

dr Paweł Kawa

Wyższa Szkoła Zarządzania i Bankowości w Krakowie

Akademia Ekonomiczna w Krakowie

ROLA WIEDZY I INNOWACJI W STYMULOWANIU WZROSTU GOSPODARCZEGO

STRESZCZENIE

Przeprowadzona w niniejszym artykule analiza pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- „tradycyjne” teorie wzrostu (teorie wzrostu egzogenicznego) wykorzystują neoklasyczną, agregatową funkcję produkcji, przy czym różnią się między sobą przyjętą postacią funkcji, wyspecyfikowanymi zmiennymi i pewnymi założeniami metodologicznymi. Gospodarki opisywane przez te modele wykazują tendencje dążenia do długookresowej ścieżki wzrostu zrównoważonego, na której stopa wzrostu jest zdeterminowana przez egzogeniczną stopę postępu technicznego. Podstawowy zarzut, jaki można wysunąć w stosunku do tych modeli polega na tym, że główny czynnik sprawczy wzrostu jakim jest postęp techniczny pozostaje zasadniczo niewyjaśniony;
- na gruncie rozważanego modelu wzrostu endogenicznego (modelu Romera), główną siłą napędową wzrostu jest – analogicznie jak w modelach „tradycyjnych” – postęp techniczny, niemniej jednak ma on charakter endogeniczny, czyli jest efektem zamierzonych działań podmiotów gospodarczych, podejmujących swoje decyzje głównie na podstawie bodźców ekonomicznych;
- właściwością myśli innowacyjnej/wiedzy jako źródła postępu technicznego i czynnika wzrostu gospodarczego jest niekonkurencyjność konsumpcji, co oznacza, że wykorzystanie wiedzy przez jedną firmę lub osobę nie ogranicza w żaden sposób jej dostępności dla innych podmiotów;
- skoro myśl innowacyjna/wiedza posiada przymiot niekonkurencyjności konsumpcji, to gdy nastąpiło już wygenerowanie nowej wiedzy, wówczas krańcowy koszt dalszego jej wykorzystywania wynosi zero. Nowy projekt technologiczny jest kosztowny do realizacji, ale z jego efektów można korzystać dowolnie często i w dowolnych zastosowaniach. Z tego też powodu istnieją określone mechanizmy prawne, których celem jest zastrzeżenie

na rzecz inwestorów, przynajmniej na określony czas i w określonym zakresie, wyłączności do nowych pomysłów, tak aby mogli oni otrzymać wynagrodzenie za ich wytworzenie;

- tworzenie nowej wiedzy przez pojedyncze firmy wywołuje pozytywne efekty zewnętrzne w zakresie możliwości produkcyjnych innych firm, co wynika z faktu, że wiedza nie może być w sposób całkowity opatentowana. Każda firma działająca w gospodarce wykorzystuje technologię charakteryzującą się stałymi przychodami względem skali; w efekcie, inwestycje podejmowane w ramach całego sektora firm, generują – jako skutek uboczny – nową wiedzę, która następnie podlega rozprzestrzenianiu (spillover effects). Te „korzyści zewnętrzne” podnoszą więc ogólny poziom wiedzy w całej gospodarce.
- w modelach neoklasycznych zróżnicowanie poziomu dochodu *per capita* między krajami wynika z różnic w poziomie kapitału rzeczowego i kapitału ludzkiego (*object gap*). Z kolei Romer za główne źródło zróżnicowania poziomu życia uważa „lukę myśli innowacyjnej” (*idea gap*), czyli różnice produktywności wynikające z luki technologicznej. Koncepcja Romera oznacza, że znaczna część ubóstwa występującego na świecie może być wyeliminowana przy relatywnie niskim koszcie poprzez „doganianie” w dziedzinie technologii. Oczywistą implikacją tej analizy jest to, że w krajach, które izolują się od swobodnego przepływu innowacji, występować będzie zahamowanie wzrostu, gdyż nie będzie zachodziła dyfuzja myśli naukowej i technologii;
- z badań Romera wynika jednoznacznie, że polityka władz musi być ukierunkowana na wspieranie działalności badawczo-rozwojowej zarówno ze strony instytucji prywatnych, jak i publicznych. Biorąc pod uwagę znaczące różnice między społeczną a prywatną stopą zwrotu z wydatków na badania i rozwój, ważnym zadaniem państwa staje się zapobieganie niedoinwestowaniu tej sfery.

1. Wstęp

Od połowy lat osiemdziesiątych zaobserwować można renesans zainteresowania problematyką wzrostu gospodarczego oraz czynników determinujących przebieg procesów wzrostu, w tym zwłaszcza kapitału ludzkiego, wiedzy i innowacji. Ponowne włączenie zagadnień wzrostu do obszaru badań ekonomistów doprowadziło do krytycznej analizy dotychczasowego dorobku i zainicjowało prace nad teoriami wzrostu endogenicznego, na gruncie których szeroko rozumiany postęp techniczny, definiowany jako akumulacja wiedzy naukowo-technicznej i kapitału ludzkiego, znajdujących swoje bezpośrednie lub pośrednie

zastosowanie w procesach produkcyjnych, jest przede wszystkim wynikiem celowych decyzji inwestycyjnych konsumentów i producentów, którzy zachowują się racjonalnie oraz państwa, które realizuje określoną, długookresową politykę ekonomiczną¹.

