

Wiedza techniczna i kapitał ludzki w teorii wzrostu gospodarczego

Wstęp

Pierwsza część pracy opisuje drogę, jaką przeszła myśl ekonomiczna z miejsca, gdzie postęp techniczny traktowano jak „mannę z nieba” i zjawisko egzogeniczne do miejsca, w którym jako efekt akumulacji wiedzy technicznej stał się zmienną endogeniczną. Dalszej ewolucji towarzyszyło przewartościowanie miejsca czynnika ludzkiego w funkcji produkcji. Odkryto, że obok kapitału rzeczowego czynnikiem powodującym wzrost jest kapitał ludzki – czynnik sprawczy postępu technicznego ucieleśnionego w nowych technikach wcześniej formułowanych jako „zaskoczenie dane z zewnątrz”. W drugiej części pracy przedstawiono formalny zapis złożonej rzeczywistości występowania człowieka w procesie produkcji, wykraczającego poza badanie czynnika ludzkiego jako miary jakości zmiennej pracy. W nowoczesnej gospodarce człowiek jest przede wszystkim twórcą i implementatorem nowych technik, a nie jedynie wykonawcą w procesie produkcji. Kapitał ludzki kształtuje wielkość luki technologicznej determinując tempo dyfuzji wiedzy technicznej i efektywność jej adaptacji. W efekcie inwestycje w człowieka stają się zasadniczym czynnikiem sprawczym procesu rozwoju.

Ewolucja teorii wzrostu gospodarczego¹

Zasługi dla teorii wzrostu położył [Solow, 1956] publikując model wzrostu, który stał się punktem wyjścia analiz i zapoczątkował ewolucję teorii poszukującej na kolejnych etapach nowych czynników tłumaczących mechanizm wzrostu gospodarczego. W tym modelu produkcja jest funkcją kapitału (K), pracy (L) i współczynnika określającego efektywność pracy (A)².

* Autorka jest pracownikiem Instytutu Nauk Ekonomicznych PAN w Warszawie. Artykuł wpłynął do redakcji w sierpniu 2006 r.

¹ Mechanizmem wzrostu gospodarczego zajmowało się wielu uczonych, jednakże w tej pracy przegląd badań zostanie ograniczony do współczesnych ekonomistów. Jednocześnie ze względu na zakres tematyczny przedstawione zostaną prace nawiązujące do teorii kapitału ludzkiego oraz zagadnienia postępu technicznego i dyfuzji wiedzy technicznej. Dlatego niewiele miejsca poświęcone będzie na teorie wzrostu z kapitałem rzeczowym jako głównym czynnikiem rozwoju. Do tego nurtu teorii można zaliczyć prace R. Harroda, E.D. Domara, M. Kaleckiego oraz podejście Solowa.

² Istotnym wkładem w rozwój teorii wzrostu gospodarczego modelu Solowa było uwzględnienie postępu technicznego w tradycyjnej formule funkcji Cobba-Douglasa. Była nim tzw. niewyjaś-

$$Y(t) = F(K(t), A(t), L(t))$$

Przedmiotem analizy jest udział kapitału na jednostkę pracy, którego przyrost objaśnia w całości wzrost produktu na jednostkę efektywnej pracy.

$$y = f(k)$$

Całkowita wielkość produktu wynosi

$$Y = AL f(k)$$

W rezultacie egzogenicznego tempa wzrostu kapitału i pracy odbywające się w czasie t zmiany tych zmiennych były określone wyłącznie przez czynniki egzogeniczne: przyrost naturalny (praca), postęp techniczny (efektywność pracy) i zmianę stopy oszczędności (kapitał). W modelu Solowa stopa zmian zasobu kapitału k na jednostkę efektywnej pracy jest różnicą między faktycznymi inwestycjami na jednostkę efektywnej pracy a inwestycjami restytucyjnymi, czyli wielkością inwestycji niezbędnych do utrzymania k na istniejącym poziomie. Model Solowa wskazuje, że jedynie wzrost wydajności pracy prowadzić może do stałego wzrostu produktu na pracownika, natomiast wpływ zmiany kapitału na pracownika na wielkość produktu na pracownika jest skromny. Jeśli przychody osiągnane przez kapitał wskazują w przybliżeniu jego wkład w produkt, to zróżnicowanie między akumulacją kapitału rzeczowego nie tłumaczy ani globalnego wzrostu gospodarczego, ani międzynarodowych różnic dochodów [Romer, 1996].

W efekcie długoletnich analiz Solow stwierdził, że nakłady inwestycyjne nie są jedynym źródłem postępu technicznego i wzrostu produktywności oraz dostrzegł znaczenie takich działań, jak: badania, edukacja i zdrowie publiczne dodając, że ich ilościowe oszacowania stanowią problem badawczy.

Kolejnym etapem ewolucji teorii wzrostu było odrzucenie założenia o stałej stopie oszczędności. Stopa ta stała się endogeniczna, czyli była przedmiotem optymalizacji dopuszczającej jej zmiany w czasie³. Jednakże teorie te nie odpowiadały na wiele pytań związanych z procesem wzrostu. Proces akumulacji kapitału nie był w stanie wyjaśnić całego mechanizmu długookresowego wzrostu gospodarczego i międzynarodowych różnic w dochodach. Poza kapitałem źródłem wzrostu był egzogenicznie określony postęp techniczny ucieleśniony w przyroście efektywności pracy.

niona reszta w teoriach z lat 50. i 60. nazywana „manną z nieba” w pracach: [Allen, 1975], [Domański, 1993], [Schultz, 1976]. Nazwana została ona później „miarą naszej ignorancji” przez [Abramowitz, 1991].

³ W literaturze dokonywano tego na dwa sposoby. Pierwszy w ramach modeli dynastycznych zaproponował w latach 20. XX w. F.P. Ramsey, a w latach 60. D. Cass i T.C. Koopmans. Drugie podejście związane jest z pracami P.A. Diamonda i modelami zwanymi międzypokoleniowymi.

Nowa teoria wzrostu gospodarczego

Jednym z pierwszych badaczy, który przedstawił koncepcję endogenizacji postępu technicznego był Conlisk. W swej pracy przedstawił gospodarkę i jej wzrost jako zamknięty system zależności między stopami inwestycji w kapitał ludzki i rzeczowy a postępowaniem technicznym [Conlisk, 1967]. Idee Conliska rozwijano w ramach tzw. nowej teorii wzrostu, która rozumiała tzw. resztę jako efekt nakładów na kapitał ludzki, którego produktem są między innymi nowe techniki wytwarzania stymulujące wzrost gospodarczy⁴. W konsekwencji postęp techniczny jako produkt kapitału ludzkiego uległ endogenizacji. W ramach nowej teorii wzrostu możemy wyróżnić dwa główne nurty badań. W pierwszym podejściu podkreśla się, iż siłą napędową wzrostu jest akumulacja wiedzy. Drugie podejście zakłada, że akumulacja kapitału ma podstawowe znaczenie dla wzrostu. Jednakże w modelach nowej teorii wzrostu jest on ujmowany szerzej, obejmując również kapitał ludzki jako czynnik sprawczy postępu technicznego⁵.

Modele endogenizacji akumulacji wiedzy technicznej

Zgodnie z pierwszym z podejść nowej teorii wzrostu postęp techniczny jest efektem akumulacji wiedzy. Modele te nazywane są w literaturze modelami B+R i wzrostu lub modelami endogenizacji akumulacji wiedzy, ponieważ wprowadzony jest obok sektora tradycyjnego sektor badawczy, którego celem działania jest wytwarzanie nowej wiedzy⁶. Dzięki temu przy danym zasobie kapitału i pracy można uzyskać większy produkt. Parametr A interpretowany w modelu Solowa jako efektywność pracy tutaj utożsamiany jest z wiedzą lub technologią i następuje jego endogenizacja poprzez wprowadzenie funkcji objaśniającej jego zmiany. Zatrudniona siła robocza i kapitał jest podzielona pomiędzy obydwa sektory. W obydwu gałęziach wykorzystuje się pełny zasób wiedzy⁷.

$$Y(t) = [(1 - a_K)K(t)]^\alpha [(A(t)(1 - a_L)L(t))]^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1$$

W gospodarce produkowane są dwa rodzaje dóbr: konwencjonalne i nowe technologie. Produkcja innowacji zależy od ilości kapitału i siły roboczej zatrudnionej w sektorze B+R oraz od poziomu wiedzy technicznej.

$$A(t) = F(a_K K(t), a_L L(t), A(t))$$

⁴ Dalszy rozwój teorii wzrostu szedł w kierunku uwzględnienia wśród zmiennych objaśniających m.in. czynniki instytucjonalne i kapitał społeczny.

⁵ Szeroki przegląd i analizę wybranych teorii wzrostu w kontekście koncepcji kapitału ludzkiego zawiera praca [Domański, 1993].

⁶ Występują one w pracach m.in.: [Romer, 1990], [Grossman, Helpman, 1991], [Aghion, Howitt, 1992], [Arrow 1962], [Phelps, 1966], [Nordhaus, 1967], [Baumol, 1990]. Badania empiryczne można znaleźć w pracach m.in.: [Kremer, 1993] oraz [Jones, 1995].

⁷ Ze względu na cechy wiedzy: nierywalizacyjność i niewykluczalność.

W odróżnieniu od dotychczasowych modeli długookresowa stopa wzrostu produktu na pracownika jest wyznaczana w obrębie modelu, a nie przez egzogeniczną stopę postępu technicznego. Egzogenicznym czynnikiem jest tempo wzrostu populacji. Z modelu wynika, że długookresowa stopa wzrostu produktu na pracownika jest rosnącą funkcją stopy wzrostu ludności.

