

1.4. MODELE ROZWOJU INNOWACYJNEGO

Mechanizm innowacji to ciągle zmiany ilościowe i jakościowe czynników produkcji. Efekty innowacji mają prowadzić do coraz lepszego wykorzystania czynników produkcji oraz poprawy konkurencyjności przedsiębiorstw i gospodarek. Istotnym aspektem procesu innowacyjnego jest jego przyczyna. W najbardziej ogólnym podejściu, mechanizm innowacji może być podzielony na: podażowy, oparty na neoklasycznej teorii wzrostu (tzw. *technology-push*), i popytowy, wynikający z założeń ekonomii keynesowskiej (tzw. *demand-pull*).

Model podażowy

Koncepcja podażowa ogranicza innowacyjność do działalności badawczo – rozwojowej (B+R), co pozwala na ocenę zmian innowacyjnych za pomocą produktywności czynników produkcji (TFP).

TFP (*total factor productivity*) – całkowita produktywność czynników produkcji – miara efektywności wszystkich nakładów. Wzrost TFP jest konsekwencją wykorzystania innowacji czy zmian technologicznych.

Skutki zmian technicznych mogą być ujmowane endogenicznie, czyli jako indukowane czynniki o charakterze ekonomicznym. Produkty wytwarzane przez dział B+R to wyłącznie nowe technologie, których wykorzystanie ma doprowadzić do wzrostu produktywności kapitału i wydajności pracy w sektorze dóbr produkcyjnych. Technologie innowacyjne są w pewnym zakresie również nowymi produktami, z punktu widzenia przedsiębiorstw je wytwarzających⁵⁹. Postęp techniczny jest zatem czynnikiem produkcji, który – podobnie jak praca i kapitał – ma swoją własną, niezależną produktywność.

Innowacje wynikają z możliwości technicznych, natomiast zmiany produktywności są związane ze wzrostem lub spadkiem innowacyjności (czynniki po-

⁵⁹ Zob.: E. Phelps, *Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research*, „Review of Economic Studies”, Vol. 33, 1966, s.135-140.

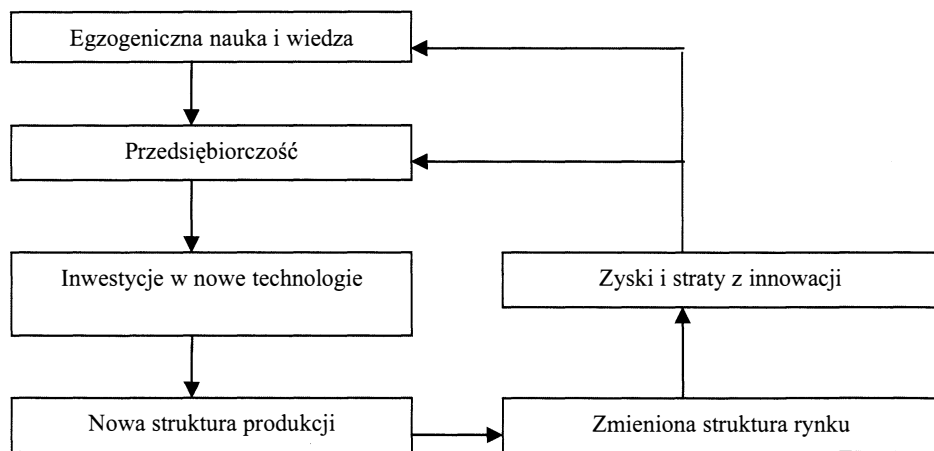
dażowe). W skali makroekonomicznej powoduje to rozwój sektorów, gdy wzrost produktywności kapitału staje się coraz łatwiejszy i mniej kosztowny (ogranicza działanie prawa malejących przychodów). Poza tym, nie wyczerpuje się zasób dostępnych technik produkcji, stanowiących podstawę wzrostu inwestycji⁶⁰.