Niezgodność wniosków płynących z tradycyjnych modeli wzrostu z rzeczywistością gospodarczą oraz dokonana „rewolucja” metodologiczna przejawiająca się formalizacją i matematyzacją ujęcia koncepcji ekonomicznych spowodowały, że problematyka wzrostu gospodarczego stała się jednym z najważniejszych nurtów badawczych w ekonomii. David Romer wyraził zwięźle tę kwestię w następujący sposób: *”implikacje wzrostu długookresowego dla poziomu dobrobytu przestaniają jakiekolwiek możliwe efekty wahań krótkookresowych, które zazwyczaj były przedmiotem badań makroekonomii”*². Analizując zróżnicowanie tempa wzrostu takich krajów jak Indie, Egipt, „tygrysy azjatyckie”, Japonia i Stany Zjednoczone oraz konsekwencje tego zróżnicowania dla poziomu życia, Lucas stwierdza, że: *„skutki wynikające z powyższych zagadnień dla poziomu dobrobytu są po prostu wstrząsające. Kiedy zaczyna się o nich myśleć, trudno jest myśleć o czymkolwiek innym”*³. Również Barro i Sala-i-Martin stoją na stanowisku, że: *„wzrost gospodarczy ... jest tym działem makroekonomii, która tak naprawdę ma znaczenie”*⁴. Podobny pogląd wyznaje też Mankiw, którego zdaniem *„długookresowy wzrost jest równie ważny – a być może i ważniejszy – niż wahania krótkookresowe”*⁵.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie „tradycyjnych” oraz „nowych” teorii wzrostu gospodarczego oraz zidentyfikowanie znaczenia wiedzy i innowacji jako czynników sprawczych wzrostu.

1.2. Tradycyjne teorie wzrostu gospodarczego

Punktem wyjścia do rozważań dotyczących wzrostu gospodarczego jest neoklasyczny model wzrostu Solowa, wykorzystujący funkcję produkcji⁶:

$$Y = F(K, AL), \quad (1)$$

¹ Główną różnicą między modelami wzrostu endogenicznego a modelami „tradycyjnymi” jest to, że na gruncie modeli wzrostu endogenicznego przyjmuje się założenie o endogenicznym charakterze zarówno stopy postępu technicznego, jak i stopy oszczędności/inwestycji. Postęp techniczny wynika z celowych inwestycji podmiotów, zaś stopa oszczędności/inwestycji kształtuje się na takim poziomie, by maksymalizować sumę zdyskontowanej użyteczności konsumpcji typowego podmiotu.

² D. Romer, *Advanced Macroeconomics*, McGraw-Hill, New York 1996, s. 5.

³ R. Lucas, *On the Mechanics of Economic Development*, “Journal of Monetary Economics”, 1988, nr 22, s. 5

⁴ R. Barro, X. Sala-i-Martin, *Economic Growth*, McGraw-Hill, New York 1995, s. 5.

⁵ N.G. Mankiw, Foreword to R.J. Barro, X. Sala-i-Martin, *Economic Growth*, McGraw-Hill, New York 1995, s. XV.

⁶ R. Solow, *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, “Quarterly Journal of Economics”, 1956.

gdzie Y oznacza produkcję rzeczywistą, K – kapitał, L – nakład siły roboczej, zaś A jest miarą technologii, czyli sposobu, w jaki czynniki wytwórcze są poddawane procesom produkcyjnym. Wyrażenie AL oznacza nakład efektywnej siły roboczej i obejmuje zarówno ilość siły roboczej, jak i jej produktywność, uzależnioną od dostępnej technologii. Zakłada się więc, że występuje postęp techniczny zasilający pracę. Jeśli pracownicy nabywają nowe umiejętności, ich produktywność zwiększa się, powiększając tym samym podaż pracy efektywnej.

Zakładając stałe przychody względem skali, funkcję produkcji (1) można zapisać w postaci intensywniej, jako:

$$y = f(k), \quad (2)$$

co oznacza, że produkcja przypadająca na jednostkę efektywnej siły roboczej jest dodatnią funkcją ilości kapitału na jednostkę efektywnej pracy.

Akumulacja kapitału ma charakter dynamiczny zgodnie z równaniem (3), które jest najważniejszym równaniem różniczkowym w modelu Solowa:

$$\dot{k} = sf(k) - (n + g + \delta)k, \quad (3)$$

gdzie \dot{k} oznacza stopę zmian zasobu kapitału przypadającego na jednostkę efektywnej siły roboczej, s – stopę oszczędności, n – stopę wzrostu ludności (siły roboczej), g jest stopą postępu technicznego zasilającego pracę, zaś δ oznacza stopę deprecjacji kapitału. W modelu Solowa zakłada się, że parametry s , n , g oraz δ są wielkościami egzogenicznymi. Wyrażenie $(n + g + \delta)k$ traktować można jako inwestycje „restytucyjne” („progowe”), niezbędne do tego, aby utrzymać wartość kapitału przypadającego na jednostkę efektywnej siły roboczej na stałym poziomie. Biorąc pod uwagę strukturę modelu Solowa, gospodarka znajdzie się z czasem na ścieżce zrównoważonego wzrostu, na której inwestycje faktyczne zrównają się z inwestycjami restytucyjnymi, a stopa wzrostu produkcji *per capita* wyznaczona będzie przez stopę postępu technicznego.

Uzupełnieniem teoretycznej konstrukcji przedstawionego wyżej modelu jest próba zidentyfikowania i skwantyfikowania źródeł wzrostu gospodarczego. Solow wykorzystał w tym celu marginalną teorię podziału Clarka (zgodnie z którą cena każdego z czynników produkcji jest równa jego produktywności krańcowej) oraz funkcję produkcji Cobba–Douglasa w postaci:

$$Y = AK^\alpha L^\beta, \text{ gdzie } \alpha + \beta = 1 \text{ oraz } 1 > \alpha > 0. \quad (4)$$

Wykładnik α stojący przy kapitale mierzy elastyczność produkcji względem kapitału, a wykładnik β stojący przy nakładzie pracy wyraża elastyczność produkcji względem pracy.

Wagi α i β oznaczają odpowiednio udział kapitału i pracy w dochodzie, a ich suma – przy założeniu postaci funkcji produkcji o stałych przychodach względem skali – wynosi jeden.

Ponieważ stopa wzrostu produkcji Y jest ważoną sumą stóp wzrostu zasobu wiedzy technologicznej A , kapitału K i pracy L , równanie (4) można przedstawić w postaci:

$$\Delta Y/Y = \Delta A/A + \alpha \Delta K/K + \beta \Delta L/L. \quad (5)$$

Poprzez przekształcenie równania (5) Solow oszacował udział postępu technicznego jako źródła wzrostu gospodarczego:

$$\Delta A/A = \Delta Y/Y - (\alpha \Delta K/K + \beta \Delta L/L), \quad (6)$$

gdzie wyrażenie $\Delta A/A$ oznacza „resztę Solowa”. Z przeprowadzonych przez Solowa badań empirycznych wynikało, że głównym czynnikiem powodującym wzrost dochodu *per capita* jest wzrost całkowitej produktywności czynników produkcji.

