



# Zmiana udziału podstawowych czynników produkcji w osiągniętych efektach górnictwa węglowego

Tadeusz FRANIK<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dr inż.; AGH University of Science and Technology, 30 Mickiewicza, Kraków 30-059, Poland; email: franik@agh.edu.pl

## Streszczenie

Praca zawiera analizę porównawczą zmian dotyczących stopnia wykorzystania podstawowych czynników produkcji, czyli nakładu pracy ludzkiej i kapitału w latach 2005–2014 w konfrontacji z okresem 1995–2004 (gdy prowadzona była restrukturyzacja) w krajowym górnictwie węglowym. Za miarę efektu działalności uznano wartość produkcji sprzedanej górnictwa. Określono kształtowanie się wskaźników produktywności badanych czynników produkcji. Dokonano aproksymacji parametrów strukturalnych funkcji produkcji w badanych okresach dla założonych modeli potęgowych tej funkcji. Określone modele mogą posłużyć do oceny zmian dotyczących stopnia wykorzystania badanych czynników w krajowym górnictwie węglowym.

Słowa kluczowe: górnictwo i wydobywanie, czynniki produkcji, produktywność, funkcja produkcji

## Wprowadzenie

Trudno przecenić znaczenie węgla kamiennego i brunatnego jako podstawowych surowców służących wytwarzaniu energii elektrycznej w naszym kraju. Z wielu powodów, takich jak własna baza zasobowa, brak efektywnych alternatywnych sposobów wytwarzania energii elektrycznej, bogate, wieloletnie doświadczenia w eksploatacji węgla sprawiają, że węgiel będzie w dającej się przewidzieć perspektywie nadal podstawowym surowcem energetycznym w Polsce. Występujące obecnie trudności w funkcjonowaniu sektora górnictwa węglowego, szczególnie dotyczące górnictwa węgla kamiennego, które wiążą się ze spadkiem cen węgla na rynkach światowych, koniecznością ponoszenia przez energetykę węglową wysokich opłat związanych z emisją gazów cieplarnianych, potrzebą pozyskania środków finansowych na uruchamianie nowych zdolności produkcyjnych, sprawiają, że makroekonomiczna ocena efektywności funkcjonowania sektora wydobywania węgla jest w pełni uzasadniona. Ocena ta opera się na wykorzystaniu podstawowych czynników stosowanych w procesach produkcyjnych, czyli pracy ludzkiej i kapitału. Czynniki te uważa się za podstawowe, głównie z tego powodu, że muszą one być niezbędnie wykorzystywane we wszystkich procesach produkcyjnych (choć oczywiście w różnym stopniu i z różnym natężeniem). Wielkość wykorzystywanego w procesie produkcyjnym nakładu pracy i kapitału określa się wspólnym mianem czynników ekstensywnych, gdyż ich wzrost powinien bezpośrednio wpływać na wielkość uzyskiwanych efektów produkcyjnych (oczywiście w warunkach ich właści-

wego wykorzystania). Inne czynniki wpływające na efekty produkcyjne, takie jak wiedza ludzka, wprowadzane rozwiązania postępu techniczno-organizacyjnego mają bardziej charakter czynników intensywnych, gdyż najczęściej prowadzą do lepszego wykorzystania czynników podstawowych w procesie produkcyjnym.

Przemiany ustrojowe i gospodarcze lat dwudziestych ubiegłego wieku w Polsce skutkowały koniecznością przeprowadzenia głębokich procesów restrukturyzacyjnych w górnictwie węgla kamiennego. Jednym z ważniejszych celów tych przemian była likwidacja trwale nierentownych zakładów górniczych (lub ich części) oraz redukcja poziomu zatrudnienia, celem natomiast – osiągnięcie przez branżę rentowności ekonomicznej. Mimo iż, restrukturyzacja sektora węglowego trwa, z różnym natężeniem do chwili obecnej, to założony cel nie został osiągnięty. Można wymienić przynajmniej dwie tego stanu główne przyczyny: kryzys światowy oraz spadek cen surowców energetycznych. Interesujące jest więc porównanie w dwóch występujących po sobie dziesięcioleciach, tj. 1995–2004 gdy intensywnie przeprowadzono procesy restrukturyzacyjne oraz w ostatniej dekadzie (lata 2005–2014), jak wykorzystywane były podstawowe czynniki produkcji i jakie jest ich znaczenie w procesie osiągania efektów gospodarczych. Analiza taka ma istotne znaczenie dla oceny nie tylko roli tych czynników lecz także dalszej perspektywy ich wykorzystywania na określonym poziomie w celu poprawy osiągniętych rezultatów gospodarczych w przyszłości.

Sytuacja kryzysowa jaka dotyka obecnie górnictwo węgla kamiennego przejawiać się będzie

Tab. 1. Wartości produkcji sprzedanej, czynników pracy ludzkiej i kapitału trwałego netto oraz produktywność tych czynników w górnictwie węglowym w latach 1995–2004; źródło: opracowanie własne na podstawie danych statystycznych [6]

Tab. 1. Values of production sold, factors of human labor, fixed capital and net productivity of these factors in hard coal mining in the years 1995-2004

Lata	Produkcja sprzedana [mln zł]	Nakład pracy ludzkiej [mln zł]	Wartość netto środków trwał. [mln zł]	Produktywność, [zł/zł]	
				Pracy ludzkiej	Kapitału trwałego
1995	14305,9	5091,9	8911,8	2,810	1,605
1996	16884,0	6081,9	13127,9	2,776	1,286
1997	19396,0	6728,5	12139,5	2,883	1,598
1998	18014,2	7171,8	10712,0	2,512	1,682
1999	17566,2	7932,6	10459,5	2,214	1,679
2000	18164,7	7412,0	9852,3	2,451	1,844
2001	19323,7	7504,5	11323,8	2,575	1,706
2002	19124,3	7586,7	10869,7	2,521	1,759
2003	18174,9	7018,0	12894,6	2,590	1,409
2004	23621,8	7565,1	13430,0	3,122	1,759

Tab. 2. Wartości produkcji sprzedanej, czynników pracy ludzkiej i kapitału trwałego netto oraz produktywność tych czynników w górnictwie węglowym w latach 2005–2014; źródło: opracowanie własne na podstawie danych statystycznych [6]

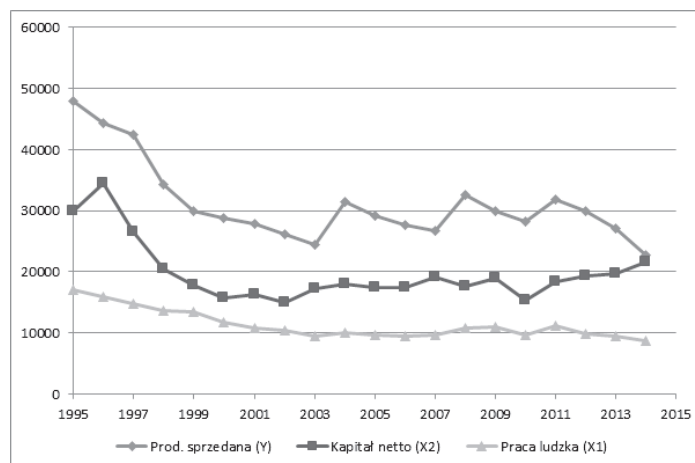
Tab. 2. Values of production sold, the factors of human labor, fixed capital and net productivity of these factors in hard coal mining in the years 2005-2014

Lata	Produkcja sprzedana [mln zł]	Nakład pracy ludzkiej [mln zł]	Wartość netto środków trwał. [mln zł]	Produktywność, [zł/zł]	
				Pracy ludzkiej	Kapitału trwałego
2005	22720,8	7452,5	13461,0	3,049	1,688
2006	21953,1	7530,6	13889,0	2,915	1,581
2007	21450,5	7740,0	15371,0	2,771	1,396
2008	26720,0	8886,6	14411,0	3,007	1,854
2009	25527,0	9413,0	16202,0	2,712	1,576
2010	25010,0	8537,9	13596,0	2,929	1,840
2011	28956,0	10136,5	16632,0	2,857	1,741
2012	28595,0	9374,1	18524,0	3,050	1,544
2013	26749,0	9281,9	19488,0	2,882	1,373
2014	22652,0	8671,4	21601,0	2,612	1,049