W ramach modeli akumulacji wiedzy istnieje zróżnicowanie poglądów dotyczących charakteru wiedzy, sposobów jej tworzenia i czynników determinujących alokację zasobów na cele jej wytwarzania. Związane jest to z faktem, iż wiedza występuje pod wieloma postaciami. W efekcie wyznaczniki akumulacji różnych rodzajów wiedzy nie są takie same, co implikuje brak jednolitości teorii wzrostu wiedzy.

Pomimo istnienia dużej różnorodności postaci występowania wiedzy wszystkie jej rodzaje mają jedną cechę wspólną: nie rywalizują ze sobą. [Romer, 1990]. Oznacza to, że korzystanie w praktyce z osiągnięć nauki nie utrudnia stosowania ich przez kogoś innego. Stopień i zakres rywalizacji jest w całości zdeterminowany przez charakter samej wiedzy. Zwykle prywatne dobra rywalizują ze sobą.

Ponadto wiedza w pewnych sytuacjach jest wyłączalna, co oznacza istnienie możliwości niedopuszczenia innych do korzystania z niej. Wyłączalne są zwykle dobra prywatne. Zakres wyłączalności wiedzy zależy od natury jej samej, jak również od otoczenia instytucjonalnego określającego prawa własności. Im bardziej skomplikowana wiedza i złożony proces jej tworzenia i wykorzystania, tym wyłączalność jest większa. Stopień wyłączalności określa zakres, w jakim rozwój i alokacja wiedzy odbiega od doskonałej konkurencji. Im jest ona bardziej wyłączalna, tym więcej korzyści czerpią twórcy z udostępniania jej innym. Jeśli pewien rodzaj wiedzy jest całkowicie niewyłączalny, to osiągnięcie prywatnych korzyści z jej rozwijania będzie ograniczone.

Wiedza techniczna posiadając nierywalizacyjny i wyłączalny charakter stanowi, w odróżnieniu od dóbr konwencjonalnych, dobro publiczne⁸. Te ostatnie różnią się między sobą stopniem nasycenia powyższymi właściwościami. Nie jest możliwe wykluczenie kogokolwiek z konsumpcji dobra publicznego i płynących z tego korzyści bez ponoszenia wysokich kosztów. W efekcie niemożliwe jest zastosowanie systemu cen, gdyż konsumenci nie mają bodźców do płacenia za ogólnodostępne dobra. Prywatne dobra są przedmiotem konsumpcji o charakterze rywalizacyjnym oraz stwarzają możliwość wykluczenia. Produkcja wiedzy i jej alokacja nie podlega w całości konkurencyjnym siłom rynkowym. Spowodowane jest to faktem, iż krańcowy koszt podaży wiedzy dla kolejnego jej użytkownika wynosi zero i cena wynajęcia wiedzy na konkurencyjnym rynku jest równa zero. Z zaopatrywaniem rynku w wiedzę wiążą się liczne zakłócenia zarówno związane z samym sposobem jej dostarczania, jak również z ekonomicznymi konsekwencjami tych metod⁹.

⁸ Dobra, które nie są przedmiotem konsumpcji o charakterze rywalizacyjnym i niemożliwe jest wykluczenie z ich konsumpcji nazywa się czystymi dobrami publicznymi.

⁹ Więcej na ten temat, zob. [Stiglitz, 2004].

Z tworzeniem i wykorzystaniem wiedzy oraz samym charakterem tego czynnika produkcji związane jest występowanie tzw. efektów zewnętrznych. Polegają one na tym, że działania podejmowane przez jeden podmiot wywołują efekty dla innych uczestników rynku. Pozytywne efekty zewnętrzne przynoszą dodatkowe korzyści, natomiast negatywne efekty zewnętrzne są źródłem dodatkowych kosztów. Dlatego efekty zewnętrzne można traktować jak swoistą odmianę nieczystych dóbr publicznych lub też traktować dobra publiczne jako skrajną postać efektów zewnętrznych [Stiglitz, 2004]. Gdy pojawiają się efekty zewnętrzne związane z wykorzystaniem wiedzy, to rynkowa alokacja zasobów tego czynnika wytwórczego okazuje się nieefektywna. Zawodność rynku polega na niewłaściwej wielkości produkcji i wydatków przeznaczonych na ograniczenie efektów zewnętrznych. Ponieważ jednostka nie czerpie pełnych korzyści (kosztów) związanych z tworzeniem i wykorzystaniem wiedzy, której towarzyszą pozytywne (negatywne) efekty zewnętrzne, to skala jej działalności będzie zbyt mała (duża).

Zewnętrzne efekty działalności B+R związane są z faktem, iż innowatorzy nie są w stanie w pełni kontrolować wykorzystania swych innowacji w procesie tworzenia nowej wiedzy przez inne podmioty. Rozwój B+R, to dodatkowa korzyść zewnętrzna dla innych podmiotów zaangażowanych w działalność innowacyjną. Ponadto do efektów zewnętrznych związanych z wykorzystaniem innowacji można zaliczyć proces nabywania wiedzy poprzez praktykę. Akumulacja wiedzy dokonuje się nie w wyniku celowych działań, ale jako uboczny efekt działalności gospodarczej. Postęp techniczny zależy od stopnia zastosowania nowej wiedzy w działalności gospodarczej. Wiedza będąca w posiadaniu prywatnym wnosi wkład do produkcji w danym przedsiębiorstwie oraz powiększa całkowity zasób wiedzy, z którego korzystają w procesie produkcji wszystkie (inne) przedsiębiorstwa. Produkcja zależy nie tylko od własnych zasobów wiedzy przedsiębiorstwa, ale również od ilości tego czynnika w całej gospodarce¹⁰.

Czynniki, na których koncentrują się modele B+R i akumulacji wiedzy mają duże znaczenie dla tłumaczenia procesu wzrostu gospodarczego. Wcześniejsze badania przypisujące w pewnej części przyrosty produktu na pracownika w długim okresie niewytłumaczalnemu składnikowi resztowemu mogą być odzwierciedleniem postępu technicznego. Pomimo braku jednoznacznego rozumienia rodzajów wiedzy, jej ilościowego znaczenia i czynników określających jej akumulację, modele te w znaczący sposób przyczyniły się do tłumaczenia wzrostu gospodarczego w skali globalnej. Jednakże teorie oparte na akumulacji wiedzy nie są w stanie wytłumaczyć rozpiętości dochodów między krajami. Wydaje się, że uzasadnianie zróżnicowania dochodów w postaci braku dostępu krajów biednych do wiedzy i nowoczesnych technologii lub opóźnień czasowych związanych z dyfuzją wiedzy nie jest dostateczne. Nierywalizacyjny charakter wiedzy powinien implikować równy dostęp do niej wszystkich krajów. Rzeczywistość jest jednak inna. Wydaje się, że to nie brak dostępu do zaawansowanej wiedzy,

¹⁰ Modele wykorzystujące ten nieco odmienny sposób akumulacji wiedzy nazywane są w literaturze modelami $Y = AK$. Przykładem jest praca [Romer, 1986].

ale brak zdolności zastosowania jej jest przyczyną różnic w bogactwie narodów. Zrozumienie tych różnic wymaga poznania przyczyn różnicowania czynników pozwalających jednym krajom osiągać większe korzyści z zastosowania wiedzy niż innym. Kluczowym dla analizy tego problemu jest pojęcie kapitału ludzkiego i zależności, jakie zachodzą między wiedzą techniczną a czynnikiem ludzkim. W tych relacjach kapitał ludzki odgrywa nadrzędną rolę. Według T.C. Schultza istnieją dwa fundamentalne rodzaje wiedzy technicznej [Schultz, 1976]. Między nimi zachodzi sprzężenie zwrotne. Pierwszy rodzaj dotyczy wiedzy występującej w formie rzeczowej, w maszynach, technologiach, patentach, publikacjach i dokumentach. Drugi rodzaj wiedzy jest ucieleśniony w kapitale ludzkim zdolnym i niezbędnym do wykorzystania wiedzy występującej w pierwszej postaci. Wiedza techniczna wychodzi poza właściwości narzędzi i maszyn stosowanych w procesie produkcji i uwzględnia również umiejętności i doświadczenie ludzi tym sprzętem się posługujących, dostępne im fakty i informacje o możliwościach wykorzystania tego sprzętu oraz struktury, w ramach których owi ludzie działają. W zależności od jakości kapitału ludzkiego może on spełniać trojaką rolę w procesie gospodarowania: użytkownika istniejącej wiedzy, implementatora nowych rozwiązań lub kreatora nieznanego dotąd wiedzy.

Modele akumulacji kapitału

Lepszym narzędziem badania problemu międzynarodowych różnic w poziomie dochodów między poszczególnymi gospodarkami są modele akumulacji kapitału stanowiące drugi nurt nowej teorii wzrostu¹¹. Modele te kapitał rozumieją szerzej niż dotychczasowe koncepcje, gdyż oprócz kapitału rzeczowego zaliczają do niego również kapitał ludzki utożsamiany z zasobem wiedzy, umiejętności, zdrowia i sił witalnych zawartych w społeczeństwie¹². Według Fishera oznacza to, że „taki kapitał nie posiada niezależnego od człowieka bytu, a więc nie istnieją wiedza i umiejętności bez człowieka. Wiedza i umiejętności istnieją o tyle, o ile są ucieleśnione w człowieku, ich nosicielu i nie można oddzielić kapitału ludzkiego od jego właściciela”.

Dzięki wprowadzeniu kapitału ludzkiego modele akumulacji kapitału tłumaczą skąd bierze się tzw. reszta i duże zróżnicowanie dochodów między krajami. Zasadniczą różnicą tych modeli od modelu Solowa jest wprowadzenie obok zmiennej ilościowej pracy (L) zmienną (H) oznaczającą zasób kapitału ludzkiego i opisującą jej jakość.