Mimo niewątpliwych zalet poznawczych, model Solowa charakteryzuje jednak podstawowa słabość: postęp techniczny uwzględniony w tym modelu ma charakter egzogeniczny („reszta Solowa”). Model wzrostu nie wyjaśnia zatem przyczyn postępu, uznawanego za główny czynnik wzrostu. W efekcie, postęp techniczny „*bierze się niczym manna z nieba*”..., a reszta Solowa jest „*miarą naszej niewiedzy o procesach wzrostu gospodarczego*”⁷. Barro i Sala-i-Martin określają to jako „*sytuację wysoce niezadowolającą*”⁸, a zdaniem Romera model Solowa „*przyjmuje jako dane wartości tych zmiennych, które – w świetle wniosków wynikających z tego modelu – są główną siłą napędową wzrostu gospodarczego*”⁹.

W odpowiedzi na ograniczenia modelu Solowa, część ekonomistów podjęła próbę rozszerzenia podstawowego ujęcia neoklasycznego poprzez wprowadzenie „nowej definicji” kapitału. Mankiw, David Romer i Weil „rozszerzyli” model Solowa, uwzględniając w funkcji produkcji typu Cobba-Douglasa nie tylko akumulację kapitału rzeczowego, ale również kapitału ludzkiego i wprowadzając endogeniczne równanie przyrostu zasobu kapitału ludzkiego, przy jednoczesnym utrzymaniu założenia o egzogenicznym charakterze postępu technicznego. W modelu Mankiwa, Romera i Weila przyjmuje się funkcję produkcji Cobba-Douglasa w postaci¹⁰:

$$Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta}, \text{ przy czym } \alpha + \beta < 1, \quad (7)$$

⁷ J. Fagerberg, *Technology and international differences in growth rates*, „Journal of Economic Literature”, September 1994, s. 1150.

⁸ R. Barro, X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, s. 38.

⁹ D. Romer, *op. cit.*, s. 25.

¹⁰ N.G. Mankiw, D. Romer, D.N. Weil, *A contribution to the empirics of economic growth*, „Quarterly Journal of Economics”, May 1992.

gdzie K oznacza nakład kapitału rzeczowego, H – nakład kapitału ludzkiego, A – zasób wiedzy technologicznej, zaś L – nakład siły roboczej w ujęciu ilościowym (wyrażenie AL obrazuje zatem nakład siły roboczej w ujęciu efektywnościowym, czyli zarówno ilość siły roboczej, jak i jej produktywność uzależnioną od dostępnej technologii). Wykładnik α mierzy elastyczność produkcji względem kapitału rzeczowego, natomiast wykładnik β – elastyczność produkcji względem kapitału ludzkiego.

Jeśli chodzi o zmiany poziomu czynników produkcji, to przyrosty zasobów kapitału rzeczowego i ludzkiego opisane są przez równania różniczkowe w postaci:

$$\dot{K} = s_K Y - \delta_K K \quad (8)$$

$$\dot{H} = s_H Y - \delta_H H, \quad (9)$$

gdzie $s_K \in (0, 1)$ i $s_H \in (0, 1)$ oznaczają stopę inwestycji w kapitał rzeczowy i w kapitał ludzki, a współczynniki δ_K i $\delta_H \in (0, 1)$ oznaczają odpowiednio stopy deprecjacji zasobów kapitału rzeczowego i ludzkiego.

Zasób siły roboczej w ujęciu ilościowym rośnie w tempie $n = \frac{\dot{L}}{L}$, a stopa wzrostu zasobu wiedzy technologicznej (stopa egzogenicznego postępu technicznego) wynosi $g = \frac{\dot{A}}{A}$.

Wprowadzając oznaczenia: $y = \frac{Y}{AL}$ (poziom produkcji na jednostkę efektywnej siły roboczej), $k = \frac{K}{AL}$ (zasób kapitału rzeczowego przypadający na jednostkę efektywnej siły roboczej) oraz $h = \frac{H}{AL}$ (zasób kapitału ludzkiego na jednostkę efektywnej siły roboczej), równania przyrostów zasobu kapitału rzeczowego i ludzkiego można wyrazić w postaci:

$$\dot{k} = s_K y - (n + g + \delta_K)k \quad (10)$$

$$\dot{h} = s_H y - (n + g + \delta_H)h, \quad (11)$$

przez co otrzymujemy układ równań różniczkowych analogiczny do równania obrazującego przyrost kapitału w modelu Solowa (por. równanie 3).

Wykorzystując powyższe równania oraz założenia co do postaci funkcji produkcji otrzymać można układ równań różniczkowych, wyznaczający równania ruchu modelu. Przyjmując funkcję produkcji w postaci: $Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta}$, obliczyć można wartość $y = \frac{Y}{AL}$, czyli poziom produkcji przypadający na jednostkę efektywnej siły roboczej:

$$y = \frac{Y}{AL} = \frac{K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta}}{AL} = \left(\frac{K}{AL}\right)^\alpha \left(\frac{H}{AL}\right)^\beta = k^\alpha h^\beta, \quad (12)$$

a następnie wstawić otrzymany wynik do równań (10) i (11). Otrzymujemy w ten sposób układ równań w postaci:

$$\begin{cases} \dot{k} = s_K k^\alpha h^\beta - (n + g + \delta_K)k \\ \dot{h} = s_H k^\alpha h^\beta - (n + g + \delta_H)h. \end{cases} \quad (13)$$