skłonnością do zmiany relacji między wielkością wykorzystywanych czynników produkcji, a także lepszym ich wykorzystaniem. Logiczną konsekwencją sytuacji kryzysowej występującej w gospodarce jest tendencja do zwiększania udziału nakładu pracy ludzkiej w wartości wytwarzanego produktu. Są dwa zasadnicze powody takiego stanu rzeczy. Po pierwsze – praca ludzka w sytuacji kryzysowej staje się relatywnie tania. Z drugiej strony, kryzys powoduje określone trudności w dostępie do tanich źródeł kapitału, co powoduje spadek udziału kapitału w wartości wytwarzanego produktu. Te ogólne tendencje występujące w warunkach kryzysu gospodarczego dotyczą oczywiście także branży górniczej, z tym, że w górnictwie mogą one wystąpić w bardziej ostrej formie z powodu permanentnych trudności w dostępie

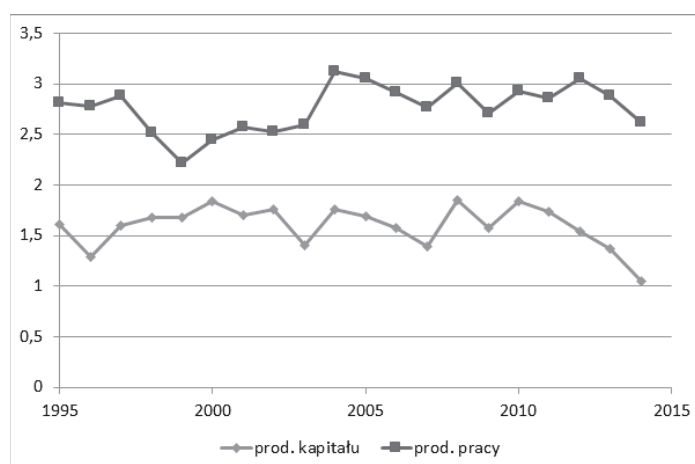
do efektywnych źródeł kapitału, oraz wielkości zapotrzebowania na kapitał, co wiąże się z relatywnie wysoką kapitałochłonnością inwestycji realizowanych w górnictwie. W górnictwie węgla kamiennego sytuacja ta jest o tyle istotna, że kończą się możliwości utrzymywania obecnych zdolności wydobywczych drogą realizacji wyłącznie inwestycji o charakterze modernizacyjno-odtworzeniowym, a konieczne staje się tworzenie nowego potencjału produkcyjnego w wyniku realizacji inwestycji rozwojowych w tym budowę nowych kopalń.

Jednym ze sposobów analizy procesów produkcyjnych jest ustalenie zależności między nakładami czynników produkcji a ilością, bądź wartością wytworzonego produktu, a zatem na znalezieniu ilościowych relacji między nakładami i wynika-



Rys. 1. Kształtowanie się realnych (poziom cen z roku 2014) wartości produkcji sprzedanej, kapitału trwałego netto oraz pracy ludzkiej w górnictwie węglowym w latach 1995–2014 (w mln zł/rok); źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Values of real production sold (price levels of 2014), net fixed capital and human labor in hard coal mining in the years 1995-2014 (millions PLN/ year)



Rys. 2. kształtowanie się produktywności nakładów pracy ludzkiej i kapitału trwałego netto (w zł/zł) w górnictwie węglowym w latach 1995-2014; źródło: opracowanie własne

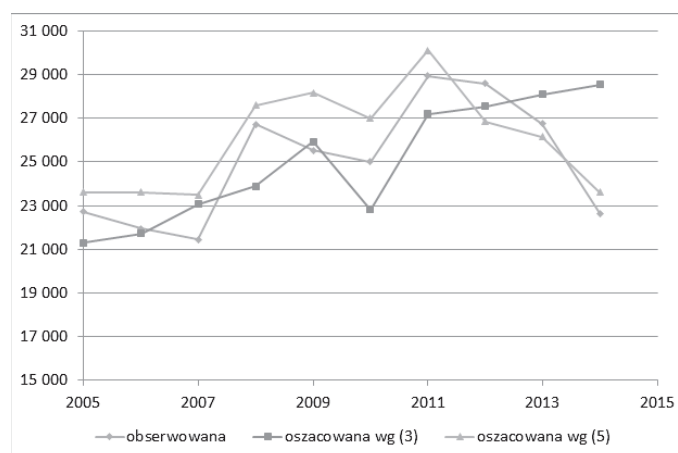
Fig. 2. Values of productivity of human labor and fixed capital net (PLN/PLN) in hard coal mining in the years 1995-2014

mi. Można tego dokonać na podstawie informacji statystycznych przetwarzanych zgodnie z określonymi regułami [1, 2]. Jednym z możliwych sposobów przetwarzania informacji polega na szacowaniu parametrów funkcji produkcji o wybranej postaci analitycznej. Dla określenia tych relacji wykorzystano modele potęgowe funkcji produkcji typu funkcji Cobba-Douglasa.

