

*Maria Wrotniak**

MODELE Z INDUKOWANYM POSTĘPEM TECHNICZNYM

Postęp techniczny jest jednym z głównych czynników decydujących o dynamice i strukturze wzrostu. Będąc przyczyną wzrostu postęp jest jednocześnie jego skutkiem, sam bowiem zależy od dynamiki i poziomu rozwoju gospodarki.

W procesie wzrostu gospodarczego zachodzi silne wzajemne determinowanie się sfery produkcji materialnej i sfery tworzącej nową myśl techniczną. Efekt sfery innowacyjnej, wchłonięty w sferę produkcyjną, zaowocuje w postaci np. obniżki łącznych kosztów jednostkowych czy nowych jakościowo produktów. Ale efekt sfery innowacyjnej zależy z kolei od tego, jakie nakłady poniesiono w niej na badania i jakie stworzono systemy motywacyjne, stymulujące kreację nowej wiedzy. Efekt sfery innowacyjnej, już gotowy, przyniesie owoce w sferze materialnej tylko wtedy, gdy zostanie w nią zaszczerpiony. Ale nie musi być zaszczerpiony, a jeśli będzie, to niekoniecznie od razu. Podatność na nowinki techniczne i tempo ich wprowadzania, czyli, innymi słowy, skłonność do minimalizowania luki między dostępnymi najnowocześniejszymi technikami a najlepszymi technikami wykorzystywanymi zależy od rodzaju i siły motywów, jakie przyświecają działaniu jednostek sfery produkcyjnej, a również od tego, ile poniesiemy nakładów na ucieleśnianie nowej myśli technicznej.

Teoria wzrostu gospodarczego do mniej więcej połowy lat pięćdziesiątych traktowała postęp techniczny czysto egzogenicznie — jako równomierny strumień technik, płynący z zewnątrz układu gospodarczego; zainteresowanie postępow technicznym koncentrowało się więc jedynie na sposobie ujmowania wpływu tego czynnika na dynamikę

* Mgr, st. asystent w Zakładzie Teorii Wzrostu Gospodarczego Instytutu Ekonomii Politycznej UŁ.

produktu, czyli na analizie efektów innowacji. Do dziś zresztą konstruuje się wiele modeli wzrostu tak właśnie traktujących problem postępu. Wiemy atoli, że ujęcia te możemy traktować nie jako poważne twierdzenie na temat istniejącego stanu rzeczy, lecz jako wygodne uproszczenie, niejednokrotnie zupełnie wystarczające z punktu widzenia konkretnego celu analizy. Ponieważ jednak od wspomnianej połowy lat pięćdziesiątych celem tej analizy coraz częściej staje się właśnie sam postęp techniczny, siłą rzeczy zachodzi coraz częstsza potrzeba unikania egzogenicznego traktowania postępu w modelach wzrostu.

Postęp techniczny endogeniczny, traktowany nie jak przysłowiowa manna z nieba, lecz jako funkcja innych zmiennych modelu, nie jest pojedynczym zjawiskiem, lecz stanowi sekwencję trzech bardzo różnych w swej naturze procesów:

- procesu kreacji nowej wiedzy technicznej,
- procesu transmisji tej wiedzy w sferę produkcji materialnej,
- procesu owocowania zaszczipionej wiedzy.

Każdy z wymienionych procesów wymaga odrębnej analizy, a dopiero wszystkie razem, w połączeniu z procesem produkcji sfery materialnej, mogą złożyć się na w miarę pełny opis wzajemnych zależności układu gospodarczego i sfery innowacyjnej. Otwiera się tu więc szerokie pole rozważań, dość zresztą jeszcze puste.