Rozwiązanie modelu Mankiwa, Romera i Weila można otrzymać przy wykorzystaniu konstrukcji diagramu fazowego, przedstawiającego dynamikę zmian zasobu zarówno kapitału rzeczowego, jak i ludzkiego (w przeliczeniu na jednostkę efektywnej siły roboczej). Na tej podstawie oraz po dokonaniu kilku przekształceń przyjętej w modelu funkcji produkcji, otrzymujemy równanie produkcji przypadającej na jednostkę efektywnej siły roboczej w punkcie długookresowej równowagi¹¹:

$$y^* = \left(\frac{s_K}{n + g + \delta_K}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \left(\frac{s_H}{n + g + \delta_H}\right)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}. \quad (14)$$

Analiza modelu Mankiwa, Romera i Weila prowadzi do wniosku, że niezależnie od stanu wyjściowego gospodarka zmierza do punktu stabilnej równowagi długookresowej, wyznaczonej przez punkt przecięcia krzywych podziału $\dot{k} = 0$ i $\dot{h} = 0$ (różne struktury k i h , którym odpowiadają zerowe przyrosty odpowiednich zasobów: $\dot{k} = 0$, $\dot{h} = 0$). Położenie długookresowej ścieżki wzrostu, po której poruszać się będzie gospodarka w stanie równowagi, uzależnione jest od poziomu stóp inwestycji w zasoby kapitału rzeczowego i kapitału ludzkiego oraz od stóp deprecjacji owych zasobów oraz stopy wzrostu zasobu siły roboczej w ujęciu efektywnościowym. Ścieżka długookresowego wzrostu jest położona tym wyżej, im wyższe są stopy inwestycji w kapitał rzeczowy i ludzki oraz im niższa jest stopa deprecjacji zasobów kapitału rzeczowego i ludzkiego, a także im niższa jest stopa wzrostu zasobu siły roboczej w ujęciu efektywnościowym.

Dokonując syntetycznego podsumowania można stwierdzić, że „tradycyjne” modele wzrostu (modele wzrostu egzogenicznego) wykorzystują neoklasyczną, agregatową funkcję produkcji, przy czym różnią się między sobą przyjętą postacią funkcji, wyspecyfikowanymi zmiennymi i pewnymi założeniami metodologicznymi. Gospodarki opisywane przez te modele wykazują naturalne tendencje dążenia do długookresowej ścieżki wzrostu zrównoważonego, na której stopa wzrostu jest zdeterminowana przez egzogeniczną stopę

¹¹ T. Tokarski, *Optymalne stopy inwestycji w modelu Mankiwa-Romera-Weila*, „Ekonomista”, 2000, nr 3.

postępu technicznego. Podstawowy zarzut, jaki można wysunąć w stosunku do tych modeli polega jednak na tym, że główny czynnik sprawczy wzrostu pozostaje zasadniczo niewyjaśniony.

1.3. Teorie endogenicznego wzrostu gospodarczego

W 1986 r. ukazał się przełomowy artykuł Paula Romera *Increasing Returns and Long-Run Growth*, który powszechnie uznaje się za początek „nowej teorii” wzrostu. Model Romera jest odmianą modelu „uczenia się przez praktykę” (*learning by doing*), opracowanego wcześniej przez Arrowa. Kluczowym elementem modelu Romera jest przedstawienie, w jaki sposób tworzenie nowej wiedzy przez pojedyncze firmy „wywołuje pozytywne efekty zewnętrzne w zakresie możliwości produkcyjnych innych firm, co wynika z faktu, że wiedza nie może być w sposób całkowity opatentowana”¹². Każda firma działająca w gospodarce wykorzystuje technologię charakteryzującą się stałymi przychodami względem skali; w efekcie, inwestycje podejmowane w ramach całego sektora firm, generują – jako skutek uboczny – nową wiedzę, która następnie podlega rozprzestrzenianiu (*spillover effects*). Ponieważ wiedza zakumulowana w pojedynczej firmie ma właściwości dóbr publicznych, wszystkie inne firmy mają dostęp do innowacji wywodzących się z podjęcia decyzji inwestycyjnej przez tę firmę. Te „korzyści zewnętrzne” podnoszą więc ogólny poziom wiedzy w całej gospodarce.

Rozpoczynając analizę modelu Romera założmy, że funkcja produkcji dla pojedynczej j -tej firmy dana jest wzorem:

$$Y_j = F(K_j, A_j L_j), \quad (15)$$

gdzie A_j oznacza zasób wiedzy dostępnej dla danej firmy. Przy założeniu występowania efektów rozprzestrzeniania się, zmiana technologii w pojedynczej firmie wywoła proces „uczenia się” zachodzący w skali całej gospodarki i będzie następować proporcjonalnie do zmian ogólnego zasobu kapitału K . Zastępując w równaniu (15) wyrażenie A_j wartością K , funkcję produkcji pojedynczej firmy przedstawić można w postaci:

$$Y_j = F(K_j, KL_j). \quad (16)$$

Jeżeli każda firma powiększa kapitał K_j , wówczas zwiększa się też ogólny zasób kapitału K , przy założeniu, że występują efekty rozprzestrzeniania się, które pozytywnie oddziałują na produktywność innych firm. Dla danego łącznego zasobu siły roboczej L , występują „na poziomie społecznym” stałe przychody z akumulacji kapitału, jeśli zwiększa

¹² P. Romer, *Increasing returns and long-run growth*, „Journal of Political Economy”, October 1986, s. 1002 i n.

się jednocześnie zasób K oraz K_j . Jeśli uchylimy założenie o stałym zasobie siły roboczej, to podwojenie wartości nakładów L i K spowoduje większy niż dwukrotny przyrost poziomu produkcji, ponieważ dodatkowym czynnikiem w funkcji produkcji jest wiedza¹³. W gospodarce jako całości występują więc rosnące przychody względem skali, a wiedza odzwierciedla rosnącą produktywność krańcową. W efekcie, w modelu Romera, „*dochód per capita w różnych krajach może wzrastać bez ograniczeń. ... Poziom produkcji per capita w poszczególnych krajach nie musi podlegać konwergencji; w państwach słabo rozwiniętych tempo wzrostu może być trwale niższe, a często wzrost może nawet w ogóle nie wystąpić*”¹⁴.

