

AGNIESZKA MROZIŃSKA

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań, Polska • Poznań University of Economics, Poland

## Zagadnienie złożoności w problematyce badawczej przemysłu

### The issue of complexity in the research problems of industry

**Streszczenie:** Współczesna ekonomia znajduje się obecnie w bardzo ciekawym momencie, gdyż wyjaśnianie zjawisk zachodzących w gospodarce powoduje, że nauka ta staje się coraz bardziej zróżnicowana. Wypowiedzi, zarówno na temat kondycji ekonomii, jak i stanu metodologii ekonomii, składają do refleksji na temat wiarygodności dotychczas stosowanych założeń, a także umiejscowienia ekonomii w obszarze nauk społecznych. Wskutek zwiększającej się liczby dostępnych instrumentów analitycznych poszerza się obszar objęty analizami ekonomicznymi. Badania gospodarki, w tym także przemysłu, wymagają obecnie uwzględnienia takiej kategorii, jak złożoność, najprościej definiowana jako skomplikowanie relacji pomiędzy elementami wyodrębnionego systemu. Złożoność pozwala na analizowanie zagadnień związanych z przemysłem jako odzwierciedlenia zachowań skomplikowanego systemu adaptacyjnego i wprowadzanie nowych problemów badawczych. Celem opracowania jest zwrócenie uwagi na nowe możliwości badawcze w problematyce przemysłu, jakie kreowane są przez koncepcję złożoności.

**Abstract:** The modern economics is currently at a very interesting point in time, as explaining the phenomena occurring in the economy continues to increase the diversity of economics. Expression, both on the condition of the economics and the condition of the methodology of economics, tends to reflect on the reliability of the assumptions used so far, as well as the position of economics in the social sciences. As a result of the increase of available analytical instruments, the area covered by the economic analyses expands. Studies of the economy, including industry, currently require taking into account categories such as complexity, defined most simply as the complication of the relationship between the elements of the isolated system. The issue of complexity allows for the analysis of issues related to the industry as a reflection of the adaptive behavior of a complex system by introducing new research problems. The aim of this paper is to draw attention to new research possibilities in the problems of the industry, which are created through the concept of complexity.

**Słowa kluczowe:** adaptacja; ekonomia złożoności; emergencja; samoorganizacja; złożoność

**Keywords:** adaptation; complexity, complexity economics; emergence; self-organization

**Otrzymano:** 4 lutego 2015

**Received:** 4 February 2015

**Zaakceptowano:** 11 sierpnia 2015

**Accepted:** 11 August 2015

**Sugerowana cytacja / Suggested citation:**

Mrozińska, A. (2015). Zagadnienie złożoności w problematyce badawczej przemysłu. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 29(4), 26–39.

**WSTĘP**

Problematyka badawcza każdej z dziedzin nauki nie jest zamkniętym zbiorem kwestii wymagających analizy. Nawet problemy badawcze, które uznano za rozwiązane, wraz z czasem i nowymi odkryciami często ponownie stają się aktualne i dołączają do zagadnień problemowych wymagających wyjaśnienia. Współcześnie różne nauki czerpią wzajemnie ze swoich doświadczeń i często pozornie do siebie niepasujące zagadnienia nagle wydają się mieć jakąś wspólną część.

Nową, zyskującą popularność kwestią jest złożoność jako zagadnienie składające się z luźno powiązanych ze sobą obserwacji, mających tyle uniwersalnych cech, że – mimo iż rodowodu tej koncepcji należałoby szukać w naukach przyrodniczych – analogie i metafory wyników tych obserwacji można z sukcesem próbować przenosić na inne dziedziny wiedzy. Mówiąc o złożoności, używa się współcześnie określeń: zjawisko, kwestia, zagadnienie i tylko nieśmiało pojawiają się sugestie, żeby używać nazwy „nauka o złożoności”.

W artykule zaprezentowano jeden z trendów, który pojawił się w ekonomii i może mocno wpłynąć na postrzeganie zjawisk ekonomicznych w problematyce badawczej nie tylko geografii przemysłu, ale całej geografii ekonomicznej. Część pierwsza poświęcona jest powiązaniom geografii ekonomicznej, geografii przemysłu i ekonomii, mimo że są to nauki o odmiennym ujęciu tych samych procesów i zjawisk. W kolejnych częściach pokazano istotę pozwalającą na zrozumienie złożoności, a więc wskazano na jej rodowód naukowy, występowanie w innych naukach, a szczególnie na związki z teorią systemów. Ponadto poruszono kwestie ewolucyjnego charakteru zagadnień związanych ze złożonością, a także zwrócono uwagę na zjawiska samoorganizacji, adaptacji oraz emergencji, najważniejsze dla zrozumienia złożoności i nauczenia się nowego spojrzenia na rzeczywistość gospodarczą.

**GEOGRAFIA PRZEMYSŁU A EKONOMIA**

W procesie rozwoju nauki charakterystyczne jest dążenie do jak najbardziej precyzyjnego poznawania rzeczywistości, ale wