

„Nauka i Szkolnictwo Wyższe”, nr 1/25/2005

Jan Kozłowski

B+R i innowacje

jako źródło wzrostu gospodarczego

w krajach słabiej rozwiniętych.

Na marginesie uwag Leszka Balcerowicza

Felieton Leszka Balcerowicza pt. *Renta zacofania. To nie nauce, lecz transferowi gotowych technologii zawdzięczamy wzrost gospodarczy* („Wprost”, 5 grudnia 2004) odbił się szerokim echem w polskim środowisku naukowym, wzbudzając powszechne oburzenie.

Trzy podstawowe idee felietonu brzmiały następująco: 1. Zakres budżetowego i pozabudżetowego finansowania B+R zależy od osiągniętego poziomu gospodarczego. 2. Wybór priorytetów finansowania z budżetu państwa powinien być oparty na rozważeniu wszystkich alternatywnych celów. 3. Źródłem przewag państw słabiej rozwiniętych, goniących światową czołówkę, są nie tyle własne B+R, ile B+R zagraniczne, pozyskiwane dzięki inwestycjom zagranicznym, zakupowi licencji itd. Polemizując z poglądami Autora, trzeba brać pod uwagę, że – choć może w sposób publicystyczny, skrótowy, uproszczony i pozbawiony odcieni – Balcerowicz przedstawił jednak opinie, które w znacznej mierze da się potwierdzić empirycznie, a ponadto takie, które są zgodne z opiniami wielu ekonomistów. Poglądy Autora można nawet rozszerzać, wzmacniać i uzasadniać empirycznie. W artykule zawarte jest omówienie „zaplecza naukowego” opinii Balcerowicza oraz sformułowana teza, że obecnie w stosunku do trzeciej idei Balcerowicza rysują się od pewnego czasu pewne mocne kontrargumenty – oparte zarówno na ustaleniach ekonometrycznych (badania Berta Verspagen), jak i na doświadczeniach państw słabiej rozwiniętych (inwestycje w rozwój biotechnologii, np. w Indiach, czy rozwój outsourcingu, także w dziedzinie usług B+R).

Wprowadzenie

Poglądy ekonomistów na temat funkcji B+R i innowacji we wzroście gospodarczym (zarówno w krajach gospodarczo zaawansowanych, jak i słabiej rozwiniętych) nie są jak dotąd ujęte w zwartą i spójną koncepcję. Najczęściej składają się one ze zdań o różnym statusie logicznym i empirycznym: od ustaleń referujących badania oparte na modelach

ekonometrycznych, symulacjach i studiach przypadków, po zdroworozsądkowe obserwacje skutków realizacji programów naukowo-technicznych; od twierdzeń naukowych po opinie publicystyczne. Często są to wnioski z badań nad ekonomiką B+R krajów rozwiniętych, tylko odniesione do krajów o niższym poziomie gospodarczym. Wnioski z badań empirycznych formułowane są w różnych ramach pojęciowych i w ramach różnych teorii (np. klasycznego nurtu ekonomii, nowej teorii wzrostu, nurtu postkeynesowskiego, ekonomii ewolucyjnej) lub też w ramach modeli ekonometrycznych badających związki między PKB i inwestycjami w B+R, które nie odwołują się do szerszych założeń teoretycznych (por. Verspagen 2004).

Wszystkie jednak tezy w tej czy w innej formie nawiązują do przewrotu w myśleniu ekonomicznym o inwestycjach w B+R, jaki się dokonał za sprawą upadku tzw. liniowego modelu B+R.

Model liniowy i jego upadek

Wielkie rządowe programy naukowe i technologiczne realizowane w latach obu światowych wojen odniosły niebywale sukcesy. Ich owocami są m.in. radar, komputer, energia nuklearna i rakiety. Sukcesy te zrodziły wiarę we wpływ nauki na rozwój gospodarki, opartą na przekonaniu, że badania i prace rozwojowe są głównym źródłem innowacji. Skoro – sądzono – odkrycia w fizyce umożliwiły podjęcie badań technologicznych, a wyniki prac prowadzonych w wielkich laboratoriach stały się podstawą wynalazków wojskowych i cywilnych, zasada „rozwoju liniowego” (od nauk podstawowych do przemysłu) powinna obowiązywać powszechnie (por. Nelson 1996, s. 34–35, 43–45; Nelson 1998, s. 514; Cooke, Kevin 1998, s. 196; *Second...* 1997, s. 176).

Przez większą część okresu powojennego polityka naukowo-techniczna w krajach rozwiniętych była oparta na tzw. liniowym modelu innowacji. Model ten wywodził się z dwóch przesłanek: pierwszej – szeroko uznanej, oraz drugiej – często nieświadomionej. Według pierwszej przesłanki prace B+R (a zwłaszcza badania podstawowe) są źródłem nowych technologii. Zadanie polityki naukowej i technicznej powinno zatem polegać na wspieraniu transferu wyników badań z laboratoriów do firm. Według drugiej przesłanki innowacja jest działalnością wyłącznie techniczną, prowadzącą do wytworzenia nowego procesu technologicznego. Działalność ta składa się z kilku faz: badań prowadzących do nowych odkryć; odkryć służących za podstawę wynalazków technicznych; prac inżynierskich owocujących innowacją rynkową (por. Smith 1996).

W krajach zachodnich dominacja myśli ekonomicznej Johna Maynarda Keynesa (który uznał inwestycje państwowe za same w sobie korzystne), prymat liniowego modelu innowacji oraz powojenna *prosperity* były powodem szybkiego wzrostu finansowania nauki. Z czasem jednak przesłanki tego wzrostu załamały się. W początkach lat siedemdziesiątych XX w. załamało się w Europie powojenne tempo wzrostu gospodarczego. W latach osiemdziesiątych przestały być popularne koncepcje Keynesa oraz liniowego modelu innowacji. Umysły podbiła wówczas ekonomia monetarystyczna oraz interaktywny model innowacji (który stał się zaczątkiem całej gamy nowych idei, takich jak m.in. idea systemu innowacji). Proponowały one inne spojrzenie na problemy inwestowania w B+R.

Model liniowy upadł nie tylko wskutek czysto ekonomicznych spekulacji. Upadł również dlatego, że z czasem zmieniły się ogólne ramy intelektualne (wzrost znaczenia kon-

cepcji niepozytywistycznych i antyredukcjonistycznych, m.in. takich jak podejście systemowe), a także z tego względu, że zmieniła się rzeczywistość gospodarcza. Kolejne „generacje B+R” w przedsiębiorstwach miały coraz bardziej nieliniowy charakter (por. Roussel, Saad, Erickson 1991; Miller, Morris 1999). Ponadto od lat osiemdziesiątych siedliskiem B+R w przemyśle stały się w znacznie większym stopniu małe i średnie przedsiębiorstwa, działające jako inicjatorzy nowych technologii (*spin-off companies*, *new technology-based firms*) lub (znacznie częściej) jako ogniwa w sieciach produkcyjnych i technologicznych wielkich przedsiębiorstw (*outsourcing*)¹.

Jedna z najważniejszych myśli, jakie nasunął upadek modelu liniowego, mówiła, że brakuje głównej determinanty wzrostu gospodarczego. Nie jest nią ani nauka, ani technika, ani edukacja. Wzrost gospodarczy i rozwój społeczny zależą od powstania i utrzymania się synergii różnych determinant. Źródła wzrostu i rozwoju są od siebie współzależne – podobnie jak w sporcie zespołowym, w którym rezultat gry zależy nie tylko od indywidualności gracza, ale także od poziomu i zgrania całego zespołu. Poszczególne czynniki wzrostu – np. upowszechnianie technologii, inwestycje gospodarcze i rozwój kształcenia – są w stosunku do siebie komplementarne, wzrost jednego z reguły pociąga za sobą wzrost pozostałych. Poziom gospodarczy kraju nie zależy od samego systemu nauki i techniki, ale od złożonych powiązań tego systemu z innymi parametrami (por. *Second...* 1997; Nelson 1996; Nelson 1998b; Verspagen 1998; Li 1997, s. 137–155; Gundlach, Kamp 1996). A parametry te są odmienne w każdym kraju.

B+R finansowane ze źródeł publicznych: koszty i możliwe ujemne efekty

Upadek modelu liniowego stał się jednym ze źródeł krytycznej oceny finansowania B+R z pieniędzy podatników. Jeśli rządowe dotacje na B+R mają być traktowane jako inwestycje, wówczas należy je oceniać według kryteriów stosowanych do oceny inwestycji oraz pytać, kiedy, pod jakimi warunkami, w jakim zakresie i które ich elementy przynoszą korzyści, a które przyczyniają się do strat. Co należałoby uczynić, by zwiększyć dodatnie efekty i minimalizować ujemne? Jak rozwiązywać dylematy polityki naukowej dotyczące zasad podziału środków budżetowych, aby decyzje polityczne (w świetle najlepszych metod ewaluacji) były korzystne nie dla lobbujących kół naukowych, tylko dla ogółu społeczeństwa?

Upadek modelu liniowego uwypuklił fakt, że prace B+R finansowane przez rząd nie tylko mają swoją cenę, ale także mogą mieć negatywny wpływ na gospodarkę. Nie należy mówić o korzyściach z B+R nie uwzględniając ich kosztów. Same tylko badania nie tworzą wcale bogactwa narodów. Ich bezpośredni efekt to najczęściej papier albo symulacja komputerowa, w najlepszym razie model roboczy lub prototyp. Wyniki badań trafiają do bibliotek, Internetu, magazynu w piwnicy lub muzeum. Za badania finansowane z pieniędzy budżetowych płacą podatnicy. Kiedy w grę wchodzi podatek bezpośredni, kosztują one przedsiębiorców, obniżając ich kapitał i zyski oraz ograniczając ich wolność gospodarczą; kiedy w grę wchodzi ulgi podatkowe czy gwarancje kredytowe, obni-

¹ Pojawienie się małych i średnich przedsiębiorstw jako aktora na scenie przemysłowych prac B+R stało się możliwe m.in. dzięki rozwojowi technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT), rynku kapitału ryzyka i kapitału zasiewanego oraz zjawiska outsourcingu. Jak się zdaje – inaczej niż koncerny – małe i średnie przedsiębiorstwa rzadziej organizują działalność innowacyjną według modelu liniowego.

zają one dochody wszystkich, a zatem również klientów przedsiębiorców. Wszelkie korzyści z B+R powinny być oceniane w stosunku do poniesionych kosztów oraz alternatywnych sposobów wykorzystania pieniędzy budżetowych (por. Kealey 1996, s. 206, 250). Badania finansowane z budżetu to produkt intelektualny, który podlega podobnym prawom ekonomicznym jak inne wyroby wytwarzane za pieniądze podatników: kosztuje, pożytek zależy od popytu, a koszt (podatki) i uboczne skutki (zaburzenie rynku ingerencją państwa) mogą przekraczać korzyści. Nowe odkrycia mogą wywoływać skutki zarówno dodatnie (efekt „stania na ramionach”), jak i ujemne (por. Jones, Williams 1998, s. 1119–1135, cyt. za *Growth...* 2000, s. 21). Do skutków ujemnych należy m.in. efekt „wyrzbiania” (gdy najważniejszych odkryć dokonuje się na początku rozwoju pola badań), a także dublowanie² lub zmniejszanie poziomu oryginalności wskutek przeludnienia badaczy w danej dziedzinie (tzw. efekt deptania po piętach), a wreszcie fakt, że badania mogą prowadzić do innowacji, które sprawiają, że stosowane produkty i procesy produkcyjne staną się przestarzałe, jednak bez widocznych korzyści społecznych. W miarę jak technologia staje się coraz bardziej skomplikowana, wymaga coraz większych wydatków w celu utrzymania tego samego poziomu innowacji (por. Aghion, Howitt 1998, s. 92, 115). Opłacalność wynalazków zależy od skali przemysłu. Wynalazki opłacalne w kraju, w którym dana branża jest rozwinięta, są nieopłacalne w kraju, w którym znajduje się ona w powijakach (por. Schmoockler 1966, s. 105).