W pierwotnej wersji modelu Romera z 1986 r. powiększanie się zasobów wiedzy wynikało z występowania między firmami efektów zewnętrznych. Kolejnym etapem badań Romera było rozwinięcie neo-Schumpeterowskiego modelu endogenicznego postępu technicznego, opartego na trzech przesłankach¹⁵. Po pierwsze, analogicznie jak w modelu Solowa, główną siłą napędową wzrostu gospodarczego jest postęp techniczny, czyli udoskonalenie wiedzy o sposobie przetworzenia nakładów w produkty w toku procesu produkcyjnego. Po drugie, postęp techniczny ma charakter endogeniczny, czyli jest efektem zamierzonych działań podmiotów gospodarczych, podejmujących swoje decyzje głównie na podstawie bodźców ekonomicznych¹⁶. Po trzecie, cechą charakterystyczną myśli innowacyjnej/wiedzy jest to, że „*jeśli kiedyś poniesiono już koszt stworzenia nowego zestawu reguł postępowania, to mogą one być później wielokrotnie wykorzystywane, już bez dodatkowych kosztów*”¹⁷. Innowacje charakteryzuje więc niekonkurencyjność konsumpcji, co oznacza, że ich wykorzystanie przez jedną firmę lub osobę nie ogranicza w żaden sposób ich dostępności dla innych firm lub osób. Cechą charakterystyczną innowacji jest też to, że inne podmioty są częściowo wykluczone z dostępu do nich, przy czym „wykluczenie” definiowane jest jako uprawnienie posiadacza określonego dobra do uzależnienia korzystania z tego dobra przez inne podmioty od uiszczenia przez nie stosownej opłaty. Jak stwierdza Romer, owo „wykluczenie” jest funkcją technologii i systemu prawnego. Jeśli – zgodnie z drugą przesłanką modelu Romera – postęp techniczny jest efektem celowych działań podmiotów gospodarczych nastawionych na zysk, to udoskonalenia technologii (innowacje) muszą przynosić podmiotom indywidualnym określone korzyści, które są przynajmniej częściowo

¹³ G.K. Shaw, *Policy implications of endogenous growth theory*, „Economic Journal”, May 1992.

¹⁴ P. Romer, *op. cit.*, s. 1002 i n.

¹⁵ P. Romer, *Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization*, „American Economic Review”, May 1987, nr 77.

¹⁶ P. Aghion, P. Howitt, *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, MIT Press, 1998.

¹⁷ P. Romer, *Endogenous Technological Change*, „Journal of Political Economy”, 1990, vol. 98, nr 5, s. 72.

niedostępne dla innych podmiotów, na przykład poprzez zastrzeżenie praw patentowych na rzecz ich twórców¹⁸.

Powyższe przesłanki modelu Romera mają dwie ważne implikacje dla teorii wzrostu gospodarczego. Po pierwsze, ponieważ innowacje są niekonkurencyjne względem siebie, mogą podlegać akumulacji w ujęciu *per capita* bez żadnych ograniczeń. Po drugie, ponieważ nie jest możliwe całkowite opatentowanie wiedzy, to tworzenie nowej wiedzy wywołuje rozprzestrzenianie się korzyści (tzw. efekty zewnętrzne), które nie mogą być całkowicie zawłaszczone przez podmioty gospodarcze będące ich twórcami. „Nieograniczony” wzrost i „ograniczona możliwość opatentowania wiedzy”, jako cechy ekonomiki wiedzy, implikują że produkcja nie może być funkcją o stałych przychodach względem skali w odniesieniu do wszystkich swoich nakładów wziętych łącznie.

Poddając analizie formalną postać modelu wzrostu endogenicznego Romera (z 1990 r.) założmy, że w gospodarce istnieje skończony, niezmienny w czasie zasób kapitału ludzkiego H , który dzielony jest na kapitał ludzki zaangażowany w działalności w sferze produkcji H_Y i sferze naukowo-technicznej H_A , czyli:

$$H = H_A + H_Y. \quad (17)$$

Zasób wiedzy naukowo-technicznej A zmienia się w czasie zgodnie z następującym równaniem różniczkowym:

$$\dot{A} = \hat{\sigma} H_A A, \quad (18)$$

gdzie $\hat{\sigma}$ jest współczynnikiem efektywności nakładów kapitału ludzkiego w sferze wiedzy naukowo-technicznej (im wyższe $\hat{\sigma}$, tym wyższa będzie stopa wzrostu wiedzy naukowo-technicznej $\frac{\dot{A}}{A}$ odpowiadająca temu samemu nakładowi kapitału ludzkiego H_A w tej sferze).

Produkcja Y opisana jest przez rozszerzoną funkcję Cobba-Douglasa w postaci:

$$Y = (H_Y)^\beta L^\alpha \int_0^A [x(i)]^{1-\alpha-\beta} di, \quad (19)$$

gdzie: $x(i)$ jest nakładem i -tego dobra kapitałowego, zaś $\alpha \in (0, 1)$, $\beta \in (0, 1)$ oraz $(1-\alpha-\beta) \in (0, 1)$ obrazują elastyczności Y względem L , H_Y i $x(i)$.

Rozwiązanie modelu prowadzi do otrzymania równania stopy wzrostu gospodarczego w postaci¹⁹:

¹⁸ B. Snowdon, H. Vane, *Rozmowy z wybitnymi ekonomistami*, PTE, Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa 2003.

¹⁹ T. Tokarski, *Uwagi o modelach wzrostu gospodarczego*, „Studia Prawno-Ekonomiczne”, 1999, t. LIX.

$$\rho = \frac{\hat{\sigma}(\alpha + \beta)H - \beta\rho}{\beta\theta + \alpha}, \quad (20)$$

gdzie $\rho \geq 0$ oznacza stopę dyskontową typowego podmiotu, zaś $\theta \in (0, 1)$ – elastyczność krańcowej użyteczności konsumpcji względem konsumpcji.