Prawdziwie endogenicznym potraktowaniem postępu technicznego jest właściwie jedynie model Phelps¹, który uzależnia efekt tak zwanego działu technologicznego od nakładów w kapitał i w zatrudnienie tego działu, wielkość tych nakładów zaś zależy od podziału ogólnej puli zasobu kapitału i siły roboczej na część obsługującą dział technologiczny i część obsługującą dział produkcji dóbr. Model ten nie mieści jednak problemów, związanych z transmisją wiedzy, wykreowanej przez dział technologiczny, w dział produkcji materialnej. Każdy kwant wiedzy, stworzony przez sferę innowacyjną, zostaje bezkonfliktowo przejęty przez producentów dóbr. Tymczasem problem transferu wiedzy technicznej w układ gospodarczy nie może być lekceważony. Wiadomą jest rzeczą, że dział technologiczny kreuje potencjalne jedynie możliwości w dziedzinie podnoszenia wydajności pracy i innych ulepszeń w sferze materialnej. Można sobie wyobrazić gospodarke, w której poświęca się dużo wysiłku ludzkiego i tyleż nakładów pieniężnych na generowanie nowej wiedzy technicznej, w której jednocześnie efekt tych usilnych starań, oglądany na wyjściu sfery produkcyjnej, jest znikomy. Rozwiązanie problemu stymulowania dynamiki postępu technicznego polega więc nie tylko na dynamizowaniu działu innowacyjnego, ale i na

¹ E. S. Phelps, *Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research*, „The Review of Economic Statistics” 1966, nr 33.

zmniejszaniu wspomnianej już luki między aktualnie dostępnymi najnowocześniejszymi technikami, a technikami aktualnie wykorzystywanymi. Ten drugi aspekt sprawy jest równie ważny co pierwszy, szczególnie w obecnej dobie coraz szerszego otwierania granic przez systemy gospodarcze. Z tego punktu widzenia dla pojedynczej gospodarki średnio rozwiniętej problem umiejętności szybkiego zasysania nowo powstałych lepszych rozwiązań jest w sumie jeszcze ważniejszy niż problem kreatywności tej gospodarki w dziedzinie postępu technicznego.

Modele, które próbują określić determinanty szybkości procesu wchłaniania nowej wiedzy technicznej przez układ gospodarczy zwą się modelami z i n d u k o w a n y m postępowaniem technicznym. W modelach tych nie tylko istnieje możliwość wyboru innowacji o różnym stopniu dynamizowania wielkości produkcji na jednego zatrudnionego, ale ten wybór *explicite* uzależniony jest od wewnętrznych zmiennych modelu.

Istnieją obecnie trzy różne koncepcje teoretyczne, dotyczące modeli z indukowanym postępowaniem technicznym, będące zresztą podstawą wielu różnych modeli wzrostu. Są to: funkcja postępu technicznego Kaldora, *learning by doing* Arrowa oraz funkcja możliwości innowacyjnych Kennedy'ego. Model Arrowa jest już bardzo dobrze znany w polskiej literaturze ekonomicznej, przynajmniej lepiej niż dwa pozostałe². Chciałabym więc pokazać, jak rozwiązuje się problem indukowania postępu technicznego, na przykładzie ujęć Kaldora i Kennedy'ego. Chodzi mi tutaj głównie o sam sposób podejścia do zagadnienia indukowania innowacji, bez szczegółowego omawiania modeli wzrostu, budowanych na bazie tych podejść.

FUNKCJA POSTĘPU TECHNICZNEGO

Swój model wzrostu wyłożył Kaldor w roku 1957³, a w roku 1962 wraz z Mirrleesem przedstawił jego ostateczną, poprawioną wersję⁴.

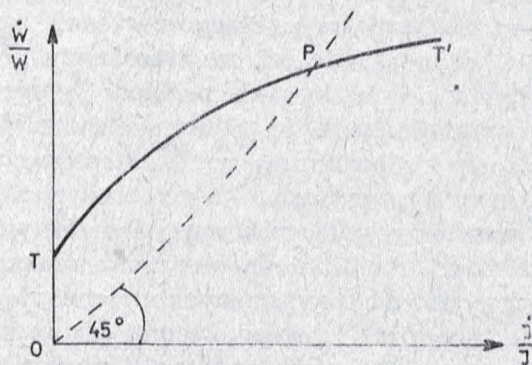
W pracach swych Kaldor deklaruje odejście od tradycyjnej funkcji produkcji, uzależniającej efekt od poczynionych nań nakładów dla danego czasu, i odpowiednio przesuwaną się w czasie, co ma zobrazować dokonujący się w tym czasie postęp techniczny. Pisze on m. in. „Zamiast więc zakładać, że pewna stopa wzrostu wydajności daje się przypisać postępowi technicznemu, który jest „nakładany”, że tak

² Por. np. A. Chilosi, S. Gomółka, *Alternatywne klasyfikacje postępu technicznego oraz asymptotyczne ścieżki wzrostu*, „Ekonomista” 1969, nr 1.