### Kształtowanie się wielkości nakładów czynników produkcji oraz uzyskiwanych efektów produkcyjnych w analizowanych okresach funkcjonowania górnictwa węglowego

Analiza relacji między nakładami zużywanymi w procesach produkcyjnych a osiąganymi efektami wymaga sprecyzowania co się rozumie pod tymi pojęciami, gdyż relacje produkcji od nakładu

czynników produkcji można rozpatrywać w różnych aspektach. Zarówno produkcję jak i nakłady czynników produkcji można ujmować ilościowo i wartościowo. Obydwa sposoby podejścia mają swych zwolenników i przeciwników. Jeśli chodzi o produkcję, to najwłaściwsze byłoby ujmowanie jej w jednostkach naturalnych, szczególnie w przypadku tak względnie jednorodnego produktu, jakim jest węgiel kamienny. Jednak w przypadku analizy całej branży, składającej się z wielu jednostek produkcyjnych, obejmujących nie tylko kopalnie węgla kamiennego lecz także kopalnie węgla brunatnego, ujęcie w jednostkach naturalnych jest zwykle niemożliwe. Z konieczności zatem ujmuje się wytworzony produkt wartościowo, z tym, że dla uzyskania jednorodności i porównalności danych źródłowych należy stosować od-



Rys. 3. Teoretyczne zmiany wartości produkcji określone z użyciem modelu I funkcji produkcji wg wzoru (3) i (5) na tle wartości obserwowanych w latach 2005–2015; źródło: opracowanie własne

Fig. 3. Theoretical changes in production value determined using the model and the production function according to the formula (3) and (5) with the real values observed in the period 2005-2015

powiednie korekty odzwierciedlające zmiany cen sprzedaży węgla.

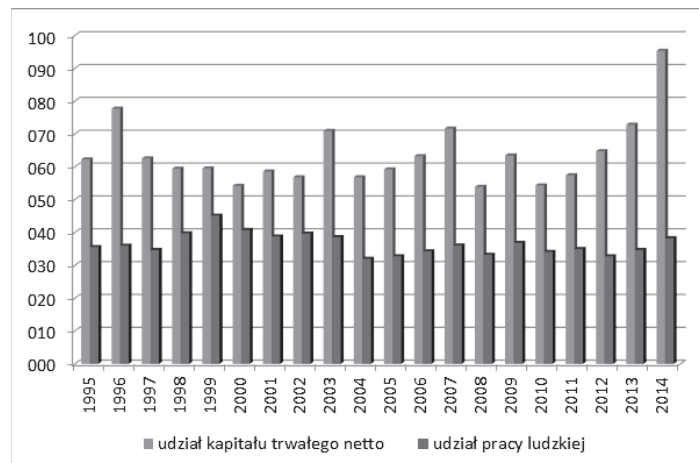
Podobnie alternatywnie można ujmować nakład pracy żywej. Przy niskim stopniu agregacji danych (zakład górniczy), można go mierzyć liczbą zatrudnionych lub czasem przepracowanym. Przy wyższym stopniu agregacji danych (np. branża, gałąź przemysłu), bardziej właściwe jest ujmowanie pracy ludzkiej wartościowo. Najtrudniej ujmować ilościowo nakład kapitału. W zdecydowanej większości przypadków analizy funkcji produkcji jest to wręcz niemożliwe, ze względu na dużą różnorodność zaangażowanych w procesie produkcyjnym przedmiotów pracy. Dodatkowa trudność przy gromadzeniu odpowiedniego materiału statystycznego dotyczącego tej kategorii ekonomicznej, jest jej poziom netto, to jest wartość majątku po potrąceniu faktycznego (a nie tylko księgowego) jego zużycia. Inna trudność dotycząca nakładu kapitału, jest związana z brakiem informacji odnośnie do stopnia wykorzystania trwałych składników majątkowych w procesie wydobywczym. Sam wysoki poziom trwałych składników majątkowych w przedsiębiorstwie nie musi być skorelowany z ich wysoką produktywnością [3, 4].

