

*dr Zbigniew Dokurno*<sup>1</sup>

Instytut Ekonomii, Katedra Ekonomii Ekologicznej  
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

## **Wybrane modele kapitału ludzkiego w warunkach gospodarki opartej na wiedzy w Polsce<sup>2</sup>**

*We are only valuable as your least skilled employee*

### WSTĘP

Celem artykułu jest przedstawienie przesłanek warunkujących proces tworzenia gospodarki opartej na wiedzy i akumulacji kapitału ludzkiego w Polsce, w kontekście modelowania tego typu gospodarki w naszym kraju. Ponieważ istotnym elementem tego procesu jest akumulacja kapitału ludzkiego, dlatego zaproponowano charakterystykę trzech najbardziej reprezentatywnych, deterministycznych modeli w tym obszarze jako narzędzie analizy problemu. Praca ma charakter teoretyczny, dlatego nie opiera się na bezpośrednich danych ilościowych w postaci szeregów czasowych, koncentrując się głównie na makroekonomicznych agregatach. Synteza wniosków wynikających z analizowanych modeli może stanowić podstawę do konstruowania modelu gospodarki wiedzy w Polsce opartej na akumulacji kapitału ludzkiego, niezbędnego w procesie tworzenia i wdrażania inteligentnych specjalizacji w gospodarce.

### PRZESŁANKI DLA GOSPODARKI OPARTEJ NA WIEDZY W POLSCE

Perspektywa teoretyczna nowej teorii wzrostu przewiduje, iż inwestycje w kapitał fizyczny mają większe oddziaływanie na wzrost produktywności, ani-

---

<sup>1</sup> Adres korespondencyjny: Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław, tel. +48 71 3680 930; e-mail: zbigniew.dokurno@ue.wroc.pl.

<sup>2</sup> Artykuł powstał dzięki badaniom przeprowadzonym ze środków NCN – MNiSW w ramach grantu pt.: *Stochastyczne i deterministyczne modelowanie kapitału ludzkiego we wroście gospodarczym opartym na wiedzy* nr 3861/B/H03/2011/40.

żeli wynikałoby to z tradycyjnej teorii wzrostu, co wynika z działania korzyści zewnętrznych towarzyszących tego typu inwestycjom.

Z kolei oddziaływanie kapitału ludzkiego w procesie gospodarczego rozwoju wynika z potencjału korzyści, jakie towarzyszą procesowi jego akumulacji, oddziałujących na makroekonomiczną produktywność i rozkład dochodów w długim okresie.

W przypadkach dotyczących wpływu obu czynników produkcji na wielkość produkcji, istotne znaczenie ma wpływ wiedzy. Nowa teoria wzrostu nawiązująca do neoklasycznej teorii wzrostu (modelu Solowa) przyjęła oddziaływanie wiedzy na wielkość produkcji poprzez zdefiniowanie trzech typów neutralności postępu technicznego, w ogólnie zdefiniowanej, następującej funkcji produkcji Solowa:

$$Y(t) = F(K(t), A(t), L(t)) \quad (1)$$

Model Solowa operuje następującymi zmiennymi: wielkością wytwarzanego produktu ( $Y$ ), kapitałem ( $K$ ), siłą roboczą ( $L$ ) oraz wiedzą (efektywnością, wydajnością pracy) ( $A$ ). Zmienne  $A$  i  $L$  wchodzi do funkcji produkcji w sposób multiplikatywny, co oznacza, iż iloczyn  $AL$  stanowi tzw. pracę efektywną, zaś postęp techniczny, który w takiej postaci znajduje swój wyraz określany jest mianem postępu zasilającego pracę, inaczej nazywanego w literaturze neutralnym w rozumieniu Harroda. Z kolei, jeśli wiedza występuje w modelu w postaci  $Y = F(AK, L)$  oznacza to, iż postęp techniczny zasila kapitał, będąc tym samym neutralnym w rozumieniu Solowa. Natomiast, jeśli wiedza występuje w modelu w następującej postaci  $Y = AF(K, L)$ , wówczas postęp techniczny jest neutralny w rozumieniu Hicksa [Romer, 2000, s. 26; Fiedor, 1986, s. 74–81].

Łączne współdziałanie kapitału fizycznego oraz kapitału ludzkiego w funkcji produkcji odwołuje się do koncepcji łącznej produktywności czynników produkcji (*total factor productivity* – TFP), bazującej na synergii obu czynników produkcji. Z uwagi na rezydualny charakter TFP zmiany w jej obrębie nie mają związku z typowymi zmianami postępu technicznego wynikającymi z tzw. reszty Solowa odwołującej się głównie do: jakości czynników produkcji, elastyczności wykorzystania zasobów, wykorzystania dostępnych możliwości, korzyści skali etc.

Dodatkowymi czynnikami, które decydują o wzroście TFP są: siła produkcyjna pracy, intensywność popytu, struktura kapitału, struktura instytucjonalna gospodarki oraz środowiskowe standardy.

Ponadto w warunkach gospodarki opartej na wiedzy (GOW) szczególne znaczenie w kształtowaniu TFP mają następujące elementy: stopień zaawansowania kapitału ludzkiego, umiejętności oraz wiedza ekspercka, akumulacja zaawansowanych metod zarządzania oraz know-how, innowacje organizacyjne, korzyści wynikające ze specjalizacji, wdrożenie nowych technologii, innowacje oraz rozwój w obrębie dotychczasowych technologii, intensyfikacja w ob-

szarze ICT. Kategoria TFP obejmuje tym samym endogeniczne zmiany postępu technicznego oraz inne czynniki charakterystyczne dla gospodarki opartej na wiedzy w postaci: dyfuzji wiedzy, restrukturyzacji, networkingu, nowych modeli biznesowych zwiększających efektywność funkcjonowania rynku oraz jego produktywność.

