

Katarzyna Uramek*

KAPITAŁ LUDZKI A WZROST GOSPODARCZY

1. WPROWADZENIE

Celem opracowania jest ekonometryczna analiza wpływu kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy. W literaturze przedmiotu sugeruje się istnienie znaczącego oddziaływania kapitału ludzkiego na kształtowanie się dynamiki wzrostu gospodarczego. Najczęściej spotyka się dwa sposoby takiego oddziaływania. Pierwszy, na gruncie neoklasycznej teorii wzrostu, traktuje kapitał ludzki jako argument funkcji produkcji, którego akumulacja pozytywnie wpływa na położenie ścieżki wzrostu gospodarczego. Natomiast drugi, oparty na założeniach nowej teorii wzrostu, traktuje kapitał ludzki jako ważny element wpływający na powstawanie innowacji oraz lepsze przyswajanie nowych technologii.

W opracowaniu zaprezentowana jest próba statystycznego określenia wpływu kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy na gruncie neoklasycznej teorii wzrostu. Najpierw przeprowadzona została kwantyfikacja zasobu kapitału ludzkiego za pomocą syntetycznych mierników a następnie wyniki szacunku kapitału ludzkiego zastosowano do estymacji równania regresji opartego na modelu Mankiwa-Romera-Weila.

2. MIARY KAPITAŁU LUDZKIEGO¹

W literaturze przedmiotu można spotkać się z alternatywnymi sposobami mierzenia kapitału ludzkiego. Najczęściej stosowane mierniki odnoszą się do poziomu edukacji społeczeństwa: odsetek populacji z umiejętnością czytania i pisania (np. P. Romer, 1990; Azariadis i Drazen, 1990) oraz współczynnik

* Mgr.

¹ Punkt 2 tego opracowania jest streszczeniem opisu miar kapitału ludzkiego i syntetycznych mierników, który został przygotowany na Konferencję *Wzrost gospodarczy, restrukturyzacja i bezrobocie w Polsce* organizowaną przez Instytut Ekonomii Uniwersytetu Łódzkiego w czerwcu 2005 roku.

skolaryzacji na odpowiedni poziom edukacji (np. Barro, 1991; Mankiw, Romer i Weil, 1992; Levine i Renelt, 1992). Często wykorzystywanym miernikiem zasobu kapitału ludzkiego stały się osiągnięcia edukacyjne populacji, które wyznacza się przy użyciu dwóch wskaźników: średniej liczby lat uczęszczania do szkoły (np. Lau et al., 1991; Nehru et al., 1995; Kyriacou, 1991) oraz najwyższego ukończonego poziomu edukacyjnego (Barro, 1997; Barro, 1999; Barro i Lee, 1993; Barro i Lee, 2000).

Inny sposób mierzenia kapitału ludzkiego dotyczy wydatków na cele edukacyjne (Barro i Sala-i-Martin, 1995) w pojęciu inwestycji. Liberda i Tokarski (Liberda i Tokarski, 2004) do analizy wpływu kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy w krajach OECD przyjęli udział nakładów na edukację w PKB jako stopy inwestycji w kapitał ludzki.

Duża liczba stosowanych miar może być sygnałem, że nie ma jednego miernika, który wyczerpująco opisuje zasób kapitału ludzkiego. W literaturze niejednokrotnie podejmowano się analizy kapitału ludzkiego poprzez badanie kilku charakteryzujących go zmiennych.

Welfe w badaniach dotyczących wzrostu gospodarczego (np. Welfe, 2000; Welfe et al., 2001) używa jako miary kapitału ludzkiego ważoną sumę pracujących, w której wagami są:

- relacje lat kształcenia względem podstawowego,
- relacje wynagrodzeń przeciętnych uzależnione od poziomu wykształcenia.

Gabryjelska i Gadomski (Gabryjelska i Gadomski, 2004) do analizy zjawiska konwergencji kapitału ludzkiego w krajach OECD użyli następujących wskaźników:

- współczynnik skolaryzacji dla szkół podstawowych,
- współczynnik skolaryzacji dla szkół ponadpodstawowych,
- współczynnik skolaryzacji dla szkół wyższych,
- oczekiwana długość życia w momencie narodzin.

Wybór zmiennych do opisu kapitału ludzkiego, który zostanie wykorzystany w tym opracowaniu, opiera się na dwóch przesłankach (por. Barro i Sala-i-Martin, 1995). Pierwsza dotyczy obserwacji, iż zasób kapitału ludzkiego ma ścisły związek z poziomem edukacji. Proponuje się zatem zmienne określające poziom wykształcenia społeczeństwa oraz nakłady na edukację. Druga przesłanka dotyczy idei, iż kapitał ludzki ściśle związany jest z człowiekiem. Implikuje to, że powinny być też uwzględnione zmienne dotyczące ochrony zdrowia. Zatem w niniejszym opracowaniu proponuje się rozważenie pięciu zmiennych określających zasób kapitału ludzkiego.

Oto one:

1. suma nakładów inwestycyjnych na edukację,
2. odsetek populacji w wieku 25-64 z wykształceniem średnim,
3. odsetek populacji w wieku 25-64 z wykształceniem wyższym,
4. liczba zgonów niemowląt na 1000 żywych urodzeń,

5. suma nakładów inwestycyjnych na opiekę zdrowotną.

Kwantyfikacja zasobu kapitału ludzkiego z wykorzystaniem wyżej wymienionych pięciu zmiennych przeprowadzona została przy użyciu tzw. taksonomicznych mierników rozwoju. Są to zmienne syntetyczne, które zastępują opis obiektów badania przy użyciu zbioru cech diagnostycznych opisem za pomocą jednej agregatywnej wielkości. Niewątpliwą zaletą tej metody jest łatwa porównywalność obiektów, ze względu na liniowe uporządkowanie danego zbioru obiektów, oraz prostota natury rachunkowej. Wskazana jest w szczególności przy analizie licznych zbiorów obiektów, gdzie klasyczne metody taksonomiczne przysparzają wiele trudności.

Punktem wyjścia do skonstruowania taksonomicznego miernika rozwoju jest macierz:

$$X^t = [x'_{ik}]_{N \times K} \quad (1)$$

$\{x'_{ik}\}$ - oznacza realizację k -tej cechy diagnostycznej w i -tym obiekcie w czasie t ,
 $k \in \{1, 2, \dots, K\}$ - oznacza zbiór indeksów dla cech diagnostycznych,
 $i \in \{1, 2, \dots, N\}$ - oznacza zbiór indeksów dla obiektów,
 $t \in \{1, 2, \dots, T\}$ - oznacza zbiór indeksów dla jednostek obserwacji.