¹¹ Do tych modeli można zaliczyć m.in. prace: [Azariadis, Drazen, 1990], [Becker, Murphy, Tamura, 1990], [Barro, 1989a, 1989b], [Kremer, Thomson, 1994], [Lucas, 1988], [Mankiw, Romer, Weil, 1992], [Romer, 1986].

¹² W literaturze toczył się spór dotyczący definicji kapitału ludzkiego. W. Petty traktował człowieka jak kapitał, który przynosi dochód będący podstawą jego szacowania. Dla A. Smitha i J.B. Say'a kapitałem były nagromadzone w człowieku zdolności i umiejętności będące efektem nakładów. Obydwaj postrzegali człowieka oddzielnie od kapitału w nim zawartego, z tą różnicą, że dla Smitha był to kapitał trwały, a dla Say'a niematerialny. Pojęcie przyjęte w tekście za Fisherem [Domański, 1993].

$$Y = F(K, H, AL)$$

W efekcie umiarkowane zmiany zasobów przeznaczonych na akumulację kapitału fizycznego i ludzkiego mogą prowadzić do dużych zmian produktu. Pomiedzy inwestycjami w kapitał ludzki i rzeczowy występuje substytucja. Podniesienie stopy inwestycji w kapitał rzeczowy prowadzi nie tylko do wzrostu zasobu tego kapitału na jednostkę efektywnej pracy, lecz również do wzrostu kapitału ludzkiego. Wzrost stopy inwestycji w kapitał ludzki powoduje akumulację zasobów nie tylko tego kapitału, ale również wzrost zasobów kapitału rzeczowego. To przekłada się na wzrost produktu i wejście gospodarki na wyższą ścieżkę wzrostu [*Czy ekonomia nadąży*, 2001]. Akumulacja kapitału ludzkiego jest podobna do akumulacji kapitału fizycznego, gdyż poświęcanie większej ilości środków na akumulację zarówno jednego, jak i drugiego rodzaju kapitału powiększa produkt możliwy do wytworzenia w przyszłości. Dlatego uwzględnienie kapitału ludzkiego w tych modelach powiększa efekty produkcyjne zmian zasobów przeznaczonych na akumulację kapitału dokładnie tak samo, jak zwiększenie udziału kapitału rzeczowego w modelu Solowa. Położenie ścieżki wzrostu, po której będzie poruszać się gospodarka zależy od wysokości inwestycji w zasoby kapitału ludzkiego i rzeczowego. Im wyższe stopy inwestycji, tym wyżej położona ścieżka wzrostu, po której porusza się gospodarka.

Modele akumulacji kapitału zakładają wysokie elastyczności produktu względem podstawowych zmiennych, co w rezultacie pozwala tłumaczyć duże międzynarodowe różnice dochodów. Modele te mogą generować długookresowy wzrost bez odwoływania się do egzogenicznych zmian technicznych lub zmian liczby ludzi. Generalną cechą tych modeli jest obecność stałych lub rosnących przychodów z czynników, które mogą być akumulowane¹³. W tych modelach autorzy dowodzą, że stopa wzrostu PKB *per capita* jest niezależna od początkowego poziomu dochodu na mieszkańca, ale od początkowego zasobu kapitału ludzkiego, który pośrednio poprzez wpływ na stopę inwestycji określa przyszłą ścieżkę i stopę wzrostu dochodu.

W modelach Lucasa i Rebelo o stałych przychodach skali autorzy rozważają przejściowe stany dynamiki wzrostu gospodarczego [Lucas, 1988], [Rebelo, 1987]. W modelach tych istnieją dwa sektory: produkujący dobra konsumpcyjne i kapitałowe oraz sektor produkujący kapitał ludzki. W okresie początkowym relacja kapitału ludzkiego do kapitału rzeczowego znajduje się poza stanem zrównoważonego rozwoju. Jeśli kapitału ludzkiego jest relatywnie więcej w stosunku do kapitału rzeczowego, to późniejsza ścieżka wzrostu będzie charakteryzowała się wysoką stopą inwestycji w kapitał rzeczowy i wzrostu gospodarczego *per capita*. Wniosek płynący z modeli Lucasa i Rebelo jest taki,

¹³ Gdy zakładają stałe przychody z nakładów nie pretendują do tłumaczenia ogólnosiwiatowego wzrostu gospodarczego i pod tym względem są podobne do modeli Solowa, Ramsaya i Diamonda. Do najbardziej rozwiniętych i spopularyzowanych modeli o stałych przychodach z nakładów zaliczyć można prace: [Lucas, 1988], [Rebelo, 1987], a do analiz proponujących rosnące przychody skali badania: [Becker, Murphy, Tamura, 1990], [Murphy, Shleifer, Vishny, 1989], [Romer, 1989].

że w warunkach wysokich zasobów kapitału ludzkiego stopa inwestycji w kapitał fizyczny i stopa wzrostu dochodu są rosnące w początkowym okresie kształtowania się relacji kapitału rzeczowego do kapitału ludzkiego.

Przykładem modelu, w którym przychody z kapitału są rosnące jest praca Beckera, Murphy'ego, Tamury, gdzie wraz ze wzrostem zasobów kapitału ludzkiego (w drodze inwestycji) rośnie stopa zwrotu z tych inwestycji [Becker, Murphy, Tamura, 1990]. Przyczyną takiego stanu jest fakt, iż branże produkujące kapitał ludzki wykorzystują relatywnie intensywniej niż inne gałęzie gospodarki wykwalifikowane czynniki pracy. Sektory wytwarzające kapitał rzeczowy i dobra konsumpcyjne relatywnie w mniejszym stopniu wykorzystują kapitał ludzki na jednostkę produkcji. W efekcie mamy do czynienia z dualną gospodarką i dwojakiego rodzaju stanami równowagi. W pierwszym, charakterystycznym dla sektorów konwencjonalnych, zwanym przez autorów niedorozwojem, zasób kapitału ludzkiego jest niewielki i występuje niska stopa przychodów z inwestycji w ten czynnik produkcji. W drugim stanie równowagi mamy do czynienia z rosnącym zasobem kapitału ludzkiego i jednocześnie rosnącą stopą przychodów z inwestycji w ten czynnik produkcji. Zyski z kapitału ludzkiego nie spadają (zgodnie z prawem malejących przychodów) wraz ze wzrostem zasobów, gdyż kapitał ludzki to ucieleśnione w ludziach umiejętności, które zależą dodatnio od dotychczas nagromadzonej w nich wiedzy. Ponadto autorzy zauważają, że odpowiednia ilość kapitału ludzkiego na osobę prowadzi do wzrostu stopy inwestycji w kapitał ludzki i rzeczowy, a to w ostateczności oznacza wyższy dochód *per capita*¹⁴.

Dodatni efekt zasobów kapitału ludzkiego w stosunku do poziomu inwestycji w ten czynnik produkcji jest częścią „neutralnego” założenia występującego w literaturze dotyczącego tzw. życiowego cyklu akumulacji kapitału ludzkiego [Ben-Porath i inni]. Najważniejszym wnioskiem płynącym z modelu jest teza, że stopa zwrotu z inwestycji w kapitał ludzki nie spada monotonicznie wraz ze wzrostem zasobu kapitału ludzkiego. Zwrot jest niski, gdy zasób kapitału ludzkiego jest skromny, a rośnie wraz ze wzrostem zasobów tego czynnika produkcji. Jednocześnie przychody spadają w sytuacji, gdy występuje problem absorpcji nowej wiedzy.

Kolejne modele zakładające rosnące przychody z kapitału w znacznej mierze potwierdzają powyższe wyniki. W swej pracy Barro weryfikuje hipotezę mówiącą, że stopa wzrostu dochodu i relacja inwestycji do PKB są związane z początkowym zasobem kapitału ludzkiego w odmienny sposób niż kapitał rzeczowy, który zawiera zarówno zasoby naturalne, jak i kapitał odnawialny [Barro, 1989]. Okazuje się, że korelacja między początkowym poziomem dochodu *per capita* a stopą wzrostu jest bliska zeru. Poza tym przy danym początkowym dochodzie *per capita* stopa jego wzrostu jest dodatnio skorelowana z początko-

¹⁴ Zasoby kapitału ludzkiego powinny być na tyle wysokie, by pozwolić przejść gospodarce ze stanu niedorozwoju na wyższy poziom wzrostu. Ponadto powyższe wnioski wspiera fakt, iż wraz ze wzrostem zasobów kapitału ludzkiego spada liczba populacji, gdyż kapitał ludzki jest bardziej produktywny w wytwarzaniu dóbr i dodatkowego kapitału ludzkiego niż powiększaniu populacji.

wym zasobem kapitału ludzkiego. Stąd gospodarki biedne będą mogły dogonić bogate kraje, jeśli te pierwsze będą starały się podnieść intensywność kapitału ludzkiego na osobę, ale nie odwrotnie. Kraje o obfitych zasobach kapitału ludzkiego charakteryzowały się również niską stopą przyrostu naturalnego i wysoką stopą inwestycji rzeczowych w stosunku do dochodu.

Romer bada rolę akumulacji kapitału ludzkiego szacując model endogenicznego wzrostu [Romer, 1989]. Głównym wnioskiem płynącym z jego analizy (podobnym do wniosków Barro) jest to, że początkowy zasób kapitału ludzkiego jest kluczowym czynnikiem dalszego rozwoju gospodarki. „Zmienna kapitału ludzkiego nie ma w sobie szczególnej mocy, która tłumaczyłaby związki między stopami wzrostu inwestycji i innych zmiennych, ale początkowy poziom kapitału ludzkiego pomaga przewidzieć w przyszłości stopę inwestycji, a przez to w sposób pośredni stopę wzrostu dochodu” [Romer, 1989].

