

RYSZARD DOMAŃSKI

Akademia Ekonomiczna w Poznaniu

**MODYFIKACJE TEORII
WZROSTU GOSPODARCZEGO.
WZROST ENDOGENICZNY**

Abstract: Modifications of the Theory of Economic Growth. Endogenous Growth. The article presents the evolution of the theory of economic growth. It opens with a critical survey of the neoclassical models by Solow, Kaldor and Arrow. Attention is focused, however, on Romer's and Lucas' models of endogenous growth. It also features the latest models of growth in a knowledge-based economy. In the survey of the neoclassical models, those elements are highlighted which have prepared the ground for endogenous growth theory, namely residual growth in Solow's model treated as a measure of technological progress, the dependence of the level of technology on investment made in the past in Kaldor's model, and the introduction by Arrow of the function of learning through action. The second part of the article presents the conceptions of the authors who have developed endogenous growth theory. They depart from the fixed assumptions of the neoclassical theory and allow for agglomeration effects and the imperfection of the market. In Romer's model, the diminishing returns on the capital of individual enterprises are counterbalanced by technological progress generated at an aggregated (social) level. Lucas' model is a bi-sectoral one. It features two capital goods: physical capital and human capital. In the state of equilibrium, both kinds of capital, like consumption, tend to grow at the same rate. The third part of the article describes an original approach to endogenous growth in a knowledge-based economy. According to its authors, economic growth can continue beyond the state of balanced growth at an increasing rate. It is an important premise underlying the latest conception of self-reinforcing growth.

Wstęp

W ostatnich dziesięcioleciach w literaturze ekonomicznej i geograficznej obserwuje się przyrwyłw zainteresowania teorią wzrostu gos-

podarczego. Impulsem ożywienia badań były nowe koncepcje, których zbiór nazywa się nową teorią wzrostu albo teorią wzrostu endogenicznego. Wysuwanie nowych idei było reakcją na niedostatki neoklasycznych modeli wzrostu. W modelach tych wzrost gospodarczy zależy od zewnętrznych zmian techniki. Wzrost może co prawda występować także jako funkcja wzrostu kapitału ludzkiego, wewnętrznego kapitału technicznego czy wzrostu ludności, ale daje on malejące lub stałe przychody względem skali. Nie może więc przynieść trwałego wzrostu dochodu na głowę. Z modelu klasycznego wynika ponadto, że stopy wzrostu regionów lub krajów będą zbiegać się w czasie (konwergencja stóp wzrostu).

Nazwa „endogeniczna teoria wzrostu” wskazuje intencjonalnie odmiennosc tej teorii od teorii neoklasycznej. W modelach neoklasycznych, jak stwierdzono wyżej, wzrost gospodarczy jest uzależniony od zewnętrznych zmian techniki. Egzogeniczna jest również stopa wzrostu (niżej). Nazywa się je więc modelami egzogenicznymi. Nowa teoria wprowadza zewnętrzne zmiany techniki do wewnętrznego mechanizmu wzrostu, czyli endogenizuje je. Stąd jej nowa teoria wzrostu endogenicznego. Endogenizacja ma trojakie znaczenie:

- 1) przez włączenie zewnętrznych zmian techniki daje pełniejszy obraz mechanizmu wzrostu; mechanizm został uwolniony od czynnika niezależnego, stał się wewnętrznym spójnym zespołem zależności i sprzężeń zwrotnych;
- 2) przypisuje większą wagę kapitałowi ludzkiemu, a w najnowszych wersjach także kapitałowi wiedzy;
- 3) wewnętrzna spójność poszczególnych elementów mechanizmu wzrostu rozszerza przestrzeń, w której władza regionalna może stosować pełniejszy zespół instrumentów polityki wzrostu.

Element zewnętrzny i niezależny od władzy regionalnej wszedł w skład struktury zależnej od niej. Uważa się, że modele endogeniczne mają większy ładunek intelektualny i lepiej odzwierciedlają dynamikę i skomplikowanie współczesnej gospodarki, w szczególności rolę wiedzy w jej funkcjonowaniu i przekształcaniach. Sceptycy wyrażają jednak opinię, że modyfikacje te nie są tak daleko idące, aby odzwierciedlały nazwanie teorii endogenicznej teorią nową.

Tekst ten jest przeznaczony dla Czytelników interesujących się bardziej polityką przestrzenną i regionalną niż ekonomią matematyczną. Dlatego ograniczono do minimum prezentowanie formuł matematycznych, koncentrując się na opisie i wyjaśnieniu zależności występujących w procesie wzrostu gospodarczego.

1. Neoklasyczne modele wzrostu. Koncepcje Solowa, Kaldora i Arrowa

Pierwszym sformalizowanym modelem wzrostu gospodarczego był model Harroda-Domara. W modelu tym (Harrod 1939; Domar 1946) wzrost gospodarki (g) jest zależny od stosunku kapitału do produkcji (v) i od stopy oszczędności (s):

$$g = \frac{s}{v} \quad (1)$$

Włączając do tego wzoru stopę wzrostu ludności (n) i stopę zużycia kapitału (δ), otrzymamy wzrost gospodarczy na głowę ludności określony przez:

$$g^* = \frac{s}{v} - (n + \delta) \quad (2)$$

Przez ujęcie proporcji kapitał – produkcja jako parametru, model ten zakłada milcząco stałość przychodów od kapitału. Model osiąga tylko chwilową stabilność, mianowicie wtedy, gdy niezbędna (gwarantowana) stopa wzrostu równa się stopie naturalnej.

Jeśli gospodarka ma pod dostatkiem siły roboczej, mogłaby się rozwijać według stopy wymaganej dla pełnego wykorzystania kapitału, określanej mianem stopy niezbędnej (gwarantowanej). Niedostatek siły roboczej powoduje redukcję potencjalnego wzrostu do stopy nazywanej stopą naturalną. Równość obu stóp może być tylko chwilowa, gdyż rzeczywiste procesy gospodarcze wywołują ciągłe odchylenia od niej. Jest to stabilność charakteryzowana jako stabilność na ostrzu noża.

Istotną rolę w rozwoju teorii wzrostu gospodarczego odegrał Solow. W swojej innowacyjnej pracy (1956) odchodzi od pojęcia stałej proporcji kapitał – produkcja i zastępuje je funkcją produkcji typu funkcji Cobba-Douglasa. W funkcji tej istnieje możliwość substytucji między kapitałem i pracą, przy czym elastyczność substytucji musi sumować się do jedności. Przy tym założeniu posługiwanie się funkcją Cobba-Douglasa implikuje, że nie można uzyskiwać stale tych samych przyrostów produkcji na głowę, zwiększając tylko jeden z tych czynników. Dysproporcje między tymi czynnikami, które wystąpiłyby wówczas sprawiałyby, że dodatkowe nakłady tylko kapitału albo tylko pracy, dawałyby coraz mniejsze efekty produkcyjne. Teoria Solowa otworzyła nową epokę w literaturze na temat wzrostu gospodarczego określaną mianem neoklasycznej teorii wzrostu. W początkowym okresie rozwoju tej teorii badania koncentrowały się na problemie równowagi i wzrostu zrównoważonego (*steady-state growth*). Autorzy byli za-

interesowani budową modeli, które miały szczególne właściwości. W toku modelowania poszukiwano odpowiedzi na trzy pytania:

- 1) przy jakich parametrach możliwy jest wzrost zrównoważony; było to pytanie o możliwość osiągnięcia albo o istnienie wzrostu zrównoważonego;
- 2) jaka porównawcza dynamika zmiennych zapewnia wzrost zrównoważony;
- 3) czy istnieją siły, które przywracają wzrost zrównoważony po jego przejściowym zakłóceniu (Button 2000).

Model Solowa wykazuje, że jeśli dana jest stopa wzrostu siły roboczej, sama gospodarka może osiągać w końcu stan wzrostu zrównoważonego, w którym stopa wzrostu inwestycji, podobnie jak stopa wzrostu kapitału i pracy, będzie równa. W konsekwencji taką samą stopę wzrostu osiągnie również produkcja. Taka sytuacja, w której wszystkie rozważane zmienne mają identyczną stopę wzrostu nazywa się stanem wzrostu zrównoważonego (Chiang 1994).

W wyjściowej formie model neoklasyczny składa się z dwóch równań (funkcji produkcji i równania ruchu):

$$Y = F(K, N, t) \quad (3)$$

$$\dot{K} = sY \quad 0 < s < 1 \quad (4)$$

gdzie: Y – oznacza produkcję; F – funkcję produkcji; K – kapitał; N – siłę roboczą; t – indeks czasu. Wszystkie te zmienne są funkcjami czasu. Zmienna N zależy tylko od czasu i jest funkcją wykładniczą (wykładnik $n > 0$). Parametr s oznacza przeciętną skłonność do oszczędzania. Dopełnieniem układu równań są specyfikacje początkowych warunków dla czynników produkcji K oraz N .