Niekorzystną sytuację odnośnie do wyposażenia górnictwa w środki trwałe pogłębia dodatkowo fakt, że użytkowane składniki majątkowe są w wysokim stopniu wyeksploatowane, a więc słabo wydajne. W odniesieniu do całego górnictwa stopień zużycia środków trwałych wynosi ponad 53 %, a w odniesieniu do poszczególnych grup majątku kształtuje się on na poziomie: budynki i budowle – około 37 %, maszyny i urządzenia – około 69 %, środki transportu – około 73 %.

W przeprowadzonej analizie wykorzystano dane statystyczne dotyczące branży górnictwa węglowego (zakłady górnicze eksploatujące węgiel kamienny i brunatny) z lat 1995 – 2014, przy czym w celu możliwości odpowiednich porównań, cały ten okres podzielono na dwa podokresy dziesięcioletnie. Za miarę efektu produkcyjnego uznano wartość produkcji sprzedanej górnictwa węglowego, za miarę nakładu pracy ludzkiej – łączną wartość wynagrodzeń brutto w branży (przeciętna liczba zatrudnionych razy przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto razy liczba miesięcy w roku), natomiast wartość netto środków trwałych stanowiła miarę nakładu kapitału. Dane źródłowe użyte w analizie zestawiono w tabeli 1 dla okresu 1995–2004, natomiast w tabeli 2 dla okresu 2005–2014. W tabeli zestawiono nominalne wartości produkcji i czynników produkcji, czyli wielkości określone z użyciem bieżących cen i kosztów charakterystycznych dla danego roku. W obliczeniach posługiwano się realnymi wielkościami, uzyskanymi w wyniku przeliczenia danych z lat wcześniejszych na warunki cenowe roku 2014 po uwzględnieniu wskaźników inflacji. W tabelach zamieszczono również wartości wskaźników produktywności każdego z czynników produkcji, definiowanych jako iloraz wartości produkcji sprzedanej w danym roku do wysokości nakładów danego czynnika produkcji.

1. Klasyczną, dwuczynnikową funkcją potęgową typ Cobba-Douglasa o matematycznej postaci (model I):

$$Y_t = \beta X_{1t}^{\alpha_1} X_{2t}^{\alpha_2} \zeta_t \quad (1)$$



Rys. 4. Zmiana procentowego udziału nakładu czynnika kapitału trwałego netto i pracy ludzkiej w wartości sprzedanej górnictwa węglowego w latach 1995–2014; źródło: opracowanie własne

Fig. 4. Change the percentage of effort factor net fixed capital and human labor in the value of the sold in hard coal mining in the years 1995-2014

gdzie:

$Y_t$  – wartość produkcji sprzedanej w okresie  $t$ ,  
 $X_{1t}$  – nakład pracy ludzkiej w okresie  $t$ ,  
 $X_{2t}$  – nakład kapitału trwałego netto w okresie  $t$ ,  
 $\beta, \alpha_1, \alpha_2$  – parametry strukturalne funkcji produkcji,  
 $\zeta_t$  – składnik losowy.

2. Zmodyfikowaną funkcją potęgową, uwzględniającą czynnik postępu techniczno-organizacyjnego o matematycznej postaci (model II):

$$Y_t = \beta X_{1t}^{\alpha_1} X_{2t}^{\alpha_2} e^{\gamma t} \zeta_t \quad (2)$$

gdzie:

$t$  – zmienna czasowa,  
 $\gamma$  – miernik efektów postępu techniczno-organizacyjnego (parametr strukturalny funkcji produkcji).

Obydwa przedstawione wyżej modele można, przez logarytmowanie sprowadzić do postaci liniowej, a estymatory ich parametrów strukturalnych określić w wyniku zastosowania metody najmniejszych kwadratów.

Parametry strukturalne funkcji produkcji określono odrębnie dla obu badanych dziesięcioletnich okresów funkcjonowania górnictwa węglowego. Przy aproksymacji parametrów wszystkie zmienne (zależne i niezależne) ujmowano wartościowo, jako realne wartości odnoszące się do jednego roku, wyrażone w mln zł/rok. Rokiem bazowym był rok 2014.