Instrumenty wspierania B+R i innowacji w przemyśle niejednokrotnie szkodzą gospodarce. „Dotacje zakłócają proces rynkowej konkurencji i selekcji oraz opóźniają przemiany strukturalne, hamują wzrost produktywności, zniekształcają proces alokacji zasobów, a także rodzą oczekiwania ciągłej pomocy państwa” (Chmiel 1997, s. 128). W krajach o wysokim poziomie korupcji stanowią też jej dodatkowe źródło. Ponadto powodują czasami sytuacje patologiczne, określane mianem „jazdy na gapę”³. Ulgi podatkowe pociągają za sobą nieraz uboczne niezamierzone skutki, prowadząc na dłuższą metę do pogorszenia warunków inwestycji, jakie miały wspierać (por. Chmiel 1997, s. 126)⁴. Badania prowadzone przez OECD dowiodły, że aby polityka rządowego subsydiowania B+R w przemyśle była skuteczna, powinna być stabilna, a jej instrumenty zrównoważone (zachęty podatkowe i bezpośrednie dotacje są substytutami, zwiększenie zakresu wykorzystywania jednego instrumentu zmniejsza skuteczność drugiego). Skuteczność bezpośrednich dotacji na B+R w przemyśle w krajach OECD zależy od ich skali. Dotacje zbyt duże lub zbyt małe nie pobudzają własnych B+R finansowanych przez przedsiębiorstwa. Opłacalność rzado-

² Ołbrzymia część badań prowadzonych na świecie to dublowanie już raz wykonanej pracy. Ktoś podobno ocenił, że nawet Unia Europejska w swych programach ramowych finansuje badania, które zostały (przeciętnie) przeprowadzone wcześniej aż czterokrotnie. Popyt na badania ze strony użytkowników oraz podaż oryginalnych, ważnych i potrzebnych problemów badawczych są często zdecydowanie mniejsze niż potrzeby życiowe badaczy, którzy przedstawiają sponsorom jakikolwiek wnioski badawcze, bez dostatecznego sprawdzenia, czy dotyczy rzeczywiście istotnego problemu i nie był czasem przedmiotem czyichś badań. Tymczasem np. japoński koncern farmaceutyczny Mitsui ogłosił, że podstawową funkcją jego oddziału B+R – ważniejszą od badania nowych substancji, tworzenia oraz testowania skuteczności i bezpieczeństwa nowych leków – jest gromadzenie i analiza istniejących danych (por. Kealey 1996, s. 103).

³ „Dzieje się tak wtedy, gdy środki publiczne nie są wykorzystywane przez przedsiębiorstwa na dodatkowe przedsięwzięcia inwestycyjne, lecz zastępują kapitał prywatny np. w bieżącej działalności produkcyjnej” (Chmiel 1997, s. 126).

⁴ Zdarza się to np. wówczas, gdy ulgi podatkowe na rzecz pewnego rodzaju inwestycji zwiększają popyt na określone maszyny i urządzenia, co powoduje wzrost ich ceny i pogorszenie początkowych korzystnych warunków dla tego rodzaju inwestycji.

wych inwestycji w B+R w gospodarce rośnie po przekroczeniu progu 15% ogółu funduszy na B+R przedsiębiorstw, by spaść po osiągnięciu 30% (gdy pieniądze publiczne wypierają pieniądze prywatne) (por. *The Stimulation...* 1998, s. 22). Finansowane przez rządy badania na rzecz obronności mają tendencję do wypierania prywatnych prac B+R (por. *The Impact...* 1999, s. 18).

Pieniądże na finansowanie B+R rządy czerpią z podatków. Wyższe podatki obniżają możliwości inwestycyjne przedsiębiorców. Na domiar złego badania finansowane z budżetu często nie przedstawiają dla nich wartości – np. udział w programach badawczych wymaga uporania się z biurokratyczną mitręgą, współpracy z partnerami zagranicznymi oraz dzielenia się wynikami (por. Kealey 1996, s. 248–250)⁵. Finansowane przez rządy wielkie długoterminowe projekty badawcze i technologiczne nieraz kończą się technologicznym sukcesem, ale komercyjną klęską (Concorde) albo też klęską zarówno technologiczną, jak i komercyjną (japoński projekt budowy superkomputera piątej generacji popchnął Japonię w latach osiemdziesiątych w kierunku rozwijania *hardware*'u, podczas gdy Microsoft zarobił miliony na stałych drobnych ulepszeniach *software*'u) (por. Kealey 1998, s. 911).

Inne spostrzeżenia związane z uświadomieniem upadku modelu liniowego dotyczyły kierunku pobudzeń gospodarczych. Wbrew utartemu schematowi „nauka – technika – gospodarka” system pobudzeń biegnie na ogół w przeciwnym kierunku. Czy nauka pobudza technikę, czy odwrotnie? Impulsy są obustronne, ale przeprowadzone dotąd badania świadczą, że rozwój techniki ma na ogół większy wpływ na rozwój nauki niż odwrotnie. Dynamizm technologiczny Niemiec i Japonii stał się czynnikiem awansu ich nauki w stosunku do Wielkiej Brytanii, podczas gdy przodownictwo Wielkiej Brytanii w badaniach podstawowych (publikacje, cytowania, Nagrody Nobla) nie stało się czynnikiem awansu technologicznego i gospodarczego Albionu. Rozwój przemysłu jest z kolei znacznie ważniejszym bodźcem postępu technicznego niż idee i odkrycia naukowe. Badania nie są jedynym – czy choćby najczęstszym – źródłem nowych technologii; postęp techniczny w większym stopniu czerpie inspiracje z rozpoznania rynku czy chęci ulepszenia produkcji. Badania patentowe uznaje się dziś za lepszy predyktor rozwoju badań naukowych niż badania bibliometryczne, studiujące trendy rozwoju pól badań na podstawie statystyk publikacji naukowych. Z kolei za Jacobem Schmooklerem (1966) to inwestycje gospodarcze uznaje się za dobry predyktor zmian w trendach technologicznych, mierzonych przez badania patentowe (por. Schmookler 1966, s. 107, 109, 114, 144–150; Pavitt 1998, s. 93–105; *Second...* 1997, s. 194; informacja Kena Ducatela z Institute for Prospective Technological Studies).

Skala finansowania działalności B+R wcale nie wywiera automatycznego wpływu na postęp techniczny i wzrost gospodarczy. Nie ma żadnego bezpośredniego i proporcjonalnego związku między wielkością funduszy na B+R w danym kraju a jego zdolnością do innowacji, wielkością produkcji, nowoczesnością oferty produkcyjnej, rozmiarami zadłużenia, stopą bezrobocia czy poziomem eksportu. Sam tylko wzrost środków na B+R wcale nie gwarantuje, nawet w dłuższej perspektywie, poprawy wskaźników gospodarczych

⁵ Nawet w krajach zachodnich badania akademickie mają bezpośredni udział w niewielu nowych produktach i procesach technologicznych (por. Kealey 1996, s. 216–217, 232–234; dane dla Polski: *Działalność...* 1998). Wpływ badań akademickich ma przede wszystkim charakter pośredni (np. poprzez zatrudnianie w przedsiębiorstwach absolwentów politechnik czy przepływ do przemysłu nowej aparatury badawczej).

i społecznych (por. Smith 1996). Nie ma też liniowej zależności między wzrostem liczby badaczy a zwiększeniem tempa wzrostu gospodarczego (por. Jones 1995, s. 759–784; za: Verspagen 2004, s. 506)⁶.

PKB *per capita* a skala zwrotu z inwestycji w B+R

Upadek modelu liniowego ułatwił zrozumienie złożoności uwarunkowań zwrotu ekonomicznego z inwestycji w B+R⁷. Silniej niż w poprzednich okresach podkreślano, że zarówno łączne krajowe wydatki na B+R (tzw. GERD), jak i proporcje między finansowaniem publicznym a prywatnym są silnie skorelowane z osiągniętym poziomem gospodarczym mierzonym przez wskaźnik PKB *per capita*. Państwa zamożniejsze wydają na B+R (w sektorze publicznym i w sektorze przedsiębiorstw) więcej nie tylko w kwotach bezwzględnych, ale także jako odsetek PKB, a prace B+R w znacznie większym stopniu są w nich finansowane i wykonywane w sektorze prywatnym (por. Kealey 1996). Kraje światowej czołówki technologicznej wspierają swoją krajową naukę klasy światowej nie dla ostentacyjnej konsumpcji intelektualnej, ale jako konieczną długofalową inwestycję (por. Pavitt 1995).

W gronie państw rozwiniętych gospodarczo stopa zwrotu z B+R jest najwyższa w krajach, które wydają najwięcej na B+R (por. badania Coe i Helpmana 1995, za: Conceição, Heitor, Oliveira 1991). Największe korzyści z inwestycji w B+R odnoszą zatem te kraje, które najwięcej na nie wydają, co nie znaczy, że zwiększając wydatki na B+R (np. na zamówienia wojskowe), automatycznie uzyskałoby się wzrost stopy zwrotu – zasada ta obowiązuje m.in. dzięki temu, że kraje przeznaczające najwyższy odsetek PKB na B+R mają też jednocześnie najwyższy odsetek B+R wykonywanych w sektorze przedsiębiorstw (por. Verspagen 1999, s. 27–44). Jednocześnie brakuje dowodów na to, że to prace B+R są wehikułem konwergencji. Jest to wniosek płynący z badań, które pokazały, że nie ma przekonywujących świadectw na zmniejszanie się różnic między krajami biedniejszymi i bogatszymi pod względem skali inwestycji w B+R, podczas gdy istnieją pewne świadectwa mówiące o zbliżaniu się państw pod względem PKB *per capita* (por. *Benchmarking...* 2002, s. 30).

Ryzyko związane z inwestowaniem w wysoce niepewne projekty B+R jest lepiej rozłożone, gdy gospodarka osiąga zaawansowane stadium rozwoju. Dzieje się tak dlatego, że liczba projektów możliwych do jednoczesnej realizacji zależy od całkowitej wielkości zasobów (lub oszczędności). Na niższych poziomach rozwoju gospodarczego rzadko podejmuje się ryzyko i niewiele się pojawia ryzykownych projektów. W wyższych fazach konieczność podejmowania ryzyka jest wpisana w rozwój gospodarczy, a projekty mogą być

⁶ Dzieje się tak zapewne dlatego, że liczba wyjątkowo wybitnych uczonych maleje wraz ze wzrostem ogólnej puli badaczy (teza Derka de Solli Price'a) oraz dlatego, że liczba wielkich odkryć w ramach danego horyzontu pojęć jest ograniczona, przy czym najłatwiej i najszybciej dokonuje się odkryć najbardziej oczywistych, natomiast kolejnych – z coraz większym nakładem pracy (teza Charlesa Johnsa).

⁷ W wielu badaniach ekonometrycznych stwierdzono dodatnią korelację inwestycji w B+R oraz wzrostu gospodarczego. Jednak te ogólne wnioski mają niewielką wartość dopóty, dopóki nie bierze się pod uwagę dodatkowych parametrów, takich jak struktura gospodarki, branża czy region. Co więcej, badania te oparto na danych ze Stanów Zjednoczonych oraz (w mniejszym stopniu) innych gospodarek zaawansowanych naukowo i technologicznie. Nie zawsze (czy nawet rzadko) mają one zastosowanie do gospodarek słabiej rozwiniętych, gdyż efekt inwestycji w B+R zależy od odpowiedniego środowiska instytucjonalnego i społecznego (por. Tsipouri 2001).

monitorowane przez sektor finansowy (por. Acemglu, Zilibotti 1997, omawiani w: Aghion, Howitt 1998, s. 73).

Inwestycje w B+R (a zwłaszcza w badania podstawowe) mają w kolejnych fazach coraz wyższą stopę zwrotu ze względu na charakter działalności naukowej.

Nauka jest zjawiskiem globalnym, które nie ma granic. Wszelako wytwarzanie wiedzy naukowej wywierającej rzeczywisty wpływ na naukę światową oraz wiedzy technologicznej umożliwiającej konstruowanie urządzeń zmieniających oblicze cywilizacji skoncentrowane jest w niewielu krajach (por. Aranuchalam 1995). W Stanach Zjednoczonych mieszka 5% ludności świata, ale kraj ten wytwarza 25% globalnego produktu gospodarczego, wydaje 38% światowych wydatków na B+R, ma 38-procentowy udział w publikacjach, 54,5% cytowań, 54% Nagród Nobla z fizyki, chemii i medycyny, 70% najbardziej cytowanych matematyków, ponad 70% patentów sekwencji DNA oraz metod biznesowych opartych na Internecie, 80–90% najlepszych uniwersytetów w różnych dziedzinach, 89% kapitału ryzyka itd.

Im bardziej dane dobro w dziedzinie nauki i techniki jest kosztowne i poszukiwane, tym bardziej jego rozkład jest dysproporcjonalny. Stany Zjednoczone zdobywają coraz większą przewagę pod względem takich – coraz bardziej prestiżowych – „produktów nauki” jak udział w publikacjach rejestrowanych w międzynarodowych bazach danych, udział w publikacjach zamieszczonych w czasopismach uwzględnianych w indeksach cytowań, udział w cytowaniach w grupie najwyższej cytowanych publikacji, a także udział w puli Nagród Nobla.

Koszt badań przesuwających granice wiedzy i technologii stanowi jedną z barier ograniczających udział w nich państw słabiej rozwiniętych. Nie mniej ważną barierą jest ich niezdolność do czerpania korzyści porównywalnych z tymi, jakie odnoszą kraje zaawansowane gospodarczo.