Syntetyczny miernik rozwoju Z^t jest funkcją

$$Z^t = f(X^t) \quad (2)$$

która przekształca macierz obserwacji X^t w wektor $z^t = \begin{bmatrix} z'_1 \\ z'_2 \\ \vdots \\ z'_N \end{bmatrix}$.

Element z'_i oznacza taksonomiczny miernik rozwoju i -tego obiektu w czasie t .

Z uwagi na fakt, że cechy diagnostyczne mogą różnie wpływać na badane zjawisko, rozróżnia się tzw. zmienne stymulanty (S) i zmienne destymulanty (D)². Stymulantami są te cechy diagnostyczne, których większe wartości świadczą o wyższym poziomie rozwoju obiektu badania. Natomiast jeśli niższe wartości cechy świadczą o wyższym poziomie rozwoju obiektu badania, to takie cechy nazywamy destymulantami.

W poniższych analizach klasyfikacyjnych zostały wykorzystane trzy mierniki rozwoju gospodarczego: miernik Strahl, miernik Cieślak oraz miernik HDI (*Human Development Index*) (por. Cieślak, 1974; Strahl, 1978; Strahl, 1998).

² Czasami w badaniach taksonomicznych wyróżnia się tzw. zmienne nominanty. Są to takie wielkości, dla których za najbardziej korzystną sytuację przyjmuje się pewną ustaloną wartość.

W mierniku Strahl buduje się tzw. obiekt wzorcowy, do którego porównywane są analizowane obiekty. Natomiast w mierniku HDI i Cieślak nie buduje się obiektu wzorcowego, a porównywanie odbywa się pomiędzy analizowanymi obiektami. Ponadto rozważane mierniki zostały zmodyfikowane w taki sposób, aby umożliwić dynamiczną porównywalność wyników (por. Nowak, 1990; Zeliaś, 2000).

• **Miernik Strahl:**

Koncepcja miernika Strahl opiera się na budowie obiektu – wzorca, na podstawie którego ustala się porządek pozostałych obiektów badania. Postępowanie w wyznaczaniu miernika Strahl odbywa się w następujących etapach:

Etap 1. Budowa obiektu – wzorca:

Niech P_0 oznacza obiekt – wzorec, a $[x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0K}]$ wartości jego cech. Wówczas:

$$x_{0k} = \begin{cases} \max_t \max_i \{x'_{ik}\} & k \in S \\ \min_t \min_i \{x'_{ik}\} & k \in D \end{cases} \quad (3)$$

Etap 2. Normalizacja cech diagnostycznych:

$$z'_{ik} = \begin{cases} \frac{x'_{ik}}{\max_t \max_i \{x'_{ik}\}} & k \in S \\ \frac{\min_t \min_i \{x'_{ik}\}}{x'_{ik}} & k \in D \end{cases} \quad z'_{ik} \in [0,1] \quad (4)$$

przy czym $x'_{ik} \neq 0$.

Im bliższa jedności będzie wartość cechy, tym bliżej dany obiekt znajduje się wzorca.

Etap 3. Budowa syntetycznego miernika:

Niech z'_{it} - oznacza unormowany syntetyczny miernik i -tego obiektu w czasie t . Wówczas jego postać wyraża się wzorem:

$$z'_{it} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K z'_{ik} \quad z'_{it} \in [0,1] \quad (5)$$

Główne zalety miernika Strahl to: dopuszczalność istnienia stymulant i destymulant, prostota rachunkowa, łatwa interpretacja ekonomiczna w badaniach dynamicznych. Z tych powodów miernik Strahl jest szeroko wykorzystywanym miernikiem do analizy zjawisk społeczno-gospodarczych.

• Miernik Cieślak:

Cieślak uważana jest za inicjatorkę statystycznych badań porównawczych obiektów wielocechowych za pomocą taksonomicznych mierników rozwoju w ujęciu dynamicznym. W mierniku Cieślak zakłada się występowanie tylko cech stymulant. Proponuje się zatem zamianę cech destymulant na stymulanty na podstawie następującego przekształcenia:

$$x'_{ik} \in D \Rightarrow \frac{1}{x'_{ik}} \in S \quad x'_{ik} \neq 0 \quad (6)$$

Poniżej opisane etapy przedstawiają sposób konstrukcji miernika Cieślak.

Etap 1. Normalizacja cech diagnostycznych:

$$z'_{ik} = \frac{x'_{ik}}{s_k} \quad (7)$$

$s_k = \left[\frac{1}{TN} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N (x'_{ik} - \bar{x}_k)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$ - oznacza odchylenie standardowe k -tej cechy

diagnostycznej, gdy $\bar{x}_k = \frac{1}{TN} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N x'_{ik}$ - to średnia arytmetyczna i -tej cechy diagnostycznej.

Etap 2. Budowa syntetycznego miernika:

Absolutny miernik rozwoju Cieślak oblicza się na podstawie wzoru:

$$z'_{it} = \sum_{k=1}^K z'_{ik} \quad (8)$$

• Miernik HDI

Początkowo wskaźnik rozwoju społecznego HDI stosowany był w badaniach prowadzonych przez UNDP (*United Nations Development Programme*). Celem zastosowania HDI przez UNDP było podkreślenie znaczenia danych pozaekonomicznych przy ocenie zrównoważonego poziomu rozwoju poszczególnych krajów.

HDI zostało zdefiniowane przez UNDP jako syntetyczna miara oparta o średnią wskaźników obejmujących trzy podstawowe sfery życia:

- zdrowia (oceniana poprzez wskaźnik przeciętnej długości życia),
- edukacji (wskaźnik alfabetyzmu, tj. umiejętności pisanie i czytania ze zrozumieniem i wskaźnik skolaryzacji),
- dochodu (PKB *per capita*).

Obecnie wykorzystanie miernika HDI cieszy się dużą popularnością i uznaniem w międzynarodowych badaniach porównawczych rozwoju

społeczno-gospodarczego. Poniżej zostały przedstawione dwa etapy konstruowania wskaźnika HDI³:

Etap 1. Normalizacja cech diagnostycznych:

$$z'_{ik} = \frac{x'_{ik} - \min_i \min_i \{x'_{ik}\}}{\max_i \max_i \{x'_{ik}\} - \min_i \min_i \{x'_{ik}\}} \quad z'_{ik} \in [0,1] \quad (9)$$

Etap 2. Budowa syntetycznego miernika:

$$z'_{it} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K z'_{ik} \quad z'_{it} \in [0,1] \quad (10)$$

Interpretacja ekonomiczna otrzymanych wyników dla każdego z mierników jest następująca: im większa wartość syntetycznego miernika, tym dany obiekt charakteryzuje się wyższym poziomem badanej cechy diagnostycznej.

Na podstawie syntetycznych mierników taksonomicznych analizie zostało poddanych pięć wyżej wymienionych cech diagnostycznych opisujących zasób kapitału ludzkiego. Z uwagi na dynamiczny charakter badań wymagany był taki przedział czasowy, w którym były dostępne dane statystyczne ze wszystkich realizacji cech diagnostycznych w rozważanych obiektach.

Ostatecznie badaniu zostały poddane 22 kraje OECD: Australia, Austria, Belgia, Dania, Finlandia, Francja, Grecja, Hiszpania, Holandia, Irlandia, Islandia, Japonia, Kanada, Norwegia, Nowa Zelandia, Polska, Portugalia, Szwecja, Szwajcaria, USA, Wielka Brytania i Włochy. Pominięcie badaniem pozostałych krajów OECD podyktowane było głównie niedostępnością danych statystycznych cech diagnostycznych lub ich wątpliwą jakością. W przypadku braku danych w rozważanych krajach dla jednego z punktów czasowych dokonano uzupełnień w oparciu o informację z lat sąsiednich. Analizą objęto obserwacje z lat 1991-2002.

Sposób zdefiniowania sumy nakładów inwestycyjnych na edukację oparty był na propozycji Zienkowskiego (por. Zienkowski, Żółkiewski, 2002; Żółkiewski, 2003) znanej pod nazwą **nakładów na przyszły rozwój**. Autorka zakłada, że nakłady ponoszone na edukację mają charakter inwestycji zwiększających zasób kapitału ludzkiego. Oznacza to, że nakłady na przyszły rozwój są sumą wolumenu nakładów inwestycyjnych z okresów przeszłych pomniejszonych o ich zużycie.

Sposób obliczania zasobu kapitału ludzkiego jako sumy nakładów inwestycyjnych można obliczyć na podstawie równania rekurencyjnego (*perpetual inventory method*) postaci:

³ W mierniku HDI, podobnie jak w mierniku Cieślak, zakłada się występowanie tylko takich cech diagnostycznych, które są stymulantami.

$$H_t = (1 - \delta)H_{t-1} + I_t \quad \delta \in (0,1) \quad (11)$$

t - oznacza jednostkę czasu ($t > 0$),

H_t - oznacza zasób kapitału ludzkiego w czasie t ,

I_t - nakłady inwestycyjne w kapitał ludzki w czasie t ,

δ - stopa deprecjacji kapitału ludzkiego.

Rozwiązując równanie rekurencyjne (11), przy założeniu $H_0 = I_0$ ($H_0, I_0 > 0$), otrzymujemy wzór pozwalający bezpośrednio obliczyć zasób kapitału ludzkiego:

$$H_n = \sum_{t=0}^n I_t (1 - \delta)^{n-t} \quad (12)$$

Wzór (12) oznacza, że zasób kapitału ludzkiego jest sumą nakładów inwestycyjnych w poprzednich okresach pomniejszonych o stopę deprecjacji tego kapitału.

Problemem związanym ze wzorem (12) jest określenie wartości początkowej zasobu kapitału ludzkiego. Gdy wielkość ta nie jest znana, przyjmuje się zazwyczaj wartość I_0 . Jeśli n jest dostatecznie duże, to wielkość I_0 nie jest istotna (por. Barro i Sala-i-Martin, 1995, s.348; Domański, 1993, s.81).

Dodatkowo, aby umożliwić porównywalność wyników pomiędzy krajami, zasób kapitału ludzkiego został przedstawiony w relacji z PKB, co oznacza, że:

$$H_n = \frac{H_n}{PKB_n} \quad (13)$$

W celu wyznaczenia nakładów inwestycyjnych na opiekę zdrowotną wykorzystano te same równości co dla nakładów na edukację.

Suma nakładów inwestycyjnych na edukację obejmuje tylko wydatki publiczne. Natomiast suma nakładów inwestycyjnych na opiekę zdrowotną obejmuje zarówno wydatki publiczne jak i prywatne.

Aby zmniejszyć oddziaływanie wielkości początkowej I_0 , zasób kapitału ludzkiego H_n ze wzoru (12) został wyliczony dla lat 1985-2002, przy czym do analizy mierników zostały uwzględnione tylko lata 1991-2002. Przyjęto, że stopa deprecjacji kapitału ludzkiego kształtuje się na poziomie $\delta = 0,05$.

Poziom wykształcenia rozpatrywanej populacji jest zgodny z Międzynarodową Standardową Klasyfikacją Kształcenia (*International Standard Classification of Education- ISCED*).

Poniżej przedstawione zostały źródła zbioru danych niezbędnych dla wyznaczenia poszczególnych cech diagnostycznych:

Suma nakładów inwestycyjnych na edukację:

- *World Development Indicators on-line* (<http://devdata.worldbank.org/>)
- Opracowania *Education at a Glance 2000 - 2005*

Odsetek populacji w wieku 25-64 z wykształceniem średnim i wyższym:

- *OECD Health Data 2003 3rd Edition, version 10/03/2003*
- *Opracowania Education at a Glance 2000 - 2005*

Suma nakładów inwestycyjnych na opiekę zdrowotną i liczba zgonów niemowląt na 1000 żywych urodzeń:

- *OECD Health Data 2003 3rd Edition, version 10/03/2003*
- *Opracowanie Health at a Glance 2004*

PKB:

- *OECD Statistical Compendium 2002-2*

Można również dokonać podziału analizowanych krajów na 4 grupy zgodnie z następującą zasadą (por. Nowak, 1990, s.92-93):

$$\begin{aligned}
 \text{Grupa 1:} & \quad z'_{it} \geq \bar{z} + s_z \\
 \text{Grupa 2:} & \quad \bar{z} + s_z > z'_{it} \geq \bar{z} \\
 \text{Grupa 3:} & \quad \bar{z} > z'_{it} \geq \bar{z} - s_z \\
 \text{Grupa 4:} & \quad z'_{it} < \bar{z} - s_z
 \end{aligned} \tag{14}$$

\bar{z} - oznacza średnią arytmetyczną wyników z'_{it} ,

s_z - oznacza odchylenie standardowe wyników z'_{it} .

Kraje, które znajdują się w pierwszej grupie będą charakteryzowały się najwyższym poziomem zasobu kapitału ludzkiego, podczas gdy kraje przynależące do grupy czwartej najniższym poziomem zasobu kapitału ludzkiego.

Na podstawie wyników badania można stwierdzić, że:

- Z przeprowadzonych badań wynika, że rezultaty rankingu są zbliżone ze względu na zastosowany miernik. Nie są jednak identyczne.
- Zdecydowanym liderem ze względu na poziom kapitału ludzkiego przy użyciu miernika Cieślak są Stany Zjednoczone, które znajdują się na pierwszym miejscu w ciągu całego analizowanego okresu. Dla pozostałych mierników nie ma lidera w całym okresie, choć od 1997 roku jest nim Szwecja.
- Krajem o najniższej pozycji w rankingach jest Portugalia, która we wszystkich miernikach w ciągu całego analizowanego okresu znajduje się na ostatnim miejscu.
- W pierwszej grupie typologicznej znalazły się: Kanada, Norwegia, Szwecja, USA i Szwajcaria.
- Kraje charakteryzujące się najniższym zasobem kapitału ludzkiego to: Włochy, Hiszpania, Polska, Grecja i Portugalia. Od 1998 dołączyła do tej grupy Irlandia.

3. EKONOMETRYCZNA ANALIZA WPŁYWU WSKAŹNIKÓW KAPITAŁU LUDZKIEGO NA WZROST GOSPODARCZY

Celem tej części opracowania jest próba statystycznego określenia wpływu zasobu kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy na podstawie równania⁴:

$$\ln y_{it} = \alpha_0 + (1 - \beta_0) \ln y_{i,t-1} + \sum_{j=1} \theta_j X_{it}^j + \eta_i + u_{it} \quad (15)$$

α_0 - wyraz wolny,

$\beta_0 = 1 - e^{-\psi t}$ - parametr określający występowanie konwergencji warunkowej,

$$\left. \begin{aligned} \theta_1 &= (1 - e^{-\psi t}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \\ \theta_2 &= (1 - e^{-\psi t}) \frac{\beta}{1 - \alpha} \\ \theta_3 &= -(1 - e^{-\psi t}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \end{aligned} \right\} \text{- parametry modelu,}$$

$$\left. \begin{aligned} X_{it}^1 &= \ln(s_k)_{it} \\ X_{it}^2 &= \ln h_{it}^* \\ X_{it}^3 &= \ln(n_{it} + g + \delta) \end{aligned} \right\} \text{- zmienne objaśniające modelu,}$$

$\eta_i = (1 - e^{-\psi t}) \ln A(0)$ - efekty indywidualne,

u_{it} - losowy składnik zakłócający zawierający również efekty okresowe związane z działaniem postępu technicznego gt ,

y_{it} - wielkość produktu *per capita* *i*-tego kraju w czasie *t*,

X_{it}^j - macierz zmiennych objaśniających modelu, na którą składają się:

$(s_k)_{it}$ - stopa inwestycji w kapitał rzeczowy *i*-tego kraju w czasie *t*,

h_{it}^* - zasób kapitału ludzkiego w stanie długookresowej równowagi,

n_{it} - stopa wzrostu populacji,

$g + \delta$ - suma stóp wzrostu wiedzy i deprecjacji obu kapitałów.

Na podstawie równania (15) przeprowadzona została empiryczna próba określenia wpływu zasobu kapitału ludzkiego na kształtowanie się stopy wzrostu gospodarczego dla 22 krajów z grupy OECD. Badanie objęło lata 1991-2002, przy czym analiza opierała się na okresach trzyletnich (lata 1991-1993, 1994-1996, 1997-1999 i 2000-2002). Utworzenie trzyletnich przedziałów do analizy

⁴ Zależność (15) została wyprowadzona na podstawie równania opartego na modelu Mankiwa-Romera-Weila.

empirycznej podyktowane jest próbą zmniejszenia efektów popytowych zmian PKB (wynikających np. z działania cyklu koniunkturalnego).

Dane dotyczące PKB *per capita*, nakładów inwestycyjnych w kapitał rzeczowy oraz stopa wzrostu populacji pochodzą z *World Development Indicators – World Bank* (<http://devdata.worldbank.org/>). Dodatkowo przyjęto, że $g + \delta = 0,05$.

W tabeli 1 znajduje się szczegółowy opis zmiennych modelu.

Tabela 1

Charakterystyka zmiennych estymowanego modelu dla lat 1991-2002:

Nazwa	Opis	Średnia	Odchylenie standardowe	Wartość minimalna	Wartość maksymalna
y	PKB <i>per capita</i> , PPP, ceny stałe z 2000 r., w dolarach	23452,01	5531,02	7037,51	35652,97
s_k	Stopa inwestycji w kapitał rzeczowy (% PKB)	20,712	3,059	15,490	31,830
n	Stopa wzrostu populacji (%)	0,574	0,409	-1,030	1,670
h^S	Zasób kapitału ludzkiego-miernik Strahl	0,497	0,118	0,184	0,739
h^H	Zasób kapitału ludzkiego-miernik HDI	0,431	0,133	0,078	0,706
h^C	Zasób kapitału ludzkiego-miernik Cieślak	11,730	2,964	4,246	18,363

Źródło: Obliczenia własne.

Parametry równania (15) zostały wyestymowane z zastosowaniem zasobów kapitału ludzkiego wyznaczonych na podstawie taksonomicznych mierników: Strahl, HDI oraz Cieślak.

Do estymacji parametrów strukturalnych modelu (15) wykorzystano pięć ekonometrycznych metod: najmniejszych kwadratów, dla modelu efektów stałych, dla modelu efektów zmiennych i metody momentów zaproponowane przez Arellano i Bonda (Arellano i Bond, 1991) oraz Blundella i Bonda

(Blundell i Bond, 1998). Wszystkie obliczenia zostały wykonane z wykorzystaniem programu *StataSE 8.0*. W przypadku obliczeń metodami momentów zastosowano w tym programie moduł *xtabond2*.

Wyniki estymacji prezentują tabele 2-4.