W skali mikroekonomicznej podejście podażowe oznacza, że inicjatorem działalności innowacyjnej jest kadra B+R. Poszukuje ona możliwości skomercjalizowania efektów postępu technicznego, co w rzeczywistości ma dwie istotne konsekwencje⁶¹:

- przedsiębiorstwa z większym zapleczem B+R mają przewagę nad przedsiębiorstwami cechującymi się niewielkim potencjałem B+R, gdyż liczniejsza kadra pracowników badawczo-rozwojowych potrafi w większym stopniu wykorzystać do celów ekonomicznych postęp w dziedzinie nauk podstawowych;
- gdy założy się zbliżony poziom potencjału badawczego, aktywność wynalazczo-innowacyjna będzie większa w tych dziedzinach, w których szybciej rozwija się (w badaniach podstawowych) odpowiednia baza naukowa.

Przedsiębiorcy poprzez innowacje ponoszą określone ryzyko, oczekując przyszłych korzyści. Wdrożenie innowacji wpłynie na zmianę struktury rynku, dając tymczasową pozycję monopolistyczną i zyski nadzwyczajne innowatorom. Efektem tego będzie pojawienie się naśladowców (dyfuzja) i ograniczenie uprzywilejowania przedsiębiorstw przez zwiększenie konkurencji rynkowej (Zob.: Rysunek 1.7.).

Rysunek 1.7. Model innowacji *technology-push*



Źródło: C. Freeman, J. Clark, L. Soete, *Unemployment and Technical Innovation, A Study of Long Waves and Economic Development*, Pinter, London, 1982, s. 39.

⁶⁰ Zob.: S.Kuznets, *Secular Movements in Production and Prices*, Riverside Press, Boston, 1930, s. 11 – 26.

⁶¹ B. Fiedor, *Neoklasyczna teoria postępu technicznego. Próba systematyzacji i krytycznej analizy*, Akademia Ekonomiczna, Wrocław, 1986, s. 186.

Specyfikę zmian technicznych określają czynniki decydujące o poziomie i tempie wzrostu wiedzy technicznej (*supply-induced*). Schumpeter kładł nacisk na podażowe (zewnętrzne wobec przedsiębiorstw) źródła postępu technicznego, gdyż w gospodarce istnieje stały strumień wynalazków. Postęp techniczny cały czas funkcjonuje i jest realizowany przez odpowiednie jednostki innowacyjne wprowadzające go w życie. To, z kolei, ma doprowadzić do rozwoju gospodarczego.

