresie 5.

**Figure 5. Dynamics of production volume (Y) in agriculture of selected EU countries.
Output of agricultural industry at constant prices, 2005 = 100**

**Wykres 5. Dynamika wolumenu produkcji (Y) w rolnictwie wybranych krajów UE.
Produkcja rolnictwa, ceny stałe, 2005 = 100**



Source: based on data from Eurostat (n.d.-c).
Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-c).

The location and slope of the Y trend indicate that during the period under analysis for the entire group of the countries under consideration, the production volume increased, according to the trend, by an average annual rate of 0.6%. An increase in production was recorded especially in the case of agriculture in Spain and Poland (an increase of more than 30% in the entire period under study). In the case of agriculture in Germany, France, and Italy, production levels have stabilized or decreased slightly, as compared to the initial level. It is important to determine changes in productivity, in accordance with the analytical approach (formula 3), to relate the changes in the level and trend of production volume to the above-analyzed changes in the level of involvement of the three material factors of production covered by the study.

Położenie i nachylenie trendu Y wskazują, że w analizowanym okresie dla całej grupy badanych krajów wolumen produkcji zwiększał się według trendu średniorocznie o 0,6%. Przyrost produkcji odnotowano zwłaszcza w przypadku rolnictwa Hiszpanii i Polski (przyrost o ponad 30% w całym badanym okresie). W przypadku rolnictwa Niemiec, Francji i Włoch poziom produkcji się ustabilizował lub zmniejszył nieznacznie w stosunku do poziomu wyjściowego. Istotne dla określenia zmian produktywności, zgodnie z podejściem analitycznym (wzór 3), jest odniesienie tych zmian poziomu i trendu wielkości produkcji do wyżej analizowanych zmian w poziomie zaangażowania objętych tym badaniem trzech materialnych czynników produkcji.

Changes in the Productivity of Production Factors in Agriculture in Aggregate Terms

Therefore, by comparing the changes in the volume of production and the level of involvement of production factors, it is possible to assess the change in the resulting values, which are the productivity indicators of the production factors (formula 3). The result is, in graphical terms, the range between the rate of change in the use of a given factor and the rate of change in production volume. This *de facto* defines the essence of the indicators, which by definition are relative in nature and allow for the assessment of the productivity of factors in relation to each other and in relation to time—an increase or decrease in their position relative to the initial situation.

Figure 6 presents stylized trends in changes in the production and use of the capital factor and the resulting trend in changes in the productivity of the capital factor. As it can be observed, the moderate trend of negative changes in the level of capital factor involvement was accompanied by a strong trend of positive changes in the production volume. It results from the current stage of development of European agriculture, i.e., the capital-intensive model of growth in agriculture in accordance with the assumptions of the models used, especially by Harlemana–Stamera. However, reduced amount of capital commitment in recent years indicates the expiration of the development path or signals recession of the agricultural sector. Nevertheless, the changes result in a trend of increased capital factor productivity. It is controversial whether this trend can be maintained in the long term. From the analysis of the previous figures, it can be also concluded that the negative slope of the trend in the use of the capital factor was associated with compensation in the relative and absolute sense of the decline in production effect caused by the reduction in labor involvement. This means that the hypotheses about the dominance of the capital-intensive path of agricultural development represented by Tomczak and Rajtar (1973) and Woś and Tomczak (1983) are positively verified.

The analysis of the trends shown in Figure 7 allows for the assessment of changes in the productivity of the land factor. This applies to the period under study and to the EU countries under consideration in general. Comparing the stylized rate of production growth to the rate of decreasing the involvement of the land factor in agriculture illustrates the growing land factor productivity. In this case, as can be seen in Figure 7, reduced involvement of the land factor did not inhibit the increased production volume, because it was compensated by the increase

Zmiany produktywności czynników produkcji w rolnictwie w ujęciu zagregowanym

Zestawiając zatem te zmiany odnośnie do wielkości produkcji i poziomu zaangażowania czynników wytwórczych, uzyskano ocenę zmiany wielkości wynikowych, którymi są wskaźniki produktywności tych czynników wytwórczych (wzór 3). Ta wielkość wynikowa to w ujęciu graficznym rozstęp między tempem zmian zastosowania danego czynnika a tempem zmian wielkości produkcji. To *de facto* określa istotę tych wskaźników, które z definicji mają charakter względny, i pozwalają na ocenę produktywności czynników względem siebie, jak i względem czasu – zwiększenie lub spadek ich położenia względem stany początkowego.

Na wykresie 6 zestawione są stylizowane trendy zmian produkcji i zastosowania czynnika kapitału oraz wynikowy trend zmian produktywności czynnika kapitału. Jak można zaobserwować, umiarkowanemu trendowi ujemnych zmian poziomu zaangażowania czynnika kapitału towarzyszył silny trend dodatnich zmian wielkości produkcji. Wynika to z obecnego etapu rozwoju rolnictwa europejskiego, czyli kapitałochłonnego modelu wzrostu w rolnictwie zgodnie z założeniami powoływanych modeli, zwłaszcza Harlemana–Stamera. Przy czym zmniejszenie ilości zaangażowania kapitału w ostatnich latach wskazuje na wygasanie tej ścieżki rozwoju bądź sygnalizuje recesję sektora rolnego. Rezultatem tych zmian jest jednak trend wzrostu produktywności czynnika kapitału. Kwestią sporną jest, czy to tendencja możliwa do utrzymania w dłuższym okresie. Z analizy poprzednich wykresów można też wysunąć wniosek, że ujemne nachylenie trendu zastosowania czynnika kapitału łączyło się z kompensatą w sensie względnym i bezwzględnym ubytku efektu produkcyjnego wywołanego zmniejszeniem zaangażowania pracy. Tym samym są pozytywnie weryfikowane hipotezy o dominacji kapitałochłonnej ścieżce rozwoju rolnictwa reprezentowanej przez Tomczaka i Rajtara (1973) oraz Wosia i Tomczaka (1983).

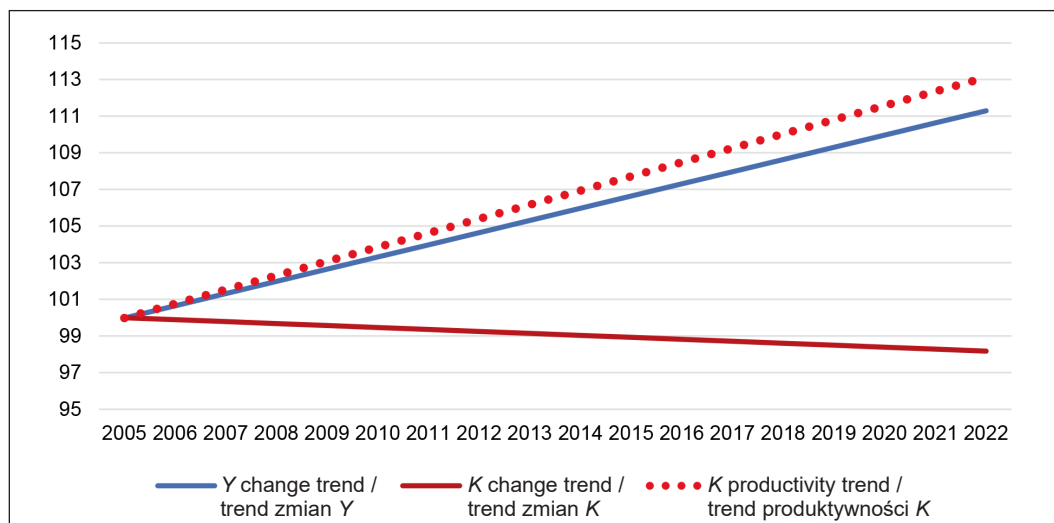
Analiza trendów ujętych na wykresie 7 pozwala na ocenę zmian produktywności czynnika ziemi. Odnosi się to do badanego okresu i ogółem do analizowanych krajów UE. Porównanie stylizowanego tempa przyrostu produkcji do tempa zmniejszania zaangażowania czynnika ziemi w rolnictwie ilustruje rosnącą produktywność czynnika ziemi. W tym przypadku, jak widać na wykresie 7, zmniejszenie zaangażowania czynnika ziemi nie hamowało wzrostu wolumenu produkcji, bo było to rekompensowane przez wzrost produktywności tego czynnika. Proporcje w tym zakresie są wyraźne. Także w tym

in the productivity of the factor. Proportions in this respect are clear. The adopted assumptions (formulas 2–3) of the agricultural growth model related to the intensification of the use concerning the land factor were also verified positively (Gomułka, 2014).