Tabela 2

Wyniki estymacji modelu dla miernika Strahl

Metoda estymacji	MNK ¹	FE ²	RE ³	UMM AB ⁴	UMM SYS ⁵
Zmiennie objaśniające:	Zmienna objaśniana: $\ln y_{it}$				
$\ln y_{i,t-1}$	0,9241 (0,0324) [28,54]	0,8795 (0,0508) [17,33]	0,9037 (0,0379) [23,81]	0,8283 (0,0476) [17,41]	0,8878 (0,0139) [64,07]
$\ln sk_{it}$	0,0424 (0,0454) [0,93]	0,3421 (0,0474) [7,21]	0,2472 (0,0410) [6,02]	0,2594 (0,0605) [4,29]	0,2029 (0,0227) [8,93]
$\ln h_{it}^S$	0,0099 (0,0391) [0,25]	0,0726 (0,0447) [1,62]	0,0780 (0,0400) [1,95]	0,1754 (0,0405) [4,32]	0,0380 (0,0139) [2,73]
$\ln(n_{it} + g + \delta)$	0,0103 (0,0063) [1,63]	0,0104 (0,0051) [2,04]	0,0092 (0,0052) [1,76]	0,0034 (0,0075) [0,45]	0,0071 (0,0021) [3,38]
const	0,7172 (0,3576) [2,01]	0,2987 (0,5085) [0,59]	0,3467 (0,4056) [0,85]	-	0,6146 (0,1395) [4,41]
Nieskorygowany R^2	0,9728	0,9618	0,9638	-	-
Skorygowany R^2	0,9710		-	-	-
Liczba obiektów	22	22	22	22	22
Liczba obserwacji	66	66	66	44	66
Liczba kolumn w macierzy Z	-	-	-	12	21
Test Hausmana	-	{1,000}		-	-
Test Hansena	-	-	-	{0,646}	{0,377}

Tabela 3

Wyniki estymacji modelu dla miernika HDI

Metoda estymacji	MNK ¹	FE ²	RE ³	UMM AB ⁴	UMM SYS ⁵
Zmienne objaśniające:	Zmienna objaśniana: $\ln y_{it}$				
$\ln y_{i,t-1}$	0,9209 (0,0324) [28,44]	0,8834 (0,0504) [17,55]	0,9032 (0,0377) [23,97]	0,8005 (0,0645) [12,42]	0,8912 (0,0275) [32,45]
$\ln sk_{it}$	0,0438 (0,0453) [0,97]	0,3405 (0,0480) [7,09]	0,2451 (0,0411) [5,97]	0,1826 (0,0874) [2,09]	0,2241 (0,0256) [8,75]
$\ln h_{it}^S$	0,0115 (0,0292) [0,39]	0,0507 (0,0330) [1,54]	0,0590 (0,0295) [2,00]	0,1761 (0,0524) [3,36]	0,0481 (0,0208) [2,31]
$\ln(n_{it} + g + \delta)$	0,0105 (0,0063) [1,66]	0,0103 (0,0051) [2,01]	0,0092 (0,0052) [1,78]	0,0075 (0,0060) [1,26]	0,0092 (0,0048) [1,93]
const	0,7492 (0,3562) [2,10]	0,2561 (0,5045) [0,51]	0,3538 (0,4028) [0,88]	-	0,5309 (0,3052) [1,74]
Nieskorygowany R^2	0,9728	0,9615	0,9641	-	-
Skorygowany R^2	0,9710	-	-	-	-
Liczba obiektów	22	22	22	22	22
Liczba obserwacji	66	66	66	44	66
Liczba kolumn w macierzy Z	-	-	-	10	18
Test Hausmana	-	{1,000}		-	
Test Hansena	-	-	-	{0,427}	{0,249}

Tabela 4

Wyniki estymacji modelu dla miernika Cieślak

Metoda estymacji	MNK ¹	FE ²	RE ³	UMM AB ⁴	UMM SYS ⁵
Zmienne objaśniające:	Zmienna objaśniana: $\ln y_{it}$				
$\ln y_{i,t-1}$	0,9272 (0,0316) [29,35]	0,8715 (0,0504) [17,30]	0,9015 (0,0377) [23,89]	0,8182 (0,0770) [10,62]	0,8774 (0,0187) [47,01]
$\ln sk_{it}$	0,0415 (0,0460) [0,90]	0,3449 (0,0463) [7,45]	0,2527 (0,0407) [6,20]	0,2925 (0,0761) [3,84]	0,2597 (0,0269) [9,65]
$\ln h_{it}^S$	0,0047 (0,0364) [0,13]	0,0814 (0,0429) [1,90]	0,0780 (0,0380) [2,05]	0,1782 (0,0659) [2,70]	0,0713 (0,0203) [3,51]
$\ln(n_{it} + g + \delta)$	0,0101 (0,0063) [1,62]	0,0106 (0,0050) [2,11]	0,0089 (0,0051) [1,74]	0,0088 (0,0062) [1,41]	0,0104 (0,0036) [2,86]
const	0,6715 (0,2898) [2,32]	0,1187 (0,4164) [0,28]	0,1050 (0,3190) [0,33]	-	0,3458 (0,1931) [1,79]
Nieskorygowany R^2	0,9728	0,9626	0,9704	-	-
Skorygowany R^2	0,9710	-	-	-	-
Liczba obiektów	22	22	22	22	22
Liczba obserwacji	66	66	66	44	66
Liczba kolumn w macierzy Z	-	-	-	10	18
Test Hausmana	-	{1,0000}		-	
Test Hansena	-	-	-	{0,357}	{0,169}

Oznaczenia metod estymacji są następujące:

¹ MNK- metoda najmniejszych kwadratów,

² FE- metoda efektów stałych,

³ RE- metoda efektów zmiennych,

⁴ UMM AB- uogólniona metoda momentów (metoda Arellano i Bonda),

⁵ UMM SYS- uogólniona metoda momentów (metoda Blundella i Bonda).

W nawiasach (...) podano błąd standardowy ocen parametrów modelu, w [...] - statystykę t-Studenta, a w {...} - wartość p. W przypadku uogólnionej metody momentów wyniki podane są w drugim kroku estymacji.

Wnioski wynikające z powyższych estymacji są następujące:

