

Tomasz Kijek

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

INNOWACJE A DYNAMIKA KONKURENCJI: PODEJŚCIE EWOLUCYJNE

Streszczenie: W pierwszej części opracowania omówiono znaczenie innowacji w teoriach konkurencji zaliczanych do różnych nurtów ekonomicznych. Następnie przedstawiono założenia ekonomii ewolucyjnej i scharakteryzowano model konkurencji Nelsona–Wintera, na podstawie którego przeprowadzono zestaw symulacji zachowań podmiotów rynkowych i ewolucji struktury rynku z uwzględnieniem zróżnicowanych reżimów technologicznych.

Słowa kluczowe: innowacje, konkurencja, ekonomia ewolucyjna.

1. Wstęp

Problematyka dotycząca innowacji i ich roli w teorii konkurencji stanowi przedmiot zainteresowania przedstawicieli nauk ekonomicznych i zarządzania. Innowacje, obejmujące nowe produkty, procesy, metody organizacji w działalności gospodarczej, stanowią czynnik dynamizujący procesy konkurencji i prowadzą do twórczej destrukcji, a więc trwałego zachwiania równowagi rynkowej. W warunkach zmiennego otoczenia zdolność przedsiębiorstw do innowacji jest podstawą do osiągnięcia przewag konkurencyjnych nad rywalami.

W nurcie rozważań teoretycznych nad zagadnieniami innowacji i konkurencji na uwagę zasługuje podejście ewolucyjne stanowiące alternatywę wobec mechanicznej idei maksymalizacji, na której oparte są teorie neoklasyczne oraz modele organizacji rynku i konkurencji. Do czołowych przedstawicieli współczesnego nurtu ewolucyjnego w ekonomii należą S. Winter i R. Nelson, którzy opracowali reprezentatywny model konkurencji w ujęciu schumpeterowskim. Model obrazuje działanie stochastycznie dynamicznego systemu, w którym źródłem zmian są innowacje polegające na wprowadzaniu nowych technologii.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie roli innowacji w teoriach konkurencji zaliczanych do różnych nurtów ekonomicznych, ze szczególnym uwzględnieniem podejścia ewolucyjnego. W części empirycznej opracowania zaprezentowano wyniki symulacji komputerowych zachowania firm obrazujących zależności pomiędzy zmianami w technologii wytwarzania a ewolucją struktur rynku w ramach modelu konkurencji Nelsona–Wintera.

2. Znaczenie innowacji w teoriach konkurencji

W literaturze ekonomicznej konkurencja definiowana jest w kategoriach behawioralnych lub jako struktura rynku¹. W pierwszym przypadku konkurencja postrzegana jest jako proces rywalizacji pomiędzy niezależnymi podmiotami rynkowymi, który stanowi siłę napędową gospodarek, branż i przedsiębiorstw. Powyższe ujęcie konkurencji ma swoje umocowanie w pracach przedstawicieli ekonomii klasycznej, tj. T. Malthusa, D. Ricarda, J. Milla, a zwłaszcza w traktacie A. Smitha *Bogactwo narodów*². Według A. Smitha rywalizacja odbywa się wokół ceny rynkowej, która w długim okresie oscyluje wokół ceny naturalnej, zapewniającej pokrycie kosztów i minimalny zysk. Mimo że definiowanie konkurencji przez A. Smitha stanowi punkt wyjścia wielu koncepcji, włączając w to teorie neoklasyczne (np. koncepcję konkurencji zdolnej do działania J.M. Clarka), to dopiero dalsze prace teoretyczne w tym zakresie pozwoliły na wypracowanie definicji konkurencji dynamicznej i jej szczególnych funkcji analitycznych.

Znaczący wkład w analizę konkurencji jako dynamicznego procesu odchodzenia przedsiębiorstw od równowagi w celu poprawy pozycji rynkowej z uwzględnieniem istotnej roli czasu ma szkoła austriacka, której prekursorami byli C. Menger, E. von Bohm-Bawerk oraz F. von Wieser. Zgodnie z poglądami F. Hayka, procesy konkurencyjne zachodzą w niepewnym, zmiennym otoczeniu przy ograniczonej informacji i mają charakter eksperymentalny³. Wśród prac ekonomistów austriackich na uwagę zasługuje teoria konkurencji J. Schumpetera, który twierdził, iż podstawą procesu rywalizacji jest przedsiębiorczość, a więc zdolność do wprowadzania nowych rozwiązań – innowacji. Podejście J. Schumpetera, zakładające, że konkurencja jest procesem selekcji, w którym podmioty rywalizują w oparciu o innowacje, należy do szerszego nurtu ekonomii ewolucyjnej⁴, czerpiącego inspiracje z biologicznej teorii selekcji naturalnej.

Alternatywnym podejściem do dynamicznej analizy konkurencji jest podejście statyczne, dominujące w nurcie neoklasycznym, utożsamiające konkurencję ze strukturą rynku i stanem równowagi ogólnej. Pojęcie konkurencji doskonałej zostało po raz pierwszy sformułowane przez A. Cournota⁵ i dotyczyło sytuacji, w ramach której pojedynczy producent nie ma wpływu na cenę rynkową i styka się z poziomą krzywą

¹ M. Blaug, *Konkurencja jako stan końcowy i jako proces*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2000, s. 2-4.

² M. Gorynia (red.), *Luka konkurencyjna na poziomie przedsiębiorstwa a przystąpienie Polski do Unii Europejskiej*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2002, s. 27.

³ F. Hayek, *Competition as a discovery procedure*, [w:] *Evolutionary Economics*, red. U. Witt, Edward Elgar, Aldershot 1993, s. 179.

⁴ Omówienie założeń i genetyki ekonomii ewolucyjnej zostanie przedstawione w dalszej części opracowania.

⁵ P.J. McNulty, *Economic theory and the meaning of competition*, „Quarterly Journal of Economics” 1968, vol. 82, no. 4, s. 640.

popytu. Równoległe z koncepcją konkurencji doskonałej rozwijana była teoria monopolu, której syntezę przedstawił A. Marshall w *Principles of Economics*⁶. W odróżnieniu od modelu konkurencji doskonałej, gdzie przedsiębiorstwa decydują tylko o wielkości podaży, monopolista ma możliwość decydowania o cenie produktu.

Na bazie krytyki teorii konkurencji doskonałej, a zwłaszcza jej skrajnie nierealnych założeń i braku adekwatności empirycznej, w latach 20. XX w. J. Robinson i E. Chambarlaine opracowali teorię konkurencji monopolistycznej. Koncepcja konkurencji niedoskonałej, mimo że nawiązuje bezpośrednio do struktur rynkowych, uwzględnia autonomiczność podmiotów rynkowych i możliwość konkurowania w oparciu o inne instrumenty niż cena, tj. produkt, reklamę i lokalizację⁷. Dalsze prace nad teorią konkurencji niedoskonałej doprowadziły do opracowania m.in. koncepcji zachowań strategicznych, w tym nurtów ekonomii branży i zasobowego.

Przedstawiona powyżej dychotomia w podejściu ekonomistów do zjawiska konkurencji stwarza wyjściowe ramy analityczne do określenia roli innowacji w procesie konkurowania oraz ich znaczenia w ramach różnych struktur rynkowych. Pojęcie innowacji zostało po raz pierwszy wprowadzone do nomenklatury ekonomicznej przez J. Schumpetera, który za przykłady innowacyjnych czynników wzrostu gospodarczego podawał nowe produkty, metody wytwarzania, rynki, źródła surowców oraz nowe sposoby organizacji przemysłu⁸. Zdaniem J. Schumpetera pojęcie innowacji oznacza komercjalizację wynalazku i odnosi się do jego pierwszego zastosowania rynkowego, co skutkuje naturalnym rozróżnieniem pomiędzy wynalazkiem, innowacją a imitacją. W literaturze przedmiotu opracowano wiele definicji innowacji o charakterze rzeczowym⁹. Należy jednak zauważyć, iż poza podejściem statycznym do definiowania innowacji, istnieje podejście dynamiczne/czynnościowe, które obejmuje cały proces od tworzenia i projektowania aż do realizacji i adaptacji innowacji¹⁰.

W tabeli 1 zaprezentowano rolę innowacji w wybranych teoriach konkurencji w ramach różnych nurtów ekonomicznych. Zgodnie z przyjętą konwencją innowacje mogą być traktowane jako instrument konkurowania¹¹ w podejściu behawioralnym lub jako czynnik zakłócający stan równowagi i wyzwalający procesy dostosowawcze w podejściu statycznym/neoklasycznym.

⁶ M. Gorynia, E. Łązniewska (red.), *Kompendium wiedzy o konkurencyjności*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2009, s. 20.

⁷ Tamże, s. 20.

⁸ J. Schumpeter, *Teoria rozwoju gospodarczego*, PWN, Warszawa 1960, s. 104.

⁹ Wyczerpujący przegląd definicji innowacji można znaleźć w opracowaniu A. Bareghe i in., w którym przeanalizowano 60 znaczeń tego pojęcia, zob.: A. Bareghe, J. Rowley, S. Sambrook, *Towards a multidisciplinary definition of innovation*, „Management Decision” 2009, vol. 47, issue 8, s. 1323-1339.

¹⁰ P. Trott, *Innovation Management and New Product Development*, Financial Times Management, London 1998, s. 10-11.

¹¹ D. Staszczak, *Globalizacja. Zbiorowa hegemonia mocarstw i korporacji transnarodowych a globalny marketing*, Wyd. Adam Marszałek, Toruń 2007, s. 10.

Tabela 1. Rola innowacji w teoriach konkurencji

Teoria	Konkurencja	Rola innowacji
Klasyczna	siła regulująca poczynania uczestników procesów wymiany, rywalizacja określonych uczestników życia gospodarczego.	podział pracy jako źródło wynalazków decydujących o bogactwie.
Neoklasyczna	stan rynku – sytuacja idealna, charakteryzująca się atomizmem po stronie podaży, przeciwieństwo monopolu.	innowacje procesowe skutkujące redukcją kosztów prowadzą do zmiany stanu równowagi, niejednoznaczna relacja pomiędzy skłonnością do innowacji a strukturą rynku.
Ewolucyjna	podstawowy mechanizm selekcji w środowisku rynkowym, przetrwają przystosowani lepiej niż inni.	innowacje jako siła kreatywnej destrukcji, zdolność do innowacji jako podstawa osiągania przewag nad rywalami.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: G.M.P. Swann, *The Economics of Innovation. An Introduction*, Edward Elgar, Cheltenham 2009, s. 7-17; M. Gorynia, E. Łażniewska (red.), wyd. cyt., s. 45-47.

Przedstawione zestawienie nie wyczerpuje całokształtu problematyki dotyczącej roli innowacji w teorii konkurencji. Przyjmując szerszą perspektywę badawczą, uwzględniającą teorię wzrostu gospodarczego, można wskazać bezpośrednie związki pomiędzy konkurencją, innowacjami a wzrostem gospodarczym. Podstawowe wnioski płynące z modeli egzogenicznych i endogenicznych dotyczą traktowania innowacji/postępu technicznego jako głównego czynnika wzrostu, przy czym wpływ konkurencji na innowacje¹² i wzrost gospodarczy¹³ nie jest jednoznaczny.

3. Innowacje i dynamika rynku w ewolucyjnym modelu konkurencji Nelsona–Wintera

Ekonomia ewolucyjna zaliczana jest do ekonomii heterodoksyjnej i obejmuje kilka zróżnicowanych nurtów badawczych, tj. neoschumpeterowski, instytucjonalny, au-

¹²W. Cohen, *Fifty years of empirical studies of innovative activity and performance*, [w:] *Economics of Innovation*, red. B. Hall, N. Rosenberg, vol. 1, Elsevier, Amsterdam 2010, s. 52-115, T. Kijek, *Wpływ struktur rynkowych na zachowania innowacyjne przedsiębiorstw*, [w:] *Polityka ekonomiczna*, red. J. Sokołowski, M. Sosnowski, A. Żabiński, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 111, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010, s. 284-298.

¹³J. Gaffard, *Innovation, competition and growth: Schumpeterian ideas within a Hicksian framework*, [w:] *Schumpeterian Perspective on Innovation, Competition and Growth*, red. U. Cantner, J. Gaffard, L. Nesta, Springer, London 2009, s. 7-24.

striacki¹⁴. Obszar zainteresowania ekonomii ewolucyjnej koncentruje się na zagadnieniach związanych ze zmianami zachodzącymi w systemie ekonomicznym oraz ich przesłankami i konsekwencjami¹⁵. Dodatkowo przedmiotem analizy ekonomicznej w podejściu ewolucyjnym są procesy stanowiące materialne przejawy zmian.

Ekonomia ewolucyjna wykorzystuje genetyczny zbiór znaczeniowy, przyjmując za geny takie jednostki badawcze, jak jednostki ludzkie, rutyna w obszarze działań jednostek, organizacji i wspólnot oraz instytucje. Ekonomiści ewolucyjni, przyjmując analogie z teorii doboru naturalnego, postulują, iż celem jednostek/firm jest przetrwanie w warunkach nieprzewidywalnego i zmiennego otoczenia, odrzucając jednocześnie neoklasyczne założenie o maksymalizacji zysku jako głównego celu przedsiębiorcy. Proponują oni jednocześnie zastąpienie warunków pierwszego rzędu maksymalizacji funkcji zysku równaniami, które przedstawiają rutynowe procedury lub praktyczne zasady, którymi kierują się jednostki w realnym świecie¹⁶. W ramach metodologii nauk ekonomicznych można przyjąć, iż paradygmat ewolucji w ekonomii jest alternatywny wobec mechanistycznej idei maksymalizacji dominującej w nurcie neoklasycznym¹⁷.

Za czołowych przedstawicieli współczesnej ekonomii ewolucyjnej uznaje się R. Nelsona i S. Wintera, których monografia *An Evolutionary Theory of Economic Change* stanowi punkt wyjścia wielu koncepcji teoretycznych i prac empirycznych tego nurtu badawczego¹⁸. Prace R. Nelsona i S. Wintera nawiązują bezpośrednio do koncepcji ograniczonej racjonalności H. Simona, behawioralnej teorii przedsiębiorstwa, autorstwa R. Cyerta i J. Marcha oraz modelu firmy A. Alchiana wykorzystującego ideę selekcji naturalnej, przy czym koncentrują się one głównie na dynamicznym procesie ewolucji przedsiębiorstw/przemysłu.

Jednym z najlepiej rozwiniętych i udokumentowanych modeli R. Nelsona i S. Wintera jest model konkurencji w ujęciu schumpeterowskim opisujący ewolucję technik wytwarzania, tj.: innowacji procesowych, w kontekście dynamiki i ewolucji homogenicznego rynku. Model przedstawia stochastycznie dynamiczny system, w którym, wraz z upływem czasu, poziom produktywności wykazuje tendencję rosnącą, co prowadzi do obniżki jednostkowych kosztów produkcji wskutek wprowadzania nowych technologii. W wyniku działania tych dynamicznych sił cena rynkowa obniża się, a podaż gałęzi wzrasta. W takich warunkach firmy osiągające zyski rozwijają się, podmioty nierentowne zaś są eliminowane z rynku, przy czym przed-

¹⁴ W. Kwaśnicki, *Ekonomia ewolucyjna – alternatywne spojrzenia na procesy rozwoju gospodarczego*, „Gospodarka Narodowa” 1996, nr 10, s. 3.

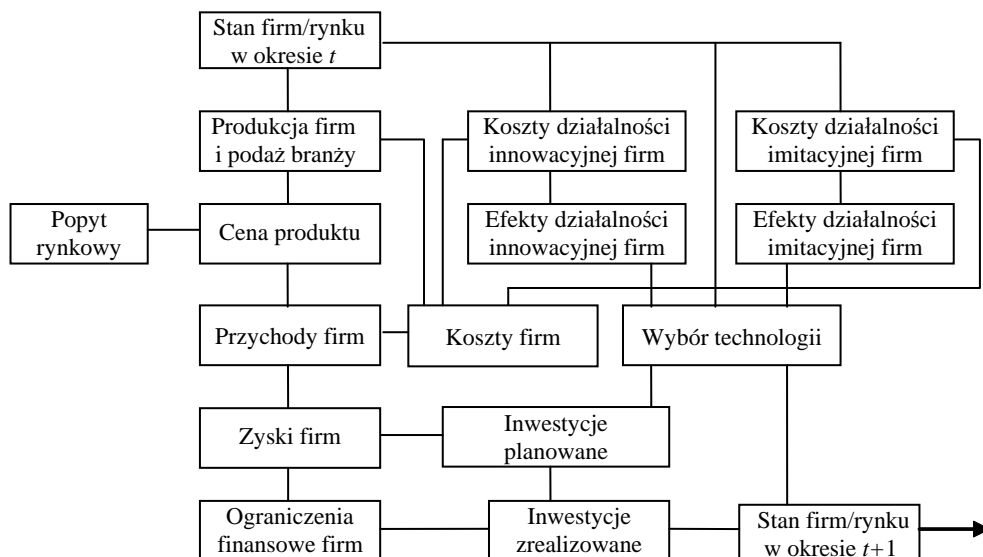
¹⁵ U. Witt (red.), *Evolutionary Economics*, Edward Elgar, Aldershot 1993, s. 13.

¹⁶ D. Mueller, *Modele człowieka: neoklasyczny, behawioralny i ewolucyjny*, „Państwo i Rynek” 2004, nr 2, s. 6.

¹⁷ W. Stankiewicz, *Ekonomika instytucjonalna. Zarys wykładu*, Wyd. PWSBiA, Warszawa 2007, s. 265.

¹⁸ G. Dosi, R. Nelson, *Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes*, [w:] *Economics of Innovation*, red. B. Hall, N. Rosenberg, vol. 1, Elsevier, Amsterdam 2010, s. 52-115.

siębiorstwa podejmujące działalność badawczą, polegającą na wdrażaniu nowych rozwiązań bądź imitacji technologii wykorzystywanych przez inne firmy, mogą się rozwijać lub ograniczać aktywność w zależności od efektów prac innowacyjnych/imitacyjnych. Strukturę modelu w ujęciu dynamicznym, tj. z uwzględnieniem stanu rynku/przedsiębiorstw, czyli poziomu technologii i zasobu kapitału, w okresie $t + 1$ jako funkcji stanu z okresu t , ukazano na rys. 1.



Rys. 1. Struktura modelu konkurencji Nelsona-Wintera

Źródło: opracowanie własne na podstawie: R. Nelson, S. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982, s. 281-284; E. Andersen, *Evolutionary Economics: Post-Schumpeterian Contributions*, Pinter Publishers, London 1996, s. 104.