przypadku pozytywnie zweryfikowano przyjęte założenia (wzory 2 i 3) modelu wzrostu w rolnictwie, związanego z intensyfikacją wykorzystania czynnika ziemia (Gomułka, 2014).

Figure 6. Indicator of changes in the productivity of the capital factor (pK) as a ratio of changes in the volume of production (Y) and the volume of capital (K) (2005 = 100)

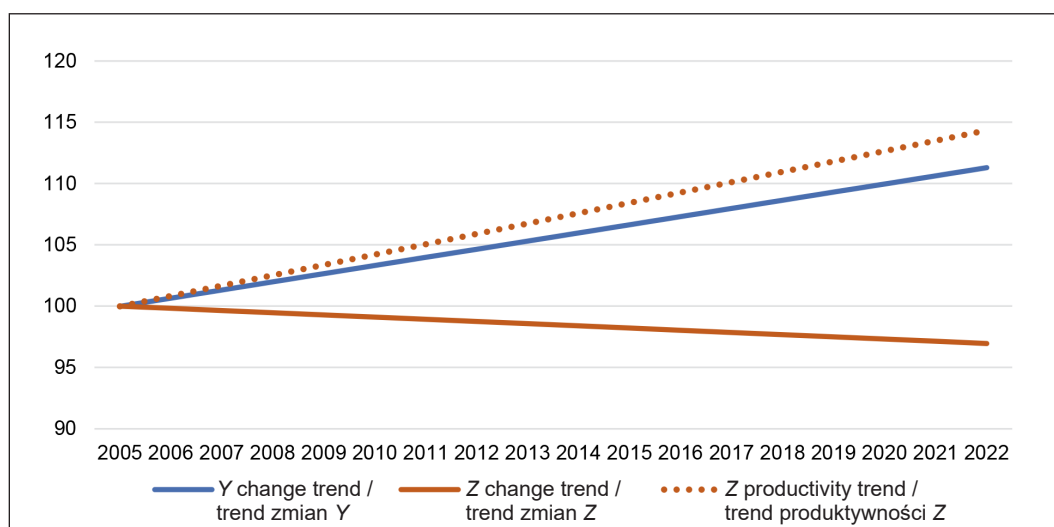
Wykres 6. Wskaźnik zmian produktywności czynnika kapitału (pK) jako relacja zmian wolumenu produkcji (Y) i wielkości kapitału (K) (2005 = 100)



Source: based on data from Eurostat (n.d.-c).
 Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-c).

Figure 7. Indicator of changes in the productivity of the land factor (pZ) as a ratio of changes in the production volume (Y) and the land factor (Z) (2005 = 100)

Wykres 7. Wskaźnik zmian produktywności czynnika ziemia (pZ) jako relacja zmian wolumenu produkcji (Y) i czynnika ziemi (Z) (2005 = 100)



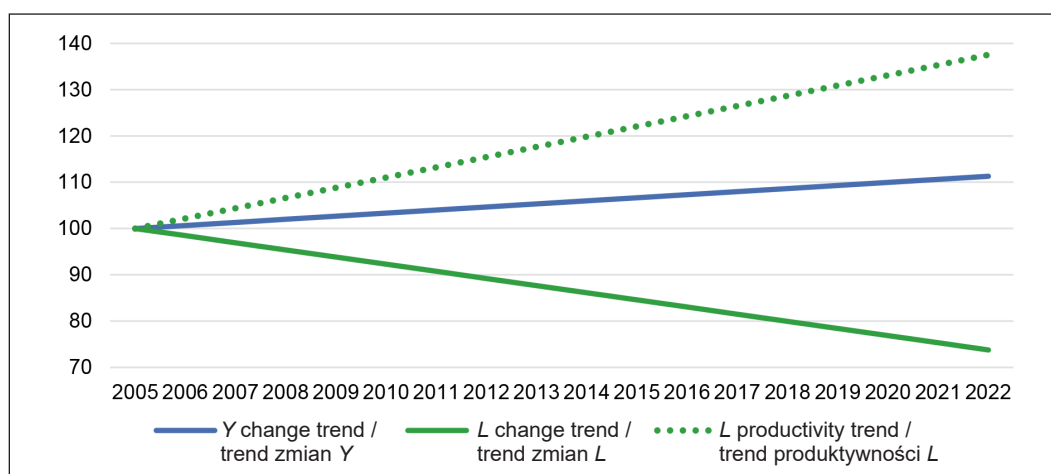
Source: based on data from Eurostat (n.d.-c-d).
 Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-c-d).

The assumptions about increased labor productivity are also positively verified empirically. This increase in the productivity (efficiency) of the factor compensates for the decline of the factor in agriculture. This can be applied to countries with a similar level of economic development, especially European ones. It is proven by the analysis of the stylized trends in Figure 8. What is striking here is the proportionality of the stratification of the trend in productivity and employment volume in relation to the trend in production volume, which may indicate full substitutability of the processes.

Założenia o wzroście produktywności czynnika pracy zostały pozytywnie zweryfikowane pod kątem empirycznym. Ten wzrost produktywności (wydajności) tego czynnika rekompensuje ubytek tego czynnika w rolnictwie. Jak się wydaje, można to odnieść do krajów o podobnym poziomie rozwoju gospodarczego, zwłaszcza europejskich. Dowodzi tego analiza zestawienia stylizowanych trendów na wykresie 8. Uderzająca jest tu proporcjonalność rozwarstwienia trendu produktywności i wielkości zatrudnienia w stosunku do trendu wielkości produkcji, co może wskazywać na pełną substytucyjność tych procesów.

Figure 8. Indicator of changes in labor factor productivity as a ratio of changes in production volume (Y) and labor factor employment (L) (2005 = 100)

Wykres 8. Wskaźnik zmian produktywności czynnika pracy jako relacja zmian wolumenu produkcji (Y) i zatrudnienia czynnika pracy (L) (2005=100)



Source: based on data from Eurostat (n.d.-a, n.d.-c.)

Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-a, b.d.-c.)

The analysis of Figures 6–8 leads to the conclusion that changes in the involvement of individual production factors and the scope of substitution between them are related to productivity. This relation is inversely proportional, i.e., increased productivity compensates, and in the case of the land and labor factor, it compensates for the production effect of decreased involvement of the factors. The negative value of the correlation index (changes in the amount of factor involvement and their productivity) indicates a strong correlation between the increase in productivity and the decrease in the involvement of the land factor. The changes may indicate that the farming processes in agriculture of the countries under study are rational. Considering the purpose of the article, they are the basis for positive empirical verification of the assumptions adopted at the beginning.

Z analizy powyższych wykresów (6–8) nasuwa się wniosek, że zmiany zaangażowania poszczególnych czynników produkcji i zakres substytucji między nimi wiąże się z ich produktywnością. Związek ten jest odwrotnie proporcjonalny, tj. wzrost produktywności kompensuje, a w przypadku czynnika ziemi i pracy *de facto* rekompensuje efekt produkcyjny zmniejszania się zaangażowania tych czynników. Przy czym ujemna wartość wskaźnika korelacji (zmian wielkości zaangażowania czynników i ich produktywności) wskazuje na silną współzależność między wzrostem produktywności a zmniejszeniem zaangażowania czynnika ziemi. Te zmiany mogą wskazywać, że procesy gospodarowania w rolnictwie analizowanych krajów są racjonalne. Zważywszy na cel artykułu, są podstawą do pozytywnej weryfikacji empirycznej przyjętych na początku założeń.

Relation Between Changes in the Use of Production Factors and Changes in Their Prices (Remuneration)

In accordance with the assumptions adopted at the beginning of the study (formula 3) and the regulatory mechanism of the market for production factors, changes in uses may result from changes in price levels, reflecting the degree of scarcity (if the market operates without disruptions). Since the land factor is decreasing, its price as a production factor in agriculture should increase. The same applies to the labor factor; this factor is decreasing, and therefore its price should increase based on the degree of scarcity, also due to its increasing remuneration in non-agricultural activities (parity principle).¹² Taking into account the degree of scarcity, the situation is different with the capital factor; its supply on the market of production factors increases relatively to the land and labor factors. This should result in a relative reduction in the price of the factor, which can also be associated with increased production efficiency in industrial sectors producing the capital factor, both permanent (machinery, equipment) and rotary (fertilizers). The basis for the empirical verification of this assumption about changes in factor prices in relation to changes in their use (supply) is the analysis of Figures 9–11.

Changes in the Volume of Use and Price of the Capital Factor

From the analysis of Figure 9 regarding the amount of involvement and the price level of the capital factor in the countries under consideration in general, the assumption presented above can only be partially confirmed. In fact, the size of the capital factor involvement is accompanied by a strong trend of increasing its price level. It is not beneficial for agriculture in terms of profitability and income in the long perspective, as it may lead to decapitalization of agriculture and ultimately reduced productivity. However, explaining the causes of the phenomenon is a separate issue. The observation indicates the increasing capital intensity of increased production volume in terms of the costs of its use (due to the increase in the price level of the factor).¹³

¹² Accordingly to the prices of the production factors, their remuneration in agriculture should increase, financed by improving the productivity of the factors (it is analyzed in the next section of the article).

¹³ The theoretical basis of this process was described by Rajtar and Wiśniewski (1968).

Relacja zmian zastosowania czynników produkcji do zmian ich cen (wynagrodzeń)

Zgodnie z przyjętymi na początku założeniami badania (wzór 3) stosownie do mechanizmu regulacyjnego rynku czynników produkcji zmiany ich zastosowań mogą wynikać ze zmian poziomów ich cen odzwierciedlających stopień ich rzadkości (jeśli rynek działa bez zakłóceń). Skoro czynnika ziemi ubywa, to winna rosnać jego cena jako czynnika produkcji w rolnictwie. Podobnie rzecz się ma z czynnikiem pracy – czynnika tego ubywa, stąd na zasadzie stopnia rzadkości jego cena powinna rosnać, także z uwagi na rosące jego wynagrodzenie w działalnościach pozarolniczych (zasada parytetowa)¹². Odwrotnie, biorąc też pod uwagę stopień rzadkości, jest natomiast z czynnikiem kapitału, jego podaż na rynku czynników produkcji relatywnie w stosunku do czynnika ziemi i pracy rośnie. To powinno wpływać na relatywną obniżkę ceny tego czynnika, co też można łączyć z tym, że zwiększa się efektywność produkcji w sektorach przemysłowych wytwarzających ten kapitałowy czynnik zarówno trwałe (maszyny, urządzenia), jak i obrotowe (nawozy). Podstawą empirycznej weryfikacji tego założenia o zmianach cen czynników w stosunku do zmian ich zastosowania (podaży) jest analiza wykresów 9–11.

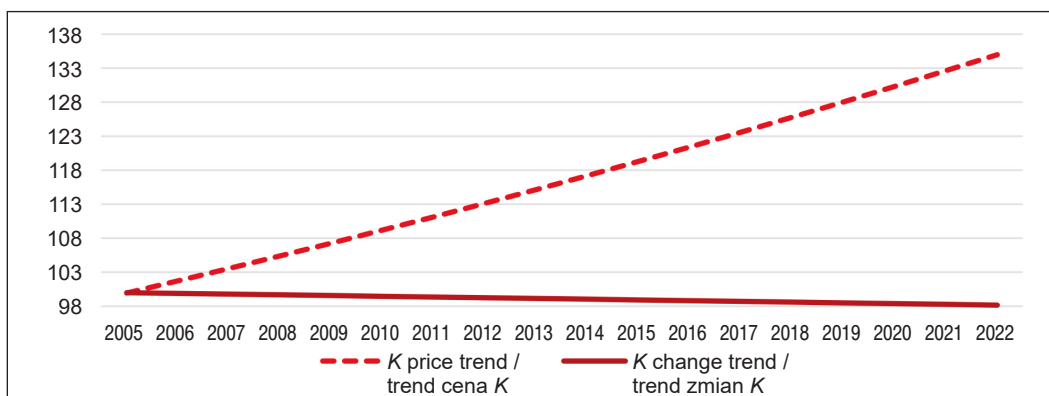
Zmiany wielkości zastosowania i ceny czynnika kapitału

Z analizy układu prostych na wykresie 9 odnośnie do wielkości zaangażowania i poziomu ceny czynnika kapitału w analizowanych krajach ogółem jedynie częściowo można potwierdzić przedstawione wyżej założenie. W istocie wielkości zaangażowania czynnika kapitału towarzyszy silny trend podnoszenia poziomu jego ceny. Nie jest to korzystne dla rolnictwa w sensie opłacalności i dochodów w dłuższym okresie, gdyż może prowadzić do dekapitalizacji rolnictwa i ostatecznie zmniejszenia produktywności. Wyjaśnienie przyczyn tego zjawiska to jednak oddzielne zadanie. Ta obserwacja wskazuje na rosącą kapitałochłonność zwiększania wielkości produkcji w sensie kosztów jego zastosowania (z tytułu wzrostu poziomu cen tego czynnika)¹³.

¹² Stosownie do cen tych czynników produkcji, powinno rosnać ich wynagrodzenie w rolnictwie, finansowane z poprawy produktywności tych czynników (analiza w kolejnym punkcie artykułu).

¹³ Teoretyczne podstawy tego procesu opisali Rajtar i Wiśniewski (1968).

Figure 9. Relation between changes in the use of the capital factor and its price (2005 = 100)
Wykres 9. Relacja zmian zastosowania czynnika kapitału i jego ceny (2005 = 100)



Source: based on data from Eurostat (n.d.-c).

Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-c).

