

*Radosław Pastusiak\**

## **WPLYW INNOWACJI NA DYNAMIKĘ WZROSTU GOSPODARCZEGO W MODELOWANIU EKONOMICZNYM NA PRZYKŁADZIE SPECJALNYCH STREF EKONOMICZNYCH**

### **1. WSTĘP**

Publikacja ta poświęcona jest roli innowacji rozumianej również jako wiedza i technologia w modelowaniu wzrostu gospodarczego, mającego miejsce w perspektywie ostatnich stu lat, ze szczególnym uwzględnieniem mikrosystemów ekonomicznych, jakimi są specjalne strefy ekonomiczne. Wyprowadzając niezależną funkcję innowacji w modelu P. Warra, szacującego efektywności funkcjonowania SSE w oparciu o najnowsze koncepcje ujmowania innowacji w modelowaniu ekonomicznym, chciano zbadać wpływ innowacji i nowych technologii na efektywność oddziaływania przedsiębiorstw funkcjonujących w SSE na otoczenie. Innowacje lub ich równoważnik były obecne w modelach ekonomicznych, odzwierciedlających wzrost gospodarczy, praktycznie od modelu klasycznego, już bowiem na początku badacze zauważyli, że kapitał intelektualny oraz reprezentowana przez niego zwiększona efektywność pracy i wykorzystanie środków wytwórczych pozytywnie wpływają na gospodarkę i jej perspektywy. Jednakże dopiero pod koniec XX w. inwestycje innowacyjne, reprezentowane przez szereg czynników związanych m.in. z kapitałem technologicznym czy zasobami ludzkimi, nabrały fundamentalnego znaczenia dla budowania konkurencyjności gospodarki. Taki też trend został wytyczony w rozważaniach teoretycznych, w których m.in. zwrócono uwagę na wielowymiarowe oddziaływanie innowacji i dużą trudność we właściwym odworowaniu wpływu w sztywnych koncepcjach ekonomicznych.

### **2. INNOWACJE**

Analizując pojęcie innowacji często ma się na uwadze innowacje produktowe, procesowe lub organizacyjne. Pierwsze z nich odnoszą się do sfery wdrażania

---

\* Dr, adiunkt, Zakład Finansów Korporacji, Uniwersytet Łódzki.

lub wprowadzania na rynek produktu, który lepiej działa i przynosi konsumentowi obiektywnie nowe lub zwiększone korzyści. Polegają one na wprowadzaniu nowych maszyn, urządzeń, wyrobów w miejsce dotychczas użytkowanych. W nowych produktach wykorzystane są bardziej racjonalne rozwiązania techniczne, oparte na nowych rozwiązaniach naukowo-technicznych<sup>1</sup>.

Kolejnym rozwiązaniem są innowacje procesowe, zwane również technologicznymi, polegające na wdrażaniu nowych bądź znacznie ulepszonych metod produkcji lub dostarczaniu produktów. Mogą wiązać się z tym zmiany w zakresie sprzętu, zasobów ludzkich, metod pracy lub kombinacja tych zmian<sup>2</sup>.

Innowacje organizacyjne polegają na poprawie organizacji pracy i produkcji, stanu bezpieczeństwa i higieny pracy. Ich zadaniem jest ułatwienie wykonywania pracy przez człowieka.

Termin technologia może być zdefiniowany jako systematyzacja wiedzy i technik, która pozwala przemysłowi realizować produkcję w sposób skoordynowany. Występuje tutaj synergia między nauką i techniką. Technologia łączy wiedzę, analizę metod pracy i wykorzystywane w niej techniki. Jest to wiedza o produkcji, oparta na podstawach naukowych i społecznych, która – odwołując się do wszystkich nauk i ich sposobów badawczych – daje początek technikom wytwarzania i zarządzania<sup>3</sup>. Do najnowszych technologii kreujących popyt na innowacje oraz rozwój sfery badawczo-rozwojowej należą tzw. wysokie technologie z grup technologii informacyjnych, materiałowych, energetycznych, kosmicznych i biotechnologii. Przyjmuje się, że wysoka technologia to dziedziny, techniki i wyroby charakteryzujące się wysoką intensywnością sfery badawczo-rozwojowej. Technologie z tej grupy charakteryzuje<sup>4</sup>:

- wysoki poziom naukochłonności,
- wysoki poziom innowacyjności,
- krótki cykl życia wyrobów i procesów,
- szybka dyfuzja innowacji technologicznych,
- wzrastające zapotrzebowanie na wysoko wykwalifikowanych pracowników,
- wysoki poziom nakładów kapitałowych oraz ryzyka inwestycyjnego,
- procesy szybkiego starzenia się inwestycji,
- ścisła współpraca naukowo-techniczna,
- rosnąca konkurencja naukowo-techniczna.

Wyszczególnione powyżej cechy technologii wiążą się z koniecznością dostosowania struktury sektorów przemysłowych i usługowych do nowych warunków gospodarczych. Uwzględniają one zmieniające się w szybkim tempie

<sup>1</sup> Por.: A. Pomykański, *Innowacje*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1997, s. 23.

<sup>2</sup> S. Korenik, E. Szostak, *Polityka naukowa i innowacyjna*, [w:] B. Winiarski (red.), *Polityka gospodarcza*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 330.

<sup>3</sup> S. Korenik, E. Szostak, *Polityka naukowa...*, s. 331.

<sup>4</sup> *Classification of high technology products and industries*, dokument DSTI/EAS/IND/STP, OECD, Paris 1995, s. 6.

warunki otoczenia konkurencyjnego, w jakim muszą funkcjonować przedsiębiorstwa, które – aby pozostać na rynku – zmuszone są do podejmowania dalekosiężnych decyzji, dotyczących swego przetrwania i rozwoju.

Transfer technologii powszechnie traktuje się jako przepływ myśli, idei i innowacji. Pojęcie to można rozszerzyć o<sup>5</sup>:

- doradztwo i pośrednictwo technologiczne,
- informacje o nowych technologiach, inicjowanie transferu,
- wspieranie przedsięwzięć innowacyjnych w małych i średnich przedsiębiorstwach oraz nowo utworzonych tzw. przedsiębiorstwach odpryskowych (*spin off*),
- rozwój systemu wspierania przedsięwzięć innowacyjnych i przedsiębiorczości.