O ile przykładowo kapitał intelektualny może zostać włączony i stanowić rozszerzenie kapitału fizycznego w ramach kolejnej generacji fizycznych dóbr kapitałowych, o tyle istnieje wiele czynników niemierzalnych, które decydują o wzroście gospodarczym, a które możemy uznać w ramach kategorii TFP. Przykładem są wydatki edukacyjne, zwłaszcza na pierwszych poziomach kształcenia, które trudno bezpośrednio przełożyć na produktywność czynnika produkcji jakim jest praca, a które z kolei decydują o wzroście gospodarczym w ramach TFP [Elsadig, Geeta, 2013, s. 332–33].

#### JAKI MODEL GOSPODARKI OPARTEJ NA WIEDZY WYBRAĆ DLA POLSKI?

Państwa nordyckie (Dania, Finlandia, Islandia, Norwegia oraz Szwecja) zwróciły na siebie w ostatnich dekadach uwagę ze względu na status swoich gospodarek jako opartych na wiedzy [Castells, Himanen, 2002; Dahlman, Routti, Ylä-Anttila, 2006; Lundvall, 2002]. Kraje te wyspecjalizowały się w produkcji wiedzy, głównie poprzez intensywne inwestycje po stronie nakładów w obszarze B+R oraz edukacji. Efektem tych inwestycji jest stabilna, wysoka stopa wzrostu gospodarczego, niskie bezrobocie oraz struktura PKB oparta na dobrach o wysokiej akumulacji wartości dodanej. Ten niekwestionowany sukces w ramach nordyckiego modelu gospodarki opartej na wiedzy opierał się na zróżnicowanych strategiach przyjętych przez dwóch liderów: Finlandię oraz Danię [Ornston, 2012, s. 687–688]. Dania w swoich inwestycjach postawiła na rozwój systemu ustawicznej edukacji [Lundvall, 2002; Martin and Thelen, 2008], a więc na czynnik, który decyduje bezpośrednio o TFP. Z kolei fińskie inwestycje zostały ukierunkowane na intensyfikację obszarów wiedzy budujących konkurencyjność gospodarki [Maiväli, 2006; Ornston, 2006]. W rezultacie Finlandia przoduje w technologicznych innowacjach, cierpiąc wszakże na relatywnie wysokie bezrobocie w grupie państw nordyckich. Z kolei Dania dysponując kapitałem ludzkim walczy o zdobycie zaawansowanych technologii na skalę przemysłową. Finlandia postawiła na ukierunkowane badania, podczas gdy Dania skoncentrowała się na rozwoju przedsiębiorczości oraz na innowacjach spoza obszaru technologii.

Przedstawione dwa przykłady ilustrują działanie dwóch bliźniaczych współczesnych wzorców industrializacji opartej na wiedzy. Pierwszy z nich promuje

współpracę przemysłu z państwem w obszarze kapitałowo zaawansowanych technologii, drugi zaś koncentruje uwagę na współpracy przemysłu z podmiotami rynku pracy w nisko kapitałowych obszarach. Teoria neoklasyczna udowodniła iż substytucja w obszarze czynników produkcji zależy z jednej strony od ich produkcyjności krańcowej, z drugiej zaś od ich ceny, o której decydują m.in. łączne koszty pracy oraz oczekiwana stopa zwrotu z kapitału.

Czy doświadczenia Finlandii lub Danii mogą być adekwatne i pomocne na polskiej drodze do gospodarki opartej na wiedzy? Odpowiedź na to pytanie rozpoczniemy od krótkiego przypomnienia istoty GOW, w sprawie której dyskurs toczy się już od lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia. Koncepcja GOW odwołuje się do aktywności opartych na wykorzystaniu informacji, jej produkcji, transmisji oraz wykorzystaniu w celu wytwarzania dóbr i usług nazywanych produktami wiedzy. Wykorzystanie wiedzy w ramach GOW ma na celu wzrost efektywności procesów gospodarowania. Produkty wytwarzane w GOW charakteryzują się wysokimi kosztami badawczo-rozwojowymi oraz niskimi kosztami materiałowymi. Przykładem są efekty prac sektora ICT oraz przemysłu farmaceutycznego.

Próba odpowiedzi na pytanie dotyczące istoty produktów GOW wymaga sięgnięcia do teorii wartości będących w dorobku myśli ekonomicznej. Klasyczne teorie wartości odwoływały się do kosztów pracy, aby następnie uwzględnić wynagrodzenia wszystkich czynników produkcji biorących udział w procesie tworzenia wartości dodanej. Współcześnie, dzięki odkryciom psychologii coraz bardziej ekonomia zdaje sobie sprawę z faktu iż wartość jest kategorią psychologiczną, a jej wyrazem jest użyteczność oraz rzadkość, atrybuty podlegające ciągłej zmienności w czasie.

Odpowiadając zatem na pytanie dotyczące polskiego modelu GOW, przy jednoczesnym nawiązaniu do doświadczeń nordyckich, należałoby z jednej strony – mając na uwadze sukces modelu duńskiego – wskazać na te rodzaje kompetencji w odniesieniu do kapitału ludzkiego, które powinny stanowić trzon inwestycji publicznych na rynku pracy w obszarze tzw. kształcenia ustawicznego, z drugiej zaś strony – wykorzystując doświadczenia fińskie – dokonać przeglądu mocnych, sektorów polskiej gospodarki, zdolnych wskutek inwestycji B+R do budowania trwałych przewag konkurencyjnych. Pozytywnym przykładem działań nawiązujących do fińskiego modelu jest uruchomiony w 2015 r. **Program sektorowy NCBiR** mający na celu wyłonienie strategicznych sektorów polskiej gospodarki, w nawiązaniu do rządowego programu **Krajowych Inteligentnych Specjalizacji (KIS)** przyjętego w marcu 2015 r., obejmującego 19 obszarów o zaawansowanym potencjale B+R. Wykaz tych specjalizacji ujętych w ramach pięciu obszarów tematycznych, przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela1. Wykaz krajowych inteligentnych specjalizacji dla Polski w perspektywie do 2020 r.**

<b>Zdrowe społeczeństwo</b>
Kis 1. Technologie inżynierii medycznej, w tym biotechnologie medyczne
Kis 2. Diagnostyka i terapia chorób cywilizacyjnych oraz w medycynie spersonalizowanej
Kis 3. Wytwarzanie produktów leczniczych
<b>Biogospodarka rolno-spożywcza, leśno-drzewna i środowiskowa</b>
Kis 4. Innowacyjne technologie, procesy i produkty sektora rolno-spożywczego i leśno-drzewnego
Kis 5. Żywność wysokiej jakości
Kis 6. Biotechnologiczne procesy i produkty chemii specjalistycznej i inżynierii środowiska
<b>Zrównoważona energetyka</b>
Kis 7. Wysokosprawne, niskoemisyjne i zintegrowane układy wytwarzania, magazynowania, przesyłu i dystrybucji energii
Kis 8. Inteligentne i energooszczędne budownictwo
Kis 9. Rozwiązania transportowe przyjazne środowisku
<b>Surowce naturalne i gospodarka odpadami</b>
Kis 10. Nowoczesne technologie pozyskiwania, przetwórstwa i wykorzystywania surowców naturalnych oraz wytwarzanie ich substytutów
Kis 11. Minimalizacja wytwarzania odpadów, w tym niezdatnych do przetworzenia oraz wykorzystanie materiałowe i energetyczne odpadów (recykling i inne metody odzysku)
Kis 12. Innowacyjne technologie przetwarzania i odzyskiwania wody oraz zmniejszające jej zużycie
<b>Innowacyjne technologie i procesy przemysłowe (w ujęciu horyzontalnym)</b>
Kis 13. Wielofunkcyjne materiały i kompozyty o zaawansowanych właściwościach, w tym nanoprocesy i nanoprodukty
Kis 14. Sensory (w tym biosensory) i inteligentne sieci sensorowe
Kis 15. Inteligentne sieci i technologie geoinformacyjne
Kis 16. Elektronika oparta na polimerach przewodzących
Kis 17. Automatyzacja i robotyka procesów technologicznych
Kis 18. Optoelektroniczne systemy i materiały
Kis 19. Inteligentne technologie kreatywne

Źródło: <http://www.mg.gov.pl/node/23423> (dostęp: 21.05.2015 r.).

Przedstawiony Krajowy Program Inteligentnych Specjalizacji (KPIS) wskazuje na mocne strony polskiej gospodarki, dobrze rokujące z perspektywy współczesnych cywilizacyjnych wyzwań. Dlatego kolejnym ważnym krokiem na drodze do budowy GOW w Polsce było działanie NCBiR polegające na uruchomieniu w ramach funduszy przewidzianych w PO Inteligentny Rozwój dwóch konkursów dotyczących opracowania i przyjęcia programów sektorowych rozwijających polską gospodarkę w kierunku GOW. Wiosną 2015 r. NCBiR rozstrzygnęło pierwszy z dwóch konkursów, w ramach którego przyjęto do realizacji następujące studia wykonalności będące podstawą przyjęcia programu sektorowego w danym obszarze, co przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2. Wykaz przyjętych studiów wykonalności programów sektorowych dla Polski w perspektywie do 2020 r.**

Wnioskodawca	Sektor
Polska Platforma Technologiczna Systemów Bezzałogowych	InnoSBZ – systemy bezzałogowe
„PIOT” – Związek Pracodawców Przemysłu Odzieżowego i Tekstylnego	INNOTEXTILE – włókiennictwo
Polska Izba Przemysłu Chemicznego	INNOCHEM – chemiczny

Źródło: <http://www.ncbir.pl/programy-krajowe/programy-sektorowe/informacje-ogolne/art,3389,informacja-o-wynikach-oceny-merytorycznej-studiow-wykonalnosci-programow-sektorowych.html> (dostęp 10.06.2015).

Należy podkreślić, iż łączna alokacja środków publicznych na wdrożenie programów sektorowych została wstępnie przyjęta na poziomie około 3,2 mld zł. Przyjmując, iż każdy z tych programów wymaga dodatkowo środków własnych ze strony wnioskodawcy na poziomie ok. 50%, łączna wartość środków na realizację tego programu powinna wynieść ok. 6–7 mld złotych. Jest to kwota z jednej strony duża, zważywszy na wartość bezwzględną wsparcia w poszczególnych obszarach, jednak jeśli uwzględnimy potrzeby polskiej gospodarki w zakresie wzrostu wydatków na B+R w perspektywie 2020 do poziomu 2% PKB rocznie z obecnego poziomu ok. 0,7% PKB oznaczałoby to konieczność wydatkowania rocznie dodatkowych ok. 23 mld, a więc w perspektywie kolejnych sześciu lat należałoby skumulować kapitał inwestycyjny w obszarze B+R o wartości ok. 140–150 mld złotych. Tym samym potrzebne są praktycznie siedmiokrotnie większe nakłady, bez których dynamiczny rozwój polskiej gospodarki w kierunku GOW staje się praktycznie niemożliwy.

Makroekonomiczna teoria stwarza w odpowiedzi na ten problem dwa główne rozwiązania. Pierwsze oparte na podejściu w ramach szeroko ujętego nurtu keynesowskiego, w którym wiodącym podmiotem instytucjonalnym jest państwo przyjmujące na siebie obowiązki inwestora strategicznego finansującego swoje inwestycje ze wzrostu wpływów podatkowych lub kosztem redukcji innych wydatków budżetowych, zwłaszcza transferów. Efektywne działania państwa w tym zakresie mogą doprowadzić do pozytywnego przesunięcia krzywej możliwości produkcyjnych, zwiększając w kolejnych okresach zarówno poziom PKB jak również powodując korzystne zmiany strukturalne, gwarantujące wytwarzanie użytecznej wartości dodanej, na którą zgłaszany jest efektywny popyt na poziomie odpowiadającym popytowi potencjalnemu. Ryzyko towarzyszące takiemu wariantowi działań sprowadza się do odpowiedzi na pytanie, na ile państwo jest w stanie trafnie ocenić i przeprowadzić politykę inwestycyjną dostosowaną do potrzeb i oczekiwań rynku.