Z przedstawionych tu danych statystycznych wynika, że najwartościowsze efekty badań naukowych w krajach centrum są niewspółmiernie większe od poniesionych wydatków (np. Stany Zjednoczone – 38% światowych wydatków na B+R i aż 54% Nagród Nobla), co tłumaczy się zjawiskiem synergii i „masy krytycznej”. Istotnym źródłem przewag państw zaawansowanych gospodarczo nad słabiej rozwiniętymi jest nie tylko sama skala finansowania B+R (dyktowana wielkością spodziewanego zwrotu), lecz także zachodząca bezustannie wymiana i synergia między osobami, organizacjami (uniwersytety, firmy, stowarzyszenia kapitału ryzyka, kliniki itd.), a także ideami uwikłanymi w procesy wytwarzania nowej wiedzy, jej transfer, transmisję oraz zastosowanie w różnych dziedzinach praktyki. Ta pożądana synergia zachodzi zatem między wiedzą abstrakcyjną i technologiczną, teoretyczną i doświadczalną, kodyfikowaną i pozasłowną, B+R i usługami naukowo-technicznymi, B+R i innymi typami wiedzy (doradztwo, ekspertyzy, rutynowe monitorowanie), między dyscyplinami i między technologiami (tzw. fuzje technologii), między sektorem publicznym a prywatnym, między różnymi branżami, między B+R a innymi funkcjami przedsiębiorstwa, takimi jak projektowanie, produkcja, inżynieria, marketing, serwis posprzedawny itd. Okazuje się, że sterylne środowisko autonomicznej nauki wcale nie stwarza najkorzystniejszych warunków nawet do dokonywania odkryć w sferze czystej nauki.

Czynniki wzrostu gospodarczego zmieniają się w miarę przechodzenia na wyższe szczeble rozwoju. W formie uproszczonego schematu ilustruje to tabela 1.

Tezę, że efektywność B+R zależy od fazy rozwoju gospodarczego, potwierdzają przez różne badania empiryczne, tłumaczą koncepcje „faz rozwoju”. Według „modeli

Tabela 1
Czynniki wzrostu gospodarczego w krajach mniej i bardziej rozwiniętych

Kraje mniej rozwinięte: w większym stopniu	Kraje bardziej rozwinięte: w większym stopniu
Inwestycje w kapitał trwały	Inwestycje w B+R
Dyfuzyja technologii zagranicznych oraz edukacja na poziomie podstawowym i średnim	B+R oraz edukacja na poziomie wyższym
Prace rozwojowe / inżynieria	Badania naukowe i technologiczne
Badania ukierunkowane na ocenę, adaptację, rozwój postlicencyjny	Badania „na froncie poznania”
B+R „z odzysku” (odwrócona inżynieria, patenty, licencje, <i>know-how</i> , standardy)	Badania „na froncie poznania”
B+R: przede wszystkim liczą się kompetencje badaczy, przepływ absolwentów uczelni do gospodarki, ich znajomość technik badawczych i sieci zawodowych	B+R: w większym stopniu liczą się ustalenia, odkrycia, B+R w formie skodyfikowanej informacji
Bezpieczne, względnie tanie projekty o niskiej spodziewanej stopie wzrostu	Ryzykowne i kosztowne projekty o wysokiej oczekiwanej stopie zysku
Szkolnictwo podstawowe i średnie	Uniwersytety i studia doktoranckie

Źródło: Mathews 1998.

rozwoju inwestycji” (opartych na pracach Michaela Portera i Johna H. Dunninga) gospodarki w krajach ścigających państwa rozwinięte przechodzą następujące fazy rozwoju: „fazę czynnika”, „fazę inwestycji” i „fazę innowacji”. W „fazie czynnika” kraj opiera swój wzrost gospodarczy na tych elementach produkcji, w które jest zasobny i które są względnie tanie, takich jak surowce lub tania siła robocza. Powstaje w nim niewiele nowych technologii, a skala jego inwestycji jest niska. Krajowe firmy są głównie podwykonawcami przedsiębiorstw zagranicznych. „Faza inwestycji” dzieli się na dwa stadia: w pierwszym – rynek, wspierany przez polityki substytucji importu, przyciąga inwestorów rozwijających produkcję wyrobów standardowych; w drugim – rynek, wspierany przez polityki proeksportowe, przyciąga inwestycje w dziedzinie masowej produkcji eksportowej wyrobów średniej technologii. Inwestycje zagraniczne są głównym źródłem transferu technologii. W „fazie innowacji” krajowy system innowacji osiąga dojrzałość, dzięki której nie tylko adaptuje i ulepsza technologie obce, ale także tworzy własne. Nowa wiedza i umiejętności technologiczne stają się głównym atutem kraju. Rośnie opłacalność finansowania badań podstawowych i stosowanych. Kraj inwestuje za granicą, krajowe firmy dokonują fuzji czy zakupów bądź też zawierają porozumienia strategiczne z przedsiębiorstwami zagranicznymi (por. np. Kubiela 1996)⁸.

⁸ Inną, ale zbliżoną taksonomię zbudowali Giovanni Dosi, Keith Pavitt i Luc Soete (1990). Wyróżnili oni trzy typy adaptacji gospodarczej kraju do gospodarki światowej: ricardiański, keynesowski oraz schumpeteriański. Adaptacja ricardiańska polega na otwarciu gospodarki na rynki światowe i wyciąganiu korzyści z pewnej posiadanej przez kraj „korzyści porównawczej”; keynesowska – na wykorzystywaniu popytu (krajowego i zagranicznego); schumpeteriańska – na dynamizmie innowacyjnym, kreatywności oraz zdolności uczenia się. W każdej z faz B+R i innowacje odgrywają odmienną rolę, a polityka naukowa ma inne cele i charakter. Polska gospodarka nie znalazła się jeszcze w „fazie innowacji”.

Wyciągając wnioski z przytoczonych badań, podkreśla się, że nauka w krajach centrum jest efektem interakcji między wewnętrznymi a zewnętrznymi czynnikami rozwoju nauki (gospodarka, państwo, społeczeństwo). „Nauka światowa” to „nauka narodowa” państw świata rozwiniętego. Nauka państw peryferii zapożycza kryteria oceny wartości badań naukowych od centrum oraz określa znaczenie prowadzonych przez siebie badań jedynie w odniesieniu do centrum. Choć rozwój wiedzy naukowej jest niemożliwy w izolacji od światowej społeczności naukowej, typową pomyłką państw peryferii jest przeznaczanie ograniczonych funduszy na badania, które są istotne w krajach centrum, lecz pozbawione znaczenia z punktu widzenia potrzeb państw peryferii⁹. Nauka międzynarodowa jest dla badaczy atrakcyjna pod względem intelektualnym i finansowym, ale często większe znaczenie dla kraju mają (oparte na znajomości światowego dorobku) prace polegające na zastosowaniu wiedzy naukowej i technicznej do rozwiązywania lokalnych problemów. Zawsze gdy tylko można skorzystać z dostępnej wiedzy w celu rozwiązania palącego problemu, nie ma potrzeby przesuwac granic poznania lub tworzyć rodzimej, oryginalnej technologii (por. Salomon, Lebau 1993).

Kierunki rozwoju B+R dyktują Stany Zjednoczone, niektóre państwa Unii Europejskiej oraz Japonia. Światowe B+R są zorientowane na rozwiązywanie problemów tych najbardziej rozwiniętych krajów świata. Badania naukowe w krajach Europy Środkowo-Wschodniej, najczęściej o charakterze podstawowym, mają nachylenie teoretyczne, orientują się na główne ośrodki naukowe i technologiczne świata, rzadko korespondują z poziomem technologicznym i potrzebami kraju, rzadko też pełnią rolę „zwiadu” naukowego i technologicznego (por. Rosenberg 1994, s. 144). Sektor publiczny w krajach rozwiniętych został w ostatnich dekadach zreformowany (tzw. rewolucja menedżerska), dzięki czemu tradycyjną swobodę badań naukowych łączy się w nich w mniej lub bardziej harmonijny sposób ze sterowaniem nauką zgodnie z priorytetami odpowiadającymi potrzebom społecznym. Badania naukowe poddawane są wielu różnym formom ewaluacji badań, a polityki rozwoju badań – ewaluacjom polityk. Kraje słabiej rozwinięte, zwłaszcza państwa Europy Środkowo-Wschodniej, nie przeprowadziły tego rodzaju reform – zarówno sektora publicznego, jak i (odpowiedzialnej za niego) administracji rządowej. Wskutek braku reform sektor publiczny B+R w tych krajach jest mniej sprawny (w sensie wewnętrznej produktywności oraz realizacji zadań społecznych) od analogicznego sektora w krajach zaawansowanych gospodarczo. Dominuje w nim tradycyjny etos „autonomii nauki”, połączony z biurokratycznymi gramami „o przeżycie”, brakuje w nim dyscyplinujących zasad *accountability* oraz zrozumienia dla umiejętności zarządzania projektami.

„Odpryski B+R” i rola importowanego B+R

Od lat osiemdziesiątych głównymi kategoriami w dyskusjach nad polityką finansowania B+R stały się zaproponowane przez Zvi Grillichesa (1979) pojęcia „**odpryski wiedzy**” i „**odpryski B+R**” (*knowledge spillovers, R&D spillovers*). Choć pojęcia te zostały sformułowane jeszcze przed opublikowaniem najslawniejszego artykułu obalającego model linio-

⁹ Powstaje pytanie, czy kraj słabiej rozwinięty rzeczywiście posiada dostateczne środki, by osiągnąć wpływ na rozwój nauki światowej, a jeśli nawet ma, to czy cel ten jest właściwy. Por. Nesvetailov 1995.

wy innowacji (Kline, Rosenberg 1986), swoją popularność zawdzięczając perspektywie poznawczej, otwartej dzięki myśleniu w kategoriach modeli nieliniowych.

Efekty zewnętrzne w gospodarce („odpryski”) – to „nadwyżka”, która pojawia się ponad transakcjami rynkowymi oraz racjonalną kalkulacją kosztów i zysków. Firma kupuje od innej technologii w formie ucieleśnionej (urządzeń lub oprogramowania) bądź też w formie nieucieleśnionej (patentu, opłat licencyjnych, *copyright*, *know-how*). Ale czyni tak w nadziei na dodatkowe korzyści, które przekroczą poniesione koszty. „Odpryski B+R” w gospodarce powstają wtedy, gdy wiedza wynikająca z działalności B+R jednego wytwórcy wywiera niezamierzony wpływ na mierzalne osiągnięcia (zysk, wydajność, udział w rynku) innych wytwórców. Efekty zewnętrzne mogą być ujemne (np. ścieki zatruwające rzekę czy dym zatruwający otoczenie). Wówczas koszty przerzucane są na otoczenie. Mogą one też być dodatnie (np. w sytuacji, gdy oprócz korzyści prywatnej z prowadzenia biznesu pojawia się też korzyść społeczna). Celem polityk (m.in. B+R) jest w dużej mierze tworzenie i pobudzanie efektów zewnętrznych.

Możliwości ujawnienia się odprysków zależą od cech branż, regionów, krajów, grup technologicznych i dyscyplin naukowych, od faz rozwoju gospodarczego, faz rozwoju technologii, cykli biznesu, typów stosowanych polityk itd.

Odpryski B+R są nieraz najsilniejsze nie w tych branżach i krajach, w których powstała wiedza. Wydatki na B+R w przemysłach współpracujących często mają większe znaczenie niż we właściwym przemyśle. Podobnie – korzyści z B+R nie koncentrują się jedynie w krajach inwestujących. Rozchodzą się one po całym świecie.

Temu ostatniemu problemowi poświęcę więcej miejsca, gdyż znajduje się w centrum argumentacji Leszka Balcerowicza.

Importowane B+R. Znaczenie odprysków bierze się stąd, że – jak sądzi większość ekonomistów – większa część międzynarodowej dyfuzji technologii zachodzi nie wskutek transakcji rynkowych, lecz dzięki efektom zewnętrznym. Zagraniczne badania i prace rozwojowe (importowane w formie urządzeń, patentów, licencji i *know-how*), zwłaszcza w dobie globalizacji gospodarki, są z reguły znacznie tańszym źródłem wzrostu gospodarczego niż rozwój samej nauki. Zagraniczne źródła technologii to źródło 90% (lub więcej) wzrostu produktywności w większości państw świata (por. Keller 2004). Dyfuzja technologii miała w Japonii większy wpływ na wzrost produktywności niż wydatki na B+R¹⁰.

Jak wynika z przedstawionych wcześniej danych statystycznych, produkcja B+R o wysokiej wartości (np. liczba często cytowanych publikacji czy też liczba tzw. *triad patents*, czyli patentów na te same wynalazki uzyskanych jednocześnie w Stanach Zjednoczonych, państwach Unii Europejskiej i Japonii) jest na świecie znacznie bardziej skoncentrowana niż produkcja B+R o przeciętnej lub niskiej wartości oraz wydatki na B+R. Upraszczając, można stwierdzić, iż znacznie ponad 90% światowego B+R powstaje w czołowych krajach przemysłowych¹¹.