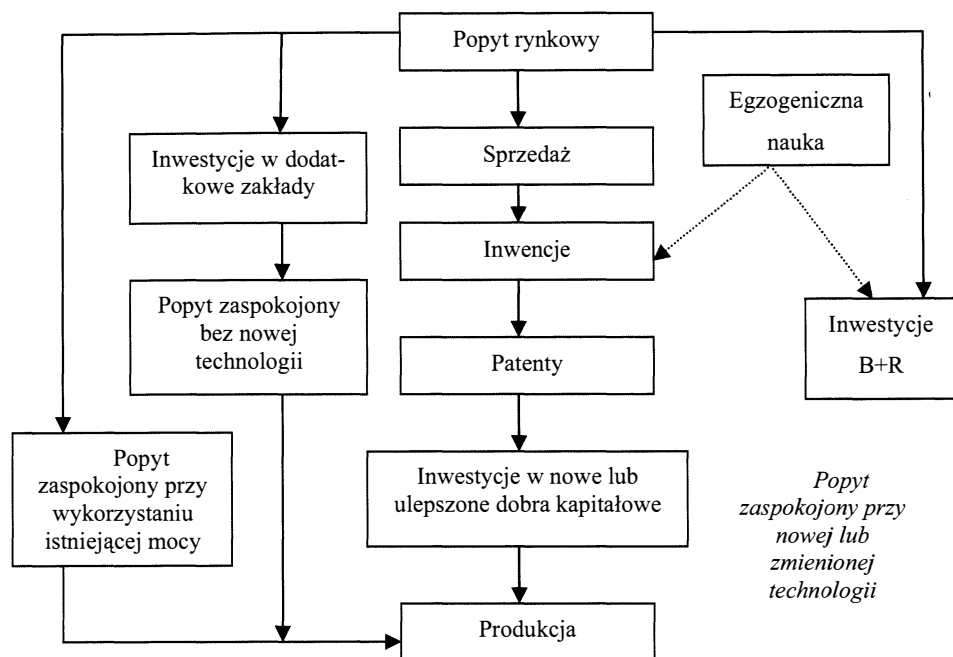
Model popytowy

W teorii popytowej najistotniejsza, z punktu widzenia funkcjonowania przedsiębiorstwa, jest kadra zajmująca się marketingiem, czyli rozpoznająca potrzeby rynkowe. Innowacje są traktowane jako odpowiedź na nowe, ekonomiczne możliwości maksymalizacji zysku przedsiębiorstwa. Podmioty, które je uzyskają, muszą dążyć do zwiększenia wyposażenia kapitałowego, stwarzając możliwość wzrostu zysków dostawcom oferującym nowe lub usprawnione technologie. Decydujące o poziomie aktywności innowacyjnej jest oczekiwanie wyższej wartości rynkowej nowego lub usprawnionego dobra, co zależy od aktualnej wielkości oraz przewidywanego tempa wzrostu pojemności rynku, na którym nowe produkty będą sprzedawane.

Podczas selekcji rodzaju innowacji istnieje zasada, że należy wybrać tę, dla której absolutna wielkość rynku bądź też tempo przyrostu pojemności rynku są większe. Zależność między liczbą innowacji a wielkością sprzedaży, aktywami kapitałowymi i zatrudnieniem w danej gałęzi jest dla wszystkich wymienionych czynników podobna i ma charakter wprost proporcjonalny (zarówno w przypadku dóbr trwałego, jak i nietrwałego użytku).

Innowacje popytowe wiążą się również z dochodową elastycznością popytu na produkty wytwarzane przez różne gałęzie, co wpływa na wartość ekonomiczną dóbr konsumpcyjnych. Ponadto, elastyczność dochodowa popytu ma znaczenie dla intensywności powstawania nowych pomysłów w poszczególnych sektorach (Zob.: Rysunek 1.8.).

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania, można stwierdzić, że ani czysto podażowe, ani czysto popytowe interpretacje innowacji nie mogą wyjaśnić tempa, kierunków czy przestrzenno-czasowego zróżnicowania intensywności postępu technicznego. Innowacje pojawiają się w wyniku zarówno zmian potrzeb rynkowych, jak i możliwości technicznych, przed którymi w swym rozwoju staje każda dziedzina produkcji.

Rysunek 1.8. Model innowacji *demand-pull*

Źródło: C. Freeman, J. Clark, L. Soete, *Unemployment and Technical Innovation, A Study of Long Waves and Economic Development*, Pinter, London, 1982, s. 41.

Istnieje wiele przykładów innowacji technicznych (laser, energia atomowa, penicylina) związanych z podejściem *technology-push*, jak również dużo przykładów wiążących je ze zmianami popytu (wzrost zapotrzebowania na samochody spowodował wykorzystanie napędu mechanicznego, wzrost cen włókien naturalnych doprowadził do odkrycia włókien sztucznych).

Innowacje oszczędzające czynniki produkcji

Innowacje mogą być procesem „darmowej inspiracji” (*costless inspiration*). Każdy producent, funkcjonujący na rynku, może bez żadnych dodatkowych kosztów pozyskać nową wiedzę, co wpłynie na oszczędność części zasobów (rośnię efektywność)⁶². Jednak korzyści z innowacji osiągną jedynie te podmioty, które inwestują we własne prace badawcze, czyli „uczą się przez własne badania”. Wynika to z większych możliwości dostosowania działalności badawczej do wymagań rynkowych. Oczywiście, przedsiębiorstwa mogą mieć dostęp do

⁶² Zob.: J.E. Meade, *A Neoclassical Theory of Economic Growth*, UNWIN University Press, London, 1961, s. 19 – 25.

cudzych badań („uczenie się przez cudze badania”), jednak nie zawsze są w stanie je odpowiednio wykorzystać. W obu przypadkach będzie dochodzić do zmian innowacyjnych, z tym że będą one miały dwie formy:

- używająca czynników produkcji (*factor-using*);
- oszczędzająca czynniki produkcji (*factor-saving*).

Miernikiem obu jest produktywność krańcowa czynników produkcji.

Procesy innowacyjne o charakterze podażowym mogą być wspierane ingerencją państwa (system patentowy, państwowe wydatki na B+R), jednak prowadzi to do wystąpienia korzyści lub niekorzyści zewnętrznych, czyli braku konkurencji.

Tempo postępu technicznego i bieżący poziom wiedzy gospodarczej są wynikiem dotychczasowego doświadczenia produkcyjnego. Innowacje ucieleśniają się w nowym wyposażeniu kapitałowym, będącym wynikiem nowych inwestycji i występującym w sektorze produkującym dobra kapitałowe⁶³.

Innowacje indukowane

Innowacje mogą być związane z czynnikami indukującymi ich powstawanie (zarówno w aspekcie produktowym, jak i procesowym) oraz rozprzestrzenianie się w gospodarce. Tego typu analiza grupuje poszczególne czynniki ekonomiczne, wpływające na postęp techniczny, w sposób następujący:

- innowacje jako wynik zmian cen czynników produkcji lub zmian udziału czynników produkcji w produkcie gospodarczym;
- czynniki determinujące występowanie innowacji, ich tempo i intensywność oraz szybkość rozprzestrzeniania się.

Innowacje, indukowane zmianami relatywnych cen czynników produkcji, zmniejszają koszty kapitałowe, powodując pojawianie się technik pracooszczędnych, określanych jako wzrost relacji krańcowego produktu kapitału w stosunku do krańcowego produktu pracy przy danej relacji ilościowej kapitału do pracy zastosowanych do wytworzenia danej wielkości produktu.

Innowacje oparte na badaniach podstawowych

Innowacje mogą być również determinowane badaniami podstawowymi, a nakłady na działalność badawczą (przyrost zasobu wiedzy) dane są egzogenicznie. W gospodarce występuje sektor badań publicznych, który wnosi nową wiedzę, przyspieszając rozwój gospodarki. Sektor jest finansowany wpływami z podatków, postęp techniczny zaś jest traktowany jako niewynikający z akumulacji kapitału czynnik wzrostu gospodarki⁶⁴.

⁶³ Zob.: J.K. Arrow, *The Economic Implications of Learning by Doing*, „Review of Economic Studies”, Vol. 29, 1962.

⁶⁴ Zob.: G. Grossman, E. Helpman, *Trade, innovation and growth*, „American Papers and Proceedings, May 1990, s. 23.

Innowacje wynikające z kapitału ludzkiego

Innowacje mogą być czynnikiem endogenicznym, związanym z kapitałem ludzkim, określonym zasobem wiedzy i możliwościami ludzi. Innowacje są rozłożone w czasie, ze względu na proces tworzenia i dostępu do kapitału ludzkiego. Jego efekty będą widoczne dopiero w przyszłości. Postęp techniczny ucieleśnia się w kapitale, jednakże dążenie jedynie do wzrostu akumulacji kapitału rzeczowego może być niekorzystne dla przyszłych przedsięwzięć. W przypadku braku odpowiedniej polityki gospodarczej, następuje rozbieżność między indywidualnymi a społecznymi kierunkami jego rozwoju. Dlatego też istotą działań badawczo-rozwojowych jest akumulacja kapitału ludzkiego, która pozwoli na lepsze wykorzystanie zasobów rzeczowych i da możliwości likwidacji barier wzrostu gospodarczego⁶⁵.

Użytkownicy nowych technik muszą płacić określoną kwotę na pokrycie ich kosztów wytworzenia, otrzymując w zamian prawa do wyłącznego z nich korzystania. Postęp techniczny jest częściowo przywłaszczany i wprowadza przez to elementy konkurencji niedoskonałej. Jednocześnie nowe techniki są dodawane do istniejącego poziomu wiedzy i ułatwiają rozwój gospodarczy. Zawierają one również elementy nieprzywłaszczalne (publiczne). Tworzy to taką kombinację składników, która zachęca do innowacji przez odpłatny charakter własności postępu technicznego i pozytywne oddziaływanie na proces wzrostu gospodarczego. W modelach endogenicznych wzrost zależy więc od wielkości zasobów dostępnych dla nowych technik (kapitał ludzki, B+R), a odpowiednie ich połączenie pozwala na wyższą stopę postępu technicznego.

Biorąc pod uwagę różnego typu procesy innowacyjne, można zatem wyodrębnić kilka modeli opartych na kryterium wpływu poszczególnych czynników na innowacje.