Zapis formalny modelu ma następującą postać¹⁹:

$$1) \quad Q_{it} = A_{it}K_{it}.$$

Produkcja firmy i w okresie t równa się iloczynowi zasobu kapitału i produktywności technologii, którą firma wykorzystuje.

$$2) \quad Q_t = \sum Q_{it} = \sum A_{it}K_{it},$$

$$3) \quad P_t = D(Q_t).$$

Podaż rynkowa jest równa sumie podaży indywidualnych poszczególnych przedsiębiorstw. Cena rynkowa jest determinowana przez podaż rynkową, przy danej funkcji popytu D .

$$4) \quad \pi_{it} = (P_t A_{it} - c - r_{im} - r_{in}).$$

¹⁹R. Nelson, S. Winter, wyd. cyt., s. 284-286.

Zysk na jednostkę kapitału jest równy iloczynowi ceny i wielkości produkcji pomniejszonemu o koszty produkcji oraz koszty prac innowacyjnych i imitacyjnych na jednostkę kapitału.

Aktywność badawcza przedsiębiorstw modelowana jest w oparciu o dwuetapowy proces losowy. W pierwszym etapie sukces/porażka prac innowacyjnych/imitacyjnych charakteryzowane są przez niezależne zmienne losowe d_{int} oraz d_{imt} , które przybierają wartości zero lub jeden w zależności od tego, czy firma i wdrożyła innowację lub imitowała nową technologię w okresie t . Sukces prac innowacyjnych/imitacyjnych występuje z następującymi prawdopodobieństwami:

$$5) \quad P(d_{int} = 1) = a_n r_{in} K_{it},$$

$$6) \quad P(d_{imt} = 1) = a_m r_{im} K_{it}.$$

Parametry a_n oraz a_m oznaczają prawdopodobieństwo sukcesu prac innowacyjnych/imitacyjnych przypadające na jednostkę kosztów działalności innowacyjnej/imitacyjnej i powinny zostać, wraz z parametrami r_{in} oraz r_{im} , dobrane w taki sposób, by wartość prawdopodobieństwa nie osiągała górnej granicy, tj. wartości 1.

W drugim etapie modelowania procesu działalności badawczej określany jest rezultat wdrożenia innowacji lub imitacji nowej technologii. W pierwszym przypadku nowa technologia, a więc odpowiadająca jej produktywność, jest zmienną losową o rozkładzie niezależnym (tj. gdy technologia jest zmienną egzogeniczną i pochodzi spoza systemu gospodarczego) lub zależnym (tj. gdy zakłada się proces kumulowania wiedzy technicznej w firmie) od dotychczas stosowanej technologii. W drugim przypadku firma ma możliwość obserwacji i naśladowania najlepszej technologii w gałęzi.

Decyzje firmy w zakresie planowanego zwiększenia lub ograniczenia zasobu kapitału determinowane są poprzez stosunek ceny do jednostkowego kosztu produkcji, $P/(c/A)$, stopę deprecjacji kapitału δ oraz udział w rynku, z uwzględnieniem możliwości inwestycyjnych ograniczanych przez poziom zyskowności.

$$7) \quad K_{i(t+1)} = I\left(\frac{P_t A_{i(t+1)}}{c}, \frac{Q_{it}}{Q_t}, \pi_{it}, \delta\right) K_{it} + (1 - \delta) K_{it}.$$

Funkcja inwestycji brutto I jest nieujemna i niemalejąca dla pierwszego argumentu i nierosnąca dla drugiego. Tak więc, im większy jest stosunek ceny do kosztu jednostkowego dla danej firmy, tym wyższy jest poziom jej planowanych inwestycji, z drugiej strony zaś firmy w swoich zachowaniach inwestycyjnych uwzględniają to, że zwiększenie potencjału produkcyjnego, tj. zasobu kapitału, jest równoznaczne ze wzrostem podaży, a więc obniżeniem ceny. W takiej sytuacji firmy mogą wykazywać zachowania monopolistyczne polegające na ograniczaniu planowanych inwestycji.

Model konkurencji Nelsona–Wintera, pomimo istotnych walorów poznawczych w zakresie wyjaśnienia relacji pomiędzy zmianami w technologii wytwarzania a strukturą rynku, wymiarowaną udziałem rynkowym poszczególnych podmiotów,

ma pewne ograniczenia analityczne²⁰. Po pierwsze, model uwzględnia możliwość zmian w technologii wytwarzania, abstrahując od innowacji produktowych, które odgrywają znaczącą rolę w teorii innowacji i praktyce funkcjonowania przedsiębiorstw. Po drugie, model uwzględnia tylko jeden czynnik produkcji w procesach wytwórczych, tj. kapitał, pomijając czynnik pracy. Ostatecznie model nie uwzględnia możliwości wejścia na rynek nowych przedsiębiorstw i opuszczenia go przez podmioty funkcjonujące na rynku.