Z drugiej strony mamy podejście neoklasyczne oparte na założeniu giętkości płac i cen oraz na jak najmniejszej ingerencji państwa, czyli zakładające ograniczenie efektu wypychania inwestycji prywatnych przez publiczne, poprzez re-

dukcję podatków oraz wydatków budżetowych. Podejście to zakłada również efektywność działania rynków finansowych, które potencjalnie powinny być zainteresowane rozwojem sektora B+R jako tego, który ucieleśnia wysoki potencjał wzrostu wartości dodanej.

Przykład państw, które odniosły sukces w budowaniu GOW wskazuje na łączne współdziałanie obu podejść, jako że z perspektywy poszczególnych sektorów GOW nie widać pewnych korzyści zewnętrznych, które daje inwestowanie strategiczne na poziomie podmiotu jakim jest państwo. Dlatego też w warunkach Polski kierunek działań przyjęty w ramach aktywności NCBiR dotyczącej wdrażania programów sektorowych opartych na łączeniu środków publicznych z prywatnymi w ramach polityki B+R skoordynowanej na poziomie makroekonomicznym należy uznać jako dobrze rokujący. Osobnym problemem są natomiast dodatkowe kanały akumulacji środków finansowych do poziomu 2% PKB gwarantującego konwergencję z zaawansowanymi GOW.

Jak zaznaczono wcześniej, przesłanki dla budowy optymalnego modelu GOW w Polsce powinny opierać się na syntezie doświadczeń fińskich (opisane wyżej działania NCBiR) oraz duńskich, gdzie kluczowym elementem są inwestycje w proces akumulacji kapitału ludzkiego. Dlatego też w ostatniej części artykułu wskazano na kilka modeli kapitału ludzkiego, które można i warto wykorzystać z perspektywy problemu jakim jest budowanie GOW w Polsce.

#### WYBRANE MODELE KAPITAŁU LUDZKIEGO DLA POLSKIEJ GOW

Omawiana kategoria modeli dokonuje zasadniczego rozróżnienia pojęciowego pomiędzy abstrakcyjną wiedzą a kapitałem ludzkim. Kapitał ludzki obejmuje zdolności, umiejętności oraz wiedzę poszczególnych pracowników. Można go traktować jako dobro ekonomiczne, przypisując mu cechy konkurencyjności i wyłączalności. Uznanie kapitału ludzkiego implikuje zwyczaj szacunków części dochodu wypłacanej wszelkim rodzajom kapitału. W rezultacie kapitał ludzki pojawia się w systemie rachunku narodowego w postaci ilościowej, pieniężnej. Akumulacja kapitału ludzkiego powiększa produkt możliwy do wytworzenia w przyszłości, podobnie jak ma to miejsce w odniesieniu do kapitału fizycznego w modelu Solowa. Ta istotna właściwość sprawia, iż zapewnienie odpowiedniego poziomu kapitału ludzkiego w krajach opóźnionych gospodarczo może stanowić przyczynek do ponadprzeciętnej dynamiki wzrostu gospodarczego, zapewniającej konwergencję z krajami rozwiniętymi. Odrębną kwestię stanowi problem, na ile państwa rozwinięte spowolnią dynamikę nakładów na rozwój kapitału ludzkiego. Przykład USA, Niemiec czy Szwajcarii udowadnia, iż takie spowolnienie jest mało prawdopodobne.

Reprezentatywny model<sup>3</sup> z endogeniczną akumulacją kapitału ludzkiego opiera się na następujących założeniach:

1. Wielkość produktu określa następująca funkcja produkcji:

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta [A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta} \quad (2)$$

gdzie:  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$ ,  $\alpha + \beta < 1$ ,

H – zasób kapitału ludzkiego, L – liczba pracowników, K – zasób kapitału.

2. Dynamikę zmiennych K, H i L określają następujące formuły:

$$K'(t) = s_K Y(t) \quad (3)$$

$$L'(t) = nL(t) \quad (4)$$

$$H'(t) = s_H Y(t) \quad (5)$$

gdzie:

$S_K$  – stopa oszczędności przeznaczonych na akumulację kapitału fizycznego,

$S_H$  – stopa oszczędności przeznaczonych na akumulację kapitału ludzkiego,

n – stopa wzrostu populacji.

3. Postęp techniczny ma charakter egzogeniczny<sup>4</sup>, stąd też dynamika zmiennej A, która go opisuje pozostaje w korelacji z ogólną stopą wzrostu danej gospodarki:

$$A'(t) = gY(t) \quad (6)$$

Analiza dynamiki modelu jest podobna do analizy dla modelu Solowa z tą różnicą, że obok dynamiki kapitału fizycznego jednocześnie bada się dynamikę kapitału ludzkiego. Przyjmując zmienne na jednostkę efektywnej pracy, w postaci:  $k = K/AL$ ,  $h = H/AL$  oraz  $y = Y/AL$  otrzymujemy następującą, intensywną postać funkcji produkcji:

$$y(t) = k(t)^\alpha h(t)^\beta \quad (7)$$

Stopa wzrostu kapitału ludzkiego przebiega według następującej zależności<sup>5</sup>:

<sup>3</sup> Model ten stanowi uproszczoną replikę modelu Mankiwa, Romera i Weila. Szerzej zob. [Mankiw, Romer, Weil, 1992, s. 407–437].

<sup>4</sup> Założenie to pozostaje wprawdzie sprzeczne z jednym z głównych założeń teorii endogenicznego wzrostu gospodarczego (TEWG) mówiącym o endogenizacji postępu technicznego, jednak w analizowanym modelu uwaga badawcza skupia się na endogenizacji kapitału ludzkiego. Stąd też wynika, korekta założenia podstawowego, upraszczająca analizę. Nie zmienia to faktu, iż założenie dotyczące endogenizacji postępu ma swoje istotne znaczenie w TEWG, co zostało potwierdzone w klasie modeli endogenizujących wiedzę w ramach sektora B + R. Ponadto w pozostałych dwóch, analizowanych modelach TEWG opartych na akumulacji kapitału ludzkiego założenie egzogeniczności postępu technicznego ulega modyfikacji.