Z faktu, że produkcja nowej wiedzy jest rosnącą funkcją poziomu kapitału ludzkiego wynika, że stopa wzrostu wiedzy technicznej pomaga wyjaśnić stopę wzrostu kapitału rzeczowego i dochodu. Poziom kapitału ludzkiego jest skorelowany zarówno ze stopą dochodu *per capita*, jak i udziałem produktu całkowitego przeznaczanego na inwestycje w kapitał rzeczowy. Zmiany w poziomie kapitału ludzkiego wskazują na częściową korelację ze stopą inwestycji. W modelu endogenicznego wzrostu Romera zasób kapitału ludzkiego oraz jego podział pomiędzy sferę produkcji i akumulacji wiedzy technicznej determinuje podstawowe stopy wzrostu gospodarczego. Gospodarki o relatywnie niskim zasobie kapitału ludzkiego uzyskują relatywnie niskie stopy wzrostu gospodarczego. Im wyższe będą zasoby kapitału ludzkiego w gospodarce i egzogeniczny wskaźnik efektywności nakładów kapitału ludzkiego w sferze B+R, tym wyższe będą zarówno zasoby kapitału ludzkiego kierowane do sfery działalności B+R, jak i stopy wzrostu podstawowych zmiennych makroekonomicznych wyróżnionych w modelu. W związku z tym proces integracji i współpracy między poszczególnymi gospodarkami zawierający przepływ kapitału ludzkiego i zewnętrzne efekty związane z akumulacją wiedzy technicznej może być czynnikiem niwelującym malejące przychody z nakładów kapitału rzeczowego i podnoszącym stopę wzrostu gospodarczego w integrujących się gospodarkach¹⁵.

Badania teorii wzrostu oparte na modelach kapitału ludzkiego traktują stopę wzrostu liczby ludności jako zmienną endogeniczną¹⁶. W modelach tych stopa wzrostu populacji jest ujemnie skorelowana z zasobami kapitału ludzkiego. Wyższy zasób kapitału ludzkiego redukuje popyt na dzieci, gdyż podnosi on

¹⁵ [Romer, 1990]. Badania [Coe i Helpman, 1995] sugerują również, że wysoki stopień otwartości analizowanych 21 gospodarek OECD i Izraela w latach 1970-1990 w długim okresie pozytywnie oddziaływał na procesy wzrostu gospodarczego. Międzynarodowa wymiana dóbr i usług jest związana zazwyczaj z przepływem nowych jakościowo produktów i wymianą myśli naukowo-technicznej. To prowadzi do podniesienia produktywności czynników produkcji. Z szacunków Coe i Helpman wynika, że poziom łącznej produktywności był dodatnio skorelowany zarówno z poziomem krajowej, jak i zagranicznej działalności B+R.

¹⁶ Przykładem są dwie prace autorstwa [Barro, Becker, 1988] i [Barro, Becker, 1989] oraz praca [Becker, Murphy, Tamura, 1990].

alternatywny koszt czasu spędzanego z nimi. W efekcie w społeczeństwach o ograniczonym zasobie kapitału ludzkiego będzie dominował model wielodzietnej rodziny, a w społeczeństwach obficie wyposażonych w kapitał ludzki-model rodziny z niewielką liczbą dzieci. Wzrost populacji spada wraz ze wzrostem poziomu dochodu *per capita*. Zależność ta bierze się z korelacji między wzrostem populacji a współczynnikiem jej skolaryzacji i jest efektem istnienia dwóch dynamicznych stanów równowagi. W pierwszym kapitał ludzki traktowany jest jako suma siły roboczej i zakumulowanego kapitału ludzkiego. Na wyższym poziomie rozwoju siła robocza jest mniej istotna, ale na niższych poziomach rozwoju jest ważna z punktu widzenia inwestycji i wzrostu. W szczególności ten komponent kapitału ludzkiego implikuje, że stopa przychodów z inwestycji w kapitał ludzki jest w początkowym okresie niska, ale rośnie wraz ze wzrostem inwestycji w kapitał ludzki. Dlatego jeśli poziom kapitału ludzkiego *per capita* jest niewielki, to niskie przychody z inwestycji w kapitał ludzki zniechęcają do inwestycji w ten czynnik produkcji, co osłabia bodźce do wyjścia ze stanu równowagi-niedorozwoju. Drugi dynamiczny stan wskazuje na koszt posiadania dzieci wyrażany w dobrach i czasie. Wraz ze wzrostem zarobków koszt związany z czasem dominuje nad kosztem mierzonym ilością dóbr. Dlatego wraz ze wzrostem dochodów spada stopa wzrostu populacji, gdyż substytucyjny efekt wyższej wartości czasu jest relatywnie ważniejszy niż efekt dochodowy. W rezultacie na niższym poziomie rozwoju wzrost dochodów prowadzi do wzrostu populacji, co utrudnia przejście z jednego stanu równowagi niedorozwoju do wyższego poziomu rozwoju (tzw. pułapka niskiego poziomu rozwoju). Warunkiem przejścia z jednego stanu równowagi do drugiego jest prowadzenie proinwestycyjnej polityki gospodarczej.

Problem rosnących przychodów z kapitału

Endogenizacja postępu technicznego, włączenie kapitału ludzkiego w teorie wzrostu gospodarczego, charakter wiedzy technicznej i kapitału ludzkiego oraz relacje zachodzące między nimi powodują pojawienie się kontrowersyjnego problemu istnienia rosnących przychodów z kapitału¹⁷.

Dyskusja w ramach nurtu nowej teorii wzrostu jest ważna, gdyż dotyczy nie tyle samego faktu istnienia stałych lub rosnących przychodów, ile raczej ich skutków dla poziomu zróżnicowania dochodu i stóp wzrostu gospodarczego między krajami. W efekcie odrzucenia malejących przychodów z kapitału stopy wzrostu stają się endogeniczne, a zmiany zasobów przeznaczonych na akumulację kapitału mogą prowadzić nie tyle do dużego zróżnicowania poziomu produktu na pracownika, ile raczej do trwałego zróżnicowania stóp wzrostu. [Romer, 1996].

W sytuacji malejącej stopy przychodu z kapitału stopa wzrostu gospodarczego *per capita* jest negatywnie skorelowana z początkowym poziomem

¹⁷ Przegląd formowania się w historii myśli ekonomicznej idei rosnących przychodów z kapitału w modelowaniu długookresowego wzrostu gospodarczego wraz z barierami, na które ta koncepcja natrafiała oraz empiryczne analizy zawiera praca [Romer, 1986].

dochodu *per capita*, co jest ujmowane w starszej generacji neoklasycznych modeli wzrostu. Siłą faktu pojawia się hipoteza zbieżności, która mówi, że następuje konwergencja krajów biednych i bogatych w poziomie dochodu. Zgodnie z tą hipotezą im względnie wyższe dochody początkowe danej gospodarki, tym słabsza dynamika wzrostu w porównaniu z krajami o początkowo niższym poziomie rozwoju.

Istnieje kilka powodów, dla których można by oczekiwać, że kraje biedniejsze będą doganiać gospodarki bogate. Według modelu Solowa rozwój każdego kraju wykazuje zbieżność do ścieżki zrównoważonego wzrostu. Dlatego zróżnicowanie produktu na pracownika wynikające ze znajdowania się w różnych punktach w stosunku do „swoich ścieżek zrównoważonego wzrostu” jest podstawą doganiania krajów wyżej rozwiniętych przez kraje zapóźnione. Ponadto w efekcie niższej przychodowości z kapitału w krajach wysoko rozwiniętych obfitujących w ten czynnik produkcji pojawiają się bodźce do przepływu kapitału do krajów, gdzie występuje niedobór kapitału i w związku z tym stopa zwrotu jest wyższa¹⁸. Proces ten sprzyja zbieżności. Poza tym mechanizm konwergencji jest pobudzany przez dyfuzję wiedzy technicznej. Różnice między krajami w wyposażeniu w wiedzę wynikające z opóźnienia czasowego związanego z jej rozpowszechnianiem mogą zanikać wraz z poszerzaniem dostępu do wiedzy krajów opóźnionych¹⁹.

Zwolennicy istnienia rosnących przychodów z nakładów na kapitał wskazują na wiele możliwych źródeł ich powstawania. Przede wszystkim rosnące przychody pojawiają się dzięki efektom zewnętrznym (akumulacji kapitału ludzkiego i wiedzy) związanymi z wykorzystaniem wiedzy, postępu technicznego czy kapitału. Inwestycje w kapitał rzeczowy i ludzki prowadzą do wzrostu produktywności, który jest wyższy od prywatnych korzyści. Jeśli efekty zewnętrzne są na tyle silne, by zneutralizować działanie malejących przychodów, to pozytywne sprzężenie zwrotne między wiedzą a inwestycjami może w sposób trwały oddziaływać na tempo wzrostu gospodarczego.

W swej pracy Romer wskazał kilka czynników będących źródłem rosnących przychodów [Romer, 1986]. Jest to model równowagi w warunkach konkurencji, gdzie długookresowy wzrost gospodarczy napędzany jest przez akumulację wiedzy technicznej przy maksymalizacji korzyści prywatnych podmiotów. Postęp techniczny jest endogeniczny. Wiedza jest w głównej mierze produktem prywatnej działalności B+R o malejących przychodach. Jest to związane z występowaniem efektów zewnętrznych przy produkcji innowacji. Twórca nie jest w stanie w całości wyłączyć swojej wiedzy, a prywatnie kontrolowana wiedza techniczna wnosi wkład do produkcji i powiększa łączny zasób wiedzy technicznej, z którego korzystają inni. Jednocześnie produkcja innych dóbr jako funkcja zasobów wiedzy technicznej i innych czynników wytwórczych charakteryzuje

¹⁸ Pod warunkiem, że jest nagromadzony kapitał ludzki zdolny go wykorzystać.