Obecnie wiedza staje się jednym z podstawowych źródeł długoterminowej, możliwej do utrzymania przewagi konkurencyjnej w skali międzynarodowej.

Państwo może oddziaływać na naukę w sposób bezpośredni i pośredni. Przykładów działań bezpośrednich dostarcza Francja, w której funkcjonuje Agencja Waloryzacji Badań (*ANVAR – Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche*<sup>6</sup>), biorąca udział w formułowaniu polityki innowacyjnej i polityki rozwoju przemysłu. Instytucja ta spełnia trzy zadania<sup>7</sup>:

- wdraża wynalazki,
- stymuluje innowacje w przedsiębiorstwach,
- partycypuje w kosztach modernizacji aparatu produkcyjnego.

Narzędziem służącym do finansowania tego rodzaju działań jest Fundusz Badań Naukowych i Technologicznych, udzielający kredytów na realizację przedsięwzięć innowacyjnych.

Przykładem oddziaływań pośrednich jest stosowane w Holandii refundowanie części strat ponoszonych przez realizatorów innowacji, a w Wielkiej Brytanii – stosowanie zniżek podatkowych. Ogólnie można wyróżnić trzy następujące rodzaje polityki naukowej<sup>8</sup>:

- partycypację – polegającą na finansowym wspieraniu badań za pośrednictwem wyspecjalizowanych instytucji i funduszy,
- regulację – (oddziaływanie pośrednie), gdy władza państwowa określa pewne ramy oddziaływań służących realizacji polityki naukowej, np. w formie ustaw, określających funkcjonowanie wyższych uczelni czy ustalenia wielkości wydatków na naukę w ramach budżetów,

<sup>5</sup> Por.: K. Matusiak, *System transferu technologii w rozwiniętej gospodarce rynkowej*, [w:] M. Fic (red.), *Rola ośrodków innowacji i przedsiębiorczości w rozwoju regionalnym oraz promocji małych i średnich przedsiębiorstw*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 1994, s. 173.

<sup>6</sup> Zob.: <http://www.anvar.fr>

<sup>7</sup> S. Korenik, E. Szostak, *Polityka naukowa...*, s. 332.

<sup>8</sup> Por.: K. Moszkowicz, *Polityka innowacyjna w krajach wysoko rozwiniętych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1995, s. 27.

- popieranie – oddziaływanie pośrednie na jednostki badawczo-rozwojowe i organizacje samorządowe nauki w celu zapewnienia im uczestnictwa w realizacji polityki naukowej państwa, przy pozostawieniu jednak tym instytucjom decyzji w sprawie tematów i zadań badawczych.

W krajach OECD podstawowym rodzajem oddziaływania państwa na sferę nauki jest popieranie nie tylko publicznych instytucji nauki, ale także działających w sferze nauki instytucji prywatnych. Najczęściej stosuje się trzy następujące typy oddziaływań<sup>9</sup>:

- 1) popieranie instytucjonalne, polegające na dostarczeniu wybranym instytucjom, prowadzącym prace badawcze, którymi jest zainteresowane państwo, środków finansowych – dotyczy to wyższych uczelni i pozauniwersyteckich ośrodków badawczych,

- 2) popieranie projektowe, które stanowi najbardziej typowy rodzaj tej działalności, polegający na dostarczaniu przez państwo odpowiednich środków, albo na udzielaniu wybranym instytucjom gwarancji finansowych na określone typy projektów badawczych, wchodzących w skład rządowych programów badawczych lub dotyczących priorytetów państwowych,

- 3) udzielanie pomocy, które może być realizowane w ramach dwóch wcześniej wymienionych działań bądź też samodzielnie. Państwo częściowo pokrywa koszty pośrednie funkcjonowania jednostek badawczych. Mogą to być subwencje na koszty osobowe, inwestycyjne zakupy praw licencyjnych, dostarczanie określonych informacji czy doradztwo.

Pomoc państwa w krajach OECD dla sektorów nowych technologii jest szczególnie zauważalna, co więcej – jest ona prowadzona wielotorowo. Kraje te rozumieją konieczność budowy społeczeństwa opartego na wiedzy i traktują to jako rozwiązanie priorytetowe.

Instrumenty wykorzystywane przez państwo do realizacji polityki naukowej – ze względu na stosowanie w poszczególnych etapach procesu badawczo-innowacyjnego – można podzielić na dwie grupy<sup>10</sup>:

- instrumenty o charakterze ogólnym, oddziałujące na cały proces badawczy, łącznie z wdrażaniem osiągnięć nauki do praktyki gospodarczej, takie jak: dotacje i subwencje rządowe, umowy uzgodnione, kontrakty programowe,

- instrumenty wyspecjalizowane, oddziałujące jedynie na pewne elementy procesu badawczego, takie jak:

- ulgi finansowe mogące przybierać postać zwolnienia od podatku pewnej części zysku, amortyzacji nadzwyczajnej czy ułatwień w rejestracji i w warunkach funkcjonowania przedsiębiorstw badawczo-rozwojowych,

- premie za innowacje.

---

<sup>9</sup> *Ibidem*, s. 334.

<sup>10</sup> *Ibidem*.

Stosowane w Polsce instrumenty polityki naukowej można podzielić na dwie grupy. Pierwsza grupa instrumentów związana jest z polityką podatkową. Może ona przejawiać się w<sup>11</sup>:

- zaliczaniu do kosztów uzyskania przychodów wydatków poniesionych przez podatników na prowadzenie badań naukowych lub prac badawczo-rozwojowych,
- zaliczaniu do kosztów uzyskania przychodów wydatków poniesionych przez podatników na zakup wyników badań,
- zaliczaniu do kosztów uzyskania przychodów nieinwestycyjnych wydatków wdrożeniowych poniesionych przez podatnika,
- odliczaniu w całości lub w części od dochodu przed opodatkowaniem – do wysokości 50% tego dochodu – wydatków inwestycyjnych związanych z wdrożeniem patentów licencji oraz wyników krajowych prac naukowych,
- odliczeniu od dochodu do opodatkowania wydatków poniesionych na innowacyjne inwestycje w okresie dłuższym niż jeden rok podatkowy,
- ulgach podatkowych dla osób fizycznych – autorów nowych rozwiązań innowacyjnych.