³ N. Kaldor, *A Model of Economic Growth*, „Economic Journal” 1956, nr 66.

⁴ N. Kaldor, J. A. Mirrlees, *A New Model of Economic Growth*, „Review of Economic Studies” 1962, nr 30.

powiem, na wzrost wydajności przypisany akumulacji kapitału, będziemy postulować prostą zależność między wzrostem kapitału i wzrostem wydajności, która uwzględni wpływ obu czynników"⁵. Zależnością tą jest właśnie funkcja postępu technicznego, pokazana na rys. 1⁶.



Rys. 1

Wielkość I na rys. 1 — to inwestycje brutto, przypadające na jednego zatrudnionego, czyli techniczne uzbrojenie pracy w nowych obiektach, wielkość W zaś — to wydajność pracy w tychże nowych obiektach.

Na osi odciętych więc odłożone jest tempo wzrostu technicznego uzbrojenia pracy w nowych urządzeniach, na osi rzędnych — tempo wzrostu wydajności zatrudnionego, obsługującego te urządzenia. W starszej ekspozycji swego modelu⁷ tę samą funkcję postępu technicznego rozumiał Kaldor jako zależność między tempem wzrostu kapitału na jednego zatrudnionego i tempem wzrostu wydajności przeciętnej w całej gospodarce. Ten ostatni sposób ujęcia sugerował istnienie tzw. nieucieleśnionego postępu technicznego, rozkładającego się równomiernie na wszystkie roczniki kapitału, co z kolei zaprzeczało słusznej skądinąd tezie, że wprowadzanie postępu potrzebuje maszyn innego niż dotąd typu, a więc że postęp ucieleśnia się głównie w najnowszej z aktualnie istniejących generacji kapitału.

Na rys. 1 dwusieczna kąta prostego wyznacza jedyny punkt P , w którym obie stopy wzrostu są równe. Na lewo od tego punktu tempo wzrostu wydajności pracy przewyższa stopę wzrostu technicznego uzbrojenia pracy w nowych obiektach (krzywa przebiega powyżej dwu-

⁵ N. Kaldor, *Eseje z teorii stabilizacji i wzrostu gospodarczego*, Warszawa 1971, s. 101.

⁶ *Ibidem*, s. 284.

⁷ Kaldor, *A Model of Economic...*

siecznej), na prawo — wydajność rośnie wolniej od technicznego uzbrojenia. Oznacza to jednocześnie, że kapitałochłonność, będąca stosunkiem technicznego uzbrojenia pracy I do wydajności pracy W , jest w punkcie P stała, natomiast na lewo od niego maleje, na prawo zaś — rośnie.

Jak wiemy, wydajność pracy jest odwrotnością pracochłonności. W punkcie T zatem wybieramy technikę jednocześnie kapitało- i pracochłonną. Łatwo zauważyć, że wszystkie punkty leżące na lewo od P dają właśnie takie praco- i kapitałochłonne zarazem techniki, z tym że coraz mniej kapitałochłonne: kapitałochłonność maleje coraz wolniej w miarę zbliżania się do punktu P .

Można powiedzieć, że gdybyśmy w ciągu kolejnych okresów czasu tkwili w punkcie T , realizowalibyśmy postęp techniczny neutralny w rozumieniu Hicksa. Analogicznie — stałe z okresu na okres wybierany punkt P daje nam postęp neutralny w rozumieniu Harroda⁸.

Jak wynika z rys. 1, funkcja postępu technicznego Kaldora ma następujące własności:

$$\frac{\dot{W}}{W} = f\left(\frac{\dot{I}}{I}\right)$$

$$f(0) > 0 \tag{1}$$

$$f' > 0$$

$$f'' < 0$$

Dodatnia wartość funkcji f dla argumentu równego zero oznacza, że wydajność pracy w najnowszym aktualnie roczniku kapitału wzrosła w stosunku do rocznika najnowszego w ubiegłym okresie, chociaż poczyniliśmy tyle samo inwestycji przypadających na jednego zatrudnionego. Przyrost wydajności wyniknął z postępu technicznego, jaki się dokonał. Postęp ten ucieleśnił się w najnowszych maszynach, i dlatego każda jednostka nowego kapitału dała większy efekt niż poprzednio.

Założenia co do pierwszej i drugiej pochodnej funkcji f określają jej kształt, znany nam już z rys. 1: jest ona wklęsła w stosunku do początku układu, a więc rosnąca coraz wolniej. Oznacza to, że przyspieszanie wzrostu inwestycji na jednego zatrudnionego powoduje malejące do zera przyspieszenie wzrostu wydajności pracy. U podstaw tego ujęcia leży założenie, że w pierwszym rzędzie wykorzystywane będą te spośród pomysłów, które najbardziej zwiększają wydajność w stosunku do

⁸ O klasyfikacji postępu technicznego Hicksa i Harroda pisze m. in. M. Nasiłowski, *Z teorii wzrostu kapitalizmu rozwiniętego*, Warszawa 1967, s. 124—126.

inwestycji, jakich to wymaga. Wzrost wiedzy technicznej, kreowanie nowych pomysłów, dokonuje się u Kaldora egzogenicznie; „indukować” możemy jedynie zakres i tempo przyswajania nowej wiedzy, co, przy skończonej liczbie dostępnych rozwiązań technicznych w danym czasie, stanowi o ograniczaniu tempa wzrostu wydajności w miarę coraz pełniejszego przyswajania wiedzy.

Zauważmy jeszcze, że gdybyśmy mieli w kolejnych okresach czasu tę samą funkcję postępu technicznego, oznaczałoby to stały w czasie napływ nowych (to znaczy jeszcze nie wykorzystanych, ale niekoniecznie nie istniejących w poprzednim okresie) pomysłów do absorbowania. Zmienność tempa ich podaży doprowadzi do przesunięcia krzywej przy zachowaniu jej ogólnego charakteru. Radykalny wynalazek dokonujący rewolucji technicznej, np. odkrycie energii atomowej, podniesie ją zapewne na jakiś czas znacznie w górę.

Swoją funkcję postępu technicznego sprzęgnął Kaldor z funkcją decyzji inwestycyjnych, czyniąc ją w pewnym sensie odpowiedzialną za wybór rozwiązań technicznych. Jeśli już jesteśmy przy wyborze zauważmy, że współczynnik kapitałochłonności I/W nie jest, u Kaldora wielkością zależną od charakteru wynalazków oczekujących adaptacji, to znaczy od tego, czy są one w głównej mierze praco— czy kapitałoszczędne. To, czy współczynnik kapitałochłonności wzrośnie, czy zmaleje, „zależy nie od technicznego charakteru wynalazków, lecz po prostu od wzajemnego stosunku między dopływem nowych pomysłów [...] a stopą akumulacji kapitału”⁹. Takie potraktowanie współczynnika kapitałochłonności jest podobne bardziej do modelu Kaleckiego dla gospodarki socjalistycznej niż do innych modeli keynesowskich, które dopuszczają możliwość istnienia równomiernego wzrostu z niepełnym zatrudnieniem. Kaldor, choć keynesista, zakłada pełne zatrudnienie, a ten postulat powoduje uzależnienie wyboru bardziej lub mniej kapitałochłonnych metod od stopy akumulacji.

Funkcja postępu technicznego, sprzęgnięta z funkcją decyzji inwestycyjnych, sprawia, że podejście Kaldora czyni przyswajanie wiedzy technicznej zjawiskiem endogenicznym, zależnym od innych zmiennych modelu. O ile kreacja możliwości innowacyjnych jest tutaj zewnętrzną i niezależną, o tyle przyswajanie wiedzy jest *indukowane*. Model Kaldora możemy więc nazwać modelem z indukowanym postępowaniem technicznym.