Changes in the Employment Level and Labor Remuneration

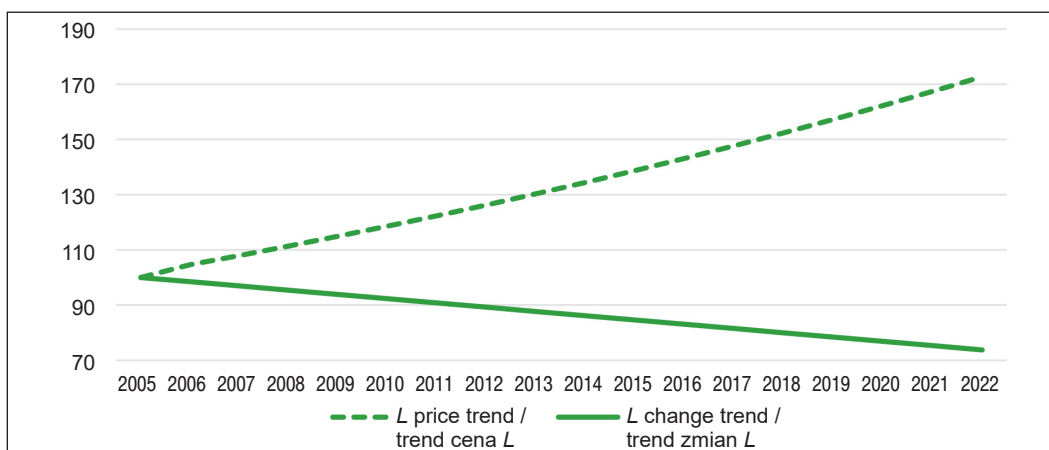
The analysis of Figure 10 provides a basis for verifying the assumption positively in empirical terms (formula 3). Namely, the increasing decline of labor force employment in the analyzed EU countries taken as a whole was accompanied by an increase in labor remuneration. The durability of the regularity is confirmed by a strong negative correlation between the phenomena. Taking a look at the two lines, it may appear that the increase in remuneration was greater than the decrease in employment. It will be further examined by comparing increased remuneration and changes in the factor productivity. Comparing the increase in the level of remuneration of the factor employed in agriculture with that in non-agricultural activities (the issue of income parity) is beyond the scope of this paper.

Zmiany wielkości zatrudnienia i wynagrodzenia czynnika pracy

Analiza prostych na wykresie 10 daje podstawę, aby w pełni empirycznie pozytywnie zweryfikować przedstawione na początku założenie (wzór 3). Mianowicie zwiększającemu się ubytkowi zatrudnienia czynnika pracy w analizowanych państwach UE ogółem towarzyszył wzrost jego wynagrodzenia. Trwałość tej prawidłowości potwierdza silna ujemna wartość korelacji między tymi zjawiskami. Z obserwacji tych dwu prostych wynikać może, że przyrost wynagrodzenia był większy niż spadek jego zatrudnienia. To zweryfikowano dalej, porównując przyrost wynagrodzenia ze zmianami produktywności tego czynnika. Do dalszych badań pozostaje kwestia porównania przyrostu poziomu wynagrodzenia tego czynnika zatrudnionego w rolnictwie do tego w pozarolniczych działalnościach (kwestia parytetu dochodowego).

Figure 10. Relation between the indicator of changes in employment level and labor remuneration (2005 = 100)

Wykres 10. Relacja wskaźnika zmian wielkości zatrudnienia i wynagrodzenia czynnika pracy (2005 = 100)



Source: based on data from Eurostat (n.d.-d).

Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-d).

Changes in the Use and Price of the Land Factor

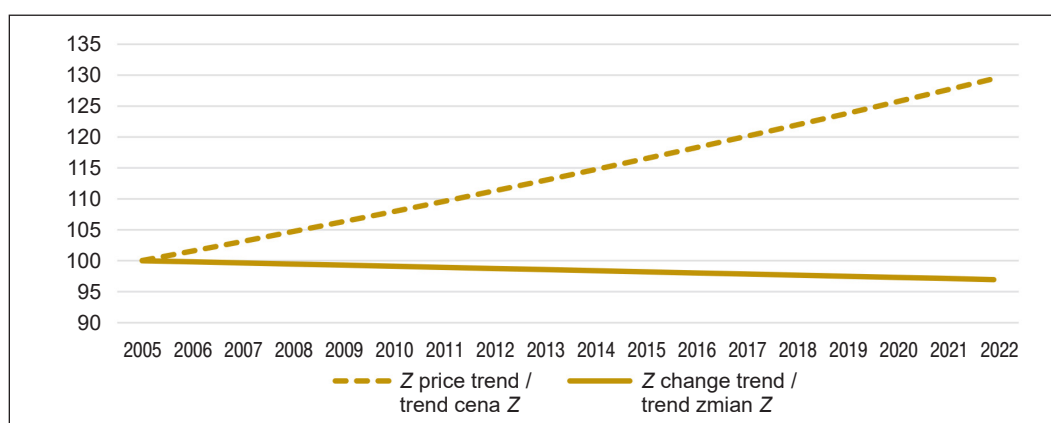
Similarly to the above, the analysis of the system of straight lines in Figure 11 may be the basis for a positive verification of the assumption regarding the relation between changes in the price level and the involvement of the land factor (formula 3).

Zmiany zastosowania i ceny czynnika ziemi

Podobnie jak powyżej, analiza układu prostych na wykresie 11 może być podstawą, aby pozytywnie zweryfikować przyjęte założenie odnośnie do relacji zmian poziomu ceny i zaangażowania czynnika ziemi (wzór 3).

Figure 11. Relation between the indicator of changes in the involvement and price of the land factor (2005 = 100)

Wykres 11. Relacja wskaźnika zmian zaangażowania i ceny czynnika ziemia (2005 = 100)



Source: based on data from Eurostat (n.d.-d).

Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-d).

As it can be observed, the decreasing use of the land factor in agriculture is accompanied by an increase in its price. It can also be confirmed by referring to the correlation coefficient, the negative value of which reflects the opposition of the phenomena. By comparing the angles of inclination of both straight lines, also in this case it can be assumed that the increase in the price level would be higher than the decrease in the use of the factor. This can be interpreted as an economic (capital) benefit for agricultural producers.

Relations between Changes in the Productivity of Production Factors and their Prices (Remuneration)

As mentioned above, it is assumed that there should be a positive relation between changes in a factor productivity and its remuneration or price (formula 5). The theoretical point of reference is the assumption, in accordance with microeconomics, that increasing a factor's productivity should be a source of financing its remuneration. The level of remuneration (determined endogenously at the level of the agricultural producer) should correspond to the level of its price (determined exogenously on the market for a given factor). At the same time, in the case of

Jak można zaobserwować, zmniejszaniu się zastosowania czynnika ziemi w rolnictwie towarzyszy wzrost poziomu ceny tego czynnika. Można to potwierdzić, odwołując się też do współczynnika korelacji, którego wartość ujemna odzwierciedla przeciwstawność tych zjawisk. Tu także porównując kąty nachylenia obu prostych, można domniemywać, że wzrost poziomu ceny był wyższy niż ubytek zastosowania tego czynnika. To można nawet interpretować jako korzyść majątkową (kapitałową) producentów rolnych.

Relacje zmian produktywności czynników produkcji z ich cenami (wynagrodzeniami)

Jak wspomniano wyżej, przyjęto założenie, że powinien występować pewien dodatni związek między zmianami produktywności czynnika a jego wynagrodzeniem czy jego ceną (wzór 5). Punktem teoretycznego odniesienia jest założenie zgodnie z mikroekonomią, że zwiększanie produktywności czynnika powinno być źródłem sfinansowania jego wynagrodzenia. Zaś poziom wynagrodzenia (ustalany endogenicznie na poziomie producenta rolnego) powinien odpowiadać poziomowi jego ceny (ustalanemu egzogenicznie na rynku danego czynnika).

the labor factor, it should be determined by reference to the level of remuneration of the labor factor in non-agricultural employment, the so-called parity issue. In this analysis, this issue was not examined; the authors only compare changes in productivity with real changes in the price (remuneration) of a given factor, implicitly assuming what may be the basis for such an analysis, i.e., combining the price (remuneration) of a factor and productivity as a source of its financing, which is expressed in unit labor cost (Rembisz, 2016). Due to difficulties, the relation between the level of remuneration and the price of the factor was not analyzed in the paper, especially the labor factor in terms of its alternative employment.¹⁴ The authors assume one or the other value depending on the availability of data in the EAA. The analysis was conducted based on Figures 12–14.