W teorii ekonomii dotyczącej kreowania nowych osiągnięć naukowych ukształtowały się dwa ujęcia. Pierwsze z nich podkreśla znaczenie stopy popytowej, drugie zaś – strony podażowej. Koncepcja popytowa głosi, że głównym czynnikiem tworzącym innowacje są potrzeby, których rozpoznanie, a następnie przekazanie informacji o ich istnieniu z rynku do placówek naukowo-badawczych, powoduje rozpoczęcie procesu tworzenia nowych wyrobów, technologii czy usług. Teorię tę odzwierciedlają badania zrealizowane przez J. Schmooklera. W modelu zbudowanym przez Schmooklera wyznaczono cztery sposoby zaspokajania popytu rynkowego. Pierwszy prowadzi do zaspokajania popytu z wykorzystaniem istniejących urządzeń, drugi – z wykorzystaniem istniejących technik, a także poprzez inwestowanie w urządzenia dodatkowe.

W myśl teorii podażowej, źródło kreowania innowacji znajduje się po stronie podaży. Podstawy ujęcia podażowego stworzył J.A. Schumpeter<sup>12</sup>. Opracował on w 1912 r. model działalności innowacyjnej, w którym położył nacisk na dopływ nowych pomysłów i idei spoza nauki do przedsiębiorstw, których klasycznym zadaniem jest wdrażanie innowacji.

W swoim modelu Schumpeter położył nacisk na naukę wewnętrzną, czyli własne zakłady badawcze i laboratoria przedsiębiorstw wdrażających innowacje. Nauka zewnętrzna – będąca tu elementem otoczenia – wywiera niewielki wpływ na wdrażanie innowacji, niemniej jej zadaniem jest wymiana informacji z placówkami innowacyjnymi wewnątrz modelu. Obecnie dominują poglądy, że na

<sup>11</sup> *Ibidem*, s. 335.

<sup>12</sup> Por.: J. Schmookler, *Patents, Invention and Economic Change: Data and Selected Essays*, Harvard University Press, Cambridge 1972, s. 82.

procesy innowacyjne mają wpływ różne czynniki. W większości krajów rozwiniętych duże znaczenie ma polityka państwa od pewnego czasu traktująca wspieranie innowacji jako jedną z istotnych form wspomaganie polityki strukturalnej i przemysłowej.

Teorie związane z wykorzystaniem innowacji w ostatnim trzydziestoleciu były bardzo mocno rozwijane, a jest to istotne, ponieważ inwestycje wysokotechnologiczne stały się siłą napędową wielu rozwiniętych gospodarek. Jednakże, co warto podkreślić, przełożenie innowacji na wsparcie wzrostu gospodarczego znalazło miejsce o wiele wcześniej. Praktycznie zostało to uwypuklone w pierwszych spójnych modelach ekonomicznych lub w ich kolejnych rozwinięciach, zakładających wzrost gospodarczy.

### 3. INNOWACJE W MODELOWANIU EKONOMICZNYM

Historycznie można wyróżnić następujące fazy modelowania ekonomicznego, uwzględniającego wzrost gospodarczy, są to:

- Model klasyczny,
- Model keynesowski,
- Model neoklasyczny,
- Realny cykl koniunkturalny,
- Teorie „endogeniczne”.

Dla potrzeb niniejszej publikacji przytoczono jedynie te modele, które miały wymierny wpływ na ujęcie inwestycji innowacyjnych w kalkulacjach.

Klasyczne modele wzrostu gospodarczego opierały się na trzech czynnikach wytwórczych zgodnie z formułą<sup>13</sup>:

$$Y = F(N, L, K)$$

gdzie:

$N$  – ziemia (zasoby naturalne),

$L$  – praca,

$K$  – kapitał.

Był to model tzw. podażowy, wzrost gospodarczy zależał od produktywności oraz wzrostu nakładów czynników wytwórczych. Czyli można powiedzieć, że wzrost gospodarczy zależał od wzrostu czynników, takich jak: ludność, inwestycje, kapitał czy produktywność. Postęp technologiczny mógł przyspieszyć ogólny wzrost. Jednym z najważniejszych argumentów A. Smitha było to, że podział

---

<sup>13</sup> K. Piech, *Wiedza i innowacje w rozwoju gospodarczym: w kierunku pomiaru i współczesnej roli państwa*, Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa 2009, s. 182.

pracy (specjalizacja), a także postęp w maszynach i handlu międzynarodowym przyczyniają się do wzrostu. Ponadto, zakładano, że przyrost siły roboczej jest proporcjonalny do akumulacji kapitału. Stąd wzrost gospodarczy w modelu klasycznym zależał głównie od stopy akumulacji kapitału fizycznego. Ta zaś wyznaczana była przez stopę zysków z inwestycji. Jednakże nie mogły one rosnąć w nieskończoność ze względu na „prawo malejących przychodów” D. Ricardo<sup>14</sup>. D. Ricardo nieco zmodyfikował powyższe poglądy. Zauważył, że podaż ziemi nie może wzrastać w nieskończoność (jest ograniczona). A zatem czynnik „ziemia” stał się zmienną zależną od jakości, ale stałą pod względem jej podaży. Oznacza to, że na jakość tego czynnika może wpływać postęp technologiczny. Było to pierwsze ujęcie „innowacji” w modelowaniu ekonomicznym wzrostu gospodarczego. Klasyczny model został przez niego przekształcony i uzyskał nową postać, jak poniżej<sup>15</sup>:

$$Y = (N, K)$$

Model Keynesowski wraz z późniejszymi rozwinięciami nie wnosił do analizy inwestycji nowotechnologicznych wiele owego.