Wszelako korzyści z B+R jednak nie są aż tak skupione jak inwestycje, tylko rozłożone między znacznie szerszą grupę państw. Biorąc pod uwagę trend wzrostu umiędzynarodowienia produkcji wiedzy, trzeba stwierdzić, iż wzrost w danym kraju zależy też od jego zdolności adaptacji i rozwoju innowacji technologicznych wprowadzonych poza jego

¹⁰ Wyniki badań prowadzonych w latach 1970–1993. Por. *National...* 1997, s. 14.

¹¹ Dane dotyczą Stanów Zjednoczonych, Japonii, Kanady, Niemiec, Francji, Wielkiej Brytanii i Włoch. Por. Keller 2001.

granicami (por. *Benchmarking...* 2002, s. 32). Kanałami wysysania zagranicznych wydatków na B+R są przede wszystkim bezpośrednio inwestycje zagraniczne, handel międzynarodowy (zarówno import, jak i eksport), a także mobilność wysoko wykwalifikowanych specjalistów. W dobie globalizacji te formy transferu stają się coraz powszechniejsze. W ostatnich latach zwiększyła się rola handlu zagranicznego oraz bezpośrednich inwestycji zagranicznych w upowszechnianiu korzyści z innowacji. Wzrosło także znaczenie zagranicznego B+R w stosunku do krajowego w podnoszeniu produktywności krajowych branż. Wysysanie najłatwiej idzie krajom najbardziej zaangażowanym w handel międzynarodowy. Importują one elementy wyprodukowane dzięki zastosowaniu najnowocześniejszych rozwiązań technicznych, a czasem je kopiują. Bódcem dla przemysłu jest sam fakt uczestnictwa na dużą skalę w obrocie nowoczesnymi urządzeniami (por. Cincera, Van Pottelsberghe de la Potterie 2001, s. 3–32). Nie mniej ważny jest eksport, zwłaszcza na najbardziej wymagające rynki, gdyż dla utrzymania się na nich eksporterzy są zmuszani nie tylko do wprowadzenia wysokich standardów jakości wyrobów, ale także stałego podnoszenia tych standardów (por. Keller 2004). Skala odprysków z poszczególnych form dyfuzji technologii zależy od branż, krajów i regionów (np. efekty zewnętrzne wydają się wyższe w branżach zaawansowanej technologii niż w technologii średniej i niskiej), od „zdolności absorpcyjnych” kraju-biorcy (uzależnionych od jakości jego siły roboczej oraz zakresu i charakteru B+R w przedsiębiorstwach), a także od odległości między twórcą technologii a naśladowcą (por. Keller 2001; Keller 2004).

Mansfield i jego współpracownicy (1981) udowodnili, że koszty imitacji stanowią przeciętnie 70% kosztów innowacji (por. Patel, Pavitt 1993). Choć obliczenie to nie jest „żelaznym prawem”, obowiązującym we wszystkich krajach i branżach, wskazuje ono na szanse, jakie otwierają się przed krajami goniącymi czołówkę, a zarazem na *handicap* pełnienia roli lidera. Imitacja najczęściej także wymaga wydatków na B+R, ale na ogół niższych i inaczej rozłożonych (badania ewaluacyjne, adaptacja, rozwój postlicencyjny itd.).

Wiele krajów korzysta zatem więcej z cudzych wydatków na B+R niż z własnych. Z reguły B+R dawcy mają większe znaczenie jako czynnik wzrostu produktywności niż B+R użytkownika. Małe kraje rozwinięte znacznie silniej reagują na wzrost wydatków na B+R u swoich partnerów handlowych (np. Belgia, Irlandia czy Holandia). Importowane B+R odgrywają dominującą rolę w Danii, Australii, Holandii i Kanadzie (por. *The Impact...* 1996)¹². Siłą mniejszych państw, takich jak Belgia, Irlandia i Holandia, jest rozwinięty na dużą skalę import najnowocześniejszych urządzeń i rozwiązań technicznych. Stanowi to bodziec dla miejscowego przemysłu (odwrócona inżynieria, inspiracja dla własnych prac). Ale nawet dwa giganty gospodarcze, Niemcy i Japonia, mają zawsze ujemny bilans płatniczy w zakresie obrotu myślą techniczną. W Niemczech w głównych sektorach gospodarki (choć z różną intensywnością) istnieją bardzo silne powiązania między wymianą handlową z zagranicą (import-eksport) a zastosowaniami wyników B+R. Około jednej trzeciej importowanego *know-how* wraca za granicę w ramach eksportu. Dotyczy to zwłaszcza zagranicznych wyrobów o dużej naukochłonności (ulepszanych lub używanych jako składniki nowych produktów). Przemysł niemiecki potrafi zatem posługiwać się wyrobami wysokiej techniki z zagranicy dla osiągnięcia własnego sukcesu na rynkach zagranicznych (por.

¹² Dla kontrastu, wpływ importowanych prac B+R zmniejszył się w latach osiemdziesiątych we wszystkich krajach prócz Wielkiej Brytanii i Stanów Zjednoczonych, mimo szybkiego wzrostu handlu wyrobami *hi-tech* w tym okresie.

Coriat 1997, s. 14; Roje 1996; Cooke, Kevin 1998, s. 42, 215; *Second...* 1997, s. 53, 84, 85). Kraje słabiej rozwinięte, same wydające na B+R niewiele, najbardziej korzystają na wzroście tego typu wydatków w Stanach Zjednoczonych.

Z powodu długiego odstępu czasu między odkryciem a jego komercjalizacją (oprócz dyscyplin typu biotechnologii) inwestycje w badania podstawowe charakteryzuje bardzo długi okres „spłaty”. Ponadto wyniki badań finansowanych z budżetu państwa są na ogół publicznie dostępne. W efekcie, jako takie mogą w większym stopniu wzbogacać kraj znajdujący sposoby ich praktycznego wykorzystania niż kraj, w którym powstają (por. Rosenberg 1994, s. 143–144). Sądzi się, że większość najwartościowszych wyników prac B+R wycieka za granicę, zwłaszcza z krajów słabiej rozwiniętych do tych znajdujących się na wysokim stopniu rozwoju (por. „The Economist”, 18 marca 1995, za: Kealey 1996, s. 230)¹³. Finansowanie na dużą skalę badań, których wyniki nie mają szans wykorzystania na miejscu, może prowadzić nie do wzrostu, ale – paradoksalnie – do relatywnego (na tle innych państw) spadku dobrobytu (por. Kwiatkowski 1990a; Glikman, Kwiatkowski 1991; *Science...* 1996; Salomon, Lebeau 1993, s. 142, 170, 188–192, Thomas 1992).

Przedsiębiorstwa często uzyskują lepsze efekty z B+R, gdy lokują własne komórki badawczo-rozwojowe za granicą, a zwłaszcza w krajach bardziej zaawansowanych technologicznie, jak np. Stany Zjednoczone. Według badaczy z London School of Economics laboratoria firm brytyjskich umieszczone w Stanach Zjednoczonych były ważnym miejscem absorpcji idei naukowych i gospodarczych. Transfer amerykańskich idei do firm macierzystych miał istotny dodatni wpływ na rozwój branż. Amerykańskie laboratoria B+R w Wielkiej Brytanii nie miały takiego znaczenia dla gospodarki Stanów Zjednoczonych¹⁴.

Przepływ B+R między gałęziami. Podobnie jak B+R nieraz „pociągną za sobą” większe efekty nie w tych w krajach, w których zostały rozwinięte, często największe korzyści z B+R odnoszą nie te branże, w których rozwinięto pewne technologie. Krajowe i zagraniczne prace B+R podnoszą produktywność przemysłu głównie dzięki przepływowi międzygałęziowym w formie dóbr kapitałowych. Stąd płyną zalecenia polityczne dla państw słabiej rozwiniętych, aby adaptowały zaawansowane technologie do potrzeb niższego poziomu gospodarki oraz siły roboczej w przemyśle, a także pracochłonnej (a nie naukochołonnej) produkcji (por. Keller 1997). Siłą nawet takich gospodarek jak niemiecka i japońska są zastosowania informatyki w przemysłach średniej technologii (głównie mechanicznych i elektrycznych), siłą gospodarki włoskiej – zastosowania informatyki w przemysłach niskich technologii (np. w przemyśle tekstylnym). Bez takich stałych przepływów wyspy wysokiej technologii, odcięte od reszty gospodarki, nie stają się rozsądnymi ich modernizacji (por. Barro 1997, s. 59; Kodama 1995, s. 180, 190; Shin 1996, s. 26–27; Nelson 1996, s. 36–38; Pavitt 1998; Rosenberg 1994).

¹³ Zjawisko przepływu ustaleń badań z kraju do kraju może prowadzić do jednej z dwóch konkluzji: albo do obłożenia embargiem dostępu do ustaleń przez zagranicę, albo zaprzestania finansowania własnych badań podstawowych i sięgania po wyniki badań naukowych wypracowane za granicą. Jednak żadne z państw nie skorzystało z tych opcji. Por. Pavitt 2000.

¹⁴ Notatka z badań, opublikowana w portalu EU Business (<http://www.eubusiness.com/Employment/outsources.2005-06-22/view>).

„Aktywa uzupełniające”

Jak dowodzi wiele omawianych wcześniej badań, skala finansowania działalności B+R wcale nie wywiera automatycznego wpływu na postęp techniczny i wzrost gospodarczy. Aby tak się stało, konieczne są rozliczne „aktywa uzupełniające”.

Upadek modelu liniowego pobudził myślenie w formułach „nie tylko B+R” i „nie tylko innowacje” (w domyśle: są konieczne dla osiągnięcia sukcesu rynkowego). Zasada „nie tylko” prowadziła do zastosowania w odniesieniu do krajów i regionów pojęcia „aktywa uzupełniające”, zaproponowanego przez Davida J. Teece’a (1986) w odniesieniu do innowacji technologicznych w przedsiębiorstwach.

B+R (krajowe i zagraniczne) oraz innowacje prowadzą do sukcesu gospodarczego i społecznego tylko w połączeniu z koniecznymi „aktywami uzupełniającymi”. Na przykład nowe technologie stanowią ważne źródło wzrostu PKB tylko wówczas, gdy są wprowadzone na rynek, zharmonizowane z innowacjami organizacyjnymi i edukacyjnymi, wsparte przez kanały dystrybucji, marketing i reklamę, dodatkowe produkty oraz serwis posprzedażny, a także gdy nie napotykają barier społecznych i kulturowych (por. Smith 1996; Kwiatkowski 1990a; *The Handbook...* 1996; Stehr 1994; *Technology...* 1992)¹⁵. Ekonomiczny efekt badań prowadzonych w szkołach wyższych zależy od wspierających je działań na rzecz transferu technologii (por. *The Impact...* 1999, s. 18).

Wpływ na gospodarkę prac B+R finansowanych przez budżet zależy od istnienia różnego typu aktywów uzupełniających. Wyniki badań podstawowych mają cechy dobra publicznego, nie są wszelako dobrem wolno dostępnym: umiejętność zrozumienia i wykorzystania wyników badań podstawowych prowadzonych na świecie wymaga istotnych inwestycji w instytucje, umiejętności, wyposażenie i sieci zawodowe (por. Callon 1994, za: Pavitt 2000). Jeśli aktywa uzupełniające konieczne są dla wpływu B+R we wszystkich krajach, to deficyt pewnych aktywów jest najsilniejszy w krajach słabiej rozwiniętych. W krajach tych obfitość pewnych aktywów, takich jak np. B+R, inżynieria i projektowanie, idzie w parze z niedostatkiem innych (finanse, informacja naukowa i techniczna, zarządzanie jakością). Niezrównoważona struktura aktywów charakteryzuje też często dziedzinę nauki i techniki (np. silna pozycja technologii metalurgicznych, mechanicznych i chemicznych, a słaba wielu innych, np. elektronicznych; silna fizyka i chemia, a znacznie słabsze nauki biologiczne i medyczne). Wpływ B+R na gospodarkę jest hamowany przez niedorozwój innych typów działalności naukowo-technicznej, przede wszystkim informacji; działalność innowacyjną ogranicza brak funduszy i infrastruktury; przeszkodą w wykorzystaniu względnie wysokiego poziomu wykształcenia społeczeństwa jest niedorozwój kształcenia ustawicznego w przedsiębiorstwach itd. Nawet niewielkie inwestycje w aktywa uzupełniające (np. w szkolenie zawodowe, informację naukową lub infrastrukturę informacyjną) mogą zaowocować dużym rozwojem branży. Tworzenie aktywów uzupełniających, a nie wzmocnianie aktywów już posiadanych, powinno być istotą działań restrukturyzacyjnych powiązania między B+R a sferą praktyki (a zwłaszcza z przemysłem przetwórczym), które w krajach rozwiniętych zacieśniły się w sposób naturalny, potrzeba zarówno szerokiej gamy wewnętrznych dopełnień w sektorze publicznym B+R, jak i zewnętrznych uzu-

¹⁵ Zasada ta z góry ogranicza możliwości korzystania z komercjalizacji oryginalnych osiągnięć B+R przez kraje słabiej rozwinięte, które nie mają niezbędnego otoczenia przemysłowego i handlowego.

pełnień pozwalających na powiązanie tego sektora z gospodarką (por. Tsipouri 1992, s. 27–35).