Z powyższego równania wynika wniosek, że w modelu Romera stopa wzrostu produkcji będzie tym wyższa, im wyższe będą: łączny zasób kapitału ludzkiego w gospodarce H oraz egzogeniczny współczynnik efektywności nakładów kapitału ludzkiego w sferze wiedzy naukowo-technicznej $\hat{\sigma}$. Ponadto, długookresowe tempo wzrostu gospodarczego powinno być tym wyższe, im bardziej podmioty w analizowanej gospodarce będą przedkładały konsumpcję przyszłą nad konsumpcję bieżącą, tj. im niższa będzie stopa dyskontowa typowego konsumenta ρ oraz im niższa będzie elastyczność krańcowej użyteczności konsumpcji względem konsumpcji θ .

Odnosząc się do głównych tez modelu Romera i dokonując oceny na tle innych modeli wzrostu endogenicznego²⁰ należy zauważyć, że dzięki rozwinięciu endogenicznej teorii postępu technicznego, Romer zakwestionował zarówno tradycyjną, jak i rozszerzoną wersję neoklasycznego modelu wzrostu Solowa. W modelu neoklasycznym zakłada się, że technologia ma charakter egzogeniczny i w związku z tym jest dostępna na całym świecie bez żadnych ograniczeń. Romer odrzuca to założenie, opierając się na dowodach świadczących o tym, że technologia nie jest typowym dobrem publicznym. W modelu neoklasycznym zróżnicowanie poziomu dochodu *per capita* między krajami wynika z różnic w poziomie kapitału rzeczowego i kapitału ludzkiego (*object gap*). Z kolei Romer za główne źródło

²⁰ Najprostszym modelem wzrostu endogenicznego jest model AK, na gruncie którego zakłada się stały, dodatni poziom technologii oraz przyjmuje się szeroką definicję kapitału jako jedyne go czynnika produkcji; w efekcie produkcja jest proporcjonalna do zasobu tak rozumianego kapitału. Z równania stopy wzrostu w modelu AK wynika, że dla analizy wzrostu gospodarczego fundamentalne znaczenie ma określenie wielkości oszczędności, gdyż ich wzrost powoduje przyspieszenie tempa wzrostu. Skoro stopa wzrostu produkcji zależy od parametrów determinujących stopę oszczędności, to w sytuacji, gdy ma miejsce wzrost oszczędności (wynikający z obniżenia poziomu stopy dyskontowej lub elastyczności krańcowej użyteczności konsumpcji), następuje przyspieszenie tempa wzrostu gospodarczego. Podobny efekt wywołuje podniesienie poziomu technologii. W modelu Lucasa motorem wzrostu jest akumulacja kapitału ludzkiego rozumianego jako ogólny poziom umiejętności przynależnych konkretnej osobie. Kapitał ludzki jest włączony do funkcji produkcji jako samodzielny czynnik o specyficznych cechach. Z uwagi na to, że kapitał ludzki wiąże się z występowaniem zarówno efektów wewnętrznych, jak i efektów zewnętrznych, polityka gospodarcza, której celem jest zwiększenie poziomu kapitału ludzkiego prowadzi do podniesienia długookresowego tempa wzrostu produkcji. Na gruncie modelu Barro i Sala-i-Martina podejmuje się próbę wprowadzenia źródła wzrostu gospodarczego za pomocą różnorodności produktów pośrednich. Wzrost ilości produkowanych dóbr pośrednich, czyli postęp techniczny, zwiększa możliwości produkcyjne producentów dóbr finalnych, a ponadto pomaga uprościć proces produkcji dóbr finalnych. Zgodnie z wnioskami wynikającymi z modelu, im większa skłonność do oszczędzania i wyższy poziom technologii, tym wyższa stopa wzrostu gospodarczego. W tym zakresie wnioski wynikające z analizowanego modelu są zbliżone z wnioskami płynącymi z modelu AK, modelu Lucasa oraz modelu Romera. Nowym efektem jest natomiast wpływ kosztu wykreowania nowego produktu – spadek tego kosztu powoduje, że przy danych nakładach powstaje więcej nowych produktów. Innym nowym efektem jest efekt skali: kraje większe – w których postęp techniczny jest wykorzystywany na większą skalę – rozwijają się szybciej.

zróźnicowania poziomu życia uważa „lukę myśli innowacyjnej” (*idea gap*), czyli różnice produktywności wynikające z luki technologicznej. Jeśli stanowisko Romera jest słuszne, a w krajach biednych występuje rzeczywiście „luka myśli innowacyjnej”, to znaczna część ubóstwa występującego na świecie może być wyeliminowana przy relatywnie niskim koszcie poprzez „doganianie” w dziedzinie technologii. Oczywistą implikacją tej analizy jest to, że w krajach, które izolują się od swobodnego przepływu innowacji, występować będzie względna stagnacja, gdyż nie będzie zachodziła dyfuzja myśli naukowej i technologii.

Jeżeli założymy, że kapitał i technologia mogą przepływać przez granice polityczne państw, to utrzymywanie się znacznych różnic w poziomie produkcji przypadającej na jednego pracownika musi się wiązać z istnieniem trwałych ograniczeń w mobilności czynników produkcji. Czynnikiem, który w ewidentny sposób hamuje swobodny przepływ kapitału z krajów bogatych do krajów biednych jest większe ryzyko związane z inwestowaniem w krajach charakteryzujących się niestabilnością makroekonomiczną, słabo rozwiniętą infrastrukturą, nierozwiniętym systemem edukacji, zróźnicowaniem etnicznym, szerzącą się korupcją, niestabilnością polityczną oraz częstymi zmianami dominującej opcji politycznej. W krajach o zniekształconej infrastrukturze społecznej występują zjawiska pogoni za rentą (*rent-seeking*), mające na celu zagarnięcie zasobów, a nie dążenie do podejmowania działalności produkcyjnej. Nieprzestrzeganie przepisów prawa, niewykonywanie umów, słaba ochrona prawa własności, opodatkowanie mające charakter konfiskaty oraz szerząca się korupcja sprawiają, że zachowania typu pogoni za rentą stają się powszechne i znacząco hamują innowacje oraz inne działania pro wzrostowe. Wdrożenie bardziej zaawansowanej technologii lub zaangażowanie się w tworzenie nowych wynalazków przez podmioty indywidualne lub ich grupy wymaga istnienia stosownych ram instytucjonalnych, które pozwolą na osiągnięcie zadawalającej stopy zysku. Zdaniem Hansena i Prescottta, przyczyną wysokiego poziomu dochodu *per capita* w Stanach Zjednoczonych są osiągnięcia w budowaniu instytucji ekonomicznych wspomagających rozwój gospodarczy²¹. Również Olson formułuje pogląd, że znaczna część różnic w poziomie dochodu między krajami jest wynikiem zróźnicowania „jakości” instytucji i polityki gospodarczej²².