Kolejnym ważnym krokiem był powrót do modelu klasycznego, którego adaptacjami w połowie XX w. zajęli się Solow, Swan, Meade. W wyniku ich analiz została wyprowadzona formuła<sup>16</sup>:

$$Y = f(L, K, A)$$

gdzie:

$A$  – wiedza (lub wydajność pracy),

$L$  – praca (siła robocza),

$K$  – kapitał. Jak wyjaśniono wcześniej, „ziemia” nie jest współcześnie uznawana za czynnik produkcji (trochę niesłusznie, patrząc na to, jak ważna jest np. ropa naftowa we wzroście niektórych krajów, np. arabskich czy Rosji), stąd nie występuje w modelu neoklasycznym. Najważniejszym równaniem modelu Solowa jest<sup>17</sup>:

$$\dot{k}(t) = sf(k(t)) - (n + g + \delta)k(t)$$

gdzie:

$\dot{k}$  – stopa zmian  $k$ ,

<sup>14</sup> J. Cypher, J. Dietz, *The Process of Economic Development*, London–New York: Routledge 2005, s. 118.

<sup>15</sup> K. Piech, *Wiedza i innowacje...*, s. 183.

<sup>16</sup> R. Solow, *Technical Change and the Aggregate Production Function*, „Review of Economics and Statistics” 1957, Vol. 39, s. 312–320; zob. również: K. Piech, *Wiedza i innowacje...*, s. 186.

<sup>17</sup> D. Romer, *Makroekonomia dla zaawansowanych*, PWN, Warszawa 2000, s. 31.

czyli ponieważ  $k$  jest funkcją  $K$ ,  $L$  i  $A$  to:

$$\dot{k} = \frac{\partial k}{\partial K} \dot{K} + \frac{\partial k}{\partial L} \dot{L} + \frac{\partial k}{\partial A} \dot{A},$$

gdzie:

- $k$  – zasób kapitału na jednostkę efektywnej pracy,
- $K$  – nieskorygowany zasób kapitału,
- $s$  – stopa oszczędności,
- $sf(k)$  – faktyczne inwestycje na jednostkę efektywnej pracy,
- $f(k)$  – produkt na jednostkę efektywnej pracy,
- $(n + g + \delta)k$  – inwestycje restytucyjne (wielkość inwestycji potrzebna do utrzymania  $k$  na tym samym poziomie),
- $n$  – stopa wzrostu siły roboczej,
- $g$  – stopa postępu technicznego zasilającego pracę,
- $\delta$  – stopa deprecjacji kapitału,
- $t$  – czas.

Z równania tego wynika, że  $k$  dąży do osiągnięcia stanu, w którym wielkość inwestycji faktycznych i restytucyjnych jest sobie równa<sup>18</sup>. Oznacza to, że niezależnie od stanu początkowego model wykazuje tendencję do równowagi. Jednym z częstych sposobów opisu gospodarki w modelu neoklasycznym jest również funkcja Cobba-Douglasa<sup>19</sup>:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

gdzie:

- $A > 0$  to poziom technologii,
- $\alpha$  – stała, gdzie  $0 < \alpha < 1$ .

Model neoklasyczny zajmował się nie tyle wzrostem ekstensywnym, co intensyfikacją wykorzystania czynników produkcji i jej efektami. Model wzrostu Solowa pozwolił na wydzielenie czynników wzrostu gospodarczego w postaci pracy, kapitału i postępu technicznego. Z założenia intensyfikacji wykorzystania zasobów wynikają zmniejszające się zyski z przyrostu kapitału i pracy (prawo malejących przychodów).

W kolejnych latach znaczenie inwestycji wysokotechnologicznych gwałtownie wzrasta i w praktyce już właściwie nie da się oddzielić wzrostu gospodarczego od transferu innowacji, wiedzy, wysokich technologii. Nauka również podąża tym śladem, starając się ilościowo zobrazować, a później udowodnić wpływ innowacji rozumianych szeroko jako nowe technologie w inwestycjach, nakłady na badania

<sup>18</sup> *Ibidem*, s. 32.

<sup>19</sup> K. Piech, *Wiedza i innowacje...*, s. 187.



i rozwój. Rozwija się szereg kierunków badawczych reprezentowanych przez naukowców z różnych dziedzin, którzy zauważają wpływ nakładów inwestycyjnych na określone dziedziny, takie jak medycyna, i starają się w sposób formalny opisać zachodzące zjawiska, a także zbudować modele pozwalające skwantyfikować ten wpływ. Tabela 1. ukazuje wybranych badaczy i daty wydania ich najważniejszych publikacji, dotyczących modelowania wpływu inwestycji innowacyjnych na efektywność inwestycji oraz systemy ekonomiczne.

**Tabela 1. Wybrane analizy i badania modelowe oddziaływania na ekonomię inwestycji wysokotechnologicznych**

Wpływ inwestycji w badania i rozwój na produkcję oraz wzrost produktywności	Wpływ inwestycji w badania i rozwój na stopę zwrotu z inwestycji	
Coe-Helpman 1995 Cuneo-Mairesse 1984 Engleder-Mittelstadt 1988 Griliches 1980-1986 Lichtenberg 1992 Mansfield 1988 Mairesse-Hall 1996 Nadiri 1980 Nadiri-Prucha 1990 Verspagen 1995	Berenstein 1988–1989 Berenstein – Nadiri 1988–1991 Clarck-Griliches 1988 Evenson 1968–1979 Goto-Suzuki 1989 Globerman 1972 Griliches 1958–1986	Hall-Mairesse 1995 Jaffe 1986 Link 1978–1983 Mansfield 1977–1980 Prucha 1986 Nadiri 1993 Schankerman 1981 Schankerman-Nadiri 1986 Scherer 1982–1984 Suzuki 1993

Źródło: analizy własne na podstawie B. Godin, Ch. Dore, *Measuring of impacts of Science: Beyond the Economic Dimension*, INRS Urbanisation, Culture et Société, 2005, 44 p. Paper presented at: 1) Helsinki Institute for Science and Technology Studies, HIST Lecture, 24 August 2007, Helsinki, Finland; 2) International Conference „ Science Impact – Rethinking the Impact of Basic Research on Society and the Economy”, Organized by the Austrian Science Fund (FWF) and the European Science Foundation (ESF), 10–11 May 2007, Vienna, Austria.