4. Metodyka i wyniki badań

Celem badań jest analiza relacji pomiędzy zmianami w technologii wytwarzania a ewolucją rynku w oparciu o model konkurencji Nelsona–Wintera. Badania dotyczą eksploracji zależności innowacje–dynamika konkurencji, z uwzględnieniem czynników kontekstualnych, takich jak wyjściowy stopień koncentracji, formy prowadzenia prac badawczych, występowanie zachowań monopolistycznych. Symulację komputerową przeprowadzono z wykorzystaniem platformy LSD (*Laboratory for Simulation Development*), opracowanej przez M. Valente i opartej na języku programowania C++, która stanowi użyteczne narzędzie symulacji agregowania zachowań pojedynczych uczestników rynku.

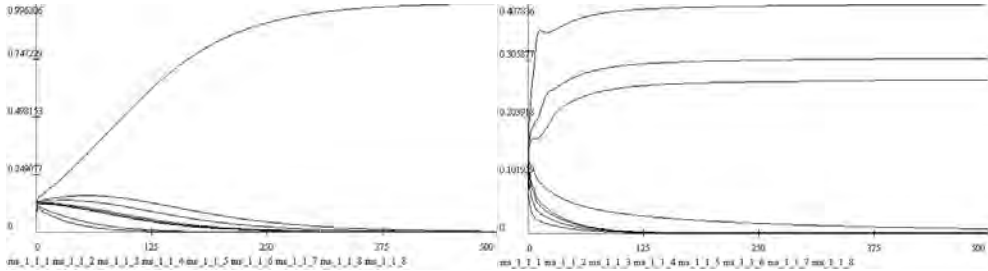
W pierwszym etapie badań przeanalizowano wpływ technologii wytwarzania A_i na stopień koncentracji przemysłu mierzony udziałem rynkowym poszczególnych firm, przy założeniu braku aktywności innowacyjnej/imitacyjne podmiotów rynkowych. W przypadku gdy przedsiębiorstwa posiadają taki sam początkowy zasób kapitału i identyczną technologię wytwarzania, a więc jednakowe koszty jednostkowe, na rynku wystąpi stan równowagi, dla którego N firm dysponuje równymi udziałami rynkowymi. W sytuacji gdy firmy posiadają różne, ale stałe w czasie technologie wytwarzania, występuje naturalna tendencja do monopolizacji rynku, co wynika z teorematu dynamiki replikatorowej²¹, opracowanego przez R. Fishera i wykorzystanego w biologicznej teorii selekcji naturalnej. W analizowanym modelu, dla którego dynamika systemu oparta jest na kosztach jednostkowych, firma o kosztach przeciętnych poniżej wartości średniej będzie zwiększała swoje zdolności produkcyjne, co w konsekwencji będzie prowadziło do wzrostu jej udziałów rynkowych.

Na rysunku 2 przedstawiono kształtowanie się udziałów rynkowych ośmiu firm o różnych, ale stałych w czasie technologiach wytwarzania A_i dla 500 etapów symu-

²⁰E. Andersen, wyd. cyt., s. 118-132.

²¹ Teoremat dynamiki replikatorowej, nazywany również twierdzeniem dynamiki odległości od średniej, stanowi kamień węgielny dla ekonomistów ewolucyjnych. Istota twierdzenia sprowadza się do standardowej formuły: $\Delta s_i = f(E_i(t) - \bar{E}(t))s_i(t)$, gdzie: s_i – udział rynkowy firmy i w czasie t , $E_i(t)$ – miara konkurencyjności firmy (np. koszt jednostkowy, rentowność produkcji) determinująca względne dostosowanie do środowiska $\bar{E}(t) = \sum_i E_i(t)s_i$. Zgodnie z formułą, typ zachowań, dla którego wartość funkcji dostosowania jest powyżej wartości średniej, będzie występował w środowisku coraz częściej.

lacji. W jednym z wariantów eksperymentu założono, iż stopa inwestycji w kapitał K_i , którego wielkość początkowa dla każdej firmy wynosi 22,425, a stopa deprecjacji kształtuje się na poziomie 0,03, jest wyłącznie funkcją zysków firmy i stopy deprecjacji.



a) $I(\pi_{it}, \delta)$

b) $\left(I \frac{P_t A_{i(t+1)}}{c}, \frac{Q_{it}}{Q_t}, \pi_{it}, \delta \right)$

Rys. 2. Ewolucja struktury rynku w przypadku firm o różnych, ale stałych w czasie technologiach wytwarzania

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z oczekiwaniami wynikającymi z teorii dynamiki replikatorowej oraz przyjętych założeń wyjściowych, w prezentowanej symulacji rynek został zdominowany przez podmiot o najniższych kosztach jednostkowych, tj. o najwyższej produktywności (rys. 2a). Należy podkreślić, iż zmiana założeń wyjściowych, polegająca na uwzględnianiu w funkcji inwestycji poza zyskiem i stopą deprecjacji kapitału, marży oraz narzutu docelowego opartego na udziale rynkowym, skutkuje ograniczeniem inwestycji przez podmiot dominujący i powstaniem „przestrzeni” rynkowej dla pozostałych przedsiębiorstw (rys. 2b).