$$\begin{aligned}
 h'(t) &= \frac{H'(t)}{A(t)L(t)} - \frac{H(t)}{[A(t)L(t)]^2} [A(t)L'(t) + L(t)A'(t)] = \\
 &= \frac{s_H Y(t)}{A(t)L(t)} - \frac{H(t)}{A(t)L(t)} \left[ \frac{L'(t)}{L(t)} + \frac{A'(t)}{A(t)} \right] = \\
 &= s_H y(t) - (n + g)h(t) = \\
 &= s_H k(t)^\alpha h(t)^\beta - (n + g)h(t)
 \end{aligned} \tag{8}$$

Wielkość PKB *per capita* wyrażona intensywną postacią funkcji produkcji (zal. 7) zależy od poziomu akumulacji kapitału ludzkiego w przeliczeniu na jednostkę efektywnej pracy. Z kolei poziom akumulacji kapitału ludzkiego zależy od jego stopy wzrostu, która w tak opisanym GOW wynika z poziomu oszczędności przeznaczonych na inwestycje w kapitał ludzki oraz poziomów akumulacji zarówno kapitału fizycznego, jak i ludzkiego *per capita*. Z kolei ujemny wpływ na stopę wzrostu kapitału ludzkiego *per capita* posiada wzrost liczebności populacji –  $n$ , a także stopa postępu technicznego –  $g$ <sup>5</sup>.

Kolejnym modelem analizowanym z perspektywy problematyki badawczej podjętej w artykule jest model Lucasa [Lucas, 1988, s. 3–42] oparty na akumulacji kapitału ludzkiego poprzez doświadczenie zawodowe. W modelu tym cała akumulacja kapitału ludzkiego wynika z procesu uczenia się przez działanie (*learning – by – doing*). Innymi słowy, wiedza przychodzi wskutek działania. Jednak w przypadku omawianego modelu źródłem wiedzy jest działanie oparte na czynniku produkcji jakim jest praca. Kapitał ludzki jest rozumiany jako zdolności jednostki użyteczne w produkcji danego dobra. Oznacza to, że wielkość produkcji  $i$ -tego dobra zależy od poziomu  $i$ -tego wyspecjalizowanego kapitału ludzkiego  $h_i$ . Wysoka produktywność pracowników wyspecjalizowanych w produkcji  $i$ -tego dobra nie przekłada się na ich zdolności do produkcji dobra  $j$ -tego. W modelu występuje zatem specjalistyczny kapitał ludzki. W modelu tym mamy do czynienia z substytucją użyteczności obecnej względem użyteczności przyszłej. Przyjmuje ona postać mniej satysfakcjonującej kombinacji konsumowanych dóbr, niż ta, która byłaby możliwa do osiągnięcia, gdyby akumulacja kapitału ludzkiego przebiegała w wolniejszym tempie. W rezultacie kosztem alterna-

<sup>5</sup> Z uwagi na objętość artykułu ograniczono się jedynie do skróconej analizy tego modelu. Jego obszerna analiza i interpretacja znajduje się w pracy habilitacyjnej autora, zrealizowanej dzięki badaniom w ramach grantu NCN nr 3861/B/H03/2011/40.

<sup>6</sup> Ta ostatnia zależność może się wydawać nieco dziwna. Jednak należy pamiętać, iż w założeniach dotyczących tego modelu przyjęto, iż wiedza (postęp techniczny) zasila pracę. Zatem jeśli przyjmujemy, iż prosty pracownik fizyczny jest wspierany przez coraz bardziej zaawansowane technologie pracy, wówczas należy oczekiwać wzrostów nakładów kapitału ludzkiego, chcąc uzyskać dodatni wpływ na PKB *per capita*. Z tym problemem zmagają się kraje rozwinięte, które muszą więcej inwestować w swoich pracowników dla wzrostu swojego PKB.

tywnym akumulacji kapitału ludzkiego jest konkretna funkcja obojętności. Formalnie model wygląda następująco.

Występują dwa dobra konsumpcyjne, produkowane w ilościach  $c_1$  oraz  $c_2$ . Nie ma kapitału fizycznego. Liczba ludności jest stała. Zatem stopa wzrostu ludności  $n=0$ .

Wielkość produkcji  $i$ -tego dobra określa funkcja:

$$c_i(t) = h_i(t)u_i(t)N \quad (9)$$

gdzie:  $h_i$  – zasób kapitału ludzkiego wyspecjalizowanego w produkcji dobra  $i$ ,  
 $u_i$  – część siły roboczej produkująca  $i$ -te dobro,  
 $N$  – liczba pracowników w gospodarce.

Przyrost specjalistycznego kapitału ludzkiego, zaangażowanego do produkcji dobra  $i$ , określa formuła:

$$h'_i(t) = h_i(t)\delta_i u_i(t) \quad (10)$$

gdzie:  $\delta_i$  – parametr funkcji produkcji  $i$ -tego dobra opisujący poziom zaawansowania technologicznego, tzn. jeśli  $\delta_1 > \delta_2$  – oznacza to, że dobro pierwsze jest bardziej zaawansowane technologicznie niż dobro drugie.

Problem optymalizacji rozwiązuje się w oparciu o następującą funkcję użyteczności konsumpcji CES<sup>7</sup> rozpatrywaną w uproszczonej wersji dla gospodarki produkującej dwa dobra:

$$u(c_1, c_2) = (\alpha_1 c_1^{-\rho} + \alpha_2 c_2^{-\rho})^{-\frac{1}{\rho}} \quad (11)$$

gdzie:  $\alpha_1, \alpha_2, \rho$ , – parametry funkcji użyteczności,  $\alpha_1, \alpha_2 \geq 0, \alpha_1 + \alpha_2 = 1, \rho > -1$ ,

Elastyczność substytucji dobra pierwszego przez drugie opisuje formuła:

$$\sigma = \frac{1}{1 + \rho} \quad (12)$$

Optymalizacja w modelu sprowadza się do maksymalizacji akumulacji kapitału ludzkiego w warunkach ograniczenia polegającego na konsumpcji, a co za tym idzie na produkcji obu dóbr. Spełnienie tego ograniczenia w warunkach równowagi modelu wyznacza stosunek cen tych dóbr  $q(t)$  (ceny dobra drugiego do ceny dobra pierwszego) na poziomie określonym formułą:

$$q(t) = \frac{h_1(t)}{h_2(t)} \quad (13)$$

<sup>7</sup> CES z ang. *constant elasticity of substitution*, oznacza stałą elastyczność substytucji, a więc jest to funkcja o stałym współczynniku elastyczności substytucji jednego dobra względem drugiego.