Changes in Productivity and Price of the Land Factor

As it can be seen from Figure 12, the increase in the price of the land factor is faster than the increase in its productivity, but proportions are maintained. This indicates a certain relation between the two values: increased productivity is accompanied by increased prices of the factor. In synthetic terms, there is a strong positive correlation between the trends. Another issue is causality, whether the increase in productivity is stimulated by the increase in prices or vice versa is not discussed in the paper. Such a relation between trends in the price level and productivity of the land factor may also indicate farmers' benefits from the increase in the value of their basic asset. From the point of view of the purpose of the analysis, it is important that this pattern of trends fits into the assumptions (formula 4) referring to the models established at the beginning. This also corresponds to the assumptions of microeconomics in terms of the relation between the price (remuneration) of a factor and its productivity as the basis for the choice of the producer.

Przy tym w przypadku czynnika pracy powinno to być ustalone referencyjnie do poziomu wynagrodzenia czynnika pracy w zatrudnieniu pozarolniczym, tzw. kwestia parytetowa. W tej analizie nie zbadano tego, porównano jedynie zmiany produktywności ze zmianami realnymi ceny (wynagrodzenia) danego czynnika, *implicite* przyjmując, co może być podstawą dla takiej analizy, tj. łączenia ceny (wynagrodzenia) czynnika z produktywnością jako źródłem jej finansowania, co znajduje wyraz w koncepcji *unit labor cost* (Rembisz, 2016). Z uwagi na trudności nie przeprowadzono analizy związku poziomu wynagrodzenia i ceny czynnika, zwłaszcza czynnika pracy w aspekcie jego alternatywnego zatrudnienia¹⁴. Przyjęto jedną albo drugą wielkość stosownie do dostępności danych w RER. Analizę przeprowadzono na podstawie wykresów 12–14.

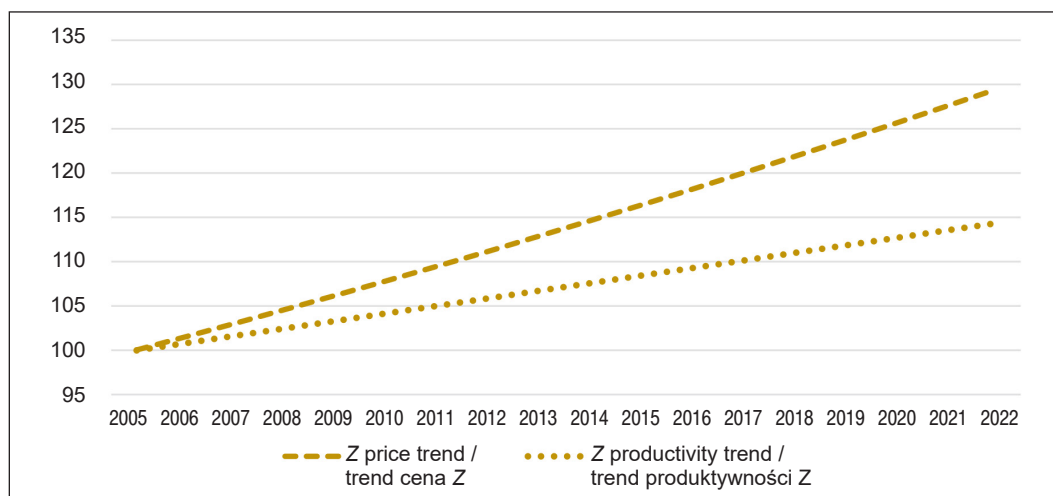
Zmiany produktywności i ceny czynnika ziemi

Jak widać z układu trendów na wykresie 12, przyrost poziomu ceny czynnika ziemia jest szybszy niż wzrost jego produktywności, jednak zachowane są proporcje. Wskazuje to na pewien związek między tymi dwoma wielkościami: wzrostowi produktywności towarzyszy wzrost ceny tego czynnika. W ujęciu syntetycznym występuje tutaj silna dodatnia korelacja między tymi trendami. Inną sprawą jest przyczynowość, czy wzrost produktywności jest stymulowany wzrostem cen, czy odwrotnie – kwestia ta nie zostanie tutaj przedstawiona. Taki układ między trendami poziomu ceny i produktywności czynnika ziemi może też wskazywać na korzyści rolników ze wzrostu wartości ich podstawowego aktywu. Istotne z punktu widzenia celu tej analizy jest to, że ten układ trendów mieści się w założeniach (wzór 4), które nawiązują zresztą do powołanych na początku modeli. Odpowiada to także założeniom mikroekonomii w odniesieniu do związku ceny (wynagrodzenia) czynnika z jego produktywnością, jako podstawą wyboru producenta.

¹⁴ The analysis of the factor price level on the market and its remuneration in agricultural production (on the farm, in the sector) allows for the assessment of the effectiveness of the use of factors in a comparative calculation in relation to possible alternative uses of factors or a given factor. For example, Kleinhanss (2015) calculated agricultural (farm) income related to the costs of using production factors, but weighted by their price on the market (e.g., according to the remuneration of the factor in the total economy) and not by their actual rate.

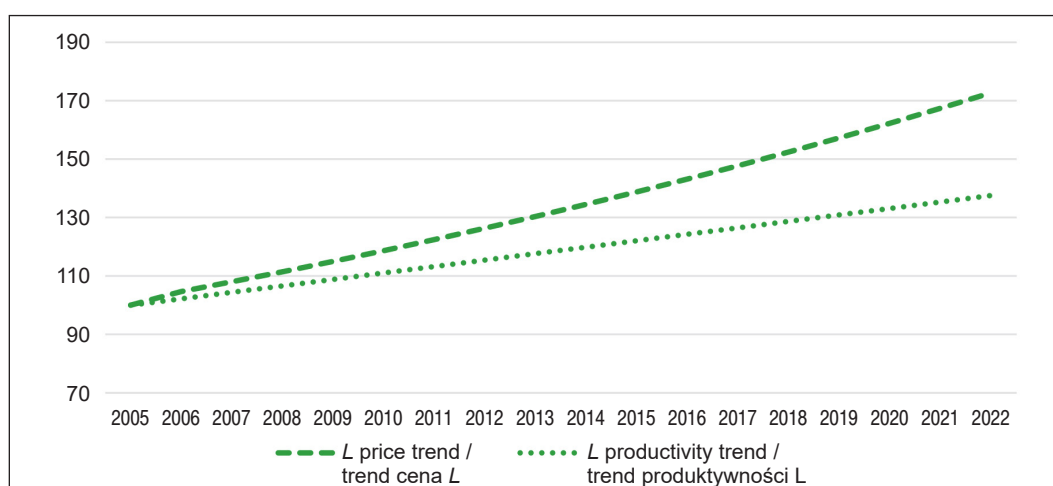
¹⁴ Analiza poziomu ceny czynnika na rynku z jego wynagrodzeniem w produkcji rolnej (w gospodarstwie, w sektorze) pozwala na ocenę efektywności zastosowania czynników w rachunku komparatywnym w stosunku do ewentualnych alternatywnych zastosowań czynników czy danego czynnika. Na przykład Kleinhanss (2015) przeprowadził rachunek przychodu rolnictwa (gospodarstw), odnosząc do kosztów zastosowań czynników produkcji, ale ważonych ich ceną na rynku (np. według wynagrodzenia czynnika w gospodarce ogółem), a nie faktyczną ich opłatą.