Zaproponowane w tabeli 1. badania mają charakter bardzo różnorodny, można znaleźć w nich opis wpływu innowacji na rynek pracy czy efektywność kapitału. Dotyczą one także wielu branż ze szczególnym naciskiem na sektor aparatury medycznej i ochrony zdrowia. Można w nich również znaleźć ocenę wpływu programów publicznych, powiązanych z działaniami mającymi pobudzić wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań. Ten nurt szczególnie mocno jest zarysowany na przykładzie rozwiązań z Wielkiej Brytanii. Programy te są inicjowane z poziomu Komisji Europejskiej. Jednak zdecydowana większość publikacji koncentruje się na opisie dostępnych metod pomiaru wpływu innowacji. Wielu autorów podkreśla trudność z oszacowaniem wpływu inwestycji wysokotechnologicznych. Rzucającym się w oczy wnioskiem jest to, że wpływ ten ma raczej charakter pośredni niż bezpośredni, jest też rozłożony w czasie, przestrzeni gospodarczej i społecznej. Dla wielu, nieekonomiczny wpływ innowacji zależy od znajomości

mechanizmów transferu wyników badań. W wyszczególnionych publikacjach można znaleźć propozycje analitycznych procedur, dzięki którym da się określić ilościowy wpływ innowacji na wybrane zagadnienia, jednakże wielopłaszczyznowe uwarunkowania, którymi zostały ograniczone te analizy, praktycznie uniemożliwiają ich wykorzystanie w szerszych badaniach, pozostając jedynie wąskim narzędziem, skutecznym w wybranych przypadkach.

#### 4. WPLYW INNOWACJI W ZAMKNIĘTEJ PRZESTRZENI GOSPODARCZEJ

Modelowanie wpływu specjalnych stref ekonomicznych na gospodarkę kraju założyciela rozpoczęło się dość wcześniej, już bowiem pod koniec lat 60. XX w. Wówczas to pojawiły się pierwsze modele teoretyczne wywodzące się z teorii handlu zagranicznego. Opierając się na modelach teoretycznych i danych statystycznych oraz teorii handlu, analizowano efekty funkcjonowania specjalnych stref ekonomicznych przy założeniu występowania taryf celnych zwiększających zniekształcenia cenowe bądź efekty bezrobocia na obszarach wiejskich i miejskich. Analizowane modele sugerowały rozwój gospodarki z wykorzystaniem SSE przy uwzględnieniu wielopłaszczyznowych założeń.

Podsumowanie modeli teoretycznych wskazuje na niejednoznaczność wyników zarówno w zakresie wyboru lokalizacji, jak i efektów gospodarczych. W latach 70. i 80. XX w. wykonano dodatkowe badania, analizujące całościowe efekty polityki ekonomicznej zwane analizą kosztów–zysków. Analizy te starają się uwzględnić dodatnie i ujemne efekty polityki ekonomicznej i o tyle są czytelne i logiczne. Badacze w swoich modelach brali pod uwagę całą serię zmiennych mających wpływ na przepływy pieniężne związane z funkcjonowaniem stref ekonomicznych.

Jednym z modeli szacowania efektywności działania stref ekonomicznych jest model, po raz pierwszy zaproponowany przez P.G. Warra w roku 1983, opisujący strefę ekonomiczną jako zamkniętą gospodarkę, w niewielkim stopniu kooperującą z otaczającą ją gospodarką narodową. Strefa była swoistą enklawą gospodarczą stąd też wzięła się nazwa modelu. Model „enklaw” porównuje przepływy kapitałowe do SSE oraz wpływ jej produkcji na gospodarkę poza strefą. Dzięki temu uzyskano zagregowane przepływy finansowe, które po podsumowaniu dały nadwyżkę środków pieniężnych. Model ten w oryginalnej postaci można wyrazić za pomocą równania<sup>20</sup>:

---

<sup>20</sup> T. Kusago, Z. Tzannatos, *Export Processing Zones: A Review In Reed of Update*, „Social Protection Discussion Paper” 1998 (January), No 9802. Zob. także: P.G. Warr, *Export Processing Zones. The economics of Enclave Manufacturing*, 1989 (January), IBRD/World Bank, Research Observer 4, No. 1, s. 67.

$$N_p = (L_t w + M_t P_M + E_t P_E + R_t + T_t) \times S_f^* - (L_t w^* + M_t P_M^* + E_t P_E^* + B_t S_K^*) - A_t - K_t$$

gdzie:

$N_p$  – przepływy netto,

$L_t$  – zatrudnienie w roku  $t$ ,

$w$  – średnia płaca,

$M_t$  – wartość środków do produkcji wykorzystanych roku  $t$ ,

$P_m$  – cena płacona za środki do produkcji,

$E_t$  – obsługa w roku  $t$  (*utilities*),

$P_e$  – cena płacona za obsługę,

$R_t$  – koszty finansowe oraz płatności okresowe z tytułu,

$T_t$  – podatki płacone w roku  $t$ ,

$S_f^*$  – współczynnik określający społeczną stosunku wartość wymiany zagranicznej do oficjalnego kursu wymiany,

$w^*$  – alternatywna cena pracy,

$P_m^*$  – alternatywna cena środków do produkcji,

$P_e^*$  – alternatywna cena obsługi (*utilities*),

$B_t$  – pożyczki wewnętrzne w roku  $t$ ,

$S_k^*$  – współczynnik kosztu kapitału do kosztu rynkowego,

$A_t$  – koszty administracyjne,

$K_t$  – koszt kapitału wynikający z budowy infrastruktury w SSE w roku  $t$ .