1. Dokładność oszacowań parametrów strukturalnych modelu zależy w znaczący sposób od doboru metody ekonometrycznej. Oprócz klasycznej metody najmniejszych kwadratów zastosowano między innymi metody dla modelu efektów stałych i efektów zmiennych. Test Hausmana rozwiązuje problem wyboru dokładniejszej metody estymacji pomiędzy dwiema ostatnimi. W każdym przypadku lepszą metodą okazała się metoda dla modelu efektów zmiennych.
2. Z rozważań teoretycznych (por. Bond et al., 2001) wynika, że oszacowania parametrów modelu Mankiwa-Romera-Weila z użyciem systemowego estymatora dają najdokładniejsze rezultaty w porównaniu z pozostałymi metodami. Dokładność oszacowań przez estymator systemowy w znaczący sposób zależy od liczby wykorzystanych instrumentów (por. tabele 2-4 tego opracowania). Oznacza to, że analizy teoretyczne wskazują na większą efektywność metody Blundella i Bonda w porównaniu z metodą Arellano i Bonda. Implikacje teoretyczne dotyczące dokładności oszacowań parametrów modelu znajdują również odzwierciedlenie w powyższej analizie statystycznej.
3. Z przedstawionych oszacowań wynika, że wielkość współczynnika przy kapitale ludzkim wyznaczona przy użyciu estymatora systemowego (bez względu na wykorzystany miernik) znajduje się pomiędzy wartością tego współczynnika wyznaczoną metodą najmniejszych kwadratów a metodą dla modelu efektów stałych. Oznacza to, że dla współczynnika przy kapitale ludzkim metoda najmniejszych kwadratów niedoszacowuje jego wartość, natomiast metoda dla modelu efektów stałych przeszacowuje go. Odwrotne wnioski wynikają z analizy ocen parametru autoregresyjnego modelu. Metoda najmniejszych kwadratów przeszacowuje jego wartość, podczas gdy metoda dla modelu efektów stałych niedoszacowuje tę wartość (por. Bond et al., 2001). Zatem wnioski Bonda znajdują potwierdzenie w prowadzonej analizie empirycznej dla wszystkich mierników. Uzasadnione jest zatem przypuszczenie, że estymator systemowy jest najdokładniejszy spośród metod rozważanych w tym opracowaniu. Z tego powodu dalsze analizy będą opierać się na wynikach otrzymanych z wykorzystaniem estymatora systemowego.
4. Z oszacowań równania Mankiwa-Romera-Weila z zastosowaniem miernika Strahl do wyznaczenia zasobu kapitału ludzkiego wynika, że wzrost zasobu kapitału ludzkiego o 1 punkt procentowy spowoduje wzrost stopy wzrostu PKB *per capita* o 0.04 punktu procentowego. Natomiast wzrost inwestycji w kapitał rzeczowy o 1 punkt procentowy spowoduje wzrost stopy PKB *per capita* średnio o 0.20 punktu procentowego. W przypadku modelu, w którym wykorzystano miernik HDI do wyznaczenia zasobu kapitału ludzkiego, wzrost zasobu kapitału ludzkiego o 1 punkt procentowy

spowoduje wzrost stopy wzrostu PKB *per capita* o 0.05 punktu procentowego. Natomiast podniesienie stopy inwestycji w kapitał rzeczowy o 1 punkt procentowy oznaczać będzie wzrost stopy wzrostu PKB *per capita* o 0.22 punktu procentowego. Dla modelu wykorzystującego zasób kapitału ludzkiego opartego na mierniku Cieślak wzrost zasobu kapitału ludzkiego o 1 punkt procentowy spowoduje wzrost stopy wzrostu PKB *per capita* o 0.07 punktu procentowego, podczas gdy taki sam wzrost stopy inwestycji w kapitał rzeczowy zaimplikuje wzrost stopy wzrostu PKB *per capita* o 0.26.

5. Z powyższych uwag wynika, że siła oddziaływania zasobu kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy jest zbliżona dla każdego miernika. Zbliżonymi wynikami ze względu na wykorzystany miernik charakteryzują się również współczynniki przy stopie inwestycji w kapitał rzeczowy. Choć należy zauważyć, że na zmianę stopy wzrostu PKB *per capita* największy wpływ ma zmiana zasobu kapitału ludzkiego opartego na mierniku Cieślak, a najmniejszy zmiana zasobu kapitału ludzkiego opartego na mierniku Strahl. Analogiczne wnioski są dla wpływu zmiany stopy inwestycji w kapitał rzeczowy na zmianę stopy wzrostu PKB *per capita*. W świetle tych wyników wydaje się również, że istnieje zdecydowanie silniejszy wpływ inwestycji w kapitał rzeczowy na stopę wzrostu gospodarczego w porównaniu z wpływem zasobu kapitału ludzkiego.

4. ANALIZA PORÓWNAWCZA OTRZYMANYCH WYNIKÓW Z INNYMI WYNIKAMI BADAŃ EMPIRYCZNYCH

Celem tej części opracowania jest porównanie wyników badań z punktu 3 z innymi wynikami badań empirycznych, które również zostały przeprowadzone w oparciu o model Mankiwa-Romera-Weila. W tabeli 5 znajduje się prezentacja ważniejszych wyników badań analizujących wpływ zasobu lub inwestycji w kapitał ludzki na dynamikę wzrostu gospodarczego.

Tabela 5

Wyniki niektórych estymacji współczynnika przy kapitale ludzkim w oparciu o model Mankiwa-Romera-Weila

Autor	Analizowany okres	Liczba krajów	Metoda estymacji	Zmienna objaśniana	Sposób definiowania kapitału ludzkiego	α	β
Mankiw, Romer, Weil [1992]	1960-1985 (okresy 5-letnie)	98 krajów-świat	MNK	$\ln PKB_{85}$	Procentowy udział populacji pracującej w szkolnictwie średnim w latach 1960-1985	0,501	0,223
		75 krajów-świat		-		0,458	0,231
		22 kraje-OECD		$\ln PKB_{60}$		0,350	0,233
Islam [1995]	1960-1985 (okresy 5-letnie)	79 krajów-świat	MNK -próba przekrojowa	$\ln PKB_{85}$	Średnia liczba lat w szkole w populacji (powyżej 25 roku życia)	0,686	0,236
			MNK-dane panelowe	$\ln PKB_{it}$		0,801	0,054
			FE- dane panelowe	$\ln PKB_{it}$		0,522	-0,199
	1960-1985 (okresy 5-letnie)	67 krajów - świat	MNK -próba przekrojowa	$\ln PKB_{85}$		0,691	0,134
			MNK- dane panelowe	$\ln PKB_{it}$		0,785	-0,008
			FE- dane panelowe	$\ln PKB_{it}$		0,495	-0,007
	1960-1985 (okresy 5-letnie)	22 kraje-OECD	MNK -próba przekrojowa	$\ln PKB_{85}$		0,542	0,106
			MNK- dane panelowe	$\ln PKB_{it}$		0,602	0,017
			FE- dane panelowe	$\ln PKB_{it}$		0,207	-0,045
Nonneman, Vanhoudt [1996]	1960-1985 (okresy 5-letnie)	22 kraje	MNK -próba przekrojowa	$\ln PKB_{85}$ - $\ln PKB_{60}$	Procentowy udział populacji pracującej w szkolnictwie średnim w latach 1960-1985	0,493	0,180

Tabela 5 – cd.