Podkreśla się zwłaszcza konieczność **uzupełniania produkcji wiedzy naukowej przez rozwój społecznych umiejętności wytwarzania i wykorzystywania technologii**. Nie tylko wiedza jest ważna, ale także umiejętności. Niewiele pożytku z komputera, gdy się nie wie, co z nim zrobić. Zdolność do spoufalenia się z nowymi atrybutami produktu zależy od umiejętności ich zrozumienia (por. von Hippel 1998, s. 102). Nawet w Stanach Zjednoczonych wydatki na badania naukowe stanowią zaledwie jedną dwudziestą wydatków na edukację i szkolenia. To nie tyle wydatki na B+R, ile wydatki na edukację i szkolenia są wyróżnikiem zamożności i tempa wzrostu gospodarczego państw. Postęp materialny zależy nie tyle od podaży nowych wynalazków, ile od zachęty do ich zastosowania. Starożytni Rzymianie mieli wiele idei, lecz środowisko nie sprzyjało ich wykorzystaniu (por. Baumol 1990; Mokyr 1992; za: Jovanovic 2002; por. też Ernst 2002, s. 505). Z krajami dzieje się to samo co z jednostkami. Ludzie, którzy nie mają dostatecznej wiedzy i edukacji napotykać problemy z adaptacją i czerpią coraz to mniejsze korzyści ze wzrostu dobrobytu (por. *Second...* 1997, s. 73). Wzrost gospodarczy zależy zarówno od tempa innowacji technologicznych, jak i od tempa dyfuzji i adaptacji istniejących innowacji. Kapitał ludzki ma wpływ na oba te procesy. Edukacja powinna być wehikułem pozwalającym krajom słabiej rozwiniętym technologicznie na uczenie się od krajów bardziej rozwiniętych. Osiągnięcia edukacyjne i tempo postępu technicznego są ze sobą skorelowane. Dlatego rządowe subsydia na edukację zwiększają rentowność B+R (por. koncepcja Nelsona i Phelps, omawiana w Aghion, Howitt 1998). Zwłaszcza radykalne innowacje i tzw. uczenie się przez praktykę (*learning by doing*) są w stosunku do siebie komplementarne (por. Aghion, Howitt 1998, s. 173–175), podobnie jak badania „fundamentalne” i „wtórne”, podstawowe – stosowane, badania naukowe i prace rozwojowe, inwencje i innowacje, innowacje i ich dyfuzja oraz innowacje radykalne i tzw. inkrementalne (tabela 2).

Gospodarka, która przeznaczona zbyt wiele zasobów na badania kosztem uczenia się przez praktykę oraz na każdy z tych pierwszych członów dychotomii kosztem drugiego, spowalnia swój wzrost (pogląd Alwyna Younga 1992, w: Aghion, Howitt 1998, s. 174; por. też Berg Jensen i in. 2004).

Tabela 2
Czynniki wzrostu gospodarczego

Radykalne innowacje	Uczenie się przez praktykę
Innowacje radykalne	Innowacje drobne i stopniowe
Badania „fundamentalne”	Badania „wtórne”
Badania podstawowe	Badania stosowane
Badania naukowe	Prace rozwojowe
Inwencje	Innowacje
Innowacje	Dyfuzja innowacji
Tryb uczenia się i działalności innowacyjnej oparty na skodyfikowanej wiedzy naukowej i technicznej	Tryb uczenia się i działalności innowacyjnej oparty na uczeniu się przez praktykę, zastosowania i współdziałanie

Źródło: opracowanie własne.

Zasada „aktywów uzupełniających” oznacza też, że sukces technologii zależy od jej komplementarności w stosunku do innych technologii. Technologie nie działają w próżni. Zależą one od innych technologii. Istnieją w swego rodzaju środowiskach. Farmaceutyki istnieją w sieci obejmującej lekarzy, szpitale, ambulatoria i laboratoria. Drukarki laserowe byłyby nie do pomysłenia bez komputerów, *software*'u, skanerów. WWW łączy się z przeglądarkami, listami dyskusyjnymi, pocztą elektroniczną, elektronicznym handlem i usługami finansowymi (por. *The Knowledge...* 1998, s. 81). Większość technologii ma z natury złożony charakter i jest systemem bardzo wielu współzależnych części. Innowacja, która zmienia tylko jedną część, może nie pasować do reszty systemu i wymagać wymiany lub przekształceń pozostałych części. Innowacje rzadko zachodzą i są upowszechniane w izolacji. Oplacalność każdej z nich zależy od dostępności technologii uzupełniających. Na przykład Włochy odniosły sukces przemysłowy m.in. dzięki komplementarności przemysłów niskiej i średniej technologii (takich jak przemysł tekstylny oraz związany z nim przemysł wytwarzający wyposażenie fabryczne). Wyspy wysokiej technologii, odcięte od krajowego przemysłu, opóźniają dyfuzję i tworzą problemy strukturalne w innych sektorach przemysłowych (por. *Technology...* 1992).

Nie tylko B+R

Zasada „aktywów uzupełniających” jest obecna w wielu tezach wskazujących na złożoność B+R, innowacji oraz technologii.

B+R jako składnik innowacji to rzadko B+R „z linii frontu”. Jak udowodniły badania empiryczne, większość (90%) innowacji ma źródło w rozwoju technologii opracowanych wcześniej przez firmę. Zaledwie 10% innowacji ma początek w badaniach podstawowych i jedynie 3% zysku pochodzącego z innowacji ma źródło w tego rodzaju innowacjach (por. np. Mansfield 1991; Kealey, Al-Ubaydli 2000). Wiedza skodyfikowana – zawarta w podręcznikach, czasopiśmie, bibliotekach – jest często ważniejszym źródłem innowacji technologicznych niż wiedza właśnie powstająca w instytutach naukowych. Z punktu widzenia rozwoju samej nauki najważniejszą funkcją badań jest uzyskiwanie wyników, z punktu widzenia społeczeństwa – kształtowanie umiejętności definiowania i rozwiązywania problemów przez badaczy, którzy przejdą z nauki do innych dziedzin zatrudnienia i będą stosować nabytą podczas badań naukowych umiejętność formułowania problemów do zagadnień praktycznych (por. Rosenberg 1994, s. 142; *Second...* 1997, s. 16). Często korzystniej jest przesunąć zasoby w kierunku rozwoju istniejących produktów i usprawnienia istniejących procesów niż poszukiwać nowych rozwiązań technologicznych (por. David 1998). Badania naukowe najbardziej użyteczne do rozwiązywania problemów są rzadko nagradzane przez reguły gry obowiązujące w publicznym sektorze B+R. Nie tyle badania na „froncie poznania”, ile prowadzone „między frontami” i nie tyle badania w określonej dyscyplinie, ile badania międzydyscyplinowe, a nawet (w krajach słabiej rozwiniętych badania prowadzone „w szarej strefie”) mają nieraz kluczowe znaczenie z punktu widzenia wpływu nauki na gospodarkę i społeczeństwo.

B+R to nie tylko informacja. Upadek modelu liniowego odstonił przede wszystkim wielowymiarowość B+R. Na zasoby w sferze B+R składają się bowiem nie tylko rosnące zasoby skodyfikowanej wiedzy (utrwalonej w publikacjach naukowych, materiałach konferencyjnych, raportach technicznych i patentach), ale także wykształceni i wyszkoleni ab-

solwenci szkół wyższych, nowa aparatura i metody badawcze, sieci naukowe i zawodowe, kompetencje w rozwiązywaniu problemów oraz nowe firmy technologiczne; to nie tylko wiedza skodyfikowana, ale także pozasłowna, zdobywana przez praktykę i współdziałanie, a nie przez lektury i uczestnictwo w seminariach (por. Salter, Martin 2001; Berg Jensen i in. 2004). Poszczególne formy B+R wspomagają się wzajemnie. Wkład badań (zwłaszcza podstawowych) do rozwoju gospodarki ma głównie charakter pośredni (poprzez absolwentów uczelni, przenoszących do firm wiedzę nabytą na studiach) niż bezpośredni (poprzez różne formy wiedzy skodyfikowanej). Przedsiębiorcy znacznie wyżej od wyników badań cenią techniki i umiejętności badawcze. Główną funkcję szkół wyższych upatruje się w kształceniu wysoko wykwalifikowanych specjalistów i w kierowaniu ich – dzięki powiązaniu profesorów z przedsiębiorcami – do firm, w których najlepiej mogliby wykorzystać swoje umiejętności. Oczekuje się od nich, że wniosą do pracy najnowsze techniki i metody badawcze, znajomość najnowszej aparatury, kontakty zawodowe itd. (por. Smith 1996; Kwiatkowski 1990a; *The Handbook...* 1994; Stehr 1994; *Technology...* 1992, a także Senker, Faulkner, Velho 1998, s. 111–132; Midgley, Morrison, Roberts 1992, s. 533–552). Badania podstawowe i stosowane to pojęcia bardziej złożone niż dotychczas sądzono.

Prace B+R nie mają charakteru hierarchicznego i sekwencyjnego. Odejście od modelu liniowego nauki zaowocowało też wieloma próbami **nowych taksonomii badań** naukowych i technologicznych oraz dyskusjami na temat użyteczności stosowanych dotąd pojęć. W miejsce taksonomii liniowej (badania podstawowe \Rightarrow badania stosowane \Rightarrow prace rozwojowe) zaproponowano np. taksonomię matrycową, uwzględniającą zarówno pobudki, jak i cele badań i lepiej oddającą ich złożoność (por. Stokes 1997, za: Feller 1999).

Rysunek 1

Kwadrat Pasteura: wzajemne, nieliniowe powiązania badań podstawowych i stosowanych

Inspiracja	Badań podstawowych	Kwadrat Nielsa Bohra Czyste badania podstawowe. Chęć zrozumienia praw natury bez względu na zastosowania.	Kwadrat biotechnologii Badania stosowane inspirowane przez badania podstawowe. Wzgląd na zastosowania inspirowany chęcią zrozumienia praw natury.
	Użytkownika	Kwadrat Ludwika Pasteura Badania podstawowe inspirowane przez użytkownika. Chęć zrozumienia praw natury ze względu na zastosowania. Badania podstawowe	Kwadrat Tomasza Edisona Czyste badania stosowane. Wzgląd na zastosowania bez chęci zrozumienia praw natury. Badania stosowane

Źródło: Stokes, 1997.

Odejście od modelu hierarchiczno-sekwencyjnego pozwoliło też zwrócić uwagę na rolę i znaczenie gospodarcze dolnych strumieni B+R. To finansowanie nie „górných strumieni” (badania podstawowe), tylko „dolnych strumieni” (prace rozwojowe, uruchamianie produkcji) decyduje o tym, kto czerpie korzyści z badań. Zły zestaw polityk gospodarczych

spowoduje klęskę polityk naukowo-technicznych. Choć dyskusja nad polityką naukową jest we wszystkich krajach zdominowana przez problem wielkości rządowego budżetu na naukę, kwestia zachęty do inwestowania w badania przez przemysł jest (co najmniej) równie ważna (por. Rosenberg 1994). Choć wszystkie typy działalności badawczo-rozwojowej (badania podstawowe, stosowane i prace rozwojowe) są niezbędne, kluczową i najbardziej bezpośrednią rolę we wzroście gospodarczym odgrywają **prace rozwojowe**. A zatem znaczenie każdego typu jest odwrotnie proporcjonalne do prestiżu, jakim się cieszy. Najwięcej mówi się i pisze o odkryciach w badaniach podstawowych (dokonywanych najczęściej na uniwersytetach amerykańskich), choć to prace rozwojowe – oparte na zasobach istniejącej wiedzy naukowej i doświadczenia praktycznego prace nad tworzeniem i usprawnianiem technologii – mają bardziej bezpośrednie znaczenie dla gospodarki kraju (por. Rosenberg 1994, s. 8, 13; Pavitt 1998, s. 8). Zwłaszcza kraje, które znajdują się daleko poniżej poziomu przodujących czerpią źródła wzrostu produktywności i akumulacji bardziej z prac rozwojowych (uczenie się przez praktykę, drobne usprawnienia) niż z badań podstawowych. Tak było np. z Japonią, która dokonywała adaptacji, modyfikacji i ulepszania technik wymyślonych w krajach wysoko rozwiniętych (por. Aghion, Howitt 1998, s. 369). Dolne strumienie B+R to przede wszystkim badania przemysłowe finansowane i realizowane przez przedsiębiorstwa. Uznaje się, że są na ogół skuteczniejszym elementem innowacji niż badania finansowane przez rząd i wykonywane przez laboratoria rządowe i szkoły wyższe. Parafrazując Friedricha A. von Hayeka (*The Road to Serfdom*), można stwierdzić, że istnieją trzy powody, dla których rządy są mniej skuteczne w rozwijaniu B+R na rzecz gospodarki niż same organizacje gospodarcze:

- Rządy są oddzielone od gospodarki, a ich decyzje zależą od niepełnych informacji uzyskiwanych dzięki kanałom komunikacji składającym się z wielu ogniw. Ponadto są podatne na lobbinyg, korupcję i „myślenie grupowe”. Przedsiębiorcy natomiast są bliżsi rynkowi. Aby rozwijać B+R wspierające rozwój już wykorzystywanych technologii, potrzeba szczegółowej wiedzy o ich silnych i słabych stronach, „wąskich gardłach” oraz tych elementach, których ulepszenie mogłoby zaowocować radykalną poprawą ich właściwości. Wiedzę tę mają zazwyczaj ci, którzy stosują tę technologię, a więc firmy, ich klienci i użytkownicy. Ponadto – pomyślna innowacja w wielu wypadkach wymaga łączenia B+R, produkcji, zarządzania i marketingu; łatwiej osiągnąć integrację tych działań, gdy zachodzą one wewnątrz jednej organizacji.
- Rynek wyraża „zbiorową mądrość” setek tysięcy niezależnych przedsiębiorców; mechanizm selekcyjny rynku jest lepszy od wyborów dokonywanych przez szczupłe grono polityków i urzędników.
- Rządy ponoszą znacznie mniejsze ryzyko od przedsiębiorców i są wolne od bezpośredniej presji rynku, co zwiększa prawdopodobieństwo podjęcia nietrafnej decyzji (por. Kealey 1996, s. 73, 206, 207; Nelson 1996, s. 110–113; Nelson, Rosenberg 1993, s. 10–11).