W wyniku przeprowadzonych obliczeń uzyskano następujące postaci badanych funkcji produkcji dla okresu 1995–2004 (we wszystkich postaciach funkcji pominięto składnik losowy):

– dla modelu I:

$$\hat{Y}_t = 3,683 X_{1t}^{0,472} X_{2t}^{0,468} \quad (3)$$

gdzie:

$\hat{Y}_t$  – oszacowana na podstawie modelu teoretycznego wartość produkcji w okresie  $t$ ,  
– dla modelu II:

$$\hat{Y}_t = 2,027 X_{1t}^{0,525} X_{2t}^{0,475} e^{0,0059t} \quad (4)$$

Odpowiednie postaci funkcji produkcji określone dla okresu 2005-2014 przedstawiają się następująco:

– dla modelu I:

$$\hat{Y}_t = 61,480 X_{1t}^{1,013} X_{2t}^{-0,324} \quad (5)$$

– dla modelu II:

$$\hat{Y}_t = 3,213 X_{1t}^{1,152} X_{2t}^{-0,152} e^{-0,003t} \quad (6)$$

Miarą jakości aproksymowanego modelu funkcji produkcji jest współczynnik zgodności  $\phi^2$ , obliczany według wzoru:

$$\phi^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (7)$$

gdzie:

$\bar{Y}$  – średnia wartości produkcji sprzedanej,  
 $n$  – liczba lat w analizowanym okresie.

Wartość współczynnika zgodności zawiera się w przedziale (0, 1), a im niższa jego wartość tym lepiej oszacowany model opisuje badany proces ekonomiczny. W analizowanym przypadku war-

tości obliczonych współczynników zgodności są we wszystkich przypadkach bardzo niskie, co świadczy o dobrym odzwierciedleniu badanego procesu produkcji przez modele teoretyczne. Wartość współczynnika zgodności dla modelu I opisanego wzorem 3 wynosi 0,0673, a opisanego wzorem 5 – 0,1723. Odpowiednie wartości współczynników zgodności dla modelu II wynoszą: 0,0661 dla zależności opisaną wzorem 4 i 0,179 dla zależności opisaną wzorem 6.

Funkcja produkcji w postaci potęgowej posiada szereg przydatnych własności ekonomiczno-matematycznych. Jedną z nich jest okoliczność, że suma wykładników potęgowych występujących w potędze zmiennych określających nakłady czynników produkcji jest miarą tzw. efektu skali produkcji. Gdy suma ta jest większa od jedności produkcja wzrasta szybciej niż wynika to ze wzrostu nakładów czynników. W przeciwnym wypadku skala produkcji jest malejąca, czyli wzrost produkcji jest mniejszy niż wzrost nakładów czynników produkcji. W rozpatrywanym przypadku cecha ta nie dotyczy modelu II, gdzie założono stałą skalę produkcji.

Drugą cechą jest okoliczność, że wykładniki potęgowe są współczynnikami elastyczności odpowiednio czynnika pracy ludzkiej i kapitału względem produkcji, czyli miarą wzrostu efektu w postaci produkcji w relacji do wzrostu nakładu danego czynnika. Występujący w modelu II parametr  $\gamma$  będący miarą postępu techniczno-organizacyjnego stanowi trzeci czynnik produkcji, przy czym zakłada się, że w gospodarce występuje kapitałochłonny postęp techniczny.

Na podstawie obliczonych parametrów strukturalnych funkcji produkcji można stwierdzić że:

1. Funkcja w postaci modelu I wskazuje, że skala produkcji w okresie 1995–2004 wynosiła 0,94, a więc była bardzo zbliżona do 1 (stała skala produkcji – produkcja wzrasta w tym samym tempie jak wzrost nakładu czynników), natomiast w okresie 2005–2014 spadła do poziomu 0,69.

2. Wartości współczynników elastyczności wskazują na większe znaczenie czynnika nakładu pracy ludzkiej w osiągniętych efektach produkcyjnych, przy czym znaczenie tego czynnika znacznie wzrosło w okresie 2005–2014. W okresie tym współczynnik elastyczności nakładu kapitału przyjmuje nawet wartość ujemną.