Figure 12. Relation between changes in the productivity and price of the land factor
Wykres 12. Relacja zmian produktywności i ceny czynnika ziemi



Source: based on data from Eurostat (n.d.-c-d).
 Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-c-d).

Figure 13. Relation between changes in productivity and labor remuneration
Wykres 13. Relacja zmian produktywności i wynagrodzenia czynnika pracy



Source: based on data from Eurostat (n.d.-c-d).
 Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-c-d).

Changes in the Productivity and Remuneration of the Labor Factor

The analysis of the trends in Figure 13 shows that the remuneration of the labor factor increased faster than its productivity in the analyzed countries in total. This is not consistent with popular views about the depreciation of income in agriculture. On the contrary, this factor, as shown by the analysis of the trends, is remunerated higher than its productivity and the increase in the remuneration is faster than the increase in its productivity. The explanation

Zmiany produktywności i wynagrodzenia czynnika pracy

Z analizy położenia trendów na wykresie 13 widać, że występowało szybsze zwiększanie wynagrodzenia czynnika pracy niż jego produktywności w analizowanych krajach ogółem. Nie jest to zgodne z popularnymi poglądami o deprecjacji dochodów w rolnictwie. Wprost przeciwnie, czynnik ten, jak wynika z analizy położenia tych trendów, jest wynagradzany wyżej niż jego produktywność oraz przyrost tego wynagrodzenia jest szybszy niż wzrost jego produktywności.

for this observation should be sought in the components of remuneration, and in particular the amount of direct income support through direct payments. On this basis, the inference can be extended by causation, e.g., whether the system does not cause a decrease in productivity; however, this issue is beyond the scope of this paper.

Changes in the Productivity of the Capital Factor and its Price

From the analysis of trends in changes in the productivity and price of the capital factor, it can be concluded that the price increase preceded the increase in its productivity. This may mean that this production factor became more expensive, disproportionately to its actual contribution to production, according to J.B. Clark's law. It increased the nominal capital intensity and production costs excessively by the difference (in the angle of inclination of both trends). This may also reinforce popular views about a certain drain on agriculture, but as Figures 13 and 14 show, the sphere of the surplus of the remuneration of the labor factor over its productivity and the sphere of the surplus of the price of the capital factor over its productivity are similar in size. This may also indicate the economics of substituting the labor factor with the capital factor.

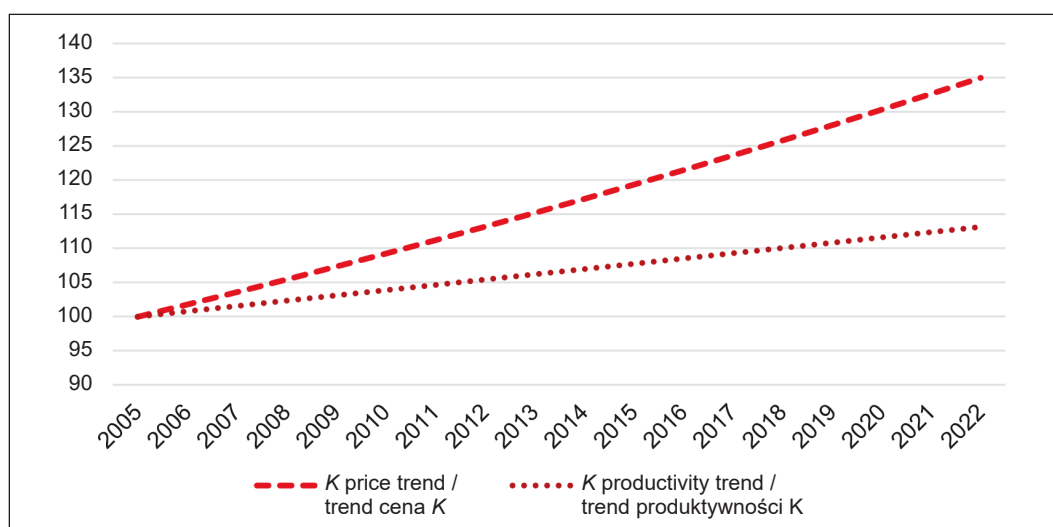
Wyjaśnienia tej obserwacji należy upatrywać w składowych wynagrodzenia, a w szczególności wielkości bezpośredniego wsparcia dochodów za pomocą dopłat bezpośrednich. Na tej podstawie można rozszerzyć wnioskowanie o przyczynowość, np. czy ten układ nie powoduje obniżenia produktywności, autorzy artykułu nie podejmują tego wątku.

Zmiany produktywności czynnika kapitału i jego ceny

Z analizy układu trendów zmian produktywności i ceny czynnika kapitału można wysunąć wniosek, że wzrost ceny wyprzedzał wzrost jego produktywności. Oznaczać to może, że ten czynnik produkcji drożał nadmiernie, w sensie nieproporcjonalnie do faktycznego jego wkładu do produkcji, gdyby powołać się na prawo J.B. Clarka (1891). Zwiększało to nominalną kapitałochłonność oraz koszty produkcji niejako nadmiarowo o tę różnicę (w kącie nachylenia obu trendów). Może to też wzmacniać popularne poglądy o pewnym drenowaniu rolnictwa, ale – jak wynika z wykresu 13 i 14 – sfera nadwyżki wynagrodzenia czynnika pracy ponad jego produktywność oraz sfera nadwyżki ceny czynnika kapitału ponad jego produktywność są podobne co do wielkości. To też może wskazywać na ekonomikę substytucji czynnika pracy przez czynnik kapitału.

Figure 14. Relation between changes in productivity and price of the capital factor

Wykres 14. Relacja zmian produktywności i ceny czynnika kapitału



Source: based on data from Eurostat (n.d.-c).

Źródło: na podstawie danych Eurostatu (b.d.-c).

Summary

An empirical verification of theoretical assumptions regarding changes in the relations between production factors in agriculture allows for a deeper insight into the basic management processes in agriculture. The conducted research confirms the directions of changes in the relations between the three factors of production, (land, labor, and capital), as assumed in the models mentioned-above. Moreover, assumptions regarding the mechanism of changes in the relations were verified. It is determined by changes in the price level (remuneration) and productivity, as well as changes in the relation between prices and productivity. It has been shown that the relations are based on changes in the level of the involvement of production factors. Most observations provide grounds for a positive verification of the adopted model assumptions for the current stage of agricultural development in the countries under consideration. However, there were also minor deviations. To sum up, there is a decrease in the labor factor and a decrease in the land factor with an ambiguous direction of the capital factor involvement. With a constant increase in production, there is a corresponding increase in the productivity of the factors, the smallest in the case of the capital factor, because it performs not only growth functions, but also substitutes for other factors. The increase in factor productivity somehow finances the increase in the prices of them, resulting from the degree of their scarcity. In the case of the labor factor, the remuneration is higher than the productivity as a trend. The situation is similar in the case of the price and productivity of the land factor. On the other hand, the opposite situation occurs with regard to the capital factor. The differences in benefits and losses are compensated to some extent.