¹⁹ Istnieje wiele prac teoretycznych i empirycznych potwierdzających zjawisko zbieżności. Należą do nich m.in.: [Fagerberg, 1987], [Mankiw, Romer, Weil, 1992], [Baumol, 1986]. Przeciwnego zdania obok wcześniej przytoczonych są m.in. autorzy prac: [Maddison, 1979], [Reynolds, 1983], [Kendrick, 1976], [Barro, 1989a].

się rosnącymi przychodami. Wiedza ma rosnącą krańcową produktywność. Akumulacja wiedzy technicznej zachodzi według odrębnej funkcji produkcji (nowej wiedzy) opisanej w modelu, gdyż postęp techniczny jest endogeniczny. Nie odbywa się ona kosztem straty produktu. W produkcji dóbr przychody są rosnące, natomiast w procesie akumulacji wiedzy asymptotycznie stałe. W efekcie gospodarka zmierza do stałej rosnącej stopy wzrostu gospodarczego.

Rosnące przychody występują również w sytuacji nabywania wiedzy przez praktykę, gdzie zdobywanie wiedzy ma miejsce jako produkt uboczny akumulacji obydwu rodzajów kapitału. Ponadto źródłem zewnętrznych korzyści skali może być działalność innego przedsiębiorstwa wytwarzającego podobne produkty. W efekcie mogą powstać odpowiednie warunki dla wzrostu poziomu kapitału ludzkiego i wyspecjalizowanych przedsiębiorstw pomocniczych, co w ostateczności pozytywnie wpływa na wzrost efektywności produkcji w danym przedsiębiorstwie [Romer, 1996]. Poza tym rosnące przychody pojawiają się dzięki istnieniu wewnętrznych korzyści skali (np. internalizacja) jako rezultat powiększania skali produkcji ze względu na wyższą w nowych warunkach efektywność stosowanych metod produkcji. Z faktu, że wiedza jest dobrem publicznym wynika, że z jej zastosowaniem wiążą się rosnące efekty skali. Zakres wykorzystania nowej wiedzy będzie tym większy, im większą część potencjalnego rynku dla niej stanowi przedsiębiorstwo-innowator. Im większe przedsiębiorstwo tworzące nową wiedzę, tym większe korzyści.

Sceptycy twierdzą, że nawet gdy rosnące przychody są zjawiskiem realnym, to gospodarki różnią się pod względem zdolności dotarcia do tych rosnących przychodów. Wtedy źródłem międzynarodowego zróżnicowania dochodów nie są rosnące przychody jako takie, lecz czynniki wpływające na różnice między ich sukcesami w wykorzystaniu wiedzy i kapitału ludzkiego. Zdolności absorpcyjne i adaptacyjne dotyczą zarówno zastosowania w procesach gospodarowania istniejącego już w gospodarce zasobu wiedzy i kapitału ludzkiego, jak również wykorzystania go w procesie kreacji nowej wiedzy i akumulacji kapitału ludzkiego.

Romer podsumowując twierdzi, że pomimo braku jedności wśród badaczy dotyczący istnienia rosnących przychodów, to hipotezy zakładane przez ich zwolenników tłumaczą związki zachodzące w rzeczywistości, które były niedostatecznie opisane przez wcześniejsze prace [Romer, 1989]. Hipotezy te nie oferują bezpośredniego testu na istnienie w rzeczywistości rosnących przychodów, ale mogą być jednym ze sposobów wskazania na bezsprzecznie ogromną rolę wiedzy technicznej i kapitału ludzkiego w procesie rozwoju gospodarczego.

Mechanizm dyfuzji i implementacji wiedzy technicznej

Postęp techniczny jako efekt akumulacji wiedzy technicznej stał się zmienną endogeniczną i odgrywa znaczącą rolę w procesach wzrostu gospodarczego. Determinuje efektywność wykorzystania innych czynników produkcji: kapitału rzeczowego i pracy. Następnie odkryto, że obok kapitału rzeczowego czyn-

nikiem powodującym wzrost jest kapitał ludzki – czynnik sprawczy postępu technicznego ucieleśnionego w nowych technikach wcześniej formułowanych jako „zaskoczenie dane z zewnątrz”.

Poziom rozwoju społeczeństw zdeterminowany jest nie tylko ilością krajowych zasobów wiedzy, ale również dostępem do zewnętrznych jej źródeł. Współczesne teorie wzrostu gospodarczego nie koncentrują się jedynie na wewnętrznych zapasach wiedzy i kapitału ludzkiego oraz ich wzajemnych powiązaniach, ale również podkreślają znaczenie globalnych pokładów tego czynnika produkcji i opisują współzależności zachodzące między zasobami krajowymi i zagranicznymi²⁰. W pierwszej części nie poświęcono uwagi problemowi importu nowej wiedzy technicznej i czynnikom determinującym jej adaptację do warunków krajowych. Ze względu na zakres tematyczny niniejszej pracy uzasadnione wydaje się sięgnięcie do modeli dyfuzji wiedzy technicznej.

Wzrost gospodarczy i poziom rozwoju społeczeństw jest opisywany procesem doganiania lidera technologicznego zachodzącym w ramach mechanizmu zamykania luki technologicznej. Przemieszczanie się wiedzy technicznej sprzyja wyrównywaniu różnic w poziomach zaawansowania technicznego. W typowych modelach dyfuzji wiedzy technicznej i luki technologicznej źródłem innowacji w krajach zapóźnionych nie są B+R własne, ale imitacja osiągnięć liderów technologicznych. Niektórzy mówią nawet o tzw. korzyściach zapóźnienia polegających na tym, że stopa wzrostu gospodarczego kraju zapóźnionego zależy od rozmiarów oraz szybkości zastosowania nowej wiedzy wykreowanej przez liderów technologicznych, a więc jest pochodną skomplikowanego procesu inwestycyjnego²¹. Warto zauważyć, że mówienie o korzyściach zapóźnienia implicite zakłada, że najpierw musiało dojść do takiego stanu, który sam w sobie jest przecież niekorzystny, gdyż oznacza pozostawanie gospodarki na niższym szczeblu rozwoju i niższej orbicie technologicznej. Bliższe prawdziwej treści byłoby mówienie nie o korzyściach zapóźnienia, ale o korzyściach z likwidacji strat i zaniedbań powstałych w wyniku opóźnienia.

Postęp techniczny jest odzwierciedleniem mechanizmu sprzężenia zwrotnego zachodzącego między krajowymi zdolnościami asymilacji zagranicznej wiedzy a zdeterminowanym przez nie procesem uczenia się. Przytoczona wcześniej nowa teoria wzrostu oraz poniższe modele dyfuzji wiedzy technicznej są zgodne w twierdzeniu, że sam dostęp do wiedzy jest niewystarczającym warunkiem podniesienia poziomu rozwoju gospodarki. Przyczyną różnic w dochodach jest umiejętność wykorzystania posiadanej wiedzy w procesach gospodarowania niezależnie od źródła jej pochodzenia. Wiodącym czynnikiem określającym zdolności absorpcyjne jest kapitał ludzki²².

²⁰ We współczesnej gospodarce światowej, gdzie mamy do czynienia z procesami globalizacji wiedzy i technologii rośnie znaczenie umiejętności pozyskiwania tego czynnika produkcji.

²¹ Na temat pojęcia korzyści zapóźnienia zob. m.in. [Gerschenkron, 1962].

²² Badania empiryczne dotyczące międzynarodowej dyfuzji wiedzy technicznej i roli kapitału ludzkiego znajdują się m.in. w pracach: [Benhabib, Spiegel, 1994], [Coe, Helpman, 1995], [Engelbrecht, 1997], [Keller, 2001], [Romer, 1993], [Verspagen, 1997].

Człowiek w rzeczywistości występuje nie tylko w charakterze wykonawcy w procesie produkcji, ale w nowoczesnej gospodarce przede wszystkim jest twórcą i implementatorem nowych technik. W związku z powyższym celem tej części pracy jest odpowiedź na następujące pytania. Jakie czynniki wpływają na tempo dyfuzji i efektywność adaptacji wiedzy technicznej. Od czego zależy wielkość luki technologicznej. Jaką rolę odgrywa kapitał ludzki w mechanizmie współzależności między procesami implementacji i tworzenia nowej wiedzy.

Kapitał ludzki i wielkość luki technologicznej a procesy dyfuzji i implementacji wiedzy technicznej

Poziom wymagań jakościowych stawianych czynnikowi ludzkiemu w roli implementatora lub twórcy nowych rozwiązań technicznych jest wyższy od tego, jaki wystarcza do spełnienia roli wykonawcy rozwiązań już istniejących. Działania składające się na adaptacyjny obszar działalności człowieka są opisywane za pomocą modeli dyfuzji i absorpcji nowej wiedzy technicznej.

Mechanizm wprowadzania nowych technik i czynniki go determinujące są przedmiotem modelu dyfuzji wiedzy technicznej i wzrostu gospodarczego autorstwa Nelsona i Phelps²³. W ich pracy głównym czynnikiem określającym szybkość adaptacji nowych technik jest kapitał ludzki oraz wielkość luki technologicznej dzielącej gospodarkę naśladowującą od lidera technologicznego. Analiza Nelsona i Phelps wskazuje na szczególne znaczenie kapitału ludzkiego w warunkach gospodarki dynamicznej, dostosowującej się do zmian technicznych. Dlatego użyteczność tego modelu w warunkach współczesnej gospodarki światowej jest wysoka²⁴.