Transfer technologii do przedsiębiorstw inwestujących w specjalnej strefie ekonomicznej jest jednym z motywów tworzenia tych enklaw inwestycyjnych. Jednakże warto zaznaczyć, że nie zawsze zachodzi wprowadzenie nowych technologii. Jest to uzasadnione głównie rodzajem przemysłu, jaki inwestuje w strefie. W przypadku przemysłu lekkiego, jaki ulokował swoje inwestycje w SEE w niektórych krajach na Dalekim Wschodzie, o transferze technologii właściwie nie może być mowy. Głównym motywem podjęcia tych inwestycji były bowiem niskie koszty pracy w Indiach czy Bangladeszu, a nie rynek zasobny w wysoko wykwalifikowanych specjalistów, mogących za przystępną cenę podjąć pracę w przedsiębiorstwach inwestujących w SSE.

Aby w pełni odzwierciedlić wpływ inwestycji wysokotechnologicznych na efektywność funkcjonowania SSE, należy dokonać modyfikacji klasycznej formuły zaproponowanej przez P. Warra. Uzupełnieniu muszą podlegać innowacje, a właściwie ich oddziaływanie na gospodarkę. Można to uzyskać poprzez zmianę części formuły dotyczącą wpływu SSE na gospodarkę bez modyfikacji kosztów alternatywnych. W takim bowiem przypadku nie będzie wpływu inwestycji wysokotechnologicznych.

W efekcie, po dostosowaniu dla Polski i modyfikacji, ogólny model kosztów–przychodów będzie miał postać następującego równania<sup>21</sup>:

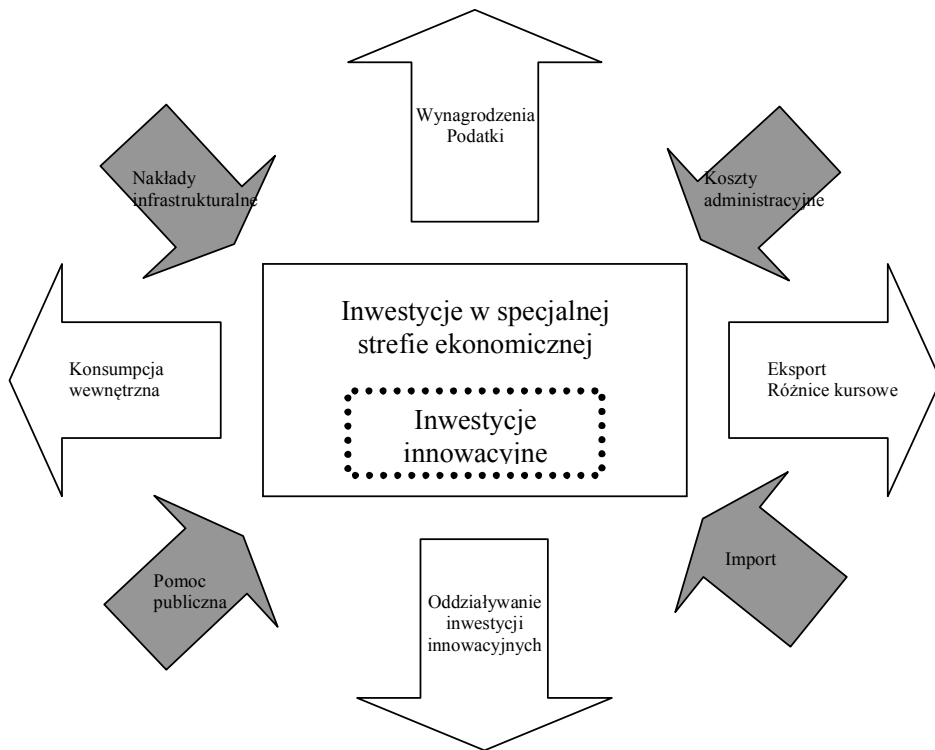
<sup>21</sup> Opracowanie własne na podstawie modelu P. Warra.

$$N_p = (L_t w + T_t + E_t + K_w - I_t + R_k - P_p - A_t - I_i + A_n) - \\ (L_t w + T_t + E_t - I_t + R_k - P_p - A_t - I_i) \times S_k$$

gdzie:

- $N_p$  – przepływy netto,
- $L_t$  – zatrudnienie w roku  $t$ ,
- $w$  – średnia płaca,
- $T_t$  – podatki w roku  $t$ ,
- $E_t$  – eksport,
- $I_t$  – import,
- $K_w$  – wewnętrzna (sprzedaż strefy na rynku krajowym),
- $R_k$  – różnice kursowe,
- $P_p$  – pomoc publiczna,
- $A_t$  – koszty administracji,
- $I_i$  – inwestycje w infrastrukturę,
- $A_n$  – efekty finansowe inwestycji nowotechnologicznych,
- $S_k$  – współczynnik redukcji kosztów alternatywnych.

Dostosowanie oryginalnego modelu miało miejsce głównie w obszarze wpływu eksportu, importu oraz konsumpcji wewnętrznej, jakie miały miejsce pod wpływem produkcji przedsiębiorstw w strefach. Zaproponowano również dodatkowe ujęcie pomocy publicznej w formie niezależnego przepływu kapitału, da to możliwość lepszego uwzględnienia rzeczywistych kosztów, jakie musi ponieść kraj-założyciel specjalnej strefy ekonomicznej. Model P. Warra ignorował wpływ inwestycji innowacyjnych, zastosowanych w strefach, na gospodarkę zewnętrzną, tłumacząc to tym, że oddziaływanie to jest trudne do opisanie ilościowo, rozłożone w czasie oraz rozproszone, co uniemożliwia znalezienie odpowiednich funkcji, dzięki którym istniałaby możliwość właściwego wyliczenia rzeczywistego wpływu. Jednakże, dysponując rozwiązaniami zaproponowanymi w ostatnim dwudziestolecu przez badaczy analizujących wpływ innowacji, można pokusić się o dostosowanie rozwiązań ogólnych do szczególnych warunków gospodarczych panujących w specjalnych strefach ekonomicznych oraz wpływu inwestycji innowacyjnych ponoszonych przez inwestorów. Na rysunku 1. pokazano schematyczne przepływy związane z funkcjonowaniem przedsiębiorstwa w SSE, a uwzględnione w modelowaniu ekonomicznym.