Model Nelsona - Phelps

Wykorzystując schumpeterowską teorię rozwoju gospodarczego, model pokazuje, że tempo wzrostu gospodarczego zależy od wielkości zasobu kapitału ludzkiego, który tworzy również możliwości podnoszenia innowacyjności gospodarki lub stwarza szanse na technologiczne doganianie krajów lepiej rozwiniętych (*catch-up*). Różnice w tempie wzrostu gospodarczego wynikają zatem z różnic w zasobie kapitału ludzkiego oraz zdolności gospodarek do generowania efektów innowacji. Poszczególne gospodarki mają jednak zdolność do zmniejszania różnic technologicznych poprzez wzrost innowacyjności opartej na kapitale ludzkim⁶⁶.

⁶⁵ Zob.: P. Romer, *Endogenous Technological Change*, „Journal of Political Economy”, Vol. 98, 1990, s.71 – 72; R. Lucas, *On the Mechanisms of Economic Development*, „Journal of Monetary Economics”, No. 22, 1988, s. 5 – 7.

⁶⁶ Zob.: R. Nelson, E. Phelps, *Investments in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth*, „American Economic Review”, Vol. 61, 1966.

Formuła modelu Nelsona – Phelps’a ma pięć ważnych uwarunkowań i pokazuje, że długookresowy wzrost dochodu *per capita* jest proporcjonalny do stopy wzrostu produktywności całkowitej i wymaga innowacji. Wynika to z założenia, że kraje, które mają niski początkowy poziom dochodu i relatywnie wysoki poziom wskaźników kapitał/praca, osiągają wysoką stopę oszczędności. To pozwala na generowanie większych środków na innowacje.

Model Grossmana - Helpmana

Wprowadza on do analizy innowacji większą liczbę zasobów, które zależą od różnorodnych czynników: rozmiarów rynku, wydajności pracy badawczej i stopnia siły rynkowej w sprzedaży produktów będących rezultatem postępu technicznego. W modelu polityka gospodarcza może oddziaływać na długookresową stopę wzrostu przez określanie wielkości zasobów alokowanych w sektorze innowacyjnym, różnicując przy tym istotę innowacji na: kreację i dyfuzję. Przykładowo, wzrost gospodarczy może wynikać z: liberalizacji handlu zagranicznego, polityki wspierającej konkurencję, relatywnego wzrostu atrakcyjności badań dla ludzi utalentowanych, co rząd jest w stanie wspierać przez subsydiowanie inwestycji w B+R czy modyfikację prawa patentowego. Głównym problemem w tym wypadku jest możliwość zwrotu kosztów innowacji⁶⁷.

Model Prescottta - Parente

Model rozwija kategorię TFP, co pozwoliło na uwzględnienie specyfiki polityki gospodarczej prowadzonej w poszczególnych krajach. Podejście to można nazwać „teorią relatywnej efektywności”, ponieważ dekomponuje ono krajowe TFP na dwa składniki⁶⁸:

- czystą wiedzę lub technikę;
- efektywność.

Składnik technologiczny TFP jest wspólny dla poszczególnych krajów, gdyż zasób produktywności dostępnej wiedzy jest również taki sam. Efektywność, z kolei, jest rozmaita i wynika ze zróżnicowania polityki ekonomicznej i różnic w układzie instytucjonalnym. Zasadniczym elementem jest różnorodny charakter polityki fiskalnej i pieniężnej, stopień otwartości gospodarki, rynek pracy, polityka innowacyjna i konkurencyjność oraz sprawność systemu prawnego. Poziom efektywności poniżej 1 pokazuje, że analizowana gospodarka osiąga poziom produkcji niższy od potencjalnego, czyli znajduje się poniżej krzywej możliwości produkcyjnych, zatem implikuje różnice w poziomie TFP.

⁶⁷ Zob.: G.M. Grossman, *Economic Growth: Theory and Evidence*, E. Elgar Publishing, Brookfield, 1996, s. 129 – 142.

⁶⁸ Zob.: S.L. Parente, E.C. Prescott, *Barriers to Riches*, MIT Press, Cambridge, 2000, s. 140 – 146.