Funkcję postępu Kaldora porównuje się dość często z *learning by doing* Arrowa. O ile ten pierwszy określa przyswajanie wiedzy jako funkcję stopy wzrostu inwestycji brutto na jednego zatrudnionego,

⁹ Kaldor, *Eseje z teorii stabilizacji...*, s. 103.

o tyle ten ostatni uzależnia to przyswajanie od ogółu inwestycji brutto kiedykolwiek dokonywanych. U Arrowa im więcej akumulowaliśmy w najdalszej nawet przeszłości, tym więcej mamy doświadczenia i tym większe możliwości przyswajania wiedzy. U Kaldora im szybciej dziś akumulujemy, tym większe mamy możliwości przyswajania wiedzy. Tempo tego przyswajania jest niezależne od tego, ile akumulowaliśmy w przeszłości, ale oczywiście sama wielkość przyswojonej wiedzy, aktualna wydajność pracy, zależy dodatkowo od przeszłej prężności akumulacyjnej. Stawia to model Kaldora pomiędzy dwoma bardzo skrajnymi ujęciami przyswajania wiedzy.

Pierwszym jest ujęcie Arrowa, drugim zaś — całkowite tego ujęcia odwrócenie. Nazywa się ono „hipotezą niedogodności wczesnego startu”¹⁰ i głosi, że stary kapitał, ucieleśniający przestarzałe metody produkcji, przeszkadza w przyswajaniu metod nowych, a więc dla przyswajania wiedzy lepiej jest w ogóle nie posiadać starego kapitału, z czego wypływa wniosek, że aby dzisiaj najowocniej przyswajać wiedzę, w przeszłości trzeba było nie akumulować.

W tezie niedogodności wczesnego startu, dość bulwersującej na pierwszy rzut oka, można się doszukać racjonalnego jądra. Wieloletnie obserwacje wskazują, że łatwiej jest nauczyć obsługi nowego urządzenia człowieka niedoświadczonego, niż osobę wprawioną już w obsłudze starszego urządzenia i posiadającą w związku z tym pewne nietatwe do wykorzenienia nawyki manualne.

Ujęcie Kaldora nie jest tak skrajne, jak pozostałe dwie propozycje i zawiera rozsądne elementy obu tych podejść, co nie oznacza oczywiście, że Kaldor, budując swoją funkcję postępu technicznego, musiał się na nich opierać. Dodając do tego fakt odejścia od ortodoksyjnej funkcji produkcji i umiejętność zastąpienia jej czymś innym oraz fakt, że było to jedno z pierwszych ujęć problemu indukowania postępu, musimy przyznać, że model Kaldora zasługuje na szczególną uwagę.

FUNKCJA MOŻLIWOŚCI INNOWACYJNYCH KENNEDY'EGO

Ujęcie Kennedy'ego i wielu jego późniejszych następców stanowi dość odrębne podejście do problemu indukowania postępu technicznego. Chodzi w nim głównie o analizę wpływu czynników technicznych i ekonomicznych na kierunek postępu, czyli o odpowiedź na pytanie, w jakiej mierze stymulowane tymi czynnikami innowacje będą pracochłonne czy kapitałoszczędne.

¹⁰ C. Frankel, *Obsolescence and Technological Change in a Maturing Economy*, „American Economic Review” 1955, nr 45.

Modele typu Kennedy'ego mają już dość długą historię. Za ich duchowego ojca można uznać Fellnera, który w roku 1961 napisał dość ogólnikową jeszcze rozprawkę¹¹ rozpatrującą wpływ warunków rynkowych na kierunek postępu technicznego w gospodarce kapitalistycznej. Jego tezy podchwycił Weizsäcker, który podczas swego pobytu w Massachusetts Institute of Technology (USA) w roku akademickim 1962/1963 natchnął nimi wielu tamtejszych ekonomistów matematycznych. W roku 1964 ukazał się artykuł Kennedy'ego¹² powołujący do życia słynną w pewnych kręgach funkcję możliwości innowacyjnych (*innovation possibility function*). Za Kennedyem poszli inni: wrócił do starego pomysłu Weizsäcker¹³ (przyznawszy zresztą palmę pierwszeństwa Kennedy'emu), przejęły jego ideę takie neoklasyczne sławy jak Phelps¹⁴ czy Samuelson¹⁵. Sugeruje to dość jednoznaczne wzory, na jakich się opiera model Kennedy'ego. Zresztą sam twórca *explicite* się do tego przyznaje nadmieniając, że jego teoria jest ulepszeniem teorii marginalnej, a nie czystym jej powieleniem. Pozwoliło mu to nawet wyrazić nadzieję, że w takim poprawionym wydaniu teoria marginalna wyda się słuszną nawet dotychczasowym przeciwnikom¹⁶.