W toku dalszych dyskusji (Costa 2003) rozważano znaczenie przejścia od stałych do wzrastających przychodów względem skali w generowaniu wzrostu endogenicznego. Funkcja przedstawiona niżej może generować wzrastające przychody:

$$Y = (K, (AN)^h) \quad (5)$$

Ma ona następujące właściwości: jest funkcją jednorodną stopnia pierwszego w części dotyczącej dwóch argumentów K oraz N , zaś $h > 1$; F zwiększa więc przychody względem skali od K oraz N , zaś A jest funkcją wykładniczą czasu z wykładnikiem a .

Rozwijając tę początkową postać modelu Solow doszedł do ustalenia stopy wzrostu zrównoważonego w formie:

$$g = (a + n)h > (a + n) \quad (6)$$

gdzie: $a + n$ jest naturalną stopą wzrostu. Jest ona egzogeniczną częścią modelu, gdyż nie zależy od właściwości funkcji produkcji. Wśród jej argumentów nie ma argumentów funkcji F . Nie zależy także od przeciętnej skłonności do oszczędzania s . Z przekształceń modelu Solowa (Ray, Lakshmanan, Anderson 2001) wynika, że wielkość kapitału na głowę ludności (k^*) w stanie wzrostu zrównoważonego jest określona przez stopę oszczędności (s), stopę wzrostu siły roboczej (n) i stopę zużycia (deprecjacji) kapitału (δ):

$$k^* = (s/(n + \delta))^{1/1-a} \quad (7)$$

Jak długo poziom dochodu na głowę ludności zależy od zewnętrznej stopy oszczędności i stopy wzrostu siły roboczej, długookresowa stopa wzrostu gospodarki jest od nich niezależna i równa się stopie zewnętrznych zmian technicznych (a):

$$y^* = (k^*)^a \quad (8)$$

Istotny, ale kwestionowany wniosek wyprowadzany z modelu neoklasycznego dotyczy relacji międzyregionalnych. Solow przyjmuje założenie, że regiony o takich samych preferencjach i technologiach będą wykazywały zbieżność (konwergencję) do takiego samego poziomu dochodu na głowę ludności. Tendencja ta ma swoje źródło w międzyregionalnej konkurencji i realizuje się przez wymianę handlową i mobilność czynników produkcji. Przestrzenne przemieszczenia tego rodzaju mają miejsce w rzeczywistości, ale nie są jedyną tendencją. Jednocześnie działają czynniki prowadzące do regionalnych rozbieżności (dywergencji). Obserwacje statystyczne pozwalają na uogólnienia historyczne, w których można wyróżnić okresy i obszary z dominacją dywergencji oraz okresy i obszary z przewagą konwergencji. Brak jednak ścisłych twierdzeń mających walor powszechności. Nie ma więc teoretycznego wyjaśnienia przepływów międzyregionalnych przeciwnych kierunkowi wskazywanemu przez teorię neoklasyczną. Fakty wskazują jednak, że kapitał przepływa do regionów o dużych zasobach kapitałowych i odpływa z regionów ubogich. Podobnie, wysoko wykwalifikowana siła robocza emigruje z regionów, w których jest jej niedostatek, do tych, w których jest jej obfitość.

Tendencja do konwergencji poziomu dochodu na głowę ludności jest kwestionowana przez wielu autorów. Nawiązują oni do pracy Myrdala (1956), który wysunął koncepcję okrężnej kumulatywnej przyczyny

nowości. Opisuje ona procesy różnicowania się poziomu gospodarczego różnych krajów i regionów. Efektem tych procesów jest pogłębianie się różnic międzyregionalnych. Regiony zamożne bogacą się nadal, regiony ubogie biednieją nadal. Podobną koncepcję wysunął Perroux w pracy na temat biegunów wzrostu (1950).

Krytycy neoklasycznej teorii wzrostu podkreślają, że pomija ona wiele istotnych cech nowoczesnej gospodarki, takich jak: tworzenie zachęt do innowacji technicznych i organizacyjnych, działanie instytucji sprzyjających konkurencji rynkowej, rozwój polityki promocyjnej, racjonalizacja polityki makroekonomicznej. Znaczna część literatury krytycznie ocenia mechanizm wzrostu, zbyt uproszczony, przyjmujący że tylko zewnętrzny postęp techniczny określa wzrost gospodarki na głowę ludności. Literatura najnowsza akcentuje potrzebę ujęcia wiedzy w modelach wzrostu, której zastosowanie może zrównoważyć lub przewyższyć wpływ malejących przychodów od akumulacji kapitału fizycznego. Twórcy teorii neoklasycznej zdawali sobie sprawę z jej ograniczeń i starali się przygotować grunt dla teorii, która później została nazwana teorią endogeniczną. Solow, wkrótce po ogłoszeniu pierwszej, podstawowej rozprawy (Solow 1956), opublikował artykuł, w którym podjął próbę uwzględnienia postępu technicznego w modelu wzrostu (Solow 1957). Próba ta polegała na dezagregacji wzrostu produkcji pomiędzy nakłady czynników produkcji, które następnie były ważone przez ich udziały w zagregowanej funkcji produkcji. Nadwyżka produkcji ponad części przypisane poszczególnym czynnikom była traktowana jako miara postępu technicznego (lub wzrost rezydualny). Zauważył także, że drugim, oprócz wprowadzenia wzrastających dochodów, sposobem rozwijania teorii wzrostu powinna być endogenizacja postępu technicznego.

Dalszy krok w tym kierunku zrobił Kaldor (1957). Jego model ma stałe współczynniki, a wydajność pracy zależy od całkowitych inwestycji dokonanych w przeszłości. Endogenizację postępu technicznego można naświetlić rozważając produkcję pojedynczego przedsiębiorstwa reprezentatywnego dla populacji przedsiębiorstw, N . Jego funkcja produkcji ma postać (Button 2000):

$$y = F(k, Al) \quad (9)$$

gdzie: l – oznacza pracę; A – poziom wiedzy określonej jako K^γ , przy czym $K = Nk$, zaś $\gamma < 1$. W przedsiębiorstwie tak opisanym mogą występować korzyści zewnętrzne. Ich źródłem jest korzystanie przez to przedsiębiorstwo nie tylko z własnych doświadczeń, ale również z wie-

dzy innych przedsiębiorstw, która dyfunduje m.in. przez przepływy wysoko wykwalifikowanych pracowników między przedsiębiorstwami. Innymi słowy pojedyncze przedsiębiorstwo korzysta z wiedzy zagregowanej na wyższym poziomie. Wydajność pracy zależy od przeszłych inwestycji z elastycznością równą γ . Model może prowadzić do stanu wzrostu zrównoważonego bez zewnętrznego postępu technicznego, podobnie jak model neoklasyczny ze wzrastającymi przychodami. W modelu Kaldora bowiem wzrost kapitału K przejmując efekty oddziaływania A wzrastającego na poziomie zagregowanym. Na tym poziomie powstają więc wzrastające przychody, mimo że pojedyncze przedsiębiorstwa działają przy założeniu niezależnego, stałego A , czyli stałych przychodów.

Jeśli przyjmuje się n jako stopę wzrostu pracy, wówczas model prowadzi gospodarkę do wzrostu zrównoważonego ze stałym stosunkiem kapitał – produkcja oraz jednakową stopą wzrostu produkcji i kapitału wynoszącą $n/(1 - \gamma)$. Długookresowy wzrost gospodarki nie może być jednak dodatni, jeśli n nie jest dodatnie, lecz wielkość ta nie może być regulowana przez politykę. Ten brak wrażliwości modelu na oddziaływanie polityki jest jego słabą stroną.

Arrow (1962) nadał próbom wprowadzenia postępu technicznego do neoklasycznych modeli wzrostu gospodarczego bardziej wyrazistą formę. Badał on przypadek „uczenia się przez działanie”, w którym wydajność pracy zależy od zakumulowanego doświadczenia wyrażonego przez wielkość zakumulowanych inwestycji (widać tu podobieństwo do koncepcji Kaldora). Funkcja uczenia się ma postać (Dutt 2003):

$$E = \zeta K^\eta \quad (10)$$

gdzie: ζ , η są dodatnimi parametrami funkcji uczenia się, zaś K oznacza zakumulowane inwestycje. Przy założeniu, że $\eta < 1$, co oznacza zmniejszanie się przychodów od uczenia się, Arrow doszedł do stanu wzrostu zrównoważonego, w którym wzrost kapitału jest określony przez:

$$\dot{k} = \left[\frac{n}{(1 - \eta) s A} \right]^{1/(1 - \eta)} \quad (11)$$

gdzie: n – stała stopa wzrostu siły roboczej określona zewnętrznie (przy założeniu pełnego zatrudnienia); s – stopa oszczędności; A – poziom wiedzy. Przy takim wzroście kapitału dochód na głowę ludności ($y = Y/N$) rośnie według stopy \dot{E} wyrażającej wzrost wydajności pracy w wyniku zakumulowanego doświadczenia.