Dynamikę tej relacji cen w czasie, a co za tym idzie – dynamikę kapitału ludzkiego zaangażowanego do produkcji obu dóbr, wyznacza następujące równanie:

$$g_h = \frac{q'(t)}{q(t)} = (\delta_1 + \delta_2) \left[ 1 + \left( \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \right)^\sigma q^{1-\sigma} \right]^{-1} - \delta_2 \quad (14)$$

Analiza w ramach modelu prowadzi do następujących wniosków:

- Akumulacja kapitału ludzkiego zaangażowanego do produkcji *i*-tego dobra jest proporcjonalna do udziału siły roboczej produkującej dane dobro oraz współczynnika poziomu technologicznego  $\delta$ . Innymi słowy, technologia determinuje akumulację kapitału ludzkiego, co potwierdza fakt, iż warto zdobywać doświadczenie zawodowe w krajach zaawansowanych technologicznie.

- Akumulacja kapitału ludzkiego pozostaje w ścisłej zależności z elastycznością substytucji  $\sigma$ , co z kolei wskazuje na fakt jak istotne jest znaczenie preferencji w procesie akumulacji kapitału ludzkiego, decydujących o strukturze wytwarzanego PKB.

- Jeśli  $\sigma > 1$  (oba dobra są „dobrymi” substytutami), wówczas gospodarka zmierza do specjalizacji w produkcji jednego z dóbr, w zależności od alokacji początkowej. Jeśli umiemy produkować efektywnie dobro pierwsze, to produkujemy je w dużych ilościach, co sprawia, że stajemy się efektywniejsi w jego wytwarzaniu i ograniczamy produkcję dobra drugiego. Tym samym dynamika akumulacji kapitału ludzkiego będzie się sprowadzała do akumulacji specjalistycznego kapitału ludzkiego zaangażowanego przy produkcji dobra bardziej efektywnego w wytwarzaniu.

- Gospodarki, których wzrost jest oparty na endogenicznej akumulacji specjalistycznego kapitału ludzkiego narażone są na utratę ciągłości wzrostu w sytuacji nagłej zmiany w otoczeniu, wymuszającej zmianę profilu produkcji.

- Z perspektywy polskiej gospodarki opisany model może się okazać bardzo pomocny, jeśli zostaną wdrożone inteligentne specjalizacje, które wymuszą produkcję zaawansowanych technologicznie dóbr, stymulujących akumulację specjalistycznego kapitału ludzkiego.

Ostatni z zaproponowanych w analizie problemu badawczego modeli przyjmuje założenie, zgodnie z którym w gospodarce wytwarzane są trzy kategorie dóbr: dobra finalne (towary), kapitał ludzki (doświadczenie, zdolności) oraz dobra pośrednie w postaci idei, będących zasobem wiedzy do dyspozycji przedsiębiorstw (technologie, patenty).

Główna teza przedstawiona w modelu głosi, że **od ilości kapitału ludzkiego per capita zależy ilość dóbr pośrednich wykorzystywanych w procesie dóbr finalnych**. Można zatem postawić hipotezę, iż stopień akumulacji kapitału ludz-

kiego implikuje nowoczesność danej gospodarki, przesądzając tym samym o jej rozwoju. Formalnie model przyjmuje następującą postać [Hall, Jones, 1999, s. 83–116]:

Całkowita praca w gospodarce jest dzielona pomiędzy produkcję trzech rodzajów dóbr: dóbr finalnych ( $Y$ ), dóbr pośrednich ( $x_i$ ) oraz kapitału ludzkiego ( $h$ ). Wyraża to następujące równanie:

$$L = L_Y + L_A + L_h \quad (15)$$

Dobra konsumpcyjne produkuje się z użyciem pracy  $L_Y$  oraz zbioru pośrednich dóbr kapitałowych ( $x_i$ ), czyli technologii. Zakres dostępnych technologii w danym przedsiębiorstwie zależy od ilości kapitału ludzkiego *per capita*  $h$ . Model przyjmuje założenie stałych korzyści skali.

Funkcja produkcji dóbr finalnych przyjmuje postać:

$$Y(t) = L_Y(t)^{1-\alpha} \int_0^{h(t)} x_i(t)^\alpha di \quad (16)$$

gdzie:  $0 < \alpha < 1$ ;  $x_i$  – ilość pośredniego dobra kapitałowego o zaawansowaniu technologicznym  $i$ .

Z kolei funkcja produkcji kapitału ludzkiego ma postać:

$$h'(t) = \mu e^{\theta u(t)} h(t) \left( \frac{A(t)}{h(t)} \right)^\gamma \quad (17)$$

gdzie:  $\mu > 0$ ,  $\gamma > 0$ ,  $\theta > 0$ , oznaczają parametry funkcji kapitału ludzkiego,  $u(t)$  – część czasu poświęcana na akumulację kapitału ludzkiego.

Funkcja produkcji dóbr pośrednich (technologii) ma postać:

$$A'(t) = \delta h(t)^\beta L_A(t) A(t)^\varphi \quad (18)$$

gdzie:  $\delta$ ,  $\beta$ ,  $\varphi$ , oznaczają parametry funkcji produkcji technologii.

Z kolei równanie akumulacji kapitału fizycznego przyjmuje postać:

$$K'(t) = s_K(t)Y(t) - dK(t) \quad (19)$$

gdzie:  $s_K$ , część produktu  $Y(t)$  przeznaczana na inwestycje,  $d$  – stopa amortyzacji kapitału fizycznego.