Według autorów edukacja (traktowana jako nakłady na kapitał ludzki) jest szczególnie ważna w tych polach działania człowieka, które wymagają od niego kreowania i zmian lub adaptacji do nich. Zadania te polegają na ciągłym dotrzymywaniu kroku nieustannie ulepszanej technice, tzn. dotrzymywaniu kroku w produkcji kapitału ludzkiego tym gospodarkom, gdzie jego poziom jest na tyle wysoki, że kreuje ciągle ulepszanie technik. Dlatego wykształceni ludzie są w stanie podejmować szybciej decyzje o wprowadzeniu innowacji i w sposób efektywniejszy stosować nowe techniki. Z tego powodu podnoszenie poziomu kapitału ludzkiego przyspiesza dyfuzję nowej wiedzy technicznej.

Technika teoretycznie dostępna $\Gamma(t)$ rozwijana jest przez lidera technologicznego w stałym egzogenicznym tempie γ .

$$\Gamma(t) = \Gamma_0 e^{\gamma t}, \gamma > 0$$

²³ [Nelson, Phelps, 1966]. Zagadnienia te można znaleźć w pracy [Schultz, 1980] oraz [Woźniak, 1984].

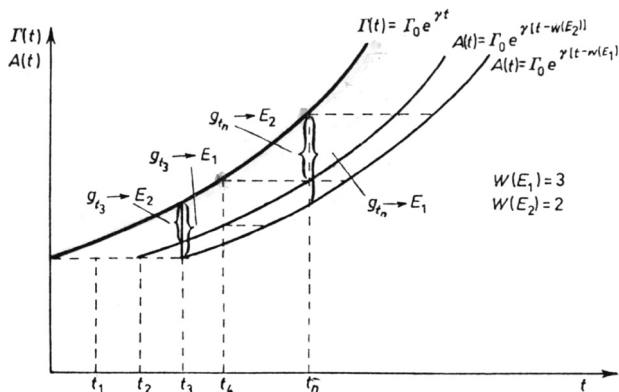
²⁴ Opis dyfuzji technik i roli kapitału ludzkiego referuję w ślad za Nelsonem i Phelps i posiłkuje się komentarzem Domańskiego: [Nelson, Phelps, 1966]. [Domański, 1993].

Między momentem tworzenia nowej techniki a zastosowaniem jej upływa czas, który w istocie jest miarą luki technologicznej $g(t)$ między najlepszą techniką stosowaną w praktyce $A(t)$ a techniką teoretycznie dostępną $\Gamma(t)$.

$$\begin{aligned} A(t) &= \Gamma_0 e^{\gamma(t-w)}, \\ g(t) &= \Gamma(t) - A(t), \\ A(t) &= \Gamma(t - w(E)). \end{aligned}$$

Wielkość luki technologicznej jest malejącą funkcją stopnia intensywności kapitału ludzkiego (E), gdzie $w = w(E)$, $w'(E) < 0$. W związku z tym wzrost poziomu kapitału ludzkiego powoduje skrócenie czasu między momentem kreacji i implementacji nowej techniki. Jednocześnie wraz ze wzrostem kwalifikacji odstęp ten zmniejsza się coraz wolniej. Relacje między trendami technik teoretycznie dostępnych i technik stosowanych w praktyce oraz luką technologiczną przedstawia rysunek 1.

Rysunek 1. Ścieżka technologii teoretycznie dostępnej i technologii stosowanej w warunkach rezerw kapitału ludzkiego



Źródło: [Domański, 1990, s. 207]

Na rysunku 1 widać, że gdy poziom kapitału ludzkiego E jest stały tempo wzrostu techniki praktycznie stosowanej jest równe tempu wzrostu techniki teoretycznie dostępnej γ , tyle tylko, że w przypadku tej pierwszej występuje opóźnienie jej w czasie o okres $w = w(E)$. Ponadto poziom ścieżki techniki stosowanej w praktyce przesuwa się w kierunku ścieżki techniki teoretycznie dostępnej wraz ze wzrostem poziomu kapitału ludzkiego i skracaniem się czasu odroczenia w [Domański, 1993], [Nelson, Phelps, 1966]. Oznacza to, że im wyższe jest tempo postępu technicznego na świecie, tym bardziej opłacalne jest podnoszenie kwalifikacji kapitału ludzkiego będącego implementatorem nowych rozwiązań w gospodarce importującej nową wiedzę techniczną. Wraz ze wzrostem tempa kreacji technik rośnie efektywność pracy implementato-

rów. Efekt spadku krańcowego ubytku luki technologicznej (osiąganego przez wzrost poziomu kapitału ludzkiego) jest neutralizowany przez nieustanny postęp techniczny.

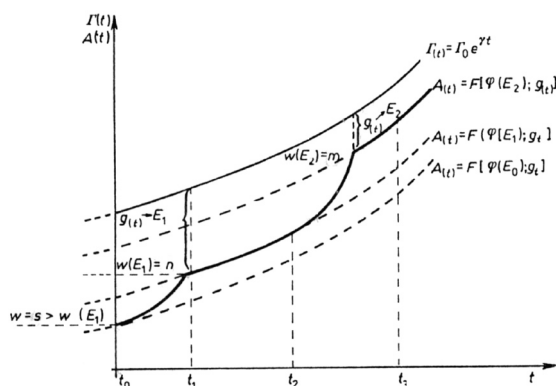
W warunkach gospodarki dynamicznej, gdzie nieustannie zachodzi postęp techniczny decyzja o zastosowaniu nowych technik zależy nie tylko od poziomu kapitału ludzkiego, ale również od wielkości luki technologicznej dzielącej gospodarkę zapóźnioną od lidera technologicznego. Tempo zamykania luki w wyniku podnoszenia poziomu kapitału ludzkiego jest spowalniane przez fakt malejącej krańcowej zyskowności nowo wprowadzanych rozwiązań. Według autorów modelu krzywa implementacji technik jest rosnącą funkcją poziomu wykształcenia i jest proporcjonalna do istniejącej luki-spada wraz ze zmniejszaniem luki.

$$\delta A = \varphi(E) (\Gamma(t) - A(t)), \text{ gdzie } \varphi'(E) > 0$$

Wraz ze wzrostem poziomu kapitału ludzkiego rośnie względna dynamika techniki importowanej $\delta A(t)/A(t)$ w stosunku do tempa tworzenia nowej wiedzy i luka ulega zawężeniu. To sprawia, że maleje przewaga zyskowności nowych rozwiązań technicznych nad tymi już eksploatowanymi, więc dynamika implementacji nowych technik zaczyna spadać do poziomu tempa kreacji. Gospodarka osiąga stan równowagi ze stałym opóźnieniem czasowym między wiedzą teoretycznie dostępną a implementowaną.

Technologiczny dystans czasowy jest malejącą funkcją poziomu kapitału ludzkiego. Luka odpowiadająca sytuacji równowagi może ulec zwężeniu przy zachowaniu stałego zrównoważonego tempa rozwoju technik stosowanych γ . Taka sytuacja ma miejsce, gdy istnieją rezerwy kapitału ludzkiego i rosną one w czasie. Podniesienie poziomu kapitału ludzkiego przesuwa w górę ścieżkę techniki stosowanej w praktyce i luka w sytuacji nowej równowagi jest mniejsza. Cały mechanizm jest pokazany na rysunku 2.

Rysunek 2. Luka technologiczna w warunkach rezerw i rosnącego poziomu intensywności kapitału ludzkiego



Analiza międzynarodowej dyfuzji wiedzy technicznej obejmuje również aspekt krajowego rozpowszechniania transferowanej wiedzy. Model bezpośredniej i pośredniej dyfuzji wiedzy technicznej jest przedmiotem pracy [Gomułki, 1998]. Rosnąca produktywność nakładów na edukację występuje w sektorze nowoczesnym gospodarki. Ten sektor jest głównym odbiorcą transferowanej wiedzy. Wraz ze wzrostem produkcji dóbr inwestycyjnych sektor nowoczesny zwiększa ilość importowanej wiedzy przyczyniając się do dyfuzji krajowej nowoczesnych technik. Empiryczne oszacowania obydwu rodzajów dyfuzji wiedzy technicznej wskazują, że transfer krajowy może w pewnych warunkach być ważniejszy niż dyfuzja międzynarodowa. Istnienie dwóch sektorów: tradycyjnego i nowoczesnego implikuje występowanie nierównych stóp rozwoju i występowania zjawiska gospodarki dualnej. Taką sytuację opisują modele akumulacji kapitału nowej teorii wzrostu. Proces doganiania jest zdeterminowany rozwojem sektora nowoczesnego, wielkością podaży technik zagranicznych. Wraz ze wzrostem nakładów w sektorze nowoczesnym średni poziom technologii zwiększa się i luka zmniejsza się. Gdy tempo innowacji w gospodarce zapóźnionej osiąga dynamikę lidera, to zaczyna się proces doganiania. Stan dojrzałości gospodarka osiąga, gdy zanika sektor tradycyjny. Wtedy tempo innowacji lidera i imitatora wyrównuje się i ustala się nowa luka technologiczna, ale na wyższym już poziomie rozwoju. Aby zmniejszyć lukę imitator musiałby zacząć działalność innowacyjną lub przyciągnąć przedsiębiorstwa z krajów przodujących technologicznie. Im wyższa stopa inwestycji w sektorze nowoczesnym, tym szybciej zachodzi dyfuzja w całej gospodarce, gdyż tempo innowacji zależy od poziomu inwestycji przy ustalonym kapitale w sektorze nowoczesnym.