2. Wzrost endogeniczny. Koncepcje Romera i Lucasa

Argumenty opozycyjne wobec neoklasycznej teorii wzrostu gospodarczego wysunął już Myrdal (1956). Wcześniej, jak już wspomniano, pokrewne idee przedstawił Perroux (1950). Ich koncepcje, nazywane często hipotezą polaryzacyjną, koncentrują się na wyjaśnieniu, dlaczego niektóre regiony rozwijają się szybciej i osiągają wyższy poziom gospodarczy, a inne pozostają w tyle. Opierają się na argumentach nie tylko ekonomicznych, ale także społecznych, politycznych i kulturowych. To wielodyscyplinarne podejście do nierówności regionalnych, choć bardzo właściwe, utrudniało jednak autorom wyrażenie swoich koncepcji w postaci spójnych i ścisłych modeli. Z tego powodu były one często pomijane w głównym nurcie rozwoju teorii ekonomii. Nowa teoria wzrostu, nazywana teorią wzrostu endogenicznego, a jej modele, modelami drugiej generacji, wyrosła z rdzenia teorii ekonomii. Mimo że jej konkluzje wykazują wiele podobieństw do wcześniejszych hipotez Perroux i Myrdala, przyciągają silniej uwagę ekonomistów (Maier 2001).

2.1. Przesłanki teorii wzrostu endogenicznego

Ponowne ożywienie zainteresowań problemem wzrostu gospodarczego wyrosło z następujących motywów (Turnovsky 2003): 1) potrzeby wyjaśnienia aspektów wzrostu nie uwzględnianych w teorii neoklasycznej, 2) potrzeby bardziej zadowalającego wyjaśnienia międzynarodowych i międzyregionalnych stóp wzrostu, 3) wzrastającej roli akumulacji wiedzy w rozwoju gospodarczym, 4) potrzeby pełniejszego uwzględnienia roli instrumentów polityki makroekonomicznej w wyjaśnianiu długookresowego procesu wzrostu. Budowanie nowych modeli ma na celu wyjaśnienie stóp wzrostu jako wyniku zachowań racjonalnych podmiotów, między którymi ustala się wewnętrzna równowaga. W zachowaniach tych odzwierciedlają się strukturalne cechy gospodarki, takie jak poziom techniki i preferencje, jak również zasady polityki makroekonomicznej. Z tego powodu upowszechniła się nazwa modele wzrostu endogenicznego.

Twórcy nowej teorii wzrostu nie chcieli zaakceptować tego, że w teorii neoklasycznej źródło wzrostu długookresowego jest zewnętrzne. Kontynuowali więc wyjaśnianie postępu technicznego jako wewnętrznej zmiennej modelu. Wskazywali na to, że w neoklasycznych modelach wzrostu nie ma zachęt dla podmiotów działających racjonalnie do inwestowania zasobów w tworzenie postępu technicznego.

Inwestowanie w postęp techniczny może być wyjaśnione tylko wtedy, gdy uchyli się podstawowe założenia teorii neoklasycznej. Uchylenia dokonali przez dopuszczenie występowania efektów aglomeracji lub niedoskonałości rynku. Przyjęli mianowicie występowanie korzyści skali i efektów zewnętrznych oraz zysków nadzwyczajnych podmiotów tworzących postęp techniczny.

Zmienione założenia i wyprowadzone z nich wnioski są podobne do argumentacji, na której opiera się hipoteza polaryzacyjna. Do głównych wniosków, oprócz endogenizacji postępu technicznego, należą (Maier 2001): 1) w warunkach występowania efektów aglomeracji i niedoskonałości rynku, mechanizm cenowy niekoniecznie prowadzi do rozwiązań optymalnych, 2) wolny handel i proces akumulacji kapitału niekoniecznie prowadzą do konwergencji między regionami. Efekty aglomeracji i procesy kumulacyjne uruchamiają mechanizm okrężnej przyczynowości i samowzmacniania rozwoju. Podczas gdy modele neoklasyczne wykazują, że przy przyjętych w nich założeniach akumulacja kapitału prowadzi do konwergencji, modele nowej teorii dopuszczają zachodzenie zarówno regionalnej konwergencji, jak i dywergencji. Przewaga jednej lub drugiej tendencji zależy od konkretnych warunków miejsca i czasu, 3) jeśli włączy się do rozważań efekty aglomeracji i niedoskonałość rynku, znaczenia nabiera struktura przestrzenna gospodarki i historyczny przebieg rozwoju. W modelach neoklasycznych oddziaływanie tych czynników jest szybko eliminowane przez mechanizm równowagi, natomiast w modelach nowej teorii mogą one uruchomić długookresowe różnicowanie się gospodarki. Aglomeracje miejskie rozwijając się często pod wpływem czynników przypadkowych, mogą przyciągać dalsze inwestycje z zewnątrz i zwiększać dalej swą atrakcyjność. Dodatnie sprzężenia zwrotne między różnymi czynnikami ekonomicznymi prowadzą do nierównomiernego rozmieszczenia działalności gospodarczej w przestrzeni. Nierównomierność bywa często trwała (działanie czynników inercji). Nie ma dotąd teoretycznego rozstrzygnięcia, do jakiego stopnia nierówność jest ekonomicznie optymalna i społecznie pożądana i od jakiego punktu na swojej ścieżce wzrostu gospodarka zaczyna wytwarzać efekty negatywne. Wyniki przydatne w polityce gospodarczej można uzyskiwać przez empiryczne badania konkretnych systemów gospodarczych i regionalnych.

W literaturze teoretycznej na temat nowego ujęcia wzrostu gospodarczego wyróżniają się dwa nurty o odmiennym akcentowaniu źródeł wzrostu (Turnovsky 2003). W pierwszym nurcie akcent położony jest na akumulacji kapitału; uważa się ją za główne źródło

wzrostu. W przeciwieństwie do modeli neoklasycznych ujęcie to nie wymaga zewnętrznych czynników, takich jak wzrost ludności, aby wytworzyć równowagę długookresowego wzrostu. Stopa wzrostu zrównoważonego jest efektem tworzonym wewnątrznie. W drugim nurcie akcentuje się rolę endogenicznego wzrostu wiedzy lub badań i wdrożeń, jako czynnika napędzającego wzrost gospodarczy.

2.2 Model Romera

Za przełom w literaturze na temat teorii wzrostu endogenicznego uważa się pracę Romera (1986). Autor rozpoczyna od analizy modelu dwuokresowego, w którym produkcja dóbr konsumpcyjnych w okresie drugim jest funkcją stanu wiedzy i zbioru czynników dodatkowych. Wiedza jest tworzona z odłożonej konsumpcji (oszczędności) w okresie pierwszym. Romer przyjmuje funkcję produkcji z efektami zewnętrznymi typu (Aghion, Howitt 1998, s. 26):

$$Y = \bar{A}K^\alpha L^\beta \quad (12)$$

gdzie: K – oznacza kapitał; L – pracę; \bar{A} – zewnętrzny (społeczny) postęp techniczny; α , β – stopy elastyczności substytucji kapitału i pracy. Oszczędności są określone przez właściciela reprezentatywnego jednoosobowego przedsiębiorstwa, którego celem jest maksymalizacja użyteczności w czasie (problem dynamicznej optymalizacji). Warto w tym miejscu wspomnieć, że również dalsze modele wzrostu endogenicznego, podobnie jak model wyżej wymieniony, były wyprowadzane z prostej formuły $Y = AK$. Formuła ta lub jej uproszczona postać AK jest bardzo często spotykana w literaturze na temat wzrostu endogenicznego.