Kennedy wychodzi z typowo neoklasycznych założeń konkurencji doskonałej i funkcji produkcji jednorodnej stopnia pierwszego. Zda się, że w ten sposób od razu załatwiona jest sprawa podziału dochodu na zyski i płace, czyli udziału obu rozpatrywanych przez teorię czynników — kapitału i pracy — w produkcji. Tymczasem udziały te są zależne nie tylko od warunków technicznych, danych funkcją produkcji, ale od siebie samych z wcześniejszego okresu. Czyni to model Kennedy'ego bardziej dynamicznym od „normalnych” modeli neoklasycznych, a zasługę tę należy przypisać funkcji możliwości innowacyjnych.

Wrócimy jeszcze do tego problemu.

Kennedy założył jednorodny świat, w którym przy pomocy kapitału K i jednorodnej pracy L wytwarzane jest umowne dobro konsumpcyjne w ilości Y . Rozważany przezeń postęp techniczny zmniejsza

¹¹ W. J. Fellner, *Two Propositions in the Theory of Induced Innovations*, „Economic Journal” 1961, nr 71.

¹² C. Kennedy, *Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution*, „Economic Journal” 1964, nr 74.

¹³ C. von Weizsäcker, *Tentative Notes on a Two-Sector Model with Induced Technical Progress*, „The Review of Economic Studies” 1966, nr 33.

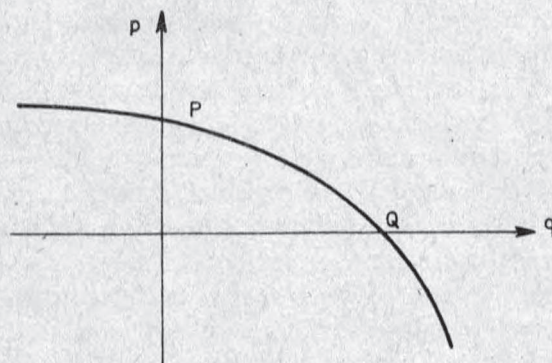
¹⁴ E. M. Drandalis, E. S. Phelps, *A Model of Induced Invention, Growth and Distribution*, „Economic Journal” 1966, nr 76.

¹⁵ P. A. Samuelson, *A Theory of Induced Innovation along Kennedy-Weizsäcker Lines*, „The Review of Economics and Statistics” 1965, nr 47.

¹⁶ „it is even possible that it (model) — may commend itself to those who have rejected the marginal productivity theory” (Kennedy, *op. cit.*, s. 547).

w miarę upływu czasu wielkości kapitału i pracy, potrzebnych do wytworzenia jednostki produktu, wg proporcji odpowiednio q i p .

Przedsiębiorca, planujący wprowadzenie innowacji, ma do dyspozycji wiele konkurencyjnych wariantów, różniących się stopniem zmniejszenia jednostkowych nakładów kapitału i pracy. Ich zbiór w danym czasie przedstawia funkcja możliwości innowacyjnych $p=F(q)$ na rys. 2.



Rys. 2

Na osi rzędnych odłożone jest tempo spadku nakładów pracy, potrzebnych do wytworzenia jednostki produktu, na osi odciętych — analogiczne tempo spadku nakładów kapitału. Funkcja jest malejąca coraz szybciej, to znaczy jej pierwsza i druga pochodna przybierają wartości ujemne:

(2)

$$F'(q) = \frac{dp}{dq} < 0$$

$$F''(q) = \frac{d^2p}{dq^2} < 0$$

Taka postać funkcji dobrze obrazuje ograniczonosc możliwości innowacyjnych w danym czasie: wysoki spadek jednostkowego nakładu pracy wiąże się ze stosunkowo niskim spadkiem jednostkowego kapitału, a czasem wręcz z jego wzrostem — i *vice versa*.