More detailed conclusions, directly and indirectly resulting from the study, can also be drawn. The amount of capital in agriculture determining the increased agricultural productivity, in the light of the research results, does not increase as could be expected. The observation applies in particular to agriculture in Italy and Spain, where the amount of capital employed has decreased. A similar situation can be observed in French agriculture, although to a relatively minimum extent. It may indicate a certain decapitalization of agriculture in the countries. It is certainly an area for continued in-depth research, as the persistence of the phenomenon may result in a decline in agricultural production. On the other hand, it may indicate a rationalization of the use of capital by more intensive use of its reduced amount (Latruffe & Piet, 2014). The effects of biological progress

Podsumowanie

Empiryczna weryfikacja teoretycznych założeń odnośnie do zmian relacji między czynnikami produkcji w rolnictwie pozwala głębiej zdiagnozować podstawy procesów gospodarowania w rolnictwie. Przeprowadzone badanie potwierdza występowanie założonych w powołanych modelach kierunków zmian w relacjach między trzema czynnikami produkcji: ziemi, pracy i kapitału. Ponadto zweryfikowano założenia odnośnie do mechanizmu zmian tych relacji. Określone jest to przez zmiany poziomu ich cen (wynagrodzenia) oraz produktywności, jak też zmianami relacji między tymi cenami a produktywnościami czynników. Pokazano, że u podstaw tych relacji są zmiany w poziomie zaangażowania czynników wytwórczych. Większość obserwacji daje podstawy do pozytywnej weryfikacji przyjętych założeń modelowych dla obecnego etapu rozwoju rolnictwa w analizowanych krajach. Niemniej występowały też niewielkie odstępstwa. Reasumując, następuje ubytek czynnika pracy i ubytek czynnika ziemi przy niejednoznacznym kierunku zaangażowania czynnika kapitału. Przy stałym zwiększaniu produkcji odpowiada temu wzrost produktywności tych czynników, najmniejszy w przypadku czynnika kapitału, bo pełni on nie tylko funkcje wzrostowe, ale i substytucyjne do pozostałych czynników. Wzrost produktywności czynników niejako finansuje wzrost ich cen, wynikających ze stopnia ich rzadkości. W przypadku czynnika pracy jego wynagrodzenie jest wyższe niż jego produktywność co do trendu. Podobnie jest w przypadku ceny i produktywności czynnika ziemi. Jednocześnie występuje odwrotna sytuacja odnośnie do czynnika kapitału. Te różnice niejako w korzyściach i stratach w pewnej części się kompensują.

Można też sformułować bardziej szczegółowe wnioski bezpośrednio i pośrednio wynikające z badania. Wielkość kapitału w rolnictwie determinująca wzrost produktywności rolnictwa w świetle uzyskanych wyników badań nie zwiększa się, jak można by oczekiwać. W szczególności obserwacja ta dotyczy rolnictwa hiszpańskiego i włoskiego, w których wielkość zaangażowanego kapitału się zmniejszyła. Podobnie, choć relatywnie w minimalnym zakresie, miało to miejsce w rolnictwie francuskim. Może to wskazywać na pewną dekapitalizację rolnictwa w tych państwach. Jest to z pewnością obszar do kontynuowania pogłębionych badań, gdyż trwałość tego zjawiska może skutkować kurczeniem się produkcji rolnej. Jednocześnie może to wskazywać na racjonalizację zastosowaniu kapitału poprzez intensywniejsze wykorzystanie jego zmniejszonej

may also be of significance. Similarly, the processes of changes in the production structure may result in simplification and lower capital needs. Finally, it may signal a reduction in financing possibilities and the need for broader use of instruments supporting agricultural development based on the capital factor (Soliwoda et al., 2021). The relative stabilization in the use of the land factor can, in turn, be explained by the intensification of activities aimed at sustainable EU agriculture (Verburg et al., 2010).

The conducted research indicates the need to carefully consider the processes of substitution of production factors in agriculture in terms of the possibility of changing current trends and determine their impact on the growth of the agricultural sector. In cognitive terms, it allows for a better understanding of the basics of phenomena such as profitability, cost-effectiveness, and structural changes. In methodological terms, the study shows that the models mentioned and the analytical approach derived from them are useful for diagnosing the basis of the observed phenomena. In terms of application, the study allows for drawing conclusions for agricultural policy, especially in terms of supporting investments with decreasing labor resources in agriculture.

ilości (Latruffe i Piet, 2014). Także efekty postępu biologicznego mogą mieć tu znaczenie. Podobnie procesy przemian struktury produkcji mogą skutkować jej uproszczeniem i mniejszymi potrzebami kapitałowymi. Wreszcie może to sygnalizować zmniejszenie możliwości finansowania i potrzebę szerszego zastosowania instrumentów wspierających rozwój rolnictwa w oparciu o czynnik kapitału (Soliwoda i in., 2021). Względna stabilizacja co do zastosowania czynnika ziemi może być z kolei wytłumaczona intensyfikacją działań na rzecz zrównoważenia unijnego rolnictwa (Verburg i in., 2010).

Przeprowadzone badanie wskazuje na potrzebę wnikliwego rozpatrzenia procesów substytucji czynników produkcji w rolnictwie pod kątem możliwości zmiany dotychczasowych trendów i określenia ich wpływu na wzrost sektora rolnego. W sensie poznawczym pozwala to na lepsze uzmysłowienie podstaw zjawisk jak opłacalność, dochodowość czy zmiany strukturalne. W sensie metodycznym badanie pokazuje, że przywołane modele i wyprowadzone z nich podejście analityczne jest przydatne dla diagnozowania podstaw obserwowanych zjawisk. W sensie aplikacyjnym badanie pozwala na formułowanie wniosków dla polityki rolnej, zwłaszcza w zakresie wspierania inwestycji przy zmniejszających się zasobach pracy w rolnictwie.