Wnioski płynące z modelu Romera oznaczają więc, że prowadzona polityka i układ instytucjonalny mają potencjalnie duży wpływ na stopę wzrostu i tworzą podstawę do

²¹ G. D. Hansen, E.C. Prescott, *Did technology shocks cause the 1990-1991 recession?*, “American Economic Review”, May 1993.

²² M. J. Olson, *Distinguished Lecture on Economics in Government: Big bills left on the sidewalk: why some nations are rich, and others poor*, “Journal of Economic Perspective”, Spring 1996.

akumulacji kapitału ludzkiego i stosowania narzędzi stymulujących postęp techniczny. Podkreślić przy tym należy znaczenie bodźców ekonomicznych i konieczność zastrzeżenia zysków płynących z innowacji dla ich twórców po to, by wspierać w ten sposób rozwój nowych dóbr i procesów produkcyjnych. Z badań Romera wynika jednoznacznie, że polityka władz musi być ukierunkowana na wspieranie wysokiego poziomu działalności badawczo-rozwojowej zarówno ze strony instytucji prywatnych, jak i publicznych. Biorąc pod uwagę znaczące różnice między społeczną a prywatną stopą zwrotu z wydatków na badania i rozwój, ważnym zadaniem rządu staje się zapobieganie niedoinwestowaniu tej sfery, a więc stworzenie takich mechanizmów, które promują wynalazki i innowacje²³.

1.4. Zakończenie. Wnioski dla polityki gospodarczej

Przeprowadzona wyżej analiza sugeruje, że różnice między „tradycyjnymi” i „nowymi” teoriami wzrostu gospodarczego mają nie tylko charakter czysto techniczny, sprowadzający się do różnych koncepcji ujęcia postępu technicznego i kapitału oraz różnych postaci przyjętej funkcji produkcji, lecz także charakter aplikacyjny. Okazuje się bowiem, że z modeli tych wynikają odmienne wnioski dla polityki ekonomicznej. Z uwagi na to, że w modelach wzrostu endogenicznego wielkości ekonomiczne będące w dyspozycji państwa mają o wiele większy wpływ na wzrost gospodarczy (gdyż determinują nie tylko poziom produkcji, ale również długookresową stopę jej wzrostu), zwiększa się wydatnie pole do badań nad wpływem polityki ekonomicznej na wzrost gospodarczy.

Przewartościowanie roli państwa w stymulowaniu wzrostu gospodarczego wiąże się z odmiennymi skutkami działania narzędzi tej polityki. W modelach neoklasycznych polityka gospodarcza może przyspieszyć wzrost w krótkim, ale nie w długim okresie, gdyż ze względu na malejące przychody – w miarę powiększania przez przedsiębiorstwa nakładów inwestycyjnych – przychód z kapitału zmniejsza się, aż w końcu zrównuje się z jego kosztem. Ostatecznie proces tworzenia kapitału ulegnie zahamowaniu, w związku z czym w długim okresie produkcja *per capita* nie będzie wzrastać. Wnioski wypływające z tego modelu pozostają jednak w sprzeczności z wynikami badań empirycznych, które wskazują na dodatnią długookresową zależność między inwestycjami a tempem wzrostu produkcji *per capita*. Na gruncie „nowych” modeli wzrostu występuje możliwość pozytywnego oddziaływania polityk stymulujących inwestycje na długookresowe tempo wzrostu, co wynika z uchylenia założenia o malejących przychodach z szeroko rozumianego kapitału. Jest

²³ P. Kawa, *Polityka innowacyjna w Polsce w obliczu narastającej konkurencji międzynarodowej i integracji z Unią Europejską*, Handel Międzynarodowy – materiały z konferencji naukowej, Kraków 2001.

to uzasadnione, o ile uwzględni się, że kapitał wywiera nie tylko bezpośredni wpływ na produkcję pojedynczego przedsiębiorstwa, ale także pośredni wpływ na produkcję innych przedsiębiorstw. Podobnie jak w tradycyjnych modelach wzrostu, efekt bezpośredni wiąże się z występowaniem malejących przychodów. Nowe modele wzrostu kładą jednak nacisk na efekt pośredni polegający na tym, że wzrost inwestycji w danej firmie przyczynia się do wzrostu produkcji w innych przedsiębiorstwach poprzez wzrost ogólnego zasobu wiedzy i kwalifikacji. Jeśli ten pośredni wpływ związany z występowaniem pozytywnych efektów zewnętrznych i ich „rozprzestrzenianiem się” (*spillover effect*) jest wystarczająco silny, może on skompensować oddziaływanie efektu bezpośredniego, w związku z czym w gospodarce jako całości nie wystąpią malejące przychody z kapitału, co skłaniać będzie do dalszej akumulacji kapitału rzeczowego i ludzkiego, powodując tym samym przyspieszenie tempa wzrostu gospodarczego²⁴.

Podstawową rekomendacją płynącą z teorii wzrostu endogenicznego pod adresem polityki gospodarczej jest to, iż na skutek istnienia korzyści zewnętrznych (związanych z postępem technicznym i akumulacją wiedzy naukowo-technicznej) możliwe jest podniesienie długookresowej stopy wzrostu gospodarczego w sposób trwały. Dla skuteczności polityki ekonomicznej wymagane są z jednej strony stosunkowo wysokie preferencje podmiotów co do przyszłej konsumpcji oraz, z drugiej strony, identyfikacja inwestycji o wysokich stopach przychodu (np. wiedza naukowo-techniczna i kapitał ludzki). Jak zauważa Plosser „*centralną rolę w długookresowym wzroście odgrywają różne rodzaje polityki państwa wpływające na bodźce, które skłaniają do oszczędzania oraz do inwestowania zarówno w kapitał rzeczowy i ludzki, jak i w rozwój nowych technologii*”²⁵.