Współzależności między kreacją a implementacją nowej wiedzy i rola kapitału ludzkiego

W powyższym opisie proces tworzenia nowej wiedzy miał stałą dynamikę i był zjawiskiem egzogenicznym w stosunku do gospodarki ją adaptującej. W rzeczywistości tempo kreacji nowych technik γ nie jest stałe i zależy od jakości i szybkości zastosowania przez implementatora rozwiązań już istniejących. Te ostatnie zależą od kapitału ludzkiego. W rezultacie tempo kreacji nowej wiedzy technicznej przestaje być zewnętrznym ograniczeniem dynamiki implementacji nowych technik. Między procesami tworzenia i adaptacji zachodzi sprzężenie zwrotne. Czynnikiem sprawczym obydwu mechanizmów jest kapitał ludzki.

Włączenie do funkcji produkcji nie tylko przytaczanych wyżej efektów popytowych związanych z importem wiedzy, ale również podażowych postępu technicznego sprawia, że w otrzymanym równaniu opisane są procesy tworzenia, dyfuzji i implementacji nowych technik, a postęp techniczny przestaje być zjawiskiem egzogenicznym. Głównym wnioskiem płynącym z obydwu podejść: popytowego i podażowego jest teza, że kapitał ludzki jest siłą napędową wzrostu gospodarczego. Nelson i Phelps modelując proces dyfuzji wiedzy technicznej

opierali się na funkcji produkcji uwzględniającej postęp techniczny w ujęciu Harroda²⁵.

$$Y(t) = F[M(t), A(t) \cdot L(t)] = F[M(t), \Gamma_0 e^{\gamma(t-w(E))} \cdot L(t)]$$

Zapis ten uwzględnia zależności między produkcją a nakładem kapitału rzeczowego, liczbą zatrudnionych i kapitału ludzkiego. Wskazuje na dodatnie oddziaływanie podnoszenia poziomu kapitału ludzkiego na wzrost produkcji, ale jednocześnie zachowuje autonomiczne tempo wzrostu wiedzy teoretycznie dostępnej. W celu opisanego powstawania nowej wiedzy zasadne wydaje się wprowadzenie w miejsce egzogenicznego trendu postępu technicznego $\Gamma_0 e^{\gamma(t-w)}$ zmiennej objaśniającej ich powstawanie, to jest inwestycji w człowieka (E) i nakładów na prace B+R (B) [Domański, 1993]. Funkcja produkcji uwzględniająca proces tworzenia nowej wiedzy oraz dyfuzję przyjmuje postać:

$$Y = F\{M(t) \cdot f_{t-w(E)} \{\Phi_{t-w(E)} [E(t), B(t)] \cdot B(t)\} \cdot L(t)\}$$

Zmienne E , B w funkcjach f , w , ϕ stanowią zmienne objaśniające proces tworzenia, dyfuzji i implementacji nowych technik. W rezultacie postęp techniczny jako egzogeniczna zmienna objaśniająca zapisywany jako autonomiczny trend $e^{\gamma t}$ został zastąpiony przez czynniki endogeniczne: nakłady na kapitał ludzki i prace B+R.

Dyfuzja wiedzy technicznej a efektywność nakładów na kapitał ludzki

W celu rozważenia tego problemu ważne jest rozróżnienie rodzajów aktywności człowieka w procesie produkcji. W uproszczeniu można przyjąć, że człowiek występuje w trojkiej funkcji jako: wykonawca, implementator lub twórca. W dotychczasowych rozważaniach to rozróżnienie było mało istotne. Założenie o spadającej krańcowej produktywności nakładów na kapitał ludzki (w postaci edukacji) jest prawdziwe odnośnie człowieka zatrudnionego w roli utylizatora istniejących rozwiązań działającego w warunkach statycznych pod względem wyposażenia technicznego. W tej sytuacji jego umiejętności i działania są relatywnie stałe w czasie.

Znaczenie nakładów na kapitał ludzki rośnie w sytuacji, gdy człowiek występuje w procesie produkcji w charakterze twórcy, albo implementatora wiedzy technicznej dotychczas nieznannej. Wtedy mamy do czynienia z sytuacją, w której nie występuje mechanizm spadku krańcowej produktywności kapitału ludzkiego i zachodzi zjawisko rosnących korzyści skali z kapitału ludzkiego. Funkcje innowacyjne pełnione w obydwu rolach wymagają dotrzymywania kroku nie-

²⁵ Neutralność postępu technicznego w sensie Harroda oznacza, że postęp techniczny pomnaża pracę (L). W odróżnieniu od tego podejścia Solow twierdził, że postęp techniczny potęguje kapitał rzeczowy, a Hicks – kapitał i pracę.

ustannie zachodzącemu postępowi technicznemu. Ów postęp pojawia się jako efekt określonych działań człowieka i efekt nakładów ucieleśnionych w nim. Rezultatem zatrudnienia człowieka w funkcji kreatora jest tworzenie nowej wiedzy technicznej. Dokonuje się ona w sferze badawczo-rozwojowej i jest efektem ponoszonych nakładów. Te ostatnie pomnażają potencjał twórczy i wydatki wcześniej poniesione ucieleśnione w zatrudnionych w tej sferze. Krańcowa produktywność nakładów na kapitał ludzki rośnie w warunkach gospodarki dynamicznej, nieustannie podlegającej dostosowaniom do poziomu światowego postępu technicznego. Z opisującego takie warunki modelu Nelsona-Phelpsa wynika, że przychody z nakładów na kapitał ludzki są tym większe, im wyższy jest poziom światowego postępu technicznego i tempo jego zmian. Krańcowy wzrost poziomu kapitału ludzkiego jest rosnącą funkcją techniki teoretycznie dostępnej i jest dodatni tylko wtedy, gdy mamy do czynienia z nieustannym procesem postępu technicznego. Wraz ze wzrostem nakładów na kapitał ludzki zwęża się luka technologiczna. Jednak skutki malejącej krańcowej produktywności inwestycji w człowieka zostają zneutralizowane w sytuacji, gdy zachodzi postęp techniczny, a wraz z nim rośnie poziom wiedzy teoretycznie dostępnej. Im szybszy światowy postęp techniczny, tym większe korzyści czerpie gospodarka oparta na imporcie techniki z kolejnych nakładów na rodzimą edukację.

Oddziaływanie kapitału ludzkiego na implementację nowych rozwiązań poprzez funkcję $w = w(E)$ jest pomnażane przez tempo kreacji nowych technik (rysunek 2). Podniesienie poziomu kapitału ludzkiego wywołuje sprzężenie zwrotne kumulacyjne, w wyniku którego produktywność kapitału ludzkiego nie spada w miarę nasycania gospodarki tym kapitałem. Jest to rezultat zwrotnego oddziaływania procesu zastosowania nowych rozwiązań w praktyce na proces tworzenia nowej wiedzy technicznej. Stopa zwrotu z nakładów na kapitał ludzki rośnie wraz ze wzrostem poziomu innowacyjności gospodarki dzięki importowi nowej techniki.²⁶ To sugeruje, że stopień innowacyjności gospodarki ma wpływ na optymalną strukturę kapitału w szerokim znaczeniu. W szczególności społeczeństwa powinny inwestować w kapitał ludzki relatywnie więcej niż w kapitał rzeczowy wraz ze wzrostem nasycenia gospodarki nową importowaną wiedzą techniczną [Nelson, Phelps, 1966].

Tempo postępu technicznego zapisane jako funkcja inwestycji na głowę można traktować jako materializację decyzji o wyborze technik wytwarzania. Wybory te są zdeterminowane poziomem wykształcenia i wielkością luki technologicznej. W efekcie krańcowa produktywność kapitału ludzkiego jest tym większa, im większe jest tempo inwestycji w kapitał rzeczowy. Jednakże decyzja o podjęciu określonej inwestycji jest uzależniona od poziomu kapitału ludzkiego. Podniesienie poziomu kapitału ludzkiego z jednej strony zmniejsza lukę technologiczną, z drugiej strony podnosi zdolność do pracy siły roboczej L zatrudnionej w charakterze wykonawcy [Domański, 1993].

Mechanizm sprzężenia zwrotnego kumulacyjnego, w rezultacie którego krańcowa produktywność kapitału ludzkiego rośnie dodatkowo wspiera fakt,

²⁶ Empirycznym potwierdzeniem powyższych tez jest praca [Benhabib, Spiegel, 1994].

iż innowacje wywołują pozytywne efekty zewnętrzne dla imitatorów. W rezultacie kapitał ludzki, poprzez stymulowanie innowacji, jest źródłem efektów zewnętrznych.

W swych wcześniejszych pracach Phelps dowodził istnienia „złotej reguły edukacji i B+R”. W celu utrzymania wysokiej i zrównoważonej dynamiki wzrostu gospodarczego wraz ze wzrostem zaawansowania technicznego gospodarki racjonalne jest zwiększać nakłady na edukację, w wyniku czego rośnie ich krańcowa produktywność²⁷.

Warto odnotować, że przytoczone w pierwszej części pracy modele akumulacji kapitału dowodziły, że w sektorach nasyconych wiedzą i kapitałem ludzkim krańcowa produktywność nakładów na kapitał ludzki jest rosnąca. Podobne rezultaty osiągnęli dużo wcześniej Nelson i Phelps.

Podsumowanie

Zagadnienia wzajemnych zależności między kapitałem ludzkim a postępem technicznym są intuicyjnie oczywiste. Dlatego przez długi okres pomijano ich kluczowe znaczenie dla pełnego opisu powyższych zagadnień. Przedstawiony zarys ewolucji teorii wzrostu wskazuje, że dopiero ujęcie ludzkiej wiedzy i kwalifikacji w ogólną koncepcję kapitału ludzkiego pozwala w pełni sprostać wyzwaniom stawianym przez fundamentalne pytania teorii wzrostu. Dopóki nie uwzględniano obok kapitału rzeczowego kapitału ludzkiego, powstającego dzięki odpowiedniemu poziomowi inwestycji, dopóty postęp techniczny i wzrost produktywności były niezrozumiałe i brały się znikąd, jak „manna z nieba”. Kapitał ludzki w najpełniejszy sposób objaśnia wzrost gospodarczy oraz różnicowanie w poziomie bogactwa między narodami.