3. Parametr  $\gamma$  występujący w modelu II funkcji produkcji jest bardzo niski i w okresie 2005–2014 spada do wartości ujemnej. Wskazuje to na słabe wykorzystanie czynnika postępu techniczno-organizacyjnego w uzyskiwanych przez

sektor górnictwa węglowego efektach produkcyjnych.

Analizując uzyskane postaci funkcji produkcji pamiętać należy, że stanowią one pewien model teoretyczny, uzyskany przy bardzo mocnych założeniach ekonomicznych, dotyczących wykorzystania określonych czynników w procesie produkcyjnym. Znacznie korzystniejsze byłoby znalezienie ocen parametrów funkcji produkcji dla każdego roku osobno, na podstawie danych przekrojowych, a następnie zanalizowanie trendów tych parametrów. Okoliczność ta nie ogranicza jednak możliwości wykorzystania opisanych modeli do np. prognozowania i podejmowania decyzji odnośnie do wykorzystania czynników w przyszłości.

Na rys. 3 przedstawiono graficznie jak kształtowałyby się wartości produkcji w latach 2005–2014 w przypadku gdyby była ona oszacowana na podstawie zależności danej wzorem (3) a więc określonym dla okresu 1995–2004, oraz wzorem (5) w porównaniu z wartościami obserwowanymi w rzeczywistości. Odchylenia między wartościami obserwowanymi i teoretycznymi mogą stanowić jedną z ważnych przesłanek oceny jakości modelu teoretycznego.

Racjonalne gospodarowanie majątkiem trwałym w zakładzie górnictwa, a przede wszystkim środkami trwałymi ma niezwykle istotne znaczenie. Wiąże się to z właściwym wykorzystaniem efektów postępu technicznego, zmianami w relacji nakładów pracy żywej i uprzedmiotowionej, a tym samym zmianami technicznego uzbrojenia pracy. Techniczne uzbrojenie pracy zwane także kapitałochłonnością pracy to stosunek nakładu kapitału przypadającego na jednostkę nakładu pracy ludzkiej. Wskaźnik ten w okresie 1995–2004 wzrastał z 1,8 zł/zł do poziomu około 2,5 zł/zł, natomiast w okresie 2005–2014 obniżył się do przeciętnego poziomu około 1,7 zł/zł. Niezależnie od możliwości intensywnego bądź ekstensywnego wykorzystania nakładów na kapitał ludzki, istotne jest zwiększenie poziomu aktywów trwałych, zwłaszcza przypadających na jednego zatrudnionego. Wydajność pracy może być bowiem zwiększona w wyniku wzrostu tego wskaźnika, co jest możliwe jedynie w wyniku zwiększenia nakładów inwestycyjnych. Zmiana potencjału wydobywczego zakładów górnictwa stwarza konieczność racjonalnego wydatkowania ograniczonego strumienia nakładów inwestycyjnych, szczególnie na inwestycje rozwojowe oraz właściwego eksploataowania i wykorzystania zasobów majątku trwałego [3].

Dla graficznego zobrazowania znaczenia badanych czynników w uzyskiwanych efektach górnictwa węglowego, przedstawiono na rys. 4 procentowy udział nakładów tych czynników w wartości sprzedanej tej sekcji gospodarki kraju.

Porównanie wielkości tych udziałów musi się oczywiście odbywać z tym zastrzeżeniem, że kapitał trwały netto nie „zużywa” się w procesach wydobywczych w ciągu jednego roku. Niemniej jednak obserwując poziom tego udziału można generalnie stwierdzić, że udział nakładu czynnika pracy ludzkiej w osiągniętych efektach jest w ostatnich latach w krajowym górnictwie dość stabilny i w nieznacznym stopniu przekracza poziom 30%. Bardziej w tym względzie zróżnicowany jest udział kapitału trwałego netto. Niepokojące jest to, że udział ten w ostatnich pięciu latach analizowanego okresu znacznie wzrastał. Zjawisko takie w samo w sobie nie jest niepokojące, gdyż w miarę rozwoju procesów gospodarczych znaczenie czynnika kapitału powinno być coraz większe, pod warunkiem jednak, że dzięki takiemu wzrostowi rosną także efekty w postaci wzrostu wartości produkcji sprzedanej.