References

- Bezat-Jarzębowska, A. (2021). Relacje czynnikowe w rolnictwie – zarys koncepcji wraz z weryfikacją empiryczną. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 366(1), 59–73. <https://doi.org/10.30858/zer/132592>
- Bezat-Jarzębowska, A., Rembisz, W., & Sielska, A. (2013). Substytucyjność źródeł dochodu producenta rolnego. *Więś i Rolnictwo*, 3(160), 28–52. <https://kwartalnik.irwirpan.waw.pl/wir/article/view/451>
- Clark, J.B. (1891). Distribution as Determined by a Law of Rent. *Quarterly Journal of Economics*, 5(3), 289–318. <https://doi.org/10.2307/1879611>
- Czyżewski, A., Czyżewski, B., & Majchrzak, A. (2018). Absolutna renta gruntowa – ujęcie retrospektywne i współczesne. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie: Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 124, 5–14. <https://doi.org/10.22630/EIOGZ.2018.124.26>
- Debertin, D.L. (1986). *Agricultural Production Economics*. Macmillan.
- European Commission (EC). (n.d.). Context Indicators (CMEF). Agri-food Data Portal. Retrieved April 15, 2023, from https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DataPortal/context_indicators.html
- European Commission (EC). (2000). *Target Methodology for Agricultural Labour Input (ALI) Statistics (Rev. 1)*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-32-00-079-3a>
- Eurostat. (n.d.-a). Agricultural Labour Input Statistics: Indices. Retrieved March 10, 2023, from https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/AACT_ALI02/default/table?lang=en
- Eurostat. (n.d.-b). Economic Accounts for Agriculture. Retrieved May 10, 2023, from https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/aact_esms.htm
- Eurostat. (n.d.-c). Economic Accounts for Agriculture – Values at Constant Prices. Retrieved March 10, 2023, from https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/AACT_EAA03/default/table?lang=en
- Eurostat. (n.d.-d). Farm Indicators by Legal Status of the Holding, Utilised Agricultural Area, Type and Economic Size of the Farm and NUTS2 Region. Retrieved March 10, 2023, from https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/EF_M_FARMLEG/default/table?lang=en
- Fayet, C.M.J., Reilly, K.H., Van Ham, C., & Verburg, P.H. (2022) The Potential of European Abandoned Agricultural Lands to Contribute to the Green Deal Objectives: Policy Perspectives. *Environmental Science & Policy*, 133, 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.03.007>
- Floriańczyk, Z., & Rembisz, W. (2011). Traditional Model of Growth and Policy of Sustainable Agriculture. In: T. Mostowska, A. Kowalski, B. Chmielewska, & Y. Bilan (Eds.), *Competitiveness of the Agri-Food Sector and Sustainable Development of Rural Areas (57–72)*. NUFT, IAFE NRI, CSR.
- Gburczyk, S. (1990). Podział korzyści ze wzrostu efektywności produkcji. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 219–220(4–5), 19–37.
- Gollin, D. (2014). The Lewis Model: A 60-Year Retrospective. *Journal of Economic Perspectives*, 28(3), 71–88. <https://doi.org/10.1257/jep.28.3.71>
- Gomułka, J. (2014). *Wyniki ekonomiczne polskiego rolnictwa w latach 2003–2004*. Program Wieloletni 2011–2014, 12. IERiGŻ PIB. <http://ierigz.waw.pl/publikacje/raporty-programu-wieloletniego-2005-2009/688,0,3,0,1314194439.html>
- Herlemann, H.H., & Stamer, H. (1963). *Rolnictwo w dobie technizacji. Rozwój ekonomiczno-techniczny a produkcja rolna i wielkość gospodarstw*. Biblioteka Nowego Rolnictwa. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Kirschke, D., Häger, A., & Schmid, J.C. (2021). New Trends and Drivers for Agricultural Land Use in Germany. In: T. Weith, T. Barkmann, N. Gaasch, S. Rogga, C. Strauß, J. Zscheischler (Eds.), *Sustainable Land Management in a European Context* (pp. 39–61). Human-Environment Interactions, 8. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50841-8_3
- Kleinhans, W. (2015). Konkurencyjność głównych typów gospodarstw rolniczych w Niemczech. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 342(1), 25–39. <http://www.zer.waw.pl/COMPETITIVENESS-OF-THE-MAJOR-TYPES-OF-AGRICULTURAL-HOLDINGS-IN-GERMANY,83282,0,1.html>
- Klump, R., & Cabrera, C.M. (2008). *Biased Technological Change in Agriculture: The Hayami-Ruttan Hypothesis Revisited*. DEGIT Conference Papers. DEGIT, Dynamics, Economic Growth, and International Trade.
- Latruffe, L., & Piet, L. (2014). Does Land Fragmentation Affect Farm Performance? A Case Study from Brittany, France. *Agricultural Systems*, 129, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.005>
- Niezgoda, D. (1982). Substytucja pracy żywej przez środki techniczne w gospodarstwach indywidualnych. *Więś i Rolnictwo*, 37(4), 153–160.
- Poczta, W. (2020). Przemiany w rolnictwie polskim w okresie transformacji ustrojowej i akcesji Polski do UE. *Więś i Rolnictwo*, 187(2), 57–77. <https://doi.org/10.53098/wir022020/03>
- Rajtar, J. (1968). Efektywność zmian technik wytwarzania w rolnictwie. *Więś Współczesna*, 4, 81–101.
- Rajtar, J., & Wiśniewski L. (1968). Efektywność inwestycji w gospodarce chłopskiej. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 3, 62–76.

- Rembisz, W. (1985). Nakłady i koszty produkcji w procesie intensyfikacji rolnictwa a polityka cen rolnych – zagadnienia teoretyczno-modelowe. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 186(1), 3–14.
- Rembisz, W. (2016). Relacje wynagrodzenia i wydajności czynnika pracy w rolnictwie na tle gospodarki narodowej i jej sektorów w Polsce w okresie 2005–2012. *Więś i Rolnictwo*, 171(2), 41–59. <https://doi.org/10.53098/wir022016/02>
- Rembisz, W., & Floriańczyk, Z. (2015). *Models of Growth in Agriculture Sector With Empirical Evidence for EU*. LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Royo, S. (2007). Lessons from Spain and Portugal in the European Union After 20 Years. *Pôle Sud*, 26, 19–45. <https://doi.org/10.3917/psud.026.0019>
- Sinclair, T.R., & Park, W.I. (1993). Inadequacy of the Liebig Limiting-Factor Paradigm for Explaining Varying Crop Yields. *Agronomy Journal*, 85(3), pp. 742–746. <https://doi.org/10.2134/agronj1993.00021962008500030040x>
- Soliwoda, M., Herda-Kopańska, J., & Kulawik, J. (2021). Kredytowanie rolnictwa w Polsce – wybrane problemy z perspektywy popytu i podaży. In: J. Kulawik (Ed.), *Luka finansowa w rolnictwie a instrumenty finansowe. Studium przypadku na podstawie PROW 2023–2027* (pp. 73–93). IERIGŻ PIB.
- Stürck, J., Levers, C., van der Zanden, E.H., Schulp, C.J.E., Verkerk, P.J., Kuemmerle, T., Helming, J., Lotze-Campen, H., Tabeau, A., Popp, A., Schrammeijer, E., & Verburg, P. (2018). Simulating and Delineating Future Land Change Trajectories Across Europe. *Regional Environmental Change*, 18, 733–749. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0876-0>
- Tomczak, F. (2004). *Od rolnictwa do agrobiznesu transformacja gospodarki rolniczo-żywnościowej USA*. Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie.
- Tomczak, F., & Rajtar, J. (1973). *Ekonomika rolnictwa: Zarys teorii*. Szkoła Główna Planowania i Statystyki.
- Van der Ploeg, J.D., Franco, J.C., & Borrás Jr, S.M. (2015). Land Concentration and Land Grabbing in Europe: A Preliminary Analysis. *Canadian Journal of Development Studies*, 36(2), 147–162. <https://doi.org/10.1080/02255189.2015.1027673>
- Verburg, P.H., van Berkel, D.B., van Doorn, A.M., van Eupen, M., & van den Heiligenberg, A.R.M. (2010). Trajectories of Land Use Change in Europe: A Model-Based Exploration of Rural Futures. *Landscape Ecology*, 25, 217–232. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9347-7>
- Villamil, A., Wang, X., & Zou, Y. (2020). Growth and Development With Dual Labor Markets. *Manchester School*, 88(6), 801–826. <https://doi.org/10.1111/manc.12341>
- Wieliczko, B., Kurdyś-Kujawska, A., & Floriańczyk, Z. (2021). EU Rural Policy’s Capacity to Facilitate a Just Sustainability Transition of the Rural Areas. *Energies*, 14(16), Article 5050. <https://doi.org/10.3390/en14165050>
- Woś, A., & Tomczak, F. (1983). *Ekonomika rolnictwa: zarys teorii* (2nd Ed.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Zegar, J.S. (2019). Rolnictwo w przestrzeni ekonomicznej i ekologicznej wsi po akcesji Polski do Unii Europejskiej / Agriculture in the Economic and Ecological Rural Space After Poland’s Accession to the European Union. *Studia Obszarów Wiejskich*, 53, 19–34. <https://doi.org/10.7163/SOW.53.2>

Submission date / Data nadesłania: 30.06.2023.

Final revision date / Data ostatniej recenzji: 02.09.2023.

Acceptance date / Data akceptacji: 11.12.2023.

© 2023 Floriańczyk, Z., & Rembisz, W. This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



Autorskie prawa osobiste: Floriańczyk, Z. i Rembisz, W. (2023). Niniejszy artykuł został opublikowany w otwartym dostępie na licencji Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