W drugim etapie badań²² relacji innowacje–evolucja przemysłu uwzględniono możliwość prowadzenia przez podmioty rynkowe prac badawczych ukierunkowanych na rozwój technologii wytwarzania, modelowanych jako dwuetapowy proces stochastyczny. Sukces/porażkę prowadzonych przez firmy prac innowacyjnych/imitacyjnych zdefiniowano jako dyskretną zmienną losową generowaną z rozkładu Poissona o wartości oczekiwanej $\lambda = a_{in} r_{in} K$ lub $\lambda = a_{im} r_{im} K$. W przypadku sukcesu prac innowacyjnych nowy poziom produktywności traktowano jako liczbę losową generowaną z rozkładu normalnego $N(A_{i(t-1)}; 001)$, a w przypadku sukcesu prac imitacyjnych poziom produktywności odpowiadający adaptowanej technologii określano jako wartość maksymalną ze zbioru produktywności charakteryzujących poszczególne

²² Parametry modelu i wartości początkowe zmiennych zostały ustalone zgodnie z założeniami eksperymentów przeprowadzonych przez S. Wintera i R. Nelsona, zob. R. Nelson, S. Winter, wyd. cyt., s. 302-303.

gólne firmy funkcjonujące na rynku. Ostatecznie przedsiębiorstwa wykorzystywały w procesie wytwórczym najlepszą z dostępnych dla nich technologii, tj. $A_{it} = \max(A_{i(t-1)}, d_{im}A_{im}, d_{in}A_{in})$.

W badaniu założono, że połowa firm prowadzi prace imitacyjne i innowacyjne, a druga połowa podmiotów prowadzi tylko prace imitacyjne, wyjściowy zaś poziom ich produktywności wynosi 0,16. Eksperymenty składające się z 500 etapów przeprowadzono dla pięciu wariantów struktury podmiotowej rynku wymiarowanej jako liczba przedsiębiorstw w gałęzi, tj. 4, 8, 16, 32 i 64. Wyniki symulacji przedstawiające kształtowanie się średniego poziomu koncentracji rynku i zmian technologii wytwarzania zamieszczono w tab. 2.

Tabela 2. Stopień koncentracji rynku i zmiany w technologii wytwarzania

Zmienna	Liczba podmiotów				
	4	8	16	32	64
Odwrotność indeksu Herfindahla Inv_HI	2,104 (1,999)	3,147 (3,016)	4,076 (2,998)	4,844 (1,999)	7,571 (1,999)
Średnia produktywność A_Mean	1,148 (2,141)	2,168 (2,114)	1,039 (2,042)	0,999 (2,007)	0,904 (1,805)

*Liczby w nawiasach przedstawiają wartości zmiennych w ostatnim etapie symulacji.

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z przedstawionymi powyżej wynikami symulacji, stopień koncentracji przemysłu mierzony odwróconym wskaźnikiem Herfindhala²³ dla każdej z analizowanych struktur podmiotowych wykazuje tendencję rosnącą w przyjętym przedziale analiz, o czym świadczą wartości wskaźnika w ostatnich etapach symulacji, które są niższe od poziomów wyjściowych dla każdego z rozważanych przypadków. Należy zauważyć, iż wartości miary koncentracji w ostatnim etapie analiz są zbliżone dla wszystkich wariantów struktury podmiotowej, co wskazuje na „naturalną” tendencję do koncentracji rynku na względnie stałym poziomie.

W odniesieniu do poziomu wskaźnika przeciętnej produktywności można stwierdzić, iż im wyższy wyjściowy poziom koncentracji, tym wyższy wzrost przeciętnej produktywności. Zaistniała prawidłowość potwierdza hipotezę J. Schumpetera o większej podaży innowacji w strukturach skoncentrowanych, co wynika z posiadania przez firmy dominujące siły rynkowej²⁴ pozwalającej na osiąganie korzyści, które są trudno osiągalne na poziomie konkurencyjnym. Interpretując uzyskane rezultaty, trzeba brać pod uwagę ograniczenia metodyczne symulacji, które dotyczą

²³ Miarę tę można interpretować jako liczbę firm w gałęzi (tzw. efektywnych konkurentów) posiadających jednakowe udziały rynkowe, odpowiadającą poziomowi koncentracji dla standardowego wskaźnika HI .

²⁴ W analizowanym modelu siła rynkowa wynika z dostępu do zasobu kapitału i technologii wytwarzania.

systemów stochastycznie dynamicznych, zależnych m.in od wykorzystywanego ziarna generatora liczb losowych.

5. Podsumowanie

Przedstawione w opracowaniu rozważania natury teoretycznej w zakresie analizy relacji innowacje–konkurencja oraz przeprowadzone zestawy symulacji komputerowych dokonanych w oparciu o model konkurencji Nelsona–Wintera umożliwiły sformułowanie następujących wniosków.