Produkcja B+R jest tylko jedną z form pozyskiwania potrzebnej wiedzy, oprócz zakupu B+R (np. w formie patentu, licencji, ekspertyzy), pozyskiwania ich na drodze współpracy oraz przeszukiwania źródeł informacji (publicznie dostępne wyniki badań naukowych). Dlatego też działalność B+R – zarówno w publicznym sektorze B+R, jak i w przedsiębiorstwach – powinna być rozwijana łącznie z innymi formami. W odniesieniu do przedsiębiorstw warto podkreślić, że zwykle proces innowacji obejmuje ideę nowego procesu

i produktu (pochodzącą od klienta, dostawcy, konkurenta, działu prognoz itd.), projektowanie (najczęściej w formie rysunków technicznych), obejmujące także pozyskiwanie wiedzy; budowę i testowanie prototypów; uruchamianie produkcji. W fazie projektowania nowej technologii najczęściej wychodzi na jaw potrzeba zdobycia wiedzy wykraczającej poza kompetencje (*know-how*, narzędzia) przedsiębiorstwa. Wiedza ta może obejmować informację (np. o właściwościach danego materiału), *hardware* (np. nowy czynnik), *know-how* lub aparaturę badawczą i pomiarową. Zazwyczaj znacznie taniej i szybciej firma może pozyskać tę wiedzę z zewnątrz niż wytworzyć u siebie. Sposobem jej zdobycia może być kupno (zlecenie, zakup patentu lub licencji, zakup laboratorium), współpraca we wspólnym projekcie badawczym (z klientem, dostawcą, konkurentem, firmą z branży komplementarnej lub instytutem naukowym) oraz *science watch* (uniwersytety, biblioteki, banki danych)¹⁶.

N+T to nie tylko B+R. Prace B+R są ważnym, ale nie jedynym typem działalności naukowo-technicznej. O ich efektywności decyduje sposób, w jaki są one powiązane z pozostałymi działami nauki i techniki, takimi jak informacja N+T, testowanie, standaryzacja, metrologia i analiza jakości, doradztwo, obsługa patentowa i licencyjna oraz wprowadzenie innowacji produktowych i procesowych (por. Smith 1996; Kwiatkowski 1990a; *The Handbook...* 1994; *Science...* 1996; Stehr 1994; *Technology...* 1992).

Rozwój nauki wymaga wkładu technologii, ale postęp techniczny niekoniecznie wymaga wkładu nauki. Choć nauka pomaga zrozumieć zasady leżące u podstaw poszczególnych technologii, zawsze można adaptować, a nawet ulepszać istniejące technologie bez ich pełnego rozumienia (por. Walsh 2003).

Innowacja to nie tylko zmiana technologiczna, a technologia to nie tylko *hardware*, ale także *orgware*, *infoware* i *humanware*. Aż do końca lat sześćdziesiątych dominująca ekonomia neoklasyczna utożsamiała technologię z kapitałem trwałym (maszynami), a postęp techniczny – z procesem akumulacji kapitału. Zmianę technologiczną postrzegano albo jako rozwój nowych maszyn (innowacje technologiczne), albo jako nabycie i instalację maszyn zbudowanych w krajach centrum (dyfuzja technologii). Problem postępu technicznego krajów rozwijających sprowadzał się, w uproszczeniu, do gromadzenia oszczędności dla zakupu technologii. Innowacja i dyfuzja miały się różnić zasadniczo. Jedna była twórcza i aktywna, druga – naśladowcza i pasywna. (Podobnie było z pojęciem uczenia się). Dyfuzja w najlepszym razie polegała na kopiowaniu do produkcji maszyn zaplanowanych w centrum. Główne zadanie technologiczne w krajach rozwijających się sprowadzało się do oceny, nabycia, poznania *know-how* i adaptacji obcych technologii. Ale badania empiryczne nad zmianą technologiczną przeprowadzone w krajach rozwijających się nakreśliły odmienny obraz (por. Bell, Albu 1999, s. 1716–1717). Po pierwsze, okazało się, że technologia to coś znacznie więcej niż maszyny i narzędzia wraz z przepisami ich obsługi, konserwacji czy naprawy; równie ważne są wiedza umożliwiająca ich uruchomienie i wykorzystanie (od skodyfikowanej i zapisanej, po przekazywaną wyłącznie na drodze praktyki), konkretni ludzie (z ich umiejętnościami) oraz procedury operacyjne i rozwiązania

¹⁶ Aby jednak umieć korzystać z zewnętrznych źródeł informacji, trzeba wiedzieć, jak i gdzie szukać oraz umieć łączyć pozyskaną wiedzę z własnym B+R (por. Barabaschi 1992, s. 407–434). Koszty dostępu do zagranicznych, nierynkowych sieci naukowych mogą nieraz być wyższe od kosztów bezpośredniego zakupu zagranicznej własności intelektualnej (por. Callona [1994] w Pavitt 2000).

organizacyjne (por. Kwiatkowski 1990b). Elementem każdej „twardej” technologii jest zatem technologia „miękką” (*know-how*, szkolenia, informacja). Po drugie, okazało się, że nie ma ścisłej granicy oddzielającej innowacje od dyfuzji, gdyż rzadko kupuje się technologię „z półki”, a najczęściej przysposabia się ją i przyswaja w twórczy sposób, dostosowując do lokalnych okoliczności. Nawet jeśli jakiś pojedynczy element (np. zasadę działania) kopiuje się bez zmian, powiązanie tego elementu z innymi wymaga z reguły twórczych rekonfiguracji wielu pozostałych elementów. Nie jest to rodzaj umiejętności, które nabywa się w miarę gromadzenia doświadczenia i upływu lat, tylko takich, które trzeba posiadać decydując się na zakup technologii. Inaczej zamiast „krzywej uczenia się” wpadnie się w pułapkę „krzywej stagnacji” lub „krzywej spadku”. Po trzecie, okazało się, że dostawcy maszyn nie byli jedynym źródłem technologii. Klienci czy użytkownicy technologii okazywali się równie ważnymi źródłami (w tym szerszym rozumieniu tego słowa) (por. Bell, Albu 1999, s. 1716–1717). Zmiana koncepcji technologii odzwierciedlała zmianę samych technologii¹⁷.

Innowacja nie jest zatem działaniem czysto technicznym, prowadzącym do wytworzenia nowego wyrobu; równie ważne są jej aspekty nietechniczne i niematerialne, takie jak uczenie się menedżerów, techników i robotników, zarządzanie personelem, finansami i projektami technologicznymi, rozpoznawanie potrzeb klientów i użytkowników, współpraca, koordynacja i negocjowanie (por. Smith 1996). Innowacje społeczne są dla rozwoju gospodarczego nie mniej ważne niż innowacje technologiczne (por. Freeman 1992). Rzadko zdarzają się takie innowacje technologiczne, których źródła oraz formy użytkowania byłyby zupełnie nie związane z innowacjami społecznymi. Zwłaszcza innowacje oparte na wiedzy prawie nigdy nie opierają się na jednym czynniku, ale na kilku różnych rodzajach wiedzy, z których nie wszystkie mają charakter naukowy albo techniczny¹⁸.

Innowacja to nie tylko B+R. Niewielu ekonomistów postawiłoby znak równości między B+R a innowacjami. Już Joseph Schumpeter uwzględniał szeroki wachlarz elementów w swojej definicji innowacji (lata pięćdziesiąte). Jednak teza taka, choć rzadko formułowana *explicit*e, legła u podstaw wielu polityk rozwoju nauki. B+R uznawano często za substytut polityki innowacyjnej (np. w Kanadzie), choć „B+R i innowacja to nie synonim” (por. Bourgeois, Hachey, b.r.w.). Badania naukowe są ważnym składnikiem innowacji, ale tylko jednym spośród wielu. Decydującą rolę w innowacji odgrywa poszukiwanie szans rynkowych oraz powiązania wewnątrz i między firmami. Duże znaczenie mają też umiejętności uczenia się firmy – na podstawie doświadczenia własnego (projektowanie, B+R, produkcja i marketing), doświadczenia konkurencji (kontakty nieformalne, odwrócona inżynieria) oraz dzięki powiązaniom zewnętrznym (dostawcy, klienci, zleceniobiorcy, uczelnie, dorad-

¹⁷ Dominujące dziś technologie, oparte na elektronice, są znacznie bardziej złożone i naukochłonne niż technologie elektromechaniczne, dominujące w latach sześćdziesiątych. Mają one znacznie bardziej systemowy charakter, a w ich rozwoju o wiele większą rolę odgrywają użytkownicy. Element „miękki” (oprogramowanie, informacja, *know-how*, zarządzanie zasobami ludzkimi, marketing) jest w nich znacznie ważniejszy niż w dawnych, prostszych technologiach. Zrozumiałe zatem, że transfer technologii nie jest (jedynie) aktem przekazania praw właścicielskich innej firmie ani też przeniesienia *hardware*’u z jednego miejsca na drugie. Istotną część technologii jest „wcielona” w ludzi i rutyny organizacyjne, ma charakter „pozastłowny” i jest nieskodyfikowana. Sprawne posługiwanie się nową technologią wymaga pomocy technicznej, menedżerskiej, marketingowej i badawczo-rozwojowej. Sprawność osiąga się z biegiem czasu przez wykorzystywanie technologii i uczenie się na błędach. Por. Radosevic 1999.

¹⁸ Na przykład samolot braci Wright to wynik połączenia silnika bezzynowego Benza i Daimlera oraz matematyki rozwinętej wraz z doświadczeniami z szybowcami. Komputer – to wynik fuzji teorii binarnej, nowej logiki Russela i Whiteheada, urządzeń opartych na kartach perforowanych oraz koncepcji programu i sprzężenia zwrotnego. Por. Drucker 2004, s. 130.

cy) (por. Nelson 1996, s. 34–35, 43–45; Nelson 1998, s. 514; Cooke, Kevin 1998, s. 196; *Second...* 1997, s. 176). Zmiana technologiczna jest tylko jednym ze sposobów wpływania na wyniki firmy. Inne sposoby to np. wybór dostawcy lub klienta, wejście w niszę rynkową, dostęp do specjalnych zasobów. Zmiana technologiczna ma zróżnicowane znaczenie w różnych branżach. Ale nawet w tych branżach, w których ma duże znaczenie, największy postęp może wynikać bądź z badań prowadzonych w samej firmie, bądź z zakupu licencji na technologię rozwijaną już w innym przedsiębiorstwie, bądź wreszcie z przejęcia (por. Foster, Kaplan 2003, s. 214).

Najczęstszym etapem początkowym innowacji jest projektowanie (nowego produktu lub procesu), nieraz wielokrotnie powtarzane, stanowiące podstawę do analiz rynkowych, prac rozwojowych, badań inżynierskich czy nawet badań podstawowych (por. *Technology...* 1992). Badania nie są jedynym, czy choćby najczęstszym, źródłem nowych technologii; postęp techniczny w większym stopniu czerpie inspirację z rozpoznania rynku lub chęci ulepszenia produkcji (por. Smith 1996). Badania podstawowe rzadko są sprawką „pierwszego pchnięcia”, owocującą innowacją rynkową. Opracowanie nowej technologii nie daje żadnej gwarancji sukcesu rynkowego; bez rozwiniętych umiejętności organizacyjnych, menedżerskich i edukacyjnych firmy szybko tracą posiadane przewagi technologiczne (por. Smith 1996; Kwiatkowski 1990a; *The Handbook...* 1994; *Science...* 1996; Stehr 1994; *Technology...* 1992). Tempo innowacyjności gospodarki oraz wzrostu gospodarczego zależy w większym stopniu od dyfuzji innowacji niż od tworzenia nowych, opartych na badaniach naukowych, radykalnych innowacji (por. Freeman 1992). Analiza spółek umieszczonych w bazie firmy konsultingowej McKinsey wykazuje, że nie istnieje żadna ogólna korelacja między wydatkami na badania (czy to poziomu finansowania, czy wzrostu) a całkowitym zyskiem akcjonariuszy (por. Foster, Kaplan 2003, s. 214).