Rozwijając model relatywnej efektywności, należy przyjąć, że w gospodarce dostępne są tylko: współczesna funkcja produkcji oraz ograniczenia jednostkowego poziomu produkcji. Wprowadzenie do analizy postępu technicznego oraz możliwości rozwojowych gospodarki wymaga zatem szerszego omówienia zagregowanej funkcji produkcji skorelowanej ze współczesnymi czynnikami wzrostu.

Model może służyć do wyjaśnienia procesu *catch-up* w poszczególnych gospodarkach oraz istoty ich dynamiki w relatywnie krótkim czasie. Takie kraje, jak: Botswana, Chiny, Japonia, Korea Południowa czy Tajwan, były zdolne do podwojenia swoich standardów życiowych po II wojnie światowej w okresie krótszym niż dekada. Dotyczyło to jednak krajów słabo rozwiniętych, gdyż w gospodarkach wysoko rozwiniętych zmiany w poziomie dochodu odbywały się znacznie wolniej. Przyczyną tak wysokiej dynamiki procesów rozwojowych były: relatywny wzrost efektywności oraz transformacja systemów gospodarczych w stronę większej otwartości.

Ewolucja modeli innowacji

Jak można zauważyć, poszczególne podejścia do procesów innowacyjnych ewoluują. Wynika to ze zróżnicowania czynników czy działań tworzących innowacje, obejmujących procesy o charakterze: naukowym (badawczym), technicznym, organizacyjnym finansowym i handlowym (komercyjnym), których celem jest opracowanie i wdrożenie nowych lub istotnie ulepszonych produktów i procesów. Działalność ta jest zatem bardzo zróżnicowana. W literaturze zaś sformułowano szereg teoretycznych grup modeli działalności innowacyjnej, które w kolejnych generacjach odzwierciedlały zmienność uwarunkowań i przebiegu procesów innowacyjnych. Można to przedstawić w postaci kolejnych pięciu generacji (Zob.: Tabela 1.).

Tabela 1. Ewolucja modeli innowacji

Lp.	Generacja modelu	Okres
1.	Pchany przez naukę	Do połowy lat 60-tych
2.	Ciągnięty przez rynek	Do początku lat 70-tych
3.	Interakcyjny (sprzężeniowy)	Do początku lat 80-tych
4.	Zintegrowany	Do końca lat 90-tych
5.	Symultaniczny	Od początku XXI wieku

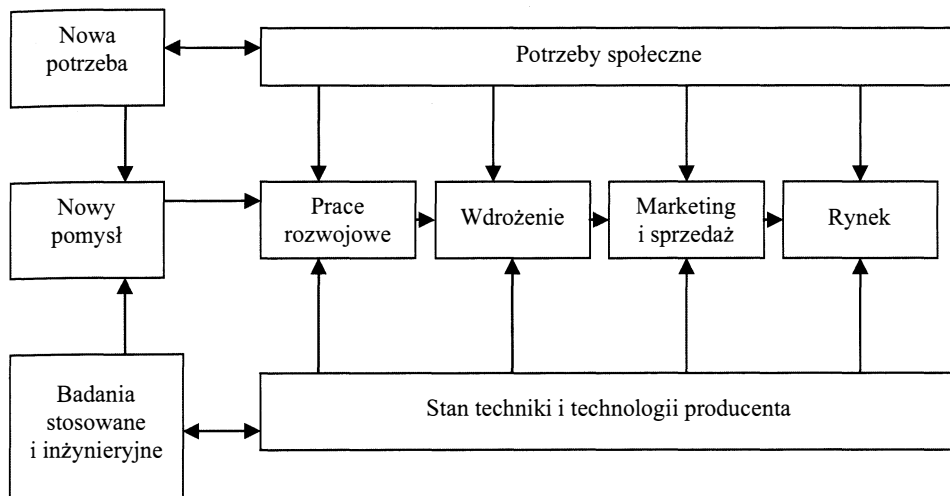
Źródło: R. Rothwell, *The Handbook of Industrial Innovation*, E. Elgar, 1994, s. 230 – 232.

Dwa pierwsze modele mają charakter liniowy, dlatego też są już zdecydowanie nieaktualne, jeśli chodzi o kształtowanie się działalności innowacyjnej w krajach wysoko rozwiniętych.