Wyniki niektórych estymacji współczynnika przy kapitale ludzkim w oparciu o model Mankiwa-Romera-Weila

Autor	Okres	Liczba krajów	Metoda estymacji	Zmienna objaśniana	Współczynnik skolaryzacji na poziomie średnim		
					α	β	
Bond, Hoeffler, Temple [2001]	1960-1985 (okresy 5-letnie)	97 krajów-świat	UMM AB	$\Delta \ln PKB_{it}$	MNK- dane panelowe	0,494	0,185
					FE- dane panelowe	0,329	-0,111
					UMM AB	0,419	-0,476
					UMM SYS	0,748	-0,072
Ciolek [2004]	1992-2000 (okresy roczne)	23 kraje-Europa	UMM SYS	$\ln PKB_{it}$	Wydatki publiczne na opiekę zdrowotną (per capita)	0,147	0,368
					Wydatki publiczne na edukację (per capita)	0,237	0,300
					Współczynnik skolaryzacji w szkole średniej	0,381	0,318
Liberda, Tokarski [2004]	1980-1998 (okresy 3-letnie)	29 krajów-OECD	FE- dane panelowe	$\Delta \ln PKB_{it}$	Udział nakładów na edukację w PKB	0,456	0,489
Wyniki z pkt. 3 tego opracowania	1991-2002 (okresy 3-letnie)	22 kraje-OECD	MNK- dane panelowe	$\ln PKB_{it}$	Miernik Strahl	0,3584	0,0837
					Miernik HDI	0,3564	0,0936
					Miernik Cieślak	0,3631	0,0411
Wyniki z pkt. 3 tego opracowania	1991-2002 (okresy 3-letnie)	22 kraje-OECD	FE- dane panelowe	$\ln PKB_{it}$	Miernik Strahl	0,7395	0,1569
					Miernik HDI	0,7449	0,1109
					Miernik Cieślak	0,7286	0,1719

Tabela 5 – cd.

**Wyniki niektórych estymacji współczynnika przy kapitale ludzkim
w oparciu o model Mankiwa-Romera-Weila**

Wyniki z pkt. 3 tego opracowania	1991-2002 (okresy 3-letnie)	22 kraje-OECD	RE- dane panelowe	$\ln PKB_{it}$	Miernik Strahl	0,7197	0,2271
					Miernik HDI	0,7169	0,1726
					Miernik Cieślak	0,7195	0,2221
Wyniki z pkt. 3 tego opracowania	1991-2002 (okresy 3-letnie)	22 kraje-OECD	UMM AB	$\ln PKB_{it}$	Miernik Strahl	0,6017	0,4069
					Miernik HDI	0,4779	0,4609
					Miernik Cieślak	0,6167	0,3757
Wyniki z pkt. 3 tego opracowania	1991-2002 (okresy 3-letnie)	22 kraje-OECD	UMM SYS	$\ln PKB_{it}$	Miernik Strahl	0,6439	0,1206
					Miernik HDI	0,6732	0,1445
					Miernik Cieślak	0,6793	0,1865

Źródło: Obliczenia własne

W celu dokonania porównania dla każdego z wyników badań obliczone zostały elastyczności produktu względem zasobu kapitału ludzkiego (β). Dodatkowo w tabeli 5 umieszczono wartości elastyczności produktu względem zasobu kapitału rzeczowego (α). Prezentacja współczynnika przy kapitale ludzkim nie jest zasadna w analizach porównawczych, gdyż w niektórych modelach kapitał ludzki traktowany jest jako zmienna zasobowa, podczas gdy w innych jako strumień. Cechą wspólną wszystkich zaprezentowanych badań w tabeli 5 jest zastosowanie do badań empirycznych neoklasycznej funkcji produkcji w modelu Mankiwa-Romera-Wiela. Różnice polegają na sposobie definiowania kapitału ludzkiego, doborze krajów i analizowanego okresu oraz na zastosowanej metodzie ekonometrycznej. Takie zróżnicowanie spowodowało duże rozbieżności w uzyskanych wartościach elastyczności produktu względem zasobu kapitału ludzkiego.

Z tabeli 5 wynikają następujące wnioski:

- Wyniki zaprezentowanych badań nie są jednoznaczne. Elastyczność produktu względem zasobu kapitału ludzkiego przyjmuje zarówno wartości ujemne, bliskie zeru jak i dodatnie. Ujemne wartości pojawiły się w analizach Islama [1995] oraz Bonda et al. [2001], wartości bliskie zeru u Islama [1995], podczas gdy w pozostałych analizach wartości są dodatnie.

- Najmniejsza wartość elastyczności produktu względem kapitału rzeczowego wynosi 0,147, największa 0,801. Dla elastyczności produktu względem kapitału ludzkiego najmniejsza wartość wynosi $-0,476$, największa 0,489. Zatem wyniki analiz w poszczególnych badaniach są bardzo niejednorodne.
- Porównując wyniki badań z punktu 3 tego opracowania z innymi wynikami badań można zauważyć, iż elastyczność produktu względem kapitału ludzkiego jest dodatnia, ale mniejsza (z wyjątkiem metody Arellano i Bonda) niż w przypadku wyników badań Ciołek [2004] oraz Liberdy i Tokarskiego [2004]. Wartość elastyczności produktu względem kapitału rzeczowego uzyskana w punkcie 3 jest wyższa niż wartości elastyczności pozostałych wyników badań (z wyjątkiem wartości u Islama [1995]).
- Porównując wyniki badań z punktu 3 tego opracowania z wynikami Mankiwa, Romera i Weila można zauważyć, że wyniki z punktu 3 niedoszacowują wartość elastyczności produktu względem kapitału ludzkiego w stosunku do wyników Mankiwa, Romera i Weila. Wyjątkiem są wyniki uzyskane metodą Arellano i Bonda, które przeszacowują tę wartość. Natomiast uzyskane w tym opracowaniu wartości elastyczności produktu względem kapitału rzeczowego są przeszacowane w stosunku do wartości uzyskanych przez Mankiwa, Romera i Weila.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- Rozważania teoretyczne na gruncie teorii neoklasycznej wskazują na dodatni i znaczący wpływ kapitału ludzkiego na stopę wzrostu gospodarczego. Wyniki nie są jednak już tak jednoznaczne w przypadku badań empirycznych. W literaturze przedmiotu na gruncie empirycznym spotyka się zarówno dodatni jak i ujemny wpływ kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy.
- Prowadzone analizy statystyczne miały na celu określenie wpływu zasobu kapitału ludzkiego wyznaczonego za pomocą taksonomicznych mierników na stopę wzrostu gospodarczego na gruncie neoklasycznych modeli wzrostu. Z tego powodu estymowane równanie opiera się na modelu Mankiwa-Romera-Weila.
- Istotną rolę w badaniach statystycznych odgrywa odpowiedni dobór metody ekonometrycznej do modelu. W przypadku równań regresji wzrostu dobre oszacowania parametrów strukturalnych modelu dają metody oparte na uogólnionej metodzie momentów. Zwiększenie liczby instrumentów w macierzy instrumentów powoduje większą dokładność oszacowania parametrów modelu.