Zauważmy, że nie będzie błędem, jeśli wielkości p i q zinterpretujemy po prostu jako tempa spadku odpowiednio pracochłonności $l=L/Y$ i kapitałochłonności $k=K/Y$, a zatem:

$$p = \dot{l}/l, \quad q = \dot{k}/k$$

Spośród wszystkich dostępnych w danym czasie rozwiązań innowacyjnych, danych przez funkcję F , ta część z nich, która charakteryzuje się jednoczesną dodatnością obu wielkości p i q , oznacza innowacje jednocześnie praco— i kapitałoszczędne. Istnieje jednak możliwość takich rozwiązań innowacyjnych, które są pracochłonne i kapitałoszczędne oraz pracooszczędne i kapitałochłonne. Rozwiązania te leżą na lewo od punktu P i na prawo od punktu Q . Punkty krytyczne P i Q oznaczają rozwiązania, w których odpowiednio kapitałochłonność k i pracochłonność l jest stała. Wybór punktu P na rys. 2 oznacza więc jednocześnie wybór punktu P na krzywej, będącej obrazem graficznym funkcji postępu technicznego Kaldora (rys. 1), każdy zaś z nich obu daje postęp neutralny w sensie Harroda i jednocześnie wzrost równomierny, którego warunkiem jest przecież stałość kapitałochłonności.

Krzywa możliwości innowacyjnych jest, jak wskazuje sama nazwa, jedynie zbiorem potencjalnych możliwości, powstaje więc pytanie, co zadecyduje, który z punktów na krzywej będzie ostatecznie wybrany, czyli — co zaindukuje konkretną innowację. Pisze Kennedy, iż rozsądnie jest tutaj założyć, że każdy przedsiębiorca będzie szukał takiego udoskonalenia, które zmniejszy łączny koszt zaangażowania obu czynników produkcji wg najwyższej stopy. Zależec to będzie oczywiście od dotychczasowych udziałów obu kosztów w całym koszcie. Im większy był np. dotychczasowy udział kosztu związanego z pracą, tym bardziej pracooszczędną będzie chciał wybrać przedsiębiorca.

Jeśli przez γ oznaczymy udział kosztu kapitału w całkowitym koszcie wytworzenia produktu to jasną jest rzeczą, że analogiczny udział kosztu związanego z pracą jest równy $1 - \gamma$. Sumę obu stóp spadku pracochłonności i kapitałochłonności p i q , ważoną przez dotychczasowe udziały kosztów związanych z pracą γ i kapitałem $1 - \gamma$, możemy potraktować — tak jak to zrobił Kennedy — jako stopę redukcji łącznego kosztu, spowodowaną wyborem konkretnej innowacji. Wielkość ta, zwana też stopą postępu technicznego¹⁷, wyrazi się wzorem:

$$r = \gamma q + (1 - \gamma)p \quad (3)$$

gdzie $p = F(q)$

Ponieważ założyliśmy, że wybór konkretnej innowacji z krzywej $p = F(q)$ będzie szedł w kierunku maksymalizacji stopy r , to po przy-

¹⁷ Na przykład przez Changa (W. Chang, *A Model of Economic Growth with Induced Bias in Technical Progress*, „The Review of Economic Studies” 1972, nr 39, s. 206).

Zatem stopa wzrostu produktu \dot{Y}/Y , gdzie $\dot{Y} = \delta Y(t) : \delta t$, wyniesie:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}F_K K}{Y} + \frac{\dot{B}F_L L}{Y} + \frac{A F_K \dot{K} K}{Y K} + \frac{B F_L \dot{L} L}{Y L} \quad (7)$$

Dwa ostatnie składniki wyrażenia (7) zostały dodatkowo pomnożone i podzielone odpowiednio przez K i L , co oczywiście nie zmienia wyniku. Dzięki temu manewrowi jednak składnikom tym możemy nadać czytelną interpretację. Czynniki $A \cdot F_K \cdot K/Y$ rozumieć należy jako udział kapitału w całym produkcie. Oznaczmy ten udział przez γ . Analogicznie czynnik $B \cdot F_L \cdot L/Y$ — to udział pracy w całym produkcie, zatem może być oznaczony przez $1 - \gamma$. Są to jednocześnie udziały odpowiednio zysków i płac w produkcie, a więc czynniki wyznaczające jego podział, jako że z założenia doskonałej konkurencji teoria neoklasyczna wysnuwa wniosek, iż czynniki produkcji, kapitał i praca są wynagradzane zgodnie ze swymi krańcowymi produktywnościami.