**Rysunek 1. Przepływy finansowe związane z funkcjonowaniem specjalnej strefy ekonomicznej**

Analizując dostępne koncepcje transferu nowych technologii do gospodarki, ciekawym podejściem dla rozwiązania tego problemu jest koncentracja na trzech obszarach, mianowicie na oddziaływaniu inwestycji nowych technologii na kapitał ludzki, ich wpływu na produktywność oraz oddziaływaniu inwestycji nowotechnologicznych na długoterminowy rozwój regionalny. Założenia te zostały ujęte w formułę przedstawioną poniżej:

$$A_t = F(K_l, I_p, I_r)$$

gdzie:

- $A_t$  – przepływ kapitału z tytułu poniesienia inwestycji nowotechnologicznych,
- $K_l$  – wartość kapitału ludzkiego,
- $I_p$  – wartość zwiększenia produktywności,
- $I_r$  – wartość rozwoju regionalnego.

Funkcja ta jest uwzględniona w zmodyfikowanym wzorze P. Warra jako  $A_t$ . Przechodząc do szczegółowych rozwiązań modelowych, należy oszacować

metodologię wyliczenia wpływu inwestycji nowotechnologicznych na powyższe zmienne.

Kapitał ludzki jest zmienną mającą duże znaczenie dla efektywności funkcjonowania strefy, jest on głównie uzależniony od liczby zatrudnionych oraz ich płac. W przypadku inwestycji innowacyjnych następuje dynamiczne zwiększenie zasobów kapitału ludzkiego oraz jego jakości, rozumianej jako wykształcenie, przedsiębiorczość, zdolność do podejmowania ryzyka. Przekłada się to na osiągnięte zarobki i płacone podatki. Tak więc, wpływ ten określony zostanie jako zależność inwestycji innowacyjnych w stosunku do wynagrodzeń pracowników. Wstępne szacunki wskazują na to, że inwestycje innowacyjne generują większe zatrudnienie i wpływy z podatku dochodowego niż tradycyjne inwestycje.

$$K_l = I_n \times Lw \times W_l$$

gdzie:

- $K_l$  – wpływ kapitału ludzkiego,
- $I_n$  – inwestycje innowacyjne,
- $L$  – wielkość zatrudnienia,
- $w$  – średnia płaca,
- $W_l$  – stały współczynnik wpływu.

Kolejnym parametrem jest zwiększenie produktywności. Ponieważ nie ma bezpośrednio takiej zmiennej w modelu, jej wpływ będzie rozłożony na następujące czynniki: eksport, konsumpcja wewnętrzna, podatki dochodowe.

$$I_p = I_n \times E_t \times W_p + I_n \times T \times K_w \times W_p$$

gdzie:

- $I_p$  – wpływ zwiększenia produktywności,
- $I_n$  – inwestycje innowacyjne,
- $E_t$  – wartość eksportu ze strefy,
- $T$  – podatki,
- $K_w$  – konsumpcja wewnętrzna,
- $W_p$  – stały współczynnik wpływu.

Ostatnim czynnikiem, jaki należałoby uwzględnić przy wykonywanych analizach, jest wpływ na rozwój regionalny. W tym przypadku rozwiązaniem mogącym w pewnym stopniu odzwierciedlać wywierany wpływ inwestycji innowacyjnych będzie ich powiązanie z regionalnym produktem krajowym brutto.

$$I_r = I_n \times PKB_{reg} \times W_r$$

gdzie:

- $I_r$  – wpływ na rozwój regionalny,
- $I_n$  – inwestycje innowacyjne,

$PKB_{reg}$  – regionalny PKB,  
 $W_r$  – stały współczynnik wpływu.

Zaproponowane rozwiązania w zakresie oddziaływania inwestycji innowacyjnych są w dużej mierze oparte na dotychczasowych analizach ogłaszanych w publikacjach międzynarodowych. Jednakże różnorodność i unikalność proponowanych rozwiązań jest tak duża, że istnieje potrzeba dostosowania formuł do warunków polskich oraz do konkretnego celu. Dodatkową trudnością jest niejednoznaczny wpływ inwestycji innowacyjnych na otoczenie gospodarcze odbierany w dużej mierze jako pozytywny wpływ pośredni, który ma rozproszony charakter. Aplikacyjne zastosowanie zaproponowanych powyżej rozwiązań może napotkać trudności z ustaleniem składników równań, takich jak: wartość inwestycji innowacyjnych w SSE, stałe współczynniki wpływu, które będą odzwierciedlały przełożenie finansowe pomiędzy inwestycjami w SSE a otoczeniem czy wartość PKB z podziałem na jednostki samorządu terytorialnego. Autor zaznacza, że zaproponowane rozwiązania ilościowe odzwierciedlają logikę dotychczasowych badań modelowych oraz opisywanego teoretycznie wpływu innowacji na otoczenie, jednakże w celu uzyskania pełnego wyjaśnienia poprawności ujętych w formuły zjawisk, należy prowadzić dodatkowe badania empiryczne.

## 5. PODSUMOWANIE

Modele ekonomiczne i ekonometryczne, opisujące w sposób ilościowy zjawiska gospodarcze, towarzyszyły nauce od samego początku. Początkiem modelowania ekonomicznego, realnie odzwierciedlającego wpływ czynników na wzrost gospodarczy, był model klasyczny, którego pierwsze rozwinięcia ujmowały ekwiwalent inwestycji innowacyjnych w swoich analizach. Jednakże, współczesne ujęcie modelowe inwestycji wysokotechnologicznych zostało opisane w modelach opracowanych pod koniec XX w. Podstawą był model Solowa. Następnie dynamiczny rozwój sektorów przemysłu opartych na inwestycjach nowotechnologicznych wymusił wprowadzenie nowych powiązań, uwzględniających czynniki globalizacyjne, a wywodzących się z teorii handlu zagranicznego. Specjalne strefy ekonomiczne są jednym z narzędzi wspierających wzrost gospodarczy poprzez przyciągnięcie nowych inwestycji. Dodatkowym oddziaływaniem SSE na gospodarkę są inwestycje innowacyjne, które wywołują różnorakie efekty ekonomiczne. Zaproponowane rozwiązania modelowania efektywności SSE zakładają wykorzystanie modelu przepływowego P. Warra, z dodatkowymi założeniami, uwzględniającymi inwestycje innowacyjne, które „wpływają na kapitał ludzki, efektywność produkcji oraz rozwój regionalny.