W analizie modelu przyjmuje się modelowe założenie, zgodnie z którym jednostki dobra pośredniego  $x_i$ , tworzone są z jednostek kapitału fizycznego w stosunku 1:1. Implikuje to następującą tożsamość:

$$\int_0^{h(t)} x_i(t) di = K(t) \quad (20)$$

W efekcie tożsamości (20), funkcja produkcji (16) upraszcza się do następującej postaci:

$$Y = K^\alpha (HL_Y)^{1-\alpha} \quad (21)$$

Decyzje alokacyjne w modelowanej gospodarce implikowane są egzogenicznymi stopami:  $s_K$ ,  $u(t)$ ,  $L_A/L$ ,  $L_Y/L$ . W stanie stacjonarnym zachodzi równość stóp wzrostu:

$$g_Y = g_k = g_h = g_A \equiv g \quad (22)$$

Jednocześnie w stanie stacjonarnym stopę wzrostu technologii opisuje równanie:

$$g_A = \frac{n}{1 - \beta - \varphi} \quad (23)$$

Z kolei stan stacjonarny dla gospodarki z rosnącą populacją istnieje gdy:

$$1 - \beta - \varphi > 0 \Leftrightarrow \beta + \varphi < 1 \quad (24)$$

Analiza przedstawionego modelu prowadzi do następujących wniosków:

- Warunek (24) jest warunkiem spełnionym, wynikającym z definicji funkcji produkcji technologii. Zatem dodatnia stopa wzrostu technologii  $g_A$  określona jest dla  $n > 0$ . Jak widać, w modelu tym oprócz endogenicznej akumulacji kapitału ludzkiego implikującej stopę wzrostu produktu oraz przyrosty technologii, istotne znaczenie odgrywa wzrost populacji, wyrażony stopą  $n$ . Czynniki te dodatkowo wzmacniają wzrost gospodarczy, co może być istotne w warunkach polskiej gospodarki stawiającej na wzrost populacji, po okresie przejściowego załamania w tym zakresie.

- Model wyjaśnia istotę oraz przyczyny procesu transferu technologii pomiędzy krajami, kładąc nacisk na znaczenie kapitału ludzkiego, który stanowi kluczowy czynnik w procesie dyfuzji technologicznej. Tym samym akumulacja tego kapitału w kontekście jego zdolności do wykorzystywania technologii, przyczynia się do wzrostu gospodarczego danego kraju.

- Akumulacja kapitału ludzkiego wpływa na wzrost gospodarczy nie tylko poprzez dyfuzję technologiczną, ale również poprzez bezpośredni wpływ na funkcję produkcji technologii, a tym samym przyczynia się do poziomu technologicznego, który implikuje stopę wzrostu gospodarczego. Ten wniosek jasno pokazuje, że nie ma przyszłości gospodarka, która nie tworzy warunków do akumulacji kapitału ludzkiego.

## PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania teoretyczne dowodzą iż proces akumulacji kapitału ludzkiego w gospodarce opartej na wiedzy ma kluczowe znaczenie dla wzrostu zarówno łącznej produktywności czynników produkcji, jak też bezpośrednio wpływa na wzrost gospodarczy poprzez udział w produkcie krańcowym. W pierwszym z przedstawionych modeli wielkość PKB *per capita* wyrażona intensywną postacią funkcji produkcji, zależy od poziomu akumulacji kapitału ludzkiego w przeliczeniu na jednostkę efektywnej pracy. Z kolei poziom akumulacji kapitału ludzkiego zależy od jego stopy wzrostu, która w tak opisanej GOW wynika z poziomu oszczędności przeznaczonych na inwestycje w kapitał ludzki oraz poziomów akumulacji zarówno kapitału fizycznego jak i ludzkiego *per capita*.

Kluczowy wniosek drugiego z modeli głosi, iż akumulacja kapitału ludzkiego zaangażowanego do produkcji i-tego dobra jest proporcjonalna do udziału siły roboczej produkującej dane dobro oraz współczynnika poziomu technologicznego  $\delta$ . Innymi słowy, technologia determinuje akumulację kapitału ludzkiego, co potwierdza fakt, iż warto zdobywać doświadczenie zawodowe w krajach zaawansowanych technologicznie oraz warto inwestować w rozwój technologii w danej gospodarce.

Teza przedstawiona w ostatnim modelu głosi, że od ilości kapitału ludzkiego *per capita* zależy ilość dóbr pośrednich wykorzystywanych w procesie dóbr finalnych. Można zatem postawić hipotezę, iż stopień akumulacji kapitału ludzkiego implikuje nowoczesność danej gospodarki, przesądzając tym samym o jej rozwoju.

Odrębną kwestią jest przyjęcie określonego modelu gospodarki wiedzy, w ramach którego nastąpiłaby optymalizacja procesu akumulacji kapitału ludzkiego.

Makroekonomiczna teoria stwarza w odpowiedzi na ten problem dwa główne rozwiązania. Pierwsze oparte na podejściu w ramach szeroko ujętego nurtu keynesowskiego, w którym wiodącym podmiotem instytucjonalnym jest państwo przyjmujące na siebie obowiązki inwestora strategicznego finansującego swoje inwestycje ze wzrostu wpływów podatkowych lub kosztem redukcji innych wydatków budżetowych, zwłaszcza transferów. Z drugiej strony mamy podejście neoklasyczne oparte na założeniu giętkości płac i cen oraz na jak najmniejszej ingerencji państwa, czyli zakładające ograniczenie efektu wypychania inwestycji prywatnych przez publiczne, poprzez redukcję podatków oraz wydatków budżetowych. Podejście to zakłada również efektywność działania rynków finansowych, które potencjalnie powinny być zainteresowane rozwojem sektora B+R jako tego, który ucieleśnia wysoki potencjał wzrostu wartości dodanej.