Teraz więc stopę wzrostu produktu możemy zapisać następująco:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \gamma \frac{\dot{A}}{A} + (1 - \gamma) \frac{\dot{B}}{B} + \gamma \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \gamma) \frac{\dot{L}}{L} \quad (8)$$

Stopa wzrostu produkcji jest zatem sumą ważonych przez udziały kapitału i pracy w tym produkcie stóp ich wzrostu (składniki trzeci i czwarty powyższej sumy) oraz wielkości, która jest niczym innym jak

stopą postępu technicznego z równania (3), gdzie $\dot{A}/A = q$, zaś $\dot{B}/B = p$.

Tak więc w istocie wielkości γ i $1 - \gamma$, będąc udziałami kosztów zaangażowania kapitału i pracy w całym koszcie, są jednocześnie udziałami kapitału i pracy w podziale. W „normalnej” teorii neoklasycznej udziały te są zdeterminowane czynnikami technologicznymi. W modelu Kennedy’ego jednakże te same udziały zależą od czynników technologicznych, ale i od czynników ekonomicznych, poprzez odpowiednie wybory wielkości p i q . Wybór konkretnych wartości p i q określa wprawdzie technologię, ale sam określony jest przez czynniki ekonomiczne na mocy maksymalizowania tempa redukcji r łącznego kosztu produktu (por. formuła (3)). W ten sposób zamknięte zostaje koło wzajemnych sprzężeń wielkości γ , p i q w kolejnych okresach czasu: wartość udziału kapitału w podziale γ w danym okresie czasu określa ekonomiczny wybór nowych technik poprzez wpływ na konkretne wartości p i q w następnym okresie, te zaś z kolei determinują wartość γ w tym okresie, i tak dalej.

W modelach wzrostu gospodarczego z endogenicznym postępem technicznym indukowanie innowacji, czyli procesu wchłaniania przez gospodarkę nowej myśli technicznej, odgrywa niebagatelną rolę, a wobec znikomych jak dotąd osiągnięć na tym polu każda próba w tym zakresie może stanowić istotny krok naprzód i jest warta odnotowania.

Jako taki krok naprzód należy traktować ujęcia Kennedy'ego i Kaldora, które stały się punktem wyjścia dla wielu modeli wzrostu gospodarki kapitalistycznej, o czym już była mowa.

W dziedzinie teorii wzrostu gospodarki socjalistycznej nie możemy jeszcze odnotować takich osiągnięć. Do modeli wzrostu tej gospodarki, z racji jej specyfiki, nie da się automatycznie przenieść idei Kennedy'ego i Kaldora. Jednakże mogą się one stać inspiracją dla tych, którzy poszukują dróg budowy nowej, spójniejszej i pełniejszej teorii wzrostu gospodarki socjalistycznej.

Maria Wrotniak

MODELS WITH INDUCED TECHNICAL PROGRESS

Problem of endogeneity of technical progress — so seemingly obvious — has not been discussed hitherto in any more comprehensive manner in the economic literature concerning the economic growth theory. The reason for this can be found, which is quite clear, not in banality of the subject but in its extreme difficulty.

That is due to the fact that technical progress constitutes a sequence of processes quite different in their nature: creation of technical knowledge, implanting of this knowledge in the material production sphere and its generation of results in this sphere. Each of these processes separately represents a very complex phenomenon, which-while affecting the material production sphere-is simultaneously dependent upon it being determined by dynamics of this sphere and principles of its functioning.

Thus, it is no wonder that so far the economic growth theory has been enriched by only fragmentary analysis of the problem of endogeneity of technical progress. It includes among others the models of economic growth with induced technical progress. They analyze in detail only one of the above mentioned three aspects of technical progress — induction of innovations or, otherwise, stimulation of the process of absorption of new technical thought by the economy (sphere of material production) while the very process of its creation is treated as an exogenous one by them.

In this category of growth models there exist three basis approaches on which all others are based. These are Arrow's, Kaldor's and Kennedy's models. The article is an attempt at presentation of the last two models the special significance of which consists in negation of the need (and justification) of treatment of the orthodox function of production as a basis for analysis. Instead of that both authors introduce completely new concepts: the technical progress function (Kaldor) and the innovation possibilities function (Kennedy). The article deals with analysis of both these concepts without discussion of growth models constructed on their basis.