- Z powyższych analiz statystycznych wynika, że wzrost zasobu kapitału ludzkiego oddziałuje istotnie statystycznie na stopę wzrostu gospodarczego, choć nie jest ono silne. Przeciętnie wzrost zasobu kapitału ludzkiego o 1 punkt procentowy powoduje wzrost stopy wzrostu PKB *per capita* o 0.05 punktu procentowego.

SUMMARY

In this article author quantify impact of human capital on economic growth. According to neoclassical growth theory one of the main determinant of economic growth is stock of human capital. Author measured stock of human capital using a synthetical taxonomic indicators: indicator of Strahl, Cieślak and HDI. Variables used in taxonomy survey were connected with health protection and educational dimension. Analyses covered 22 countries of the OECD in the period 1991-2001. Parameters of model were estimated using: Ordinary Least Squares, Fixed Effects Estimator, Random Effects Estimator and Generalized Methods of Moments.

BIBLIOGRAFIA

- Arellano M., Bond S. (1991), *Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equation*, "Review of Economic Studies", p. 277-297
- Azariadis C., Drazen A. (1990), *Threshold Externalities in Economic Development*, "Quarterly Journal of Economics", t. 105 (May), s. 501-526
- Barro R. J. (1991), *Economic Growth in a Cross Section of Countries*, "Quarterly Journal of Economics", t. 106, s. 407-443
- Barro R. J. (1997), *Determinants of Economic Growth: A Cross-Country Empirical Study*, Cambridge, Mass et al.: MIT Press
- Barro R. J. (1999), *Human capital and Growth in Cross-Country Regressions*, "Swedish Economic Policy Review", t. 6, s. 237-277
- Barro R. J., Lee J. W. (1993), *International Comparisons of Educational Attainment*, "Journal of Monetary Economics", t. 32, s. 363-394
- Barro R. J., Lee J. W. (2000), *International Data of Educational Attainment: Updates and Implications*, Center of International Development Working Paper 42
- Barro R. J., Sala-i-Martin X. (1995), *Economic Growth*, Mc Graw-Hill Inc., New York 1995
- Blundell R., Bond S. (1998), *Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Model*, "Econometric Review", 19(3), p. 321-340
- Bond S., Hoeffler H., Temple J. (2001), *GMM estimation of empirical growth model*, mimeo
- Cieślak M. (1974), *Taksonomiczna procedura programowania rozwoju gospodarczego i określania zapotrzebowania na kadry kwalifikowane*, „Przegląd Statystyczny”, t. XXI
- Domański S. R. (1993), *Kapitał ludzki i wzrost gospodarczy*, PWN, Warszawa

- Gabryjelska A., Gadomski P. (2004), *Kapitał ludzki w krajach OECD - konwergencja czy dywergencja?*, w Krajewski S., Kucharski L. (red.), 2004, *Wzrost gospodarczy, restrukturyzacja i rynek pracy w Polsce. Ujęcie teoretyczne i empiryczne*, Wydawnictwo UŁ, Łódź
- Jeong B. (2002), *Measurement of Human Capital input Across Countries: A Method Based on the Laborer's Income*, "Journal of Development Economics", t. 67, s. 333-349
- Kyriacou G. A. (1991), *Level and Growth Effects of Human Capital: A Cross-Country Study of the Convergence Hypothesis*, "Economic Research Reports", s. 19-26
- Lau L. J., Jamison D. T., Louat F. F. (1991), *Education and Productivity in Developing Countries: An Aggregate Production Function Approach*, World Bank PRE Working Paper Series 612
- Levine R. E., Renelt D. (1992), *A Sensivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions*, "American Economic Review", t. 82, s. 942-963
- Libarda B., Tokarski T. (2004), *Kapitał ludzki a wzrost gospodarczy w wybranych krajach OECD*, „Gospodarka Narodowa”, nr 3, s. 16-26
- Mankiw N., Romer D., Weil D. N. (1992), *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, "Quarterly Journal of Economics", t. 107 s. 407-437
- Matwiejew N. M. (1974), *Zadania z równań różniczkowych zwyczajnych*, PWN, Warszawa
- Nehru V., Swanson E., Dubey A. (1995), *A New Database on Human Capital Stock in Developing and Industrial Countries: Sources, Methodology and Results*, "Journal of Development Economics", t. 46, s. 379-401
- Nowak E. (1990), *Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych*, PWE, Warszawa
- Psacharopoulos G., Arriagada A. M. (1986), *The Educational Composition of the Labour Force: An International Comparison*, "International Labour Review", t. 125, s. 561-574,
- Romer D. (2000), *Makroekonomia dla zaawansowanych*, PWN, Warszawa
- Romer P. (1990), *Human Capital and Growth: Theory and Evidence*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, nr 32, s. 251-286
- Strahl D. (1978), *Propozycja konstrukcji miary syntetycznej*, „Przegląd Statystyczny”, t. XXV
- Strahl D. (1998), *Taksonomia struktur w badaniach regionalnych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław
- Tokarski T. (2001), *Determinanty wzrostu gospodarczego w warunkach stałych efektów skali*, Katedra Ekonomii Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź
- Welfe A. (1998), *Ekonometria*, PWE, Warszawa
- Welfe W., 2000, *Empiryczne modele wzrostu gospodarczego*, „Ekonomista”, s. 483-497,
- Welfe W., Sabanty L., Florczak W. (2001), *Szacunek kapitału ludzkiego*, „Wiadomości Statystyczne”, XLVI
- Zeliaś A. (red.) (2000), *Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu życia w Polsce w ujęciu dynamicznym*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków

Zienkowski L. (red.) (2003a), *Wiedza a wzrost gospodarczy*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa

Zienkowski L. (2003), *Gospodarka „oparta na wiedzy” – mit czy rzeczywistość?* w Zienkowski L. [2003a]

Zienkowski L., Żółkiewski Z. (2002), *Expenditures for Future Development (EFD) in Poland- the Role of Government and Enterprise Sectors*, referat przedstawiony na konferencji: 4th Triple Helix Conference, November 6th – 9th 2002, Copenhagen, Denmark – Lund, Sweden

Żółkiewski Z. (2003), *Nakłady na przyszły rozwój (NPR) w okresie transformacji* w Zienkowski L. [2003a]