Operacje przeprowadzone na modelu wyjściowym doprowadziły Romera do stwierdzenia, że jeśli są stałe przychody społeczne od kapitału, to gospodarka wykazuje trwałą, dodatnią, lecz skończoną stopę wzrostu (g), w której malejące przychody prywatne od kapitału są zrównoważone przez zewnętrzny (społeczny) postęp techniczny \bar{A} wytwarzany na poziomie zagregowanym (przez działalność zbioru przedsiębiorstw prywatnych). Bardziej szczegółowo (Aghion, Howitt 1998, s. 28):

$$g = \frac{\alpha A - \rho}{\varepsilon} \quad (13)$$

gdzie: α – prywatne przychody od kapitału; A – parametr techniczny (wpływ inwestycyjnych decyzji reprezentatywnego przedsiębiorstwa na społeczny zasób kapitału; wielkość znikoma); ρ – stopa dyskontowa;

ε – elastyczność substytucji czynników produkcji. Równanie to można opisać następująco: 1) im większa stopa dyskontowa, ρ (oddziałująca na skłonność do oszczędzania); 2) im niższa międzyokresowa elastyczność substytucji mierzona przez $1/\varepsilon$; 3) im bardziej zmniejszają się prywatne przychody od kapitału (tj. im niższe jest α), tym niższa jest stopa wzrostu zrównoważonego, g .

W modelu Romera wraz ze wzrostem liczby przedsiębiorstw wzrastają efekty zewnętrzne tworzące nową wiedzę techniczną, która przyspiesza wzrost gospodarki. Innymi słowy, stopa wzrostu powinna być skorelowana dodatnio ze skalą gospodarki mierzoną liczbą przedsiębiorstw. Ten efekt skali jest wspólną cechą modeli wzrostu endogenicznego. Hipoteza ta była później w literaturze analizowana krytycznie.

W eksperymentowaniu na swoim modelu Romer zakładał, że $\alpha + \beta > 1$, co oznacza powstawanie wzrastających przychodów społecznych od kapitału. W takim przypadku, jak wykazał autor, wzrost będzie przyspieszał nieskończenie. W przypadku malejących dochodów, tj. gdy $\alpha + \beta < 1$, wzrost będzie zanikał asymptotycznie, podobnie jak w prostych modelach bez postępu technicznego.

Główne wyniki uzyskane z tego pierwszego modelu wzrostu można podsumować następująco (Aghion, Howitt 1998, s. 28-31):

- 1) przy stałych przychodach społecznych od kapitału, długookresowy wzrost określają takie cechy gospodarki, jak stopa dyskontowa i skłonność konsumentów do oszczędzania oraz wielkość gospodarki określona liczbą przedsiębiorstw;
- 2) ponieważ poszczególne przedsiębiorstwa, optymalizując wzrost swej konsumpcji i kapitału, nie internalizują wpływu indywidualnej akumulacji kapitału na wiedzę zewnętrzną (społeczną) \bar{A} , stopa zrównoważonego wzrostu zbioru indywidualnych przedsiębiorstw jest niższa niż stopa optymalna na poziomie społecznym;
- 3) chociaż wzrost został zendogenizowany, polega on całkowicie na wewnętrznej, tzn. nie wynagradzanej przez poszczególne przedsiębiorstwa akumulacji wiedzy. Wprowadzenie wynagrodzenia za postęp techniczny dodaje nowy wymiar do złożoności wzrostu. W rozważaniu jego procesu trzeba przejść od świata doskonałej konkurencji do świata niedoskonałej konkurencji z wielkimi przedsiębiorstwami. Wprowadzenie niedoskonałej konkurencji do modelu równowagi ogólnej jest głównym osiągnięciem Romera przedstawionym w zmodyfikowanej wersji jego modelu (1987, 1990);
- 4) w przypadku gdy $\alpha + \beta = 1$, międzynarodowa zmienność parametrów modelu, takich jak stopa przychodów prywatnych od kapitału

i stopa dyskontowa, przejawia się w trwałych różnicach stóp wzrostu gospodarczego. Tak więc prosta formuła $Y = AK$ nie prowadzi nawet do warunkowej konwergencji dochodu na głowę ludności; co więcej, w międzynarodowym podziale dochodów może ujawniać dywergencję zarówno bezwzględna, jak i warunkową. Bezwzględną i warunkową konwergencję definiuje się następująco. Konwergencja bezwzględna zachodzi wówczas, gdy kraje lub regiony biedniejsze rozwijają się szybciej niż bogatsze, bez względu na ich cechy, natomiast konwergencja warunkowa wówczas, gdy kraj lub region rozwija się tym szybciej, im jego poziom jest niższy od własnego stanu wzrostu zrównoważonego. Innymi słowy, konwergencja warunkowa odnosi się do czynników określających poziom produkcji na głowę ludności w stanie wzrostu zrównoważonego. Konwergencja warunkowa jest słabszą formą łagodzenia różnic międzynarodowych i międzyregionalnych. W pewnych warunkach dopuszcza ona nawet, aby kraje i regiony bogate rosły szybciej niż biedne. Definicje bezwzględnej i warunkowej dywergencji są odwrotne do przywołanych wyżej;

- 5) model $Y = AK$ ma ważne implikacje dla społecznych efektów polityki fiskalnej. W modelach neoklasycznych może dochodzić do nadmiernej akumulacji kapitału. Gdy zasób kapitału jest bardzo duży, a jego produkt krańcowy jest zatem mały (definiowany jako odłożona konsumpcja), koszt zastąpienia zużywających się maszyn staje się wyższy niż produkt krańcowy tych maszyn. Występuje tzw. dynamiczna nieefektywność i konsumpcja we wszystkich okresach może wzrastać, ale przez redukcję zasobu kapitałowego. W modelach endogenicznych wyprowadzonych z formuły $Y = AK$ produkt krańcowy jest stały, nie występuje więc dynamiczna nieefektywność, bez względu na to, jak wielki jest zasób kapitału.

2.3. Równowaga wzrostu balansującego

Początkowe modele wzrostu endogenicznego zawierają bardzo ostre ograniczenie, mianowicie nieelastyczność podaży pracy. Struktura modeli zmienia się, gdy dopuszczamy elastyczność podaży pracy (Turnowsky 2003). Po pierwsze, funkcja produkcji musi być zmodyfikowana w taki sposób, aby produktywność kapitału zależała dodatnio od części czasu poświęconej pracy. Po wtóre, stała jakość jednostki czasu prowadzi do wymagania, aby w stanie zrównoważonym podział czasu między pracę i wypoczynek był stały. Stan zrównoważony jest

osiągany, gdy część czasu przeznaczona na wypoczynek albo podaż pracy przestają się dostosowywać do zmian. Gdy więc podaż pracy przestaje rosnać, stan taki podlega warunkom brzegowym. W ramach tych warunków ustala się równowaga wzrostu balansującego. Może np. wystąpić przesunięcie między stopą wzrostu zrównoważonego i czasem wypoczynku, które zapewnia równość między stopą przychodu od kapitału (po potrąceniu podatku) i przychodu z konsumpcji. Innym przypadkiem jest przesunięcie stopy wzrostu zrównoważonego i czasu wypoczynku, które zapewnia utrzymanie równowagi na rynku produktów.

2.4. Model Lucasa

Wyżej rozważane były jednosektorowe modele wzrostu gospodarczego. Uzawa (1961) i późniejsi autorzy budowali modele dwusektorowe. Początkowo za sektory przyjmowano produkcję dóbr konsumpcyjnych i produkcję dóbr inwestycyjnych. Badano je poszukując odpowiedzi na pytanie o istnienie jednoznacznej i stabilnej równowagi. Wykazano, że równowaga zależy w decydujący sposób od relacji między kapitałochłonnością w sektorze dóbr inwestycyjnych i w sektorze dóbr konsumpcyjnych.

Dwusektorowy model wzrostu endogenicznego jest dziełem Lucasa (1988). W modelu tym występują dwa dobra kapitałowe: kapitał fizyczny i kapitał ludzki. Kapitał fizyczny jest tworzony w sektorze produkcyjnym, oprócz dóbr konsumpcyjnych, z użyciem zarówno kapitału ludzkiego, jak i kapitału fizycznego. Kapitał ludzki jest tworzony w sektorze edukacyjnym także z użyciem kapitału fizycznego i ludzkiego. Podmiot decyzyjny, oddziałujący na wzrost, powinien określić: 1) rozmiary konsumpcji w czasie, 2) podział (alokacja) kapitału fizycznego i ludzkiego między oba sektory, 3) w jakim tempie powinna wzrastać akumulacja kapitału fizycznego i ludzkiego (opis i analizę modelu Lucasa zaczerpnięto z pracy Turnovsky'ego 2003).