Model interakcyjny (sprzężeniowy; Rothwella - Zegveld)

Innowacja jest tu traktowana jako sekwencyjny, nie zawsze ciągły, proces, który dzieli się na ciąg odrębnych funkcjonalnie (lecz sprzężonych i współzależnych) faz. Istotą tego procesu jest połączenie możliwości technicznych przedsiębiorstwa i potrzeb rynkowych.

Rys. 1.9. Sprzężeniowy model innowacji



Źródło: Por.: A. Jasiński, *Innowacje i polityka innowacyjna*, UwB, Białystok, 1997, s. 67.

Model zintegrowany: równoległy cykl rozwojowy, charakteryzujący się zintegrowaniem w ramach zespołów pracowników sfery B+R, silne powiązania z dostawcami, bliska współpraca z wiodącymi klientami, nacisk na integrację działalności B+R i produkcyjnej, projektowanie z nastawieniem na realne możliwości wyprodukowania, współpraca w ramach powiązań horyzontalnych (*joint ventures* itp.).

Model symultaniczny: w pełni zintegrowany, równoległy cykl rozwojowy, wykorzystanie systemów specjalistycznych i modelowania symulacyjnego w sferze B+R, silne powiązania z wiodącymi klientami (koncentracja na kliencie jako podstawa strategii), integracja o charakterze strategicznym z głównymi dostawcami, włączając w to wspólną pracę nad generowaniem nowych produktów, dalszy wzrost znaczenia powiązań horyzontalnych: *joint ventures*, konsorcja badawczo-rozwojowa, wspólna działalność marketingowa itd., nacisk na elastyczność struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa i prędkość tworzenia innowacji, zwiększona koncentracja na jakości i czynnikach pozacenowych.

Model „związanego łańcucha” innowacji (Kline’a - Rosenberga)

Najistotniejszym elementem modelu jest zakumulowana wiedza. Model obejmuje wewnętrzne i zewnętrzne powiązania podmiotów, w których kluczową rolę odgrywają: projektowanie inżynierskie, sprzężenia zwrotne między rynkowymi i technologicznymi fazami innowacji, powiązania między sferą B+R, produkcją i marketingiem oraz pomiędzy firmami i instytucjami.

Bibliografia

- Arrow J.K., *The Economic Implications of Learning by Doing*, „Review of Economic Studies”, Vol. 29, 1962.
- Christensen C.M., *Innowacje – napęd wzrostu*, Studio EMKA, 2008.
- Christensen C.M., *Innowacje – następny krok*, Studio EMKA, 2010.
- Drucker P.F., *Innovation and Entrepreneurship*, Practice and Principles, Harper and Row, New York, 1986.
- Fiedor B., *Neoklasyczna teoria postępu technicznego. Próba systematyzacji i krytycznej analizy*, Akademia Ekonomiczna, Wrocław, 1986.
- Gomułka S., *Teoria innowacji i wzrostu gospodarczego*, CASE, 1998.
- Grossman G., *Economic Growth: Theory and Evidence*, E. Elgar Publishing, Brookfield, 1996.
- Grossman G., Helpman E., *Trade, innovation and growth*, [w:] „American Economic Review”, Papers and Proceedings, May, 1990.
- Jasiński A., *Innowacje i polityka innowacyjna*, UwB, Białystok, 1997.
- Kuznets S., *Secular Movements in Production and Prices*, Riverside Press, Boston, 1930.
- Lucas R., *On the Mechanisms of Economic Development*, „Journal of Monetary Economics”, No. 22, 1988.
- Meade J.E., *A Neoclassical Theory of Economic Growth*, UNWIN University Press, London, 1961.
- Nelson R., Phelps E., *Investments in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth*, [w:] „American Economic Review”, Vol. 61, 1966.
- Parente S.L., Prescott E.C., *Barriers to Riches*, MIT Press, Cambridge, 2000.
- Phelps E., *Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research*, [w:] „Review of Economic Studies”, Vol. 33, 1966.
- Romer P., *Endogenous Technological Change*, [w:] „Journal of Political Economy”, Vol. 98, 1990.
- Rosenberg N., *Inside the Black Box. Technology and Economics*, Cambridge University Press, 1982.
- Rothwell R., Dodgson M., *The handbook of industrial innovation*, Edward Elgar, 1996.