## BIBLIOGRAFIA

- Castells M., Himanen P., 2002, *The Information Society and the Welfare State: The Finnish Model*. Oxford: Oxford University Press, <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199256990.001.0001>
- Dahlman C., Jorma R., Pekka Y.-A., 2006, *Finland as a Knowledge Economy: Elements of Success and Lessons Learned*. Washington, DC: World Bank Institute.
- Elsadig A., Geeta K., 2013, *Human Capital Investment to Achieve Knowledge-Based Economy in ASEAN5: DEA Applications*, "Journal of Knowledge Economy", No. 4, <http://dx.doi.org/10.1007/s13132-011-0059-2>
- Fiedor B., 1986, *Neoklasyczna teoria postępu technicznego – próba systematyzacji i krytycznej analizy*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, nr 345, Wrocław.
- Hall R.E., Jones C.I., 1999, *Why do some countries produce so much more output than others*, "Quarterly Journal of Economics", No. 114, <http://dx.doi.org/10.1162/003355399555954>.
- <http://www.mg.gov.pl/node/23423> (dostęp: 21.05.2015 r.).
- [http://www.ncbir.pl/programy-krajowe/programy-sektorowe/informacje-ogolne/art, 33 89](http://www.ncbir.pl/programy-krajowe/programy-sektorowe/informacje-ogolne/art,3389), informacja-o-wynikach-oceny-merytorycznej-studiow-wykonalnosci-programo-w-sektorowych.html (dostęp: 10.06.2015 r.).
- Lucas R.E., 1988, *On the Mechanics of Economic Development*, "Journal of Monetary Economics", July.
- Lundvall B.-Å., 2002, *Innovation, Growth and Social Cohesion: The Danish Model*. Cheltenham: Edward Elgar, <http://dx.doi.org/10.4337/9781781008348>
- Maiiväli, M., 2006, *Structural Unemployment: A Blot on the Finnish Success Story ECFIN Country Focus 5* (June): 1–6,
- Mankiw N.G., Romer D., Weil D.N., 1992, *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, „Quarterly Journal of Economics”, t. 107, May, <http://dx.doi.org/10.2307/2118477>
- Martin C.Jo, Thelen K., 2008, *The State and Coordinated Capitalism: Contributions of the Public Sector to Social Solidarity in Postindustrial Societies*, "World Politics" no. 60 (April), <http://dx.doi.org/10.1353/wp.0.0000>
- Ornston D., 2006, *Reorganizing Adjustment: Finland's Leap from Paper Producer to High Technology Leader*, "West European Politics" No. 29 (September).
- Ornston D., 2012, *Old Ideas and New Investments: Divergent Pathways to a Knowledge Economy in Denmark and Finland*, "International Journal of Policy, Administration, and Institutions", Vol. 25, No. 4, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-0491.2012.01596.x>
- Romer D., 2000, *Advanced Macroeconomics*, McGraw-Hill, 1996, przekład polski: *Makroekonomia dla zaawansowanych*, PWN, Warszawa 2000.

## Streszczenie

Perspektywa teoretyczna nowej teorii wzrostu przewiduje, że inwestycje w kapitał fizyczny mają większe oddziaływanie na wzrost produktywności, aniżeli wynikałoby to z tradycyjnej teorii wzrostu, co jest efektem korzyści zewnętrznych towarzyszących tego typu inwestycjom.

Z kolei oddziaływanie kapitału ludzkiego w procesie gospodarczego rozwoju wynika z potencjału korzyści jakie towarzyszą procesowi jego akumulacji, oddziałujących na makroekonomiczną produktywność oraz rozkład dochodów w długim okresie. Paradygmat gospodarki opartej na wiedzy, a więc tworzącej dobra i usługi zaawansowane technologicznie, wymagającej zaangażowania wiedzy i informacji implikuje konieczność akumulacji kapitału ludzkiego. Polska gospodarka podążając w kierunku takiego wzorca stoi przed problemem wyboru strategii konwergencji w kierunku gospodarki opartej na wiedzy. Synteza udanych doświadczeń krajów nordyckich, zwłaszcza modelu fińskiego oraz duńskiego może być wzorcem godnym naśladowania, wymagającym jednak określonych strategii akumulacji kapitału ludzkiego. Autor w artykule stawia tezę, iż spójne połączenie rozwoju sektora B+R wspierane przez państwo we współpracy z prywatnym biznesem oraz połączone z rozwojem akumulacji kapitału ludzkiego może decydować o sukcesie takiej konwergencji. Przyjęty w 2015 r. przez rząd polski Krajowy Program Inteligentnych Specjalizacji w połączeniu z uruchomionym w 2015 r. przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju konkursem na uruchomienie w polskiej gospodarce programów sektorowych odwołujących się do KPIS stanowi godny uwagi model działania, będący przykładem na wdrożenie modelu nordyckiego w polskich realiach. Jego wsparciem są określone procesy akumulacji kapitału ludzkiego, których modelowe zestawienie autor przedstawia na przykładzie trzech reprezentatywnych w warunkach polskiej gospodarki modeli akumulacji kapitału ludzkiego.

*Słowa kluczowe:* kapitał ludzki, gospodarka wiedzy, endogeniczny wzrost gospodarczy

### **Selected Models of Human Capital in Conditions of the Knowledge-Based Economy in Poland**

#### *Summary*

Theoretical perspective of the new economic growth theory predicts that investments in physical capital have a greater impact on productivity growth than it would appear from the traditional theory of growth, which results from the action of external benefits associated with this type of investment.

In turn, the impact of human capital in the process of economic development due to the potential benefits that accompany the process of its accumulation, affecting macroeconomic productivity and income distribution in the long term. The paradigm of knowledge-based economy, and thus creating goods and services technologically advanced, requiring involving knowledge and information implies the necessity of human capital accumulation. Polish economy following in the direction of such a pattern is facing the problem of choosing the strategy of convergence towards a knowledge-based economy. Synthesis of successful experience of the Nordic countries, especially Finland and the Danish model may be a model worthy of emulation, however, requires specific human capital accumulation strategies. The author of the paper argues that the coherent combination of development of the R&D activity supported by the state in partnership with private business, and combined with the development of human capital accumulation can determine the success of such convergence. Adopted in 2015 by the Polish Government National Program for Smart Specializations in connection with running in 2015 by the National Research and Development Centre competition to run in the Polish economy sector programs referring to KPIS is a noteworthy business model, as an example on the implementation of the Nordic model in Polish reality. Directed processes of human capital accumulation are its support, which the author presents as the model combination on the example of three representatives in the conditions of the Polish economy models of human capital accumulation.

*Keywords:* human capital, knowledge economy, endogenous economic growth

JEL: E12, E13, E24, O33, O38