W uproszczonym modelu dwusektorowym wytwarzany jest produkt końcowy, X , którego wielkość jest określona przez liniową, jednorodną funkcję produkcji:

$$X = aK_x^\alpha H_x^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (14)$$

gdzie: K_x oraz H_x oznaczają alokację obu dóbr kapitałowych dla wytworzenia produktu końcowego. Dobra mogą być konsumowane albo dodawane do zasobu kapitałowego:

$$\dot{K} = aK_x^\alpha H_x^{1-\alpha} - C \quad (15)$$

Analogicznie, kapitał ludzki może być powiększany dzięki użyciu kapitału fizycznego i ludzkiego:

$$\dot{H} = Y = bK_y^\delta H_y^{1-\delta} \quad 0 < \delta < 1 \quad (16)$$

Podmiot decyzyjny wybiera stopę konsumpcji, podział kapitałów i stopę akumulacji kapitałów w celu maksymalizacji międzyokresowej funkcji produkcji o jednakowej elastyczności względem obu kapitałów z uwzględnieniem ograniczeń kapitałowych.

Z warunków optymalizacji otrzymujemy stopę konsumpcji:

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{r_K(q) - \rho}{1 - \gamma} \equiv \psi \quad (17)$$

gdzie: q – oznacza stosunek ceny kapitału ludzkiego do ceny kapitału fizycznego. Równanie (17) jest analogiczne do wcześniejszych form stóp wzrostu, jednak tutaj q ewoluuje w okresie przejścia, co sprawia, że również przychody względem kapitału r_K oraz stopa wzrostu $\psi_{(t)}$ stają się zmiennymi w czasie. Gdy system osiąga stan wzrostu zrównoważonego, wówczas:

$$\dot{K} = \dot{H} = \dot{C} = 0 \quad (18)$$

co oznacza, że konsumpcja i oba rodzaje kapitału będą rosły według stopy równowagi określonej w równaniu (17), podczas gdy względne ceny (q) obu kapitałów będą stałe.

2.5. Dynamika przejścia

Wyprowadzenie równowagi makroekonomicznej dokonuje się w dwóch krokach. W pierwszym, ustala się statyczną alokację istniejących zasobów, a w tym celu sektorową kapitałochłonność i krańcowe produkty fizyczne od kapitału. W drugim, określa się dynamikę przejścia. W dwusektorowym modelu wzrostu, dynamika systemu przęga się (doznaje „rozdwojenia jaźni”) pod wpływem dynamiki cen rozwijającej się niezależnie od dynamiki ilościowej (materialnej).

Z analizy dwusektorowych modeli handlu międzynarodowego wiadomo, że dynamika zależy od względnej kapitałochłonności sektorów, która w rozważanym tu kontekście jest mierzona przez $\alpha - \delta$. Tak więc $\alpha > \delta$ jest charakterystyczne dla sektora produkcyjnego, który jest względnie bardziej kapitałochłonny w zakresie kapitału fizycznego niż

sektor kapitału ludzkiego. W przypadku ekstremalnym, rozważanym tylko teoretycznie, przyjmuje się często, że kapitał fizyczny nie jest nakładem w produkcji kapitału ludzkiego. Wtedy $\delta = 0$. Dowiedziono, że niezależnie od względnej kapitałochłonności sektorów charakterystyczne równanie dynamiki przejścia opisuje zawsze stabilną ścieżkę punktu siodłowego, tj. punktu rozprzęgania się dynamiki cen i dynamiki ilościowej. Punkt rozprzęgania się został nazwany punktem siodłowym z powodów graficznych. Na wykresach funkcji matematycznych zajmuje on miejsce w najniższym punkcie płaszczyzny przypominającej siodło.

Mechanizm dynamiki przejścia można przybliżyć przez rozważanie stóp wzrostu i ich uporządkowanie. Przy stałości relacji cen, q , stopa wzrostu konsumpcji ustala się na poziomie stopy ogólnego wzrostu zrównoważonego ($\tilde{\psi}$):

$$\frac{\dot{C}}{C} \equiv \psi_c(t) = \frac{r_k(\tilde{q}) - \rho}{1 - \gamma} = \tilde{\psi} \quad (19)$$

Określając stopę wzrostu kapitału fizycznego przez $\dot{K}/K \equiv \psi_K$, stopę wzrostu kapitału ludzkiego przez $\dot{H}/H \equiv \psi_H$ oraz znając stopę wzrostu konsumpcji możemy te trzy stopy uporządkować. Zakładając, że gospodarka startuje z punktu początkowego, w którym $k < \bar{k}$ wymienione stopy mogą być uporządkowane wzdłuż ścieżek przejścia:

$$\psi_K(t) > \psi_c(t) \equiv \tilde{\psi} > \psi_H(t) \quad (20)$$

Formuła ta wskazuje, że stopy wzrostu kapitału fizycznego i kapitału ludzkiego przesuwają się ku wspólnej stopie wzrostu zrównoważonego z przeciwnych stron. Stopa wzrostu kapitału fizycznego osiąga to zbliżenie, gdy jest wyższa od stopy wzrostu konsumpcji, co oznacza powstawanie oszczędności, zaś stopa wzrostu kapitału ludzkiego, gdy jest niższa od stopy ogólnego wzrostu zrównoważonego, co oznacza, że rośnie wydajność pracy, a wzrost ogólny jest szybszy niż wzrost kapitału ludzkiego.

2.6. Modele bez efektu skali

Nowe modele wzrostu endogenicznego nie są konstrukcjami zakończonymi i ulegają modyfikacjom. Krytyka naukowa wskazuje na ich niedostatki zarówno co do walorów teoretycznych, jak i użyteczności praktycznej. Odpowiedzią na krytykę jest m.in. pojawienie się modeli, których autorzy inaczej niż poprzednicy ujmują zagadnienie skali (Tur-

nowsky 2003). Eliminują mianowicie wpływ na wzrost gospodarczy wielkości krajów (regionów) mierzonej liczbą ludności. Ostatnio pojawiły się także modele eliminujące wpływ wielkości powierzchni kraju (regionu) i umożliwiające wzrost gospodarczy, gdy liczba ludności nie wzrasta.

W budowie modeli wzrostu endogenicznego bez efektu skali analizuje się dynamikę gospodarki wokół ścieżki wzrostu balansującego. Przyjmuje się, że wzdłuż takiej ścieżki produkcja i kapitał rosną według takiej samej stałej stopy, wobec czego proporcja produkcja – kapitał pozostaje również niezmienną. Sumując indywidualne funkcje produkcji N podmiotów uzyskuje się następującą zagregowaną funkcję produkcji z nieelastyczną podażą pracy:

$$\psi \equiv AK^{\sigma_K}N^{\sigma_N} \quad (21)$$

gdzie: A – współczynnik postępu technicznego; σ_K – udział kapitału w zagregowanej produkcji; σ_N – udział pracy w zagregowanej produkcji. Suma $\sigma_K + \sigma_N$ mierzy całkowite przychody względem skali w społecznej (zagregowanej) funkcji produkcji. Obliczając procentowe zmiany wartości funkcji (21) i nakładając warunek stałej proporcji produkcja – kapitał uzyskujemy następujące równanie długookresowego zrównoważonego wzrostu kapitału i produkcji:

$$g \equiv \frac{\sigma_N}{1 - \sigma_K} n > 0 \quad (22)$$

Równanie (22) ujawnia główną cechę modelu wzrostu bez efektu skali. Można ją opisać następująco: długookresowa stopa wzrostu zrównoważonego (g) jest proporcjonalna do stopy wzrostu ludności (n) pomnożonej przez czynnik, który wyraża wydajność pracy i kapitału w zagregowanej funkcji produkcji. Gdy przychody są stałe względem skali, wtedy $g = n$, tj. stopie wzrostu ludności, tak jak w standardowych neoklasycznych modelach wzrostu. W innych przypadkach g przewyższa n albo jest mniejsze od n , co oznacza, że występuje dodatni lub ujemny wzrost na głowę ludności, zależnie od tego czy przychody względem skali są wzrastające czy malejące, $n \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0$. Wynikająca z równania (22) proporcjonalność stopy wzrostu zrównoważonego do stopy wzrostu ludności ważonej przez czynnik wydajności oznacza, że stopa wzrostu zrównoważonego nie zależy od bezwzględnej liczby ludności (wielkości kraju lub regionu), lecz od jej wzrostu względnego (dynamiki ludności). Zależność stopy wzrostu zrównoważonego od stopy wzrostu ludności, która jest mało podatna na politykę państwa oznacza

w konsekwencji, że stopa (g) jest niezależna od instrumentów polityki prowadzonej w makroskali, w tym od polityki podatkowej. Odmienne niż w bazowej postaci modelu AK , w którym wzrost produkcji reaguje na stopę podatkową, model bez efektu skali reaguje na stopę podatkową przez stopniowe dopasowywanie wielkości kapitału.

3. Wzrost gospodarki opartej na wiedzy. Rola kapitału społecznego. Model Raya, Lakshmanana i Andersona

Interesujące są prace na temat teorii wzrostu gospodarczego, które zmiierzają do pełniejszego ujęcia dynamiki przejścia do gospodarki opartej na wiedzy rozwijającej się w fazie przemysłowej. Wyprowadzone są z następujących przesłanek: 1) nagromadzanie się (akumulacja) kapitału wiedzy, kapitału ludzkiego i społecznego, 2) wzrost gospodarki napędzanej przez mechanizm samowzmacniających sprzężeń zwrotnych tych kapitałów, 3) substytucja kapitału fizycznego przez kapitał wiedzy. Model takiej gospodarki opracowali Ray, Lakshmanan, Anderson (2001). Ten rozdział opracowania opiera się na ich pracy. Krytyczna ocena modeli wcześniejszych i pozytywny wykład własnego modelu autorów przedstawia się następująco.

Modele wzrostu oparte na funkcji produkcji przyjętej *a priori* (w tym na różnych wersjach funkcji Cobb-Douglasa) głównie w celu uchwycenia wzrostu zrównoważonego są zbyt sztywne, aby mogły ująć szybkie zmiany zachodzące we współczesnej gospodarce (w tym wzrost sektora dóbr i usług kapitałowych opartych na wiedzy). Sugeruje się nowe podejście do modelowania wzrostu z zastosowaniem uogólnionej funkcji produkcji. Funkcja ta dla gospodarki zamkniętej ma postać:

$$Q = F(K, H, L, A) \quad (23)$$

Przyjmuje się, że: $F(\cdot)$ jest jednorodną funkcją podwójnie różniczkowalną; K oznacza kapitał całkowity (złożony), który obejmuje także wiedzę; składa się z K_c – wiedzy niematerializowanej, takiej jak wiedza o uprawie roślin w strefie suchej czy o oprogramowaniu komputerów; K_p^b – podstawowego kapitału materialnego, np. starych maszyn lub standardowych technik uprawy roli; K_p^c – części całkowitego kapitału fizycznego K_p , przeznaczonej do tworzenia wiedzy, np. gruntów, budynków i aparatury przeznaczonej do działalności badawczej; H – kapitału

ludzkiego, który obejmuje oprócz kapitału intelektualnego i zdrowia wiedzę techniczną i uzupełniającą wiedzę doświadczalną; A – kapitału społecznego, który rozwinął się w gospodarce w jej kontekście historycznym i geograficznym. Obejmuje on: instytucje (edukację, organizacje pozarządowe, wolną prasę, niezależne sądownictwo, skuteczny wymiar sprawiedliwości, politykę publiczną wspierającą badania podstawowe); inwestycje w zakresie transportu i telekomunikacji wytwarzające korzyści gospodarki sieciowej; ochronę zdrowia; ochronę środowiska; promocję konkurencji oraz kooperacji między podmiotami gospodarczymi; makroekonomiczną politykę gospodarczą. W jego skład wchodzi także kultura w takich jej przejawach, jak: etyka pracy, skłonność do oszczędzania, ocena wiedzy i edukacji poza jej wartością rynkową, normy moralne, a także jakość środowiska przyrodniczego zmodyfikowanego przez człowieka. Kapitał społeczny może być tworzony celowo przez skoordynowaną działalność grup jednostek podejmowaną dla dobra wspólnego albo powstawać w gospodarce autonomicznie w formie sieci wiedzy.

Jeśli poszczególne przedsiębiorstwa są zlokalizowane w przestrzeni (s), funkcja produkcji jest określona przez:

$$y_i^s(t) = f(k_i^s(t)h_i^s(t)a_i^s(t)) \quad (24)$$

gdzie: a – oznacza kapitał społeczny dostępny poszczególnemu przedsiębiorstwu (symbole i oraz s będą dalej pomijane). Funkcja produkcji (23) rozumiana jest tak, jak gdyby gospodarka składała się z pojedynczych identycznych przedsiębiorstw, które podlegają tym samym czynnikom rynkowym i korzystają z takiego samego środowiska i walorów lokalizacyjnych. Kapitał wiedzy jest tworzony celowo przez poszczególne przedsiębiorstwa o przeciętnych charakterystykach z części kapitału fizycznego przeznaczonego na ten cel. Kapitał ludzki pomnaża się w procesie uczenia się przez działanie, podobnie jak w modelu Arrowa. Wraz ze wzrostem kapitału, więcej wiedzy rozprzestrzenia i upowszechnia się wzmacniając gospodarkę sieciową, która w tym modelu jest autonomicznie wytwarzanym kapitałem społecznym. Ponadto kapitał społeczny może być celowo tworzony w gospodarce. Wraz z przyswajaniem i rozprzestrzaniem się innowacji wzrasta potrzeba tworzenia sieci informacji i wymiany wiedzy. Pobudza to inwestycje w kapitał społeczny niezbędny w promowaniu koordynacji, działaniach grupowych i interakcji pomiędzy podmiotami gospodarczymi.

Różniczkując wyjściowe równanie modelu (24), po jego rozwinięciu, otrzymujemy:

$$y' = f_k(k) + f_h(h) \cdot h'(k) + f_a(a) \cdot a'(k) \quad (25)$$

Narastający stopniowo kapitał zwiększa produkcję przez trzy różne efekty: bezpośredni efekt zasobu kapitałowego, pośrednie efekty zasobu kapitałowego przez kapitał ludzki i pośrednie efekty zasobu kapitałowego przez kapitał społeczny (w tym efekty sieciowe).

Główną cechą gospodarki opartej na wiedzy opisanej w modelu (23) jest wysoki udział kapitału wiedzy zakorzenionego w gospodarce, dzięki czemu gospodarka jest mniej materiałochłonna i bardziej wiedzochłonna. Do wzrostu zastosowań wiedzy przyczyniają się nowe dziedziny gospodarki, tzw. dziedziny zaawansowanej techniki (biotechnologia, biologia molekularna, inżynieria genetyczna, technologie informatyczne, inżynieria materiałowa, nauki o środowisku). Siłą napędową akumulacji kapitału wiedzy w rozwiniętej gospodarce są także sprzyjające warunki popytu na wiedzę z powodu elastyczności dochodowej popytu na jej dobra. Ponadto, wcześniejsza industrializacja w gospodarkach wysoko rozwiniętych stwarza dodatkowo sprzyjające warunki akumulacji kapitału społecznego. Akumulacja wykwalifikowanej siły roboczej i kapitału społecznego ułatwia tworzenie nowego kapitału wiedzy i jego rozprzestrzenianie się, tworząc samowzmacniające oddziaływanie wzrostu kapitału wiedzy na wzrost zarówno kapitału społecznego, jak i kapitału ludzkiego.

Taka gospodarka może być opisana przez równanie:

$$f_k(k) = f_k[k_p^b \cdot k_e(k_p^e \cdot h, a)] \quad (26)$$

oraz warunki:

$$\frac{\partial k_e}{\partial k_p^e} > 0, \quad \frac{\partial k_e}{\partial h} > 0, \quad \frac{\partial k_e}{\partial a} > 0, \quad \frac{\partial f_k}{\partial k_e} > 0 \quad \text{oraz}$$

$$\frac{\partial f_k}{\partial k_p^b} < 0, \quad \forall k, t \quad (27)$$

Trzy pierwsze nierówności stwierdzają, że produkty krańcowe od k_p^e , h , a są dodatnie, co wynika z tego, że są one głównymi nakładami na sektor kapitału wiedzy. Stwierdzają także, że kapitał wiedzy jest tworzony celowo przez wykorzystanie pewnego kapitału fizycznego (k_p^e), wykwalifikowanej wiedzy (h) i pewnego sprzyjającego środowiska społeczno-ekonomicznego (a). Nierówności 4 i 5 wykazują, że produkt krańcowy kapitału całkowitego (złożonego), chociaż maleje w części k_p^b , przy innych jednakowych warunkach wzrasta w części k_e przy zaso-

bach kapitału ludzkiego i kapitału społecznego właściwym krajom wysoko rozwiniętym.

Są trzy powody, dla których produkt krańcowy kapitału może wzrastać w części k_e . Po pierwsze, k_e narastający stopniowo wskutek działalności każdego przedsiębiorstwa powiększa zasób wiedzy tkwiącej w sieciach gospodarki. Zasób ten jest dostępny przedsiębiorstwom dzięki przepływowi wiedzy, które wywierają dodatni zewnętrzny wpływ na wszystkie przedsiębiorstwa działające w gospodarce. Po wtóre, narastający stopniowo kapitał wiedzy inspiruje uczenie się przez działanie. Te dwa efekty, tj. dodatnie korzyści zewnętrzne i międzyokresowe przepływy, wskutek uczenia się przez działanie powodują tworzenie się wzrastających dynamicznie przychodów względem skali przez ich samowzmacniające oddziaływanie na wzrost kapitału społecznego i kapitału ludzkiego w czasie i przestrzeni. Trzeci powód pochodzi ze strony popytowej charakterystycznej dla gospodarki wysoko rozwiniętej i zasobnej: dochodowa elastyczność popytu na dobra wiedzy jest wyższa i dlatego narastający kapitał wiedzy dodaje do produkcji wartość, która jest wyższa niż ta, jaką do gospodarki mógłby dodać kapitał fizyczny o porównywalnej wartości. Każdy z tych trzech powodów z osobna może być wystarczający, aby uznać, że przyrost produkcji względem przyrostu kapitału przeznaczonego na tworzenie wiedzy $\delta f_k / \delta k_e > 0$. Podobnie, gospodarka taka wykazująca wysoki stopień zakorzenienia kapitału wiedzy i kapitału ludzkiego może powodować wzrost poziomu akumulacji kapitału ludzkiego szybszy od wzrostu kapitału całkowitego (złożonego).

Większa akumulacja kapitału wiedzy wywiera dodatni zewnętrzny wpływ na akumulację kapitału społecznego już w krótkim okresie, podczas gdy wyższy poziom kapitału społecznego buduje zaufanie i oczekiwania w gospodarce, które przyciągają więcej inwestycji do sektora wiedzy w średniej i dłuższej perspektywie. Krańcowy produkt kapitału dk_e przy powiększającym się kapitale całkowitym dk powoduje narastanie kapitału społecznego (da), który z kolei oddziałuje zwrotnie i dodatnio na sektor kapitału wiedzy, a przez to na poziom kapitału całkowitego. Innymi słowy, w takim modelu gospodarczym między kapitałem społecznym i kapitałem całkowitym może zachodzić samowzmacnianie.

W opisywanym modelu rynek nie pozwala prywatnemu inwestorowi na internalizowanie w pełni przychodu z jego inwestycji w kapitał wiedzy. Ponadto, produkt krańcowy kapitału fizycznego, który jest internalizowany całkowicie przez pojedynczego przedsiębiorcę

może być w gospodarce ubogiej wyższy niż w gospodarce zasobnej, zwłaszcza w krótkim okresie. Jednak gospodarka wysoko rozwinięta wyposażona zadowalająco w kapitał społeczny i ludzki, może realizować projekty o średnim i długim czasie zwrotu i przyciągać względnie więcej zasobów. W gospodarce takiej, wzrastające dynamicznie przychody względem skali, dzięki nagromadzonym wcześniej inwestycjom w kapitał ludzki i społeczny oraz samowzmacniające oddziaływanie takich inwestycji na kapitał ludzki (efekt uczenia się przez działanie) i kapitał społeczny (przez gospodarkę sieciową) mogą pobudzać ciągłą akumulację kapitału. Dzięki temu zwiększają się średnio i długookresowe przychody od takich inwestycji. W gospodarkach biednych, przeciwnie, małe rozmiary rynku w sektorze wiedzy, niski poziom akumulacji i inwestycji w kapitał ludzki i społeczny mogą tworzyć tylko słaby efekt zewnętrzny, który nie jest w stanie zrównoważyć malejących przychodów od kapitału fizycznego.

3.1. Wzrost poza stanem równowagi

Dalsza analiza modelu (w skróconej wersji) przebiega następująco. Różniczkując równanie (26) otrzymujemy:

$$\frac{df_k}{dk} = \left(\frac{\partial f_k}{\partial k_p^b} \cdot \frac{dk_p^b}{dk} \right) + \left(\frac{\partial f_k}{\partial k_e} \right) \left[\left(\frac{\partial k_e}{\partial k_p^e} \cdot \frac{dk_p^e}{dk} \right) + \left(\frac{\partial k_e}{\partial h} \cdot \frac{dh}{dk} \right) + \left(\frac{\partial k_e}{\partial a} \cdot \frac{da}{dk} \right) \right] \quad (28)$$

Z równania (27) oraz innych pominiętych w tej skróconej wersji wynika, że oprócz $\delta f_k / \delta k_p^b$, który jest ujemny, wszystkie pozostałe wyrazy po prawej stronie równania (28) są dodatnie. Trzeba zwrócić uwagę na to, że w gospodarce rozwiniętej i zamożnej, zarówno dk_p^b / dk , jak i $\delta f_k / \delta k_p^b$ mają małe wartości bezwzględne, co sprawia, że pierwszy wyraz jest bliski 0. Wraz ze wzrostem akumulacji w takiej gospodarce efekty mnożnikowe kapitału wiedzy, kapitału ludzkiego i kapitału społecznego oddziałujące na krańcowy produkt kapitału przez dodatnie sprzężenia zwrotne, dodatnie efekty zewnętrzne i ich relacje komplementarne stają się coraz silniejsze. W rezultacie krańcowy produkt kapitału (df_k) jest większy od jednostkowego produktu kapitału:

$$\delta f_k / dk > 0 \quad (29)$$

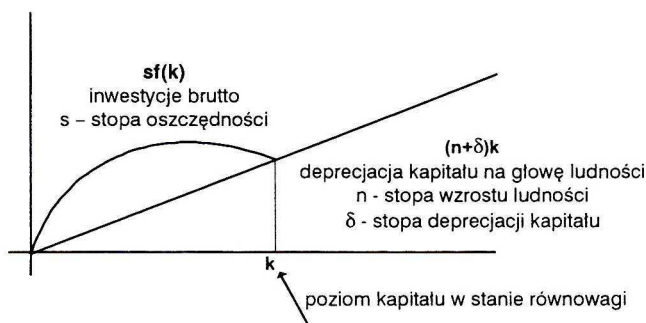
Kontynuując analizę różniczkujemy równanie (25). Otrzymujemy:

$$\frac{d^2y}{dk^2} = \frac{d}{dk} f_k(k_p^b, k_e^b, k_p^b, h, a) - \frac{d}{dk} (f_h(h) h'(k)) + \frac{d}{dk} (f_a(a) a'(k)) \quad (30)$$

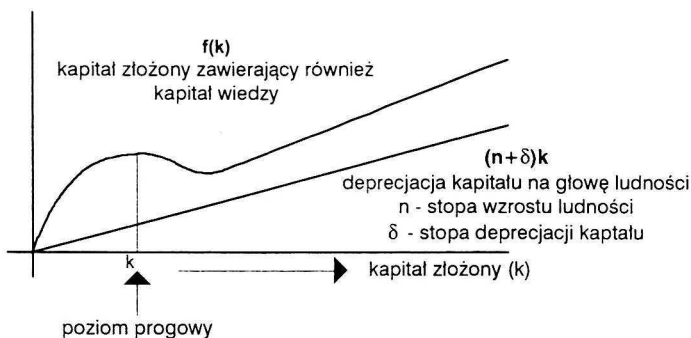
Pierwszy wyraz po prawej stronie równania analizowano w poprzednim kroku (równanie 28). Ma on dodatnią wartość dla szerokiego przedziału wartości kapitału (k). Wyraz ten przedstawia cząstkowy lub bezpośredni efekt stopniowo wzrastającego kapitału całkowitego, gdy inne czynniki pozostają niezmienione. Wyrazy drugi i trzeci przedstawiają efekty pośrednie wywołane przez krańcowy produkt kapitału ludzkiego (f_h) oraz stopę wzrostu uczenia się przez działanie (h') z jednej strony, przez krańcowy produkt kapitału społecznego (f_a) oraz stopę zmian przeciętnego kapitału społecznego (a') z drugiej strony. Formalną analizę kończy formuła:

$$d^2y/dk^2 \geq 0, \quad \forall k \quad (31)$$

Interpretację uzyskanych wyników ułatwiają ryc. 1 i 2. Rycina 1 jest wykresem wzrostu tworzonym w modelu neoklasycznym. Składnik $(n + \delta)k$ oznacza deprecjację kapitału na głowę ludności (n – stała stopa wzrostu ludności, δ – stopa deprecjacji kapitału). Jest on liniową funkcją k , ma więc wykres w postaci linii prostej. Wyraz $sf(k)$ oznacza inwestycje brutto (s jest stopą oszczędności). Ma wykres w postaci krzywej rosnącej w coraz wolniejszym stopniu. Sposób, w jaki rysujemy krzywe odzwierciedla milczące założenie, że istnieje zbiór wartości k , dla których $sf(k)$ przekracza $(n + \delta)k$ tak, że obie linie przecinają się dla pewnej dodatniej wartości k , mianowicie k^* . Gospodarka przestaje wzrastać wobec braku zewnętrznego postępu technicznego w stanie wzrostu zrównoważonego na poziomie kapitału k^* , tj. gdy inwestycje brutto zrównują się z deprecjacją na głowę ludności.



Ryc. 1. Dynamika wzrostu gospodarki ubogiej w wiedzy



Ryc. 2. Dynamika wzrostu gospodarki zasobnej w wiedzę

Rycina 2 wykazuje, że gospodarka wysoko rozwinięta oparta na wiedzy może nie zatrzymywać się w stanie wzrostu zrównoważonego nawet w dłuższym okresie, w przeciwieństwie do tego, co było nświetlane w głównym nurcie literatury na temat wzrostu gospodarczego w modelach z zewnętrznym postępem technicznym. Gospodarka może kontynuować wzrost, jako wzrost endogeniczny, przy stopach wyższych niż stopa innowacji, ponieważ nowy kapitał wiedzy generuje dynamicznie wzrastające przychody wskutek jego dodatniego sprzężenia zwrotnego z akumulacją kapitału społecznego i ludzkiego, co materializuje się w gospodarce sieciowej oraz w procesie uczenia się przez działanie. Ponadto, skierowanie zasobów kapitałowych do sektora wiedzy przyczynia się także do wzrostu gospodarczego przez spowolnienie spadku przychodów od zakumulowanego kapitału fizycznego. W dalszej konsekwencji niższe przychody od kapitału fizycznego spowodują przesuwanie się inwestycji do sektora wiedzy.

3.2. Mechanizm samowzmacniania wzrostu

Równanie 28 sugeruje, że aby wzrost gospodarczy mógł być kontynuowany poza stanem wzrostu zrównoważonego przy wzrastającej stopie wzrostu, muszą być spełnione trzy warunki.

1. Gospodarka musi kontynuować innowacje, tj. tworzyć nowy kapitał wiedzy. Jeśli gospodarka zaprzestałaby innowacji, wówczas przyrosty kapitału wiedzy względem kapitału fizycznego przeznaczanego na tworzenie wiedzy ($\delta k_c / \delta k_p^e$), kapitału ludzkiego ($\delta k_c / \delta h$) i kapitału społecznego ($\delta k_c / \delta a$) byłyby zerowe, wskutek czego drugi wyraz po prawej stronie równania byłby również 0, a całe równanie ujemne.

2. Trzeba kontynuować przesuwanie zasobów kapitału fizycznego z różnych sektorów do sektora wiedzy, tak aby przyrost podstawowego kapitału materialnego względem kapitału całkowitego (dk_p^e/dk) był mały, zaś przyrost kapitału przeznaczanego na tworzenie wiedzy (dk_p^e/dk) duży.
3. Nowy kapitał wiedzy powinien podwyższać przeciętny w gospodarce poziom kapitału ludzkiego i społecznego, tak aby (dh/dk) i (da/dk) były dodatnie. Innymi słowy, mechanizm, który równoważyłby malejące przychody od kapitału fizycznego powinien składać się z przemieszczenia zasobów do sektora wiedzy i tworzenia takiego kapitału wiedzy, który podwyższałby ogólny poziom kapitału ludzkiego i społecznego.

Gospodarki ubogie, pozostają ubogie z powodów takich samych, które czynią je ubogimi: małe zasoby kapitałowe, przewaga kapitału fizycznego zaangażowanego w działalności, która ma mało zasobów niezbędnych w sektorze wiedzy, niski poziom kapitału ludzkiego i społecznego. Oprócz tego czynniki popytowe są także nie sprzyjające wzrostowi sektora wiedzy: pobudzają wzrost zapotrzebowania na podstawowe dobra materialne wymagające podstawowego kapitału fizycznego, podnoszą stosunek kapitału podstawowego do kapitału całkowitego i obniżają stosunek kapitału fizycznego przeznaczanego na tworzenie wiedzy do kapitału całkowitego, co nasila malejące przychody od kapitału fizycznego. Ta zależność dynamiki wzrostu od ścieżki rozwoju wcześniejszego wysuwa na czoło teorii ekonomii wzrostu zagadnienia kontekstu i historii rozwoju oraz kapitału społecznego.

Konkluzje

Rozwój teorii wzrostu gospodarczego reagował na zmieniające się warunki gospodarowania. Szkoła neoklasyczna stworzyła wyrafinowaną aparaturę pojęciową i złożone modele formalne. Słabością modeli neoklasycznych było pomijanie wielu istotnych cech nowoczesnej gospodarki, uproszczony mechanizm wzrostu, w którym tylko zewnętrzny postęp techniczny wyznaczał wzrost gospodarki na głowę ludności oraz wyprowadzony wniosek stwierdzający, że regiony o takich samych preferencjach i technologiach będą wykazywały konwergencję do takiego samego poziomu dochodu na głowę ludności.

Teoria wzrostu endogenicznego otwiera nowy rozdział w rozwoju teorii wzrostu. Endogenizuje zmiany techniki i włącza do modelu

zagadnienia kapitału wiedzy i kapitału społecznego. Badania w tym kierunku powinny być kontynuowane. Są one obiecujące ze względu na zawarty w nich ładunek intelektualny i otwarcie przestrzeni dla polityki gospodarczej prowadzonej na poziomie regionalnym. Szczególnie wskazany jest rozwój badań nad samowzmacnianiem rozwoju gospodarki, zarówno na poziomie krajowym, jak i regionalnym i miejskim. Powinien on zmierzać do pogłębienia idei, że wzrost gospodarczy może być kontynuowany poza stanem wzrostu zrównoważonego przy wzrastającej stopie.

Literatura

- Aghion P., Howitt P., 1998, *Endogenous Growth Theory*. Cambridge, Mass., The MIT Press.
- Arrow K. J., 1962, *The Economic Implications of Learning by Doing*. *Review of Economic Studies*, 22, s. 155-173.
- Button K., 2000, *New Approaches to Spatial Economics*. *Growth and Change*, 31, 4, s. 480-500.
- Chiang A.C., 1994, *Podstawy ekonomii matematycznej*. PWE, Warszawa.
- Costa G., 2003, *Exogenous and Endogenous Growth in the Solow and Arrow Models, and the Swan Proposition*, [w:] *Old and New Growth Theories*, N. Salvadori (red.). Edward Elgar, Cheltenham, s. 101-114.
- Domar E., 1946, *Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment*. *Econometrica*, 14, s. 137-147.
- Dutt A.K., 2003, *New Growth Theory, Effective Demand, and Post-Keynesian Dynamics*, [w:] *Old and New... op. cit.*, s. 67-100.
- Harrod R.F., 1939, *An Essay in Dynamic Theory*. *Economic Journal*, 49, s.14-33.
- Kaldor N., 1957, *A Model of Economic Growth*. *Economic Journal*, 67, s. 591-624.
- Lucas R.E., 1988, *On the Mechanics of Economic Development*. *Journal of Monetary Economics*, 22, 1, s. 3-42.
- Maier G., 2001, *History, Spatial Structure, and Regional Growth: Lessons for Policy Making*, [w:] *Theories of Endogenous Regional Growth*, B. Johansson, Ch. Karlsson, R. R. Stough (red.). Springer, Berlin, s. 111-136.
- Myrdal G., 1956, *Teoria ekonomii a kraje gospodarczo nierozwinięte*. PWE, Warszawa.
- Perroux F., 1950, *Economic Space: Theory and Application*. *Journal of Economics*, 64, s. 90-97.
- Ray G., Lakshmanan T.R., Anderson W.P., 2001, *Increasing Returns to Scale in Affluent Knowledge-rich Economies*. *Growth and Change*, 32, 4, s. 491-510.
- Romer P.M., 1986, *Increasing Returns and Long-run Growth*. *Journal of Political Economy*, 94, 5, s. 1002-1037.

- Romer P.M., 1987, *Growth Based on Increasing Returns due to Specialization*. American Economic Review: Papers and Proceedings, 77, 2, s. 56-72.
- Romer P.M., 1990, *Endogenous Technological Change*. Journal of Political Economy, 98, 5, part 2, s. 71-102.
- Solow R.M., 1956, *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. Quarterly Journal of Economics, 70, s. 65-94.
- Solow R.M., 1957, *Technical Change and the Aggregate Production Function*. Review of Economics and Statistics, 39, s. 312-320.
- Turnovsky S.J., 2003, *Old and New Growth Theories: a Unifying Structure?* [w:] *Old and new... op. cit*, s. 1-43.
- Uzawa H., 1961, *On a Two-sector Model of Economic Growth*. Review of Economic Studies, 29, s. 40-47.