Konkluzje wynikające z modeli wzrostu endogenicznego skłaniają zwolenników nowych teorii do formułowania zaleceń pod adresem polityki gospodarczej. Najważniejszy wniosek dotyczy znaczenia „jakości” (kierunków) inwestycji w porównaniu z ich ilością – dla długookresowego wzrostu gospodarczego istotne są kierunki inwestycji, a nie sama ilość realizowanych projektów inwestycyjnych. Oznacza to konieczność identyfikacji i wspierania inwestycji o silnych efektach zewnętrznych (np. inwestycje w szkolnictwo, infrastrukturę i badania naukowe). Wielu ekonomistów odnosi się jednak sceptycznie do możliwości wykorzystania koncepcji korzyści zewnętrznych w formułowaniu polityki ekonomicznej (poza dość oczywistymi celami dotyczącymi szkolnictwa czy badań podstawowych) i

²⁴ A. Wojtyna, *Polityka ekonomiczna a wzrost gospodarczy*, „Gospodarka Narodowa”, 1995, nr 6.

²⁵ C. I. Plosser, *The Search for Growth*, [w:] *Policies for Long-Run Economic Growth*, Federal Reserve Bank of Kansas City, Jackson Hole, August 1992.

wspieraniu określonych branż czy konkretnych projektów inwestycyjnych. Brak jak dotąd „twardych” dowodów wskazujących, jakie inwestycje są najważniejsze z punktu widzenia stymulowania wzrostu. Niektórzy autorzy zwracają również uwagę na niebezpieczeństwa związane z działaniami typu pogoni za rentą (*rent-seeking*). Jak stwierdza Walter „pomysłowość osób zainteresowanych pomocą finansową rządu w wynajdywaniu pozytywnych efektów zewnętrznych służących jako środek zapewnienia sobie specjalnych koncesji, przewyższa prawdopodobnie fachowość i wytrwałość polityków gospodarczych”²⁶. Przeciwnicy stosowania wsparcia finansowego ze strony rządu obalają również założenie mówiące o tym, że subsydiowanie określonych rodzajów działań podnoszących dobrobyt jest kompensowane przez nie wywołujące zakłóceń podatki ryczałtowe stosowane w innych dziedzinach gospodarki. W rzeczywistości subsydia są często finansowane przez podatki zniekształcające mechanizmy rynkowe, w związku z czym korzyści mogą zostać częściowo zneutralizowane. Problemem jest również to, że politycy nadal nie wiedzą z góry, które gałęzie wniosą największy wkład w stan wiedzy i które zasługują na subsydiowanie²⁷.

Podstawowa trudność w formułowaniu zaleceń dla polityki jest prawdopodobnie spowodowana brakiem jednoznacznych wyników badań empirycznych. Należy jednak mieć nadzieję, że wielość i różnorodność problemów przed jakimi stoją politycy sprzyjać będzie dalszemu zainteresowaniu badaniami nad wzrostem gospodarczym i rolą czynników warunkujących przebieg procesów wzrostu.

Bibliografia:

Aghion P., Howitt P., *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, MIT Press, 1998.

Barro R., Sala-i-Martin X., *Economic Growth*, McGraw-Hill, New York 1995.

Fagerberg J., *Technology and international differences in growth rates*, “Journal of Economic Literature”, September 1994.

Hansen G. D., Prescott E.C., *Did technology shocks cause the 1990-1991 recession?*, “American Economic Review”, May 1993.

Kawa P., *Polityka innowacyjna w Polsce w obliczu narastającej konkurencji międzynarodowej i integracji z Unią Europejską*, Handel Międzynarodowy – materiały z konferencji naukowej, Kraków 2001.

Lucas R., *On the Mechanics of Economic Development*, “Journal of Monetary Economics”, 1988, nr 22.

Mankiw N. G., *Foreword to Barro R.J., Sala-i-Martin X., Economic Growth*, McGraw-Hill, New York 1995.

Mankiw N. G., Romer D., Weil D.N., *A contribution to the empirics of economic growth*, “Quarterly Journal of Economics”, May 1992.

²⁶ N. H. Walter, *Commentary*, [w:] *Policies for Long-Run Economic Growth*, Federal Reserve Bank of Kansas City, Jackson Hole, 1992, s. 195.

²⁷ A. Wojtyna, *op. cit.*, s. 8.

- Olson M. J., *Distinguished Lecture on Economics in Government: Big bills left on the sidewalk: why some nations are rich, and others poor*, "Journal of Economic Perspective", Spring 1996.
- Plosser C. I., *The Search for Growth*, [w:] *Policies for Long-Run Economic Growth*, Federal Reserve Bank of Kansas City, Jackson Hole, August 1992.
- Romer D., *Advanced Macroeconomics*, McGraw-Hill, New York 1996.
- Romer P., *Increasing returns and long-run growth*, "Journal of Political Economy", October 1986.
- Romer P., *Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization*, "American Economic Review", May 1987, nr 77.
- Romer P., *Endogenous Technological Change*, "Journal of Political Economy", 1990, vol. 98, nr 5.
- Shaw G. K., *Policy implications of endogenous growth theory*, "Economic Journal", May 1992.
- Snowdon B., Vane H., *Rozmowy z wybitnymi ekonomistami*, PTE, Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa 2003.
- Solow R., *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, "Quarterly Journal of Economics", 1956.
- Tokarski T., *Uwagi o modelach wzrostu gospodarczego*, Studia Prawno-Ekonomiczne, 1999, t. LIX.
- Tokarski T., *Optymalne stopy inwestycji w modelu Mankiwa-Romera-Weila*, „Ekonomista”, 2000, nr 3.
- Walter N. H., *Commentary*, [w:] *Policies for Long-Run Economic Growth*, Federal Reserve Bank of Kansas City, Jackson Hole, 1992.
- Wojtyna A., *Polityka ekonomiczna a wzrost gospodarczy*, „Gospodarka Narodowa”, 1995, nr 6.