1. Innowacje stanowią kluczowy instrument konkurowania w dynamicznym procesie rywalizacji pomiędzy przedsiębiorstwami, a także decydują o wzroście i konkurencyjności gospodarek.

2. Podejście ewolucyjne do modelowania konkurencji opartej na innowacjach pozwala na przeprowadzenie eksperymentów o charakterze wirtualnym, na podstawie których można określić wpływ zmian parametrów charakteryzujących podmioty rynkowe oraz ich otoczenie na wyniki procesu konkurencji.

3. Wyniki symulacji komputerowych zachowań firm opartych na modelu Nelsona–Wintera potwierdzają teoremat dynamiki replikatorowej Fishera, przy założeniu, że przedsiębiorstwa posiadają różne, ale stałe w czasie technologie wytwarzania. W przypadku eksperymentów uwzględniających możliwości prowadzenia przez firmy prac badawczych o charakterze innowacyjnym i imitacyjnym, można wyciągnąć wnioski, iż struktury rynkowe w każdym z analizowanych wariantów wykazują tendencję do koncentracji. Ponadto, rezultaty symulacji wskazują, że im wyższy wyjściowy poziom koncentracji, tym wyższy wzrost przeciętnej produktywności, co potwierdza tezę J. Schumpetera o pozytywnej zależności pomiędzy koncentracją a możliwością prowadzenia przez firmy prac badawczych.

Literatura

- Andersen E., *Evolutionary Economics: Post-Schumpeterian Contributions*, Pinter Publishers, London 1996.
- Bareghe A., Rowley J., Sambrook S., *Towards a multidisciplinary definition of innovation*, „Management Decision” 2009, vol. 47, issue 8.
- Blaug M., *Konkurencja jako stan końcowy i jako proces*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2000.
- Cohen W., *Fifty years of empirical studies of innovative activity and performance*, [w:] *Economics of Innovation*, red. B. Hall, N. Rosenberg, vol. 1, Elsevier, Amsterdam 2010.
- Dosi G., Nelson R., *Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes*, [w:] *Economics of Innovation*, red. B. Hall, N. Rosenberg, vol. 1, Elsevier, Amsterdam 2010.
- Gaffard J., *Innovation, competition and growth: Schumpeterian ideas within a Hicksian framework*, [w:] *Schumpeterian Perspective on Innovation, Competition and Growth*, red. U. Cantner, J. Gaffard, L. Nesta, Springer, London 2009.

- Gorynia M. (red.), *Luka konkurencyjna na poziomie przedsiębiorstwa a przystąpienie Polski do Unii Europejskiej*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2002.
- Gorynia M., Łaźniewska E. (red.), *Kompendium wiedzy o konkurencyjności*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- Hayek F., *Competition as a discovery procedure*, [w:] *Evolutionary Economics*, red. U. Witt, Edward Elgar, Aldershot 1993.
- Kijek T., *Wpływ struktur rynkowych na zachowania innowacyjne przedsiębiorstw*, [w:] *Polityka ekonomiczna*, red. J. Sokołowski, M. Sosnowski, A. Żabiński, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 111, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010.
- Kwaśnicki W., *Ekonomia ewolucyjna – alternatywne spojrzenia na procesy rozwoju gospodarczego*, „Gospodarka Narodowa” 1996, nr 10.
- McNulty P.J., *Economic theory and the meaning of competition*, „Quarterly Journal of Economics” 1968, vol. 82, no. 4.
- Mueller D., *Modele człowieka: neoklasyczny, behawioralny i ewolucyjny*, „Państwo i Rynek” 2004, nr 2.
- Nelson R., Winter S., *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982.
- Schumpeter J., *Teoria rozwoju gospodarczego*, PWN, Warszawa 1960.
- Stankiewicz W., *Ekonomia instytucjonalna. Zarys wykładu*, Wyd. PWSBiA, Warszawa 2007.
- Staszczak D., *Globalizacja. Zbiorowa hegemonia mocarstw i korporacji transnarodowych a globalny marketing*, Wyd. Adam Marszałek, Toruń 2007.
- Swann G.M.P., *The Economics of Innovation. An Introduction*, Edward Elgar, Cheltenham 2009.
- Trott P., *Innovation Management and New Product Development*, Financial Times Management, London 1998.
- Witt U. (red.), *Evolutionary Economics*, Edward Elgar, Aldershot 1993.

INNOVATION AND DYNAMICS OF COMPETITION: EVOLUTIONARY APPROACH

Summary: The first part of the paper deals with the issues of the role of innovation in competition theories within different streams of economic thought. In the next part, the premises of evolutionary economics and Nelson–Winter model have been presented. The model has been used to run a set of simulations of market agents behaviours and market structure evolution in relation to the various technological regimes.