Innowacje to nie synonim wzrostu gospodarczego. W swoim dalekim oddziaływaniu upadek modelu liniowego ułatwił rewizję jeszcze innego mitu, a mianowicie (milcząco zakładanego) znaku równości między innowacjami a wzrostem gospodarczym. Im więcej innowacji (zwłaszcza tych napędzanych przez najnowsze odkrycia naukowe) oraz im lepszy system innowacji, tym szybszy wzrost. Jednak innowacje to nie wzrost gospodarczy. Między liczbą innowacji (a nawet jakością systemu innowacji) a wzrostem istnieją jeszcze inne kluczowe zmienne – czynniki strukturalne oraz szersze środowisko makroekonomiczne. Niemcy i Japonia nie dlatego weszły w okres długotrwałego spadku tempa wzrostu, a nawet recesji, że zmniejszyła się w tych krajach liczba innowacji gospodarczych lub pogorszył się system innowacji, a nawet niekoniecznie tylko dlatego, że dotychczasowy system innowacji wyczerpał swoje możliwości i przestał reagować na nowe wyzwania, ale z tego względu, że ujawniły się głębiej leżące ograniczenia, np. kryzys modelu państwa dobrobytu (związany m.in. ze zmianami demograficznymi), brak reformy systemu bankowego oraz brak liberalizacji sektorów finansów, telekomunikacji i handlu detalicznego, inflacja czy też wady polityki konkurencyjności (por. *Technological...* 1992, s. 18–19).

Rozwój zaawansowanych technologii nie jest jedyną drogą rozwoju gospodarczego. Upadek modelu liniowego, wskazujący na uprzywilejowaną rolę radykalnych odkryć w badaniach podstawowych, miał też wpływ na obalenie jeszcze innego mitu, a mianowicie mitu roli zaawansowanych technologii we wzroście gospodarczym.

W tradycji Simona Kuzneta i Josepha Schumpetera leży przekonanie, że wzrost gospodarczy zależy od tworzenia nowych branż, opartych na nowych technologiach, najczęs-

ciej przy tym połączonych są ze sobą w grona. W dzisiejszych czasach zakłada się, że są to branże oparte na zaawansowanych technologiach, takie jak ITC i biotechnologia (por. Smith 1999)¹⁹. Wszelako „[...] nowoczesna technika jest ostrzem, ale nie ma ostrza bez noża. Nie może istnieć żywotny sektor nowoczesnej techniki sam z siebie, tak jak nie może być zdrowego mózgu w martwym ciele. Musi funkcjonować gospodarka pełna innowatorów i przedsiębiorców, o przedsiębiorczej wizji, przedsiębiorczych wartościach, z dostępem do kapitału na ryzykowne przedsięwzięcia, wypełniona przedsiębiorczym wigorem” (Drucker 2004, s. 295–296). Wzrost gospodarczy jest wypadkową wzrostu wszystkich branż, a studia empiryczne nad źródłami wzrostu wykazują, że źródła te nie tkwią w branżach zaawansowanych technologii, tylko mają szerokie podstawy (por. Smith 1999).

Przedstawione tu tezy nie świadczą bynajmniej o tym, że wzrost gospodarczy nie staje się coraz bardziej wiedzochłonny („gospodarka oparta na wiedzy”). Problem tkwi w tym, że proces ten zachodzi w większym stopniu poprzez wewnętrzne przekształcenia już istniejących tradycyjnych branż niż przez tworzenie nowych²⁰.

Podsumowanie

Poglądy Leszka Balcerowicza okazują się osadzone w znacznie szerszej grupie zróżnicowanej, niespójnej i nie spiętej ideą teoretyczną wiedzy ekonomicznej, składającej się z ustaleń empirycznych, „stylizowanych faktów”, *quasi*-publicystycznych obserwacji oraz zaleceń politycznych. Wszystkie one temperują wcześniejsze (powszechne do końca lat sześćdziesiątych, a nawet później) oczekiwania w stosunku do roli gospodarczej B+R w krajach zaawansowanych gospodarczo oraz w krajach słabiej rozwiniętych. Nie należy (moim zdaniem) z góry odrzucać tych idei, tylko trzeba starać się badać ich zasadność oraz opatrywać w konieczne „kwalifikatory” i „modyfikatory”. Poglądy te (często odkrywcze dawniej, a oczywiste lub trudne do podważenia dziś) mają znacznie silniejszy wpływ na opinię publiczną niż wskazywałaby na to liczba odwołań w pracach naukowych, mediach i wystąpieniach politycznych. Lekceważenie ich oznacza wykluczenie możliwości ich zmiany (lub uwzględnienia w strategiach politycznych, gdy poglądy te są słuszne). Polemika z nimi możliwa jest wyłącznie pod warunkiem dokładnego ich poznania, uściślenia i weryfikacji. Jak można sądzić, o ile w ministerstwach nauki przeważa ideologia „gospodarki opartej na wiedzy”, interpretowana jako wymóg stałego zwiększania wydatków na B+R w obecnej fazie wzrostu gospodarczego, o tyle w ministerstwach finansów (decydujących o skali budżetowego finansowania nauki) dominuje znacznie bardziej wstrzemięźliwe podejście do roli B+R we wzroście gospodarczym, niejednokrotnie bliższe przedstawionym tu opiniom.

¹⁹ Podkreśla się np., że wzrost w krajach rozwiniętych opiera się w znacznie większym stopniu na takich branżach jak inżynieria chemiczna, przetwórstwo żywności i przerób drzewa, produkcja pojazdów mechanicznych i środków transportu czy też drukarstwo niż na ICT lub biotechnologii. Te ostatnie branże rozwijają się w rzeczywistości imponującym tempie, ale od stosunkowo niskiej podstawy. Badania nad najszybciej rozwijającymi się (w okresie 20 lat) branżami ujmowanymi wąsko (produktowo) pokazują rzecz jeszcze bardziej zdumiewającą, a mianowicie, że przeważają wśród nich te uznawane za charakterystyczne dla niskich technologii, jak np. przetwórstwa żywności (por. Smith 2004).

²⁰ Branże klasyfikowane nadal jako „niskiej” lub „średniej” technologii stają się coraz bardziej „wiedzochłonne” i zależne od złożonych, choć często tylko pośrednich (a nie bezpośrednich, jak w ICT i biotechnologii) powiązań z uniwersytetami i laboratoriami rządowymi. Por. Smith 1999.

Poglądy na temat roli i funkcji B+R przeszły w krajach zachodnich w ostatnich dekadach olbrzymią ewolucję (odzwierciedlającą zmianę ich statusu i zadań). W Polsce pewne oderwanie B+R od praktyk gospodarczych i społecznych spowodowało nie tylko zakonserwowanie struktur organizacyjnych sektora publicznego B+R i zasad podziału funduszy budżetowych na badania, ale także przetrwanie w nieskorygowanej formie wielu idealistycznych opinii na temat samoczynnego dodatniego wpływu badań naukowych na świat zewnętrzny.

Gdyby uczyony zainteresowany rolą nauki kraju rozwiniętego gospodarczo przeniósł się nagle z roku 1955 do roku 2005, odkryłby ze zdumieniem, że poglądy, które były normą przed półwieczem, często nie są nawet cytowane w celach polemicznych, tylko po prostu nieobecne. To, co zdawało się proste, okazało się złożone; to, co bezwarunkowe – zależne; a to, co bezdyskusyjnie korzystne – opłacalne jedynie pod warunkiem spełnienia wielu dodatkowych okoliczności. To, co zachodziło według modelu zjawisk mechanicznych (np. transfer technologii z zagranicy), teraz zdaje się zachodzić według zasad „fizyki kwantowej”. Trudne do pomiaru i nieco nieuchwytnie pojęcie „odprysku” stało się jednym z głównych kluczy interpretacyjnych oceny wpływu B+R na gospodarkę i społeczeństwo. Zależności przyczynowe przekształciły się w systemowe, a tam, gdzie udało się rozpoznać pewien przyczynowo-skutkowy przebieg zdarzeń, okazało się, że jest odwrotny, niż kiedyś sądzono. Gdzie były pewniki, tam pojawiły się pytania, a tam gdzie tezy – paradoksy. W nowym obrazie B+R każdy dodatni efekt zdaje się dziś zależeć od współobecności wielu przesłanek. Nic nie zdaje się mieć wartości samo z siebie, każda rzecz zdaje się rozpląwać w determinantach oraz rozszczepiać na wiele różnych części składowych. To, co było jednoznaczne, okazało się wieloznaczne, a problem ujmowany za pomocą zależności liniowych jawi się jako wielowymiarowy.

Choć charakter tej nowej wiedzy zdaje się kłócić z potrzebami decydentów politycznych, oczekujących prostych i jednoznacznych relacji i wskazań, mimo to jest ona jedną z podstaw strategii rozwoju nauki (technologii i innowacji) na świecie.

Warto podkreślić, że polemiczny charakter opisanych w artykule idei (formułowanych w reakcji na bezkrytyczne nadzieje łączone z rozwojem nauki, zwłaszcza jako dźwigni „odrabiania zaległości cywilizacyjnych”) sprawia, że w ich horyzoncie poznawczym i ramach koncepcyjnych często nie mieszczą się nowe fakty, zjawiska i wydarzenia, wskazujące jednak na potrzebę strategicznych inwestycji w (pewne obszary) B+R w krajach słabiej rozwiniętych. Nawet pozostając w ramach argumentacji Balcerowicza i nawet ograniczając się jedynie do ekonomicznych przesłanek inwestowania w naukę, trzeba podkreślić konieczność rozwijania własnego B+R dla adaptacji i rozwoju postlicencyjnego technologii zagranicznych (por. np. Todo, Miyamoto 2002)²¹.

Rzeczywistość jest (z samego założenia) znacznie bogatsza od idei, które ją opisują i oceniają, nawet tych, które starają się uwzględnić złożoność zjawisk. Te nowe fakty, zjawiska i wydarzenia, wybiegające daleko poza horyzont nakreślony przez Leszka Balcerowicza, wymagają jednak odrębnego opracowania.

²¹ Cytowani autorzy podkreślają, że efekt dyfuzji wiedzy zachodzi wówczas, gdy koncerny inwestują w B+R, edukację i szkolenia, a jest silniejszy, gdy także miejscowe firmy tej samej branży podejmują podobne inwestycje.

Wymieńmy wśród nich:

- Wzrost roli B+R w procesach „odrabiania zaległości” (absorpcja zagranicznych technologii wydaje się dziś wymagać znacznie większego wysiłku badawczo-rozwojowego, większej aktywności i bardziej twórczego podejścia niż przed kilkoma dekadami) (por. Radošević 2001).
- Sukcesy wielu krajów słabiej rozwiniętych, jak Indii, Chile czy Brazylii, w rozwoju tych badań i technologii, które wynikały z ich własnych, specyficznych potrzeb, ale które, zaspokajając te potrzeby, znalazły jednocześnie znacznie szersze zastosowania w szerokim świecie (por. *Let the World...* 2005, s. 16; *What Matters...* 2005, s. 43–47).
- Umiejdzynarodowienie działalności B+R, zarówno publicznej, jak i – szczególnie – prywatnej (pobudzane przez upowszechnienie technologii informacyjnych i komunikacyjnych oraz wzrost międzynarodowego handlu oraz inwestycji zagranicznych). Międzynarodowe koncerny w coraz większym stopniu inwestują w B+R za granicą, w celu adaptacji swoich produktów i usług do warunków lokalnych, wykorzystania wysoko wykwalifikowanych, ale niżej wynagradzanych naukowców i inżynierów bądź wreszcie – wykorzystania unikatowych cech miejscowego środowiska naukowego i technologicznego (por. Walsh 2003).

Literatura cytowana

Acemglu D., Zilibotti F. 1997

Setting Standards: Information Accumulation and Development, „CEPR Discussion Papers”, nr 1641.

Aghion P., Howitt P. 1998

Endogenous Growth Theory, The MIT Press, Cambridge, Mass.

Arunachalam S. 1995

Science on the Periphery: Can It Contribute to Mainstream Science?, „Knowledge & Policy”, vol. 8, nr 2.

Barabaschi S. 1992

Managing Growth of Technical Information, w: *Technology and the Wealth of Nations*, red. N. Rosenberg, R. Landau, D.C. Mowery, Stanford University Press.

Baumol W.J. 1990

Entrepreneurship: Productive, Unproductive, and Destructive, „Journal of Political Economy”, vol. 98, nr 5(3).

Balcerowicz L. 2004

Renta zacofania. To nie nauce, lecz transferowi gotowych technologii zawdzięczamy wzrost gospodarczy, „Wprost”, 5 grudnia.

Barro R.J. 1997

Determinants of Economic Growth. A Cross-Country Empirical Study, The MIT Press, Cambridge, Mass. – London.

Bell M., Albu M. 1999

Knowledge Systems and Technological Dynamism in Industrial Clusters in Developing Countries, „World Development”, vol. 27, nr 9.

Benchmarking... 2002

Benchmarking National Research Policies. Executive Summaries of the Five Benchmarking Reports, Brussels.

Berg Jensen M., Johnson B., Lorenz N., Lundvall B.Å. 2004

Codification and Modes of Innovation, referat na The DRUID Summer Conference 2004 on Industrial Dynamics, Innovation and Development, Elsinore (Dania), 14–16 czerwca 2004.

Bourgeois Y., Hachey L. b.r.w.

Innovative Innovation. Beyond R&D, CFIB Research ([http://www.cfib.ca/legis/novascot/pdf/080504\(2\)_e.pdf](http://www.cfib.ca/legis/novascot/pdf/080504(2)_e.pdf)).

Callon M. 1994

Is Science a Public Good?, „Science, Technology & Human Values”, vol. 19, nr 4.

Chmiel J. 1997

Małe i średnie przedsiębiorstwa a rozwój regionów, „Z prac ZBSE”, z. 243.

Cincera M., Van Pottelsberghe de la Potterie B. 2001

International R&D Spillovers: A Survey, „Cahiers Economiques de Bruxelles”, nr 169.

Coe D., Helpman E. 1995

International R&D Spillovers, „European Economic Review”, nr 39(5).

Conceição P., Heitor M., Oliveira P. 1999

Technology Policies and Strategies for Late Industrialized Countries (obecnie niedostępna strona internetowa; tekst przekazany do druku do „Technological Forecasting and Social Change” pod zmienionym tytułem: *Prospects for Public Investment in R&D to Sustain, Economic Development and Social Change*).

Cooke P., Kevin M. 1998

The Associational Economy: Firms, Regions and Innovation, Oxford University Press, Oxford.

Coriat B. 1997

The New Dimension of Competitiveness: Towards a European Appraisal, „The IPTS Report”, nr 15.

David P.A. 1998

The Political Economy of Public Science, w: *The Regulation of Science and Technology*, red. H. Lawton Smith, Macmillan Publishers, London.

Drucker P.F. 2004

Natchnienie i fart, czyli innowacja i przedsiębiorczość, Wydawnictwo Studio Emka, Warszawa.

Dosi G., Pavitt K., Soete L. 1990

The Economics of Technical Change and International Trade, Harvester Wheatsheaf, New York.

Działalność... 1998

Działalność innowacyjna przedsiębiorstw przemysłowych w latach 1994–1996, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.

Ernst D. 2002

Global Production Networks and the Changing Geography of Innovation Systems. Implications for Developing Countries, „Economics of Innovation and New Technology”, vol. 11, nr 6.

Feller I. 1999

The American University System as a Performer of Basic and Applied Research, w: Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States, red. L.M. Branscomb, F. Kodama, R. Florida, The MIT Press, Cambridge, Mass.

Foster R., Kaplan S. 2003

Twórcza destrukcja, Wydawnictwo Galaktyka, Łódź.

Freeman C. 1992

The Economics of Hope. Essays on Technical Change, Economic Growth and the Environment, Pinter Publishers, London – New York.

Glikman P., Kwiatkowski S. 1991

Determinanty i kierunki polityki naukowej Polski, Instytut Polityki Naukowej i Szkolnictwa Wyższego – Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Łódź.

Grilliches Z. 1979

Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth, „Bell Journal of Economics”, nr 10.

Growth... 2000

Growth Literature Review. Annex. Policy and Economic Growth: An Evaluation of the Evidence, OECD, Paris.

Gundlach E., Kamp P.N. 1996

Falling behind or Catching up? Developing Countries in the Era of Globalisation, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.

[The] Handbook... 1994

The Handbook of Industrial Innovation, red. M. Dodgson, R. Rothwell, Edward Elgar Publishing, Cheltenham (UK) – Northampton (USA).

Hippel E. von 1988

The Sources of Innovation, Oxford University Press.

[The] Impact... 1996

The Impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Evidence for 10 OECD Countries in the 1970s and 1980s, OECD, Paris.

[The] Impact... 1999

The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D, OECD, Paris.

Industrial...

Industrial Structure, Technology Intensity and Growth: Issues for Policy, Internet.

Jones C.J. 1995

R&D-based Models of Economic Growth, „Journal of Political Economy”, nr 103.

Jones C.J., Williams J.C. 1998

Measuring the Social Return to R&D, „Quarterly Journal of Economics”, November.

Jovanovic B. 2002

Economic Growth: Theory, „NBER Working Paper Series”, January (dla *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*).

Kealey P. 1996

The Economic Laws of Scientific Research, Macmillan Press, Houndmills, Basingstoke, Hampshire.

Kealey T. 1998

Why Science Is Endogenous, „Research Policy”, nr 26.

Kealey T., Al-Ubaydli O. 2000

Should Governments Fund Science?, „IEA Economic Affairs”, September.

Keller W. 1997

Trade and the Transmission of Technology, „NBER Working Paper”, nr 6113.

Keller W. 2001

Knowledge Spillovers at the World's Technology Frontier, „CEPR Discussion Papers”, nr 2815.

Keller W. 2004

International Technology Diffusion, „Journal of Economic Literature”, nr 3.

Kline S., Rosenberg N. 1986

An Overview of Innovation, w: *The Positive Sum Strategy*, red. R. Landau, N. Rosenberg, National Academy of Sciences, Washington.

[The] Knowledge... 1998

The Knowledge Economy, red. D. Neef, Butterworth-Heinemann, Boston.

Kodama F. 1995

Sources of Japan's Technological Edge, Harvard Business School Press, Boston.

Kubielas S. 1996

Technology Transfer and the Restructuring of New Market Economies: The Case of Poland, SPRU, March.

Kwiatkowski S. 1990a

Spółeczeństwo innowacyjne, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Kwiatkowski S. 1990b

Uciekający świat, Wydawnictwo Spółdzielcze, Warszawa.

Let the World.... 2005

Let the World Innovate, „Technology Review”, April.

Li S. 1997

The Search for Determinants of Catching up Theory. The East Asian Experience and the Chinese Case, „China Economic Review” vol. 8, nr 2.

Mansfield E. 1981

Academic Research and Industrial Innovation, „Research Policy”, nr 20.

Mansfield E., Schwartz M., Wagner S. 1981

Imitation Costs and Patterns: An Empirical Study, „Economic Journal”, nr 91.

Mathews J.A. 1998

From National Innovation Systems to National Systems of Economic Learning. The Case of Technology Diffusion Management in East Asia, DRUID Conference (www.business.auc.dk/druid/conferences/summer1999/conf-papers/mathews.pdf).

Midgley D.F., Morrison P.D., Roberts J.H. 1992

The Effect of Network Structure in Industrial Diffusion Processes, „Research Policy”, nr 21.

Miller W.L., Morris L. 1999

4th Generation R&D: Managing Knowledge, Technology, and Innovation, John Wiley, New York.

Mokyr J. 1992

Technological Inertia in Economic History, „Journal of Economic History”, nr 52(2).

National Innovation... 1997

National Innovation Systems. Background Report, OECD, Paris.

Nelson R.R. 1996

The Sources of Economic Growth, Harvard University Press, Cambridge, Mass. – London.

Nelson R.R. 1998a

An Agenda for Formal Growth Theory, „Cambridge Journal of Economics”, nr 22.

Nelson R.R. 1998b

The Agenda for Growth Theory: A Different Point of View, „Cambridge Journal of Economics”, nr 22.

Nelson R.R., Rosenberg N. 1993

Technical Innovation and National Systems, w: *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, red. R.R. Nelson, Oxford University Press, New York – Oxford.

Nesvetailov G. 1995

Center-Periphery Relations and Transformation of Post-Soviet Science, „Knowledge & Policy”, vol. 8, nr 2.

Patel P., Pavitt K. 1993

Patterns of Technological Activity: Their Measurement and Interpretation, „STEEP Discussion Paper”.

Pavitt K. 1995

Backing Basics. Basic Research Should Not Just Depend on What Industry Needs Now, „New Economy”, vol. 2.

Pavitt K. 1998

The Social Shaping of The National Science Base, „Research Policy”, nr 27.

Pavitt K. 2000

Public Policies to Support Basic Research: What Can the Rest of the World Learn from Us Theory and Practice? (And What They Should Not Learn), SPRU Electronic Working Papers, Series Paper, nr 53

(<http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/publications/imprint/sewps/sewp53/sewp53.html>).

Radosevic S. 1999

International Technology Transfer and Catch-up in Economic Development, Edward Elgar.

Report Restructuring... 1996–1998

Report Restructuring and Reintegration of Science and Technology Systems in Economies in Transition (EC DGXII TSER 1996–1998).

Roje J. 1996

Economic Growth Theories and Technical Change, „The IPTS Report”, vol. 5.

Rosenberg N. 1994

Exploring the Black Box. Technology, Economics, and History, Cambridge University Press.

Roussel P.A., Saad K.N., Erickson T.J. 1991

Third Generation R&D: Managing the Link to Corporate Strategy, Boston, Mass., Harvard Business School Press.

Salomon J.J., Lebeau A. 1993

Mirages of Development. Science and the Technology for the Third World, L. Rienner, Boulder.

Salter A.J., Martin B. 2001

The Economic Benefits of Public Funded Basic Research: A Critical Review, „Research Policy”, vol. 30, nr 3.

Schmookler J. 1966

Invention and Economic Growth, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Science... 1996

Science and Technology in Germany, red. W. Krull, F. Meyer-Krahmer, Carter Mill, London.

Second... 1997

Second European Report on S&T Indicators 1997, European Commission, Luxembourg – Brussels.

Senker J., Faulkner W., Velho L.M.L.S. 1998

Science and Technology Knowledge Flows between Industrial and Academic Research: A Comparative Study, w: Capitalizing Knowledge. New Intersections of Industry and Academia, red. H. Etzkowitz, A. Webster, P. Healey, State University of New York Press, New York.

Shin J.S. 1996

The Economics of the Latecomers. Catching-up, Technology Transfer and Institutions in Germany, Japan and South Korea, Routledge, London – New York.

Smith K. 1996

New Views of Innovation and Challenges to R&D Policy, w: R&D Decision, Strategy, Policy and Innovations, red. A. Belcher, J. Hassard, S.J. Procter, London – New York.

Smith K. 2004

Tekst prezentacji wygłoszonej podczas panelu Internationalisation of Research and Benchmarking of European Performance, w: *The European RTD Evaluation Network. A Conference on New Challenges and Needs in the Field of Research Evaluation*, Maastricht, 26–27 października 2004.

Stehr N. 1994

Knowledge Societies, London.

[The] Stimulation 1998

The Stimulation Effect on Government Support to Private R&D, OECD, Paris.

Stokes D.E. 1997

Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation, Brookings Institution Press, Washington D.C.

Technological ... 1992

Technological Innovation and Economic Performance, red. B. Steil, D.G. Victor, R. Nelson.

Technology... 1992

Technology and the Economy. The Key Relationships, OECD, Paris.

Teece D.J. 1986

Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing, and Public Policy, „Research Policy”, nr 15.

Thomas T.J. 1992

Canadian Competitiveness: Two Recent Studies, Library of Parliament.

Todo Y., Miyamoto K. 2002

Knowledge Diffusion from Multinational Enterprises: The Role of Domestic and Foreign Knowledge-Enhancing Activities, „OECD Development Centre Technical Paper”, nr 196 (<http://ssrn.com/abstract=668508>).

Tsipouri L. 1992

Evaluating the Economic Effects of R&D in Less Favoured Countries: The Motion of Complementarity, „Research Evaluation”, nr 1.

Verspagen B. 1998

Large Firms and Knowledge Flows in the Dutch R&D System. A Case Study of Philips Electronics, MERIT, Maastricht.

Verspagen B. 1999

A Global Perspective on Technology and Economic Performance, and the Implications for the Post-Socialist Countries, w: *Innovation and Structural Change in Post-Socialist Countries: A Quantitative Approach*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Verspagen B. 2001

Economic Growth and Technological Change: An Evolutionary Interpretation, „STI Working Papers”, nr 1.

Verspagen B. 2004

Innovation and Economic Growth, w: *The Oxford Handbook of Innovation*, red. J. Fagerberg, D.C. Mowery, R.R. Nelson, Oxford University Press, Oxford.

Walsh K. 2003

Foreign High-Tech R&D in China. Risks, Rewards, and Implications for U.S.-China Relations, The Henry L. Stimson Center, Washington
(<http://www.stimson.org/techtransfer/pdf/FinalReport.pdf>).

What Matters... 2005

What Matters Most Depends on Where You Are, „Technology Review”, April.