### **Wnioski**

Górnictwo węgla kamiennego i brunatnego w naszym kraju odgrywa i odgrywać będzie w najbliższej przyszłości zasadniczą rolę w wytwarzaniu energii elektrycznej. Z tego powodu tak ważne jest określenie znaczenia zasadniczych czynników produkcji w efektywnym funkcjonowaniu tego sektora gospodarki kraju. Analiza udziału oraz stopnia wykorzystania takich czynników jak praca ludzka i kapitał trwały w osiągniętych efektach produkcyjnych jest niezmiernie istotne, również z punktu widzenia przyszłych relacji między tymi kategoriami ekonomicznymi.

Racjonalne gospodarowanie zasobami majątku trwałego ma istotne znaczenie dla wzrostu efektywności wydobywania i przeróbki węgla. Niewłaściwe gospodarowanie środkami trwałymi

powiększa kapitałochłonność produkcji i osłabia tempo wzrostu produkcji. Przedsiębiorstwa powinny zmierzać do jak najlepszego wykorzystania posiadanych zasobów środków trwałych, ponieważ jest to istotny czynnik, wpływający na ekonomiczną efektywność gospodarowania.

Wykorzystanie metod ekonometrycznych oraz dobór wskaźników w analizie wykorzystania czynników produkcji oraz sposób pomiaru produktywności zależy od bardzo wielu czynników, składających się na specyfikę przedsiębiorstwa. Zakłady górnicze wydobywające różne kopaliny użyteczne angażują do tego środki techniczne o różnej wartości a ich eksploatacja wymaga także zróżnicowanego nakładu pracy ludzkiej. Istotne jest aby w trakcie przeprowadzania analizy porównawczej stosować obiektywne mierniki a więc strumienie pieniężne wyrażające wartość produkcji, nakład kapitału i nakład pracy ludzkiej przedstawić w ujęciu realnym, gdyż umożliwia to bardziej obiektywną ocenę produktywności.

Jakkolwiek ocena produktywności czynników wytwórczych ma indywidualny charakter to jednak analiza tego zjawiska w skali całego sektora górnictwa węglowego może wskazywać na istotne tendencje w zakresie wykorzystania tych czynników. Trudna sytuacja ekonomiczna w jakiej znajduje się górnictwo węgla kamiennego wskazuje, że powinno ono w szerszym stopniu wykorzystywać analizę ekonomiczną w zakresie pogłębienia metod badania wykorzystania czynników produkcji w powiązaniu z analizą wyników produkcyjnych i finansowych. Może się to w znacznym stopniu przyczynić do poprawy wykorzystania rezerw tkwiących w aktywach zakładów górniczych, a szczególnie w zakresie takich czynników wytwórczych jak produkcyjne środki trwałe.

*Praca naukowa dofinansowana przez MNiSW – praca statutowa: 11.11.100.693.*

## Literatura – References

1. Chmiel J.: Analiza procesów produkcyjnych za pomocą funkcji produkcji typu Cobba-Douglasa. PWN. Warszawa, 1983
2. Dziechciarz J. (red.): Ekonometria. Metody, przykłady, zadania. Wyd. Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego, Wrocław, 2002
3. Franik T.: Produktywność górnictwa węgla kamiennego w okresie reformowania na tle przemian w sekcji górnictwo i kopalnictwo. Wyd. IGSMiE PAN. Gosp. Sur. Miner., 21/3. Kraków, 2005
4. Franik T.: Analiza produktywności branży górnictwa węgla kamiennego w Polsce z wykorzystaniem funkcji produkcji. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Tom 23 – Zeszyt 1. Wydawnictwo IGSMiE PAN. Kraków 2007
5. Kosieradzka A., Lis S.: Programowanie poprawy produktywności. PWE. Warszawa, 1998
6. Roczniki Statystyczne Rzeczypospolitej Polskiej. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa, 2001–2015

### *Change of Participation of Basic Factors Production in the Value of the Sold Production of Coal Mining*

*The article includes the comparative analysis of degree of utilization of the basic factors of production polish hard coal mining (effort of human labor and capital) in the 2005–2014 to the 1995–2004 (when the restructuring was carried out). The measure of the effect of activity is the value of the sold production of mining industry. In the article also identified the movement of the productivity indicators factors of production. In this paper the approximation of the structural parameters production function for assumed power series models this function was done. This models can be used to evaluate changes of degree of utilization of the basic factors in polish coal mining.*

*Keywords: mining and quarrying, factors of production, the productiveness, function of production*