## LITERATURA

- Bernstein J., *Cost of production, Intra- and Interindustry R&D Spillovers: Canadian Evidence*, „Canadian Journal of Economics” 1988, Vol. 21, s. 324–347.
- Bernstein J., Nadiri M., *Interindustry R&D Spillovers, Rate of return and Production in high-tech industries*, „American Economic Review” 1988, Vol. 78, No. 2, s. 429–434.
- Classification of high technology products and industries*, dokument DSTI/EAS/IND/STP, OECD, Paris 1995, s. 6.
- Coe D., Helpman E., *International R&D Spillovers*, „European Economic Review”
- Cuneo P., Mairesse J., *Productivity and R&D at the firm level in French manufacturing*, [w:] Z. Griliches (red.), *R&D, Patents and productivity*, University of Chicago Press, Chicago 1984.
- Cypher J., Dietz J., *The Process of Economic Development*, London–New York: Routledge 2005.
- Engander A.S., Mittelstadt A., *Total factor productivity: macroeconomic and structural aspects of the slowdown*, OECD Economic Studies 1988, No. 10.
- Godin B.C., Doré C., *Measuring the Impacts of Science: Beyond the Economic Dimension*, INRS Urbanisation, Culture et Société, 2005, 44 p. Paper presented at: 1) Helsinki Institute for Science and Technology Studies, HIST Lecture, 24 August 2007, Helsinki, Finland; 2) International Conference „Science Impact – Rethinking the Impact of Basic Research on Society and the Economy”, Organized by the Austrian Science Fund (FWF) and the European Science Foundation (ESF), 10–11 May 2007, Vienna, Austria.
- Goto A., Suzuki K., *R&D capital, rate of return on R&D investment and spillovers of R&D in Japanese manufacturing industries*, „Review of economics and statistic” 1989, Vol. 71, No. 3, s. 731–753.
- Griliches Z., *Returns to R&D expenditure in the private sector*, [w:] K.W. Kendrick, B. Vaccara (red.), *New development in productivity measurement*, University Press, Chicago 1980.
- Grossman G.M., Helpman E., *Endogenous innovation in the theory of growth*, „Journal of Economic Perspectives” 1994, Vol. 8, No. 1, s. 23–44.
- Lichtenberg F., *R&D Investment in international productivity differences*, NBER Working Paper 1992, No. 4161.
- Korenik S., Szostak E., *Polityka naukowa i innowacyjna*, [w:] B. Winiarski (red.), *Polityka gospodarcza*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
- Kusago T., Tzannatos Z., *Export Processing Zones: A Review In Reed of Update*, „Social Protection Discussion Paper” 1998 (January), No. 9802.
- Mansfield E., *Industrial R&D in Japan and the United States: a comparative study*, „American Economic Review” 1988, Vol. 78, s. 223–228.
- Matusiak K., *System transferu technologii w rozwiniętej gospodarce rynkowej*, [w:] M. Fic (red.), *Rola ośrodków innowacji i przedsiębiorczości w rozwoju regionalnym oraz promocji małych i średnich przedsiębiorstw*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 1994, s. 173.
- Moszkowicz K., *Polityka innowacyjna w krajach wysoko rozwiniętych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1995, s. 27.
- Nadiri M., *Sectoral productivity slowdown*, „American Economic Review” 1980, Vol. 70, s. 349–355.
- Nadiri M., *Innovations and technological Spillovers*, NBER Working Paper 1993, No. 4423.
- OECD, *The knowledge-based economy; a set of facts and figures*, Paris 1999.
- Piech K., *Wiedza i innowacje w rozwoju gospodarczym: w kierunku pomiaru i współczesnej roli państwa*, Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa 2009.
- Pomykański A., *Innowacje*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1997.
- Romer D., *Makroekonomia dla zaawansowanych*, PWN, Warszawa 2000.
- Schmookler J., *Patents, Invention and Economic Change: Data and Selected Essays*, Harvard



- University Press, Cambridge 1972.
- Solow R., *Technical Change and the Aggregate Production Function*, „Review of Economics and Statistics” 1957, Vol. 39, s. 312–320.
- Suzuki K., *R&D Spillovers and technology transfer among and within vertical keiretsu groups: evidence from the Japanese electrical machinery industry*, „International Journal of Industrial Organization” 1993, Vol. 11, s. 573–591.
- Verspagen B., *R&D and Productivity: a broad Cross-section Cross-country Look*, „Journal of Productivity Analysis”, 1995, Vol. 6, s. 117–135.
- Warr P.G., *Export Processing Zones. The economics of Enclave Manufacturing*, 1989 (January), IBRD/World Bank, Research Observer 4, No. 1.

*Radosław Pastusiak*

#### **IMPACT OF INNOVATION ON ECONOMIC GROWTH IN THE ECONOMIC MODELING ON THE EXAMPLE OF SPECIAL ECONOMIC ZONES**

This publication is dedicated to innovative investment role of innovation in the modeling of economic growth. The publication is entered major economic models containing in itself a solution comparable to the intellectual capital and technological investments in the perspective of the last hundred years, with particular emphasis on micro-economic, such as special economic zones. On the basis of the model P. Warr, estimating the efficiency of the SEZ, based on the latest concepts in modeling innovation, recognizing the economic, introduces innovation. Which depends on three factors: human capital, productivity growth and the impact on regional development.