Niewątpliwym wkładem modeli endogenicznego wzrostu do rozwoju teorii wzrostu jest odkrycie roli niezależnych (choć substytucyjnych) od kapitału rzeczowego i liczby zatrudnionych czynników produkcji, do których zaliczyć można kapitał ludzki i jego produkt w postaci wiedzy technicznej. Mimo że współczesne modele wzrostu nie rozstrzygają jednoznacznie, czy szybka akumulacja tych czynników podnosi długookresową stopę wzrostu czy też jedynie przesuwa gospodarkę na wyższą ścieżkę wzrostu, to modele te przyczyniły się do trwałego uwzględniania w analizach makroekonomicznych wpływu kapitału ludzkiego i wiedzy na proces produkcji i wzrostu gospodarczego [*Czy ekonomia nadąża*, 2001, s. 243].

Jednocześnie teorie kapitału ludzkiego wskazują źródło, z którego można czerpać kluczowe czynniki produkcji. Gospodarki bogacą się inwestując w ludzi, dlatego ich rozwój jest kwestią wyboru polityki gospodarczej, a nie jest dany obiektywnie i niezależnie od polityki. Jest to argument za przyjęciem tezy, że zaangażowanie państwa w proces akumulacji kapitału ludzkiego ma sens, ponieważ stanowi on główny czynnik wzrostu.

²⁷ Krańcowa produktywność nakładów na edukację i B+R jest tematem prac: [Gomułka, 1998] oraz [Gomułka, 1970], będących odniesieniem do rozpatrywanego tutaj modelu Nelsona-Phelpsa.

Bibliografia

- Abramowitz M.A., [1991], *Rapid Growth Potential and Its Realisation: The Experience of Capitalist Economies in the Postwar Period*, [w:] (ed.), E. Malinvaud, *Economic Growth and Resources*, Vol. 1, Macmillan, London.
- Aghion P., Howitt P., [1992], *A Model of Growth Through Creative Destruction*, „Econometrica”, Vol. 60, March.
- Allen R.G., [1975], *Teoria makroekonomiczna*, PWN, Warszawa.
- Arrow C.J., [1962], *The Economic Implications of Learning by Doing*, „Review of Economic Studies”, Vol. 19, June.
- Azariadis C., Drazen A., [1990], *Threshold Externalities in Economic Development*, „Quarterly Journal of Economics”, Vol. 105, May.
- Barro R., [1989a], *A cross-country study of growth, saving and government*, „Working Paper” No. 2855, NBER, February.
- Barro R., [1989b], *Economic Growth in a Cross Section Countries*, „Working Paper” No. 3120, NBER, September.
- Barro R.J., Becker G.S., [1988], *A Reformulation of the Economic Theory of the Fertility*, „Quarterly Journal of Economics”, Vol. 103, February.
- Barro R.J., Becker G.S., [1989], *Fertility Choice in a Model of Economic Growth*, „Econometrica”, Vol. 57, March.
- Baumol W.J., [1986], *Productivity Growth, Convergence and Welfare*, „American Economic Review”, Vol. 76.
- Baumol W.J., [1990], *Entrepreneurship. Productive, Unproductive and Destructive*, „Journal of Political Economy”, Vol. 98.
- Baumol W.J., [2002], *The free-market innovation machine. Analyzing the growth miracle of capitalism*, Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- Becker G., [1962], *Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis*, „Journal of Political Economy”, Vol. 70.
- Becker G.S., Murphy K., Tamura R., [1990], *Human Capital Fertility and Economic Growth*, „Journal of Political Economy”.
- Benhabib J., Spiegel M., [1994], *The role of human capital in economic development: Evidences from aggregate cross-country data*, „Journal of Monetary Economics”, Vol. 34.
- Coe D., Helpman E., [1995], *International R&D Spillovers*, NBER „Working Paper Series”, No. 4444, August.
- Conlisk J., [1967], *A modified neoclassical growth model with endogenous technical change*, „The Southern Economic Journal”, October.
- Czy ekonomia nadąga z wyjaśnianiem rzeczywistości?*, [2001], (red.) A. Wojtyna, VII Kongres Ekonomistów Polskich, PWE, PTE, Warszawa, styczeń.
- Domański R.S., [1993], *Kapitał ludzki i wzrost gospodarczy*, PWN, Warszawa.
- Engelbrecht H.J., [1997], *International R&D Spillovers, Human Capital and Productivity in OECD Countries. An Empirical Investigation*, „European Economic Review”, Vol. 41.
- Fagerberg F.J., [1987], *A technology gap approach to why growth rates differ*, „Research Policy”, No. 16 (2-4).
- Gerschenkron A., [1962], *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Cambridge University Press.
- Gomułka S., [1970], *Extensions of the Golden Rule of Research of Phelps*, „Review of Economic Studies”, January.
- Gomułka S., [1998], *Teoria innowacji i wzrostu gospodarczego*, CASE, Warszawa.
- Grossman G.M., Helpman E., [1991], *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge.

- Jones Ch., [1995], *Time Series of Endogenous Growth Models*, „Quarterly Journal of Economics”, Vol. 110, May.
- Keller W., [2001], *International Technology Diffusion*, NBER „Working Paper” No. 8573, October.
- Kendrick J., [1976], *The formation of stock of total capital*, Columbia University Press, New York.
- Kremer M., [1993], *Population Growth and Technological Change. One Million B.C. to 1990*, „Quarterly Journal of Economics”, Vol. 108, August.
- Kremer M., Thomson J., [1994], *Young Workers, Old Workers, and Convergence*, NBER „Working Papers”, No. 4827, August.
- Lucas R.E., [1988], *On the Mechanics of Economic Development*, „Journal of Monetary Economics”, Vol. 22, No. 1, s. 4-42.
- Lucas R.E., [1990], *Why doesn't capital flow from rich countries to poor countries?*, „American Economic Review Paper and Proceedings”, Vol. 80.
- Maddison A., [1979], *Per capita output in the long run*, „Kyklos”, t. 32.
- Mankiw N.G., Romer D., Weil D.N., [1992], *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, „Quarterly Journal of Economics”, May.
- Murphy K., Shleifer A., Vishny R., [1989], *Industrialization and Big Push*, „Journal of Political Economy”, Vol. 97.
- Nelson R.R., Phelps E.S., [1966], *Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth*, „American Economic Review”, Vol. 56, No. 2.
- Nelson R.R., [1996], *The Sources of Economic Growth*, Harvard University Press, Cambridge, London.
- Nordhaus W.D., [1967], *The Optimal Rate and Direction of Technical Change*, MIT Press, Cambridge.
- Phelps E., [1996], *Golden Rules of Economics Growth*, New York.
- Rebelo S., [1987], *Long Run Policy, Analysis and Long Run Growth*, University of Rochester, November.
- Reynolds L., [1983], *The spread of economic growth to the Third World: 1950-1980*, „Journal of Economic Literature”, Vol. 21, September.
- Romer P.M., [1986], *Increasing Returns and Long-Run Growth*, „Journal of Political Economy”, Vol. 94, No. 86.
- Romer P.M., [1989], *Human Capital and Growth: Theory and Evidence*, „Working Paper”, No. 3173, NBER, November.
- Romer P.M., [1990], *Endogenous Technological Growth*, „Journal of Political Economy”, Vol. 98, No. 5.
- Romer P.M., [1993], *Idea Gaps and Object Gaps in Economic Development*, „Journal of Monetary Economics”, Vol. 32.
- Romer D., [1996], *Advanced Macroeconomics*, McGraw-Hill.
- Schultz T.W., [1976], *Investment in Human Capital*, The Free Press, New York.
- Schultz T.W., [1980], *Education Economics of Being Poor*, „Journal of Political Economy”, Vol. 99, No. 44.
- Schultz T.W., [1980], *Investment in Entrepreneurial Ability*, „Scandinavian Journal of Economics”.
- Solow R.M., [1956], *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, „Quarterly Journal of Economics”, Vol. 70, February.
- Stiglitz J.E., [2004], *Ekonomia sektora publicznego*, (red.) R. Rapacki, PWN, Warszawa.
- Verspagen B., [1997], *Measuring Intersectoral Technology Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases*, „Economic Systems Research, Vol. 9.
- Woźniak G., [1984], *The Adoption of Interrelated Innovations*, „The Review of Economics and Statistics”, May.

KNOW-HOW AND HUMAN CAPITAL IN THE THEORY OF ECONOMIC GROWTH

S u m m a r y

The author presents the evolution of the theory of economic growth and concludes that fundamental questions about the theory of growth should be addressed by applying a general concept of human capital based on knowledge and qualifications. Human capital is the most comprehensive indicator to describe economic growth and differences in affluence among nations.

The analysis is divided into two parts. The first part of the study describes the historical evolution of “economic thought” – from a stage where technological progress was treated as an “exogenous phenomenon” and a veritable “manna from the sky,” as the author describes it, to a situation in which technological progress became an “endogenous variable” resulting from the accumulated know-how. The subsequent evolution of the term involved a reevaluation of the role of the human factor in production. With time, economists discovered that, alongside physical capital, human capital was a prime factor that contributed to growth as a driving force behind technological progress.

The second part of the work describes the complex role of human capital in the production process. The author notes that, in a modern economy, the human factor determines the development and implementation of new technologies, in addition to the production process itself. Human capital determines the technology gap, the diffusion of know-how and the efficiency of its adaptation. As a result, investment in human capital is a fundamental factor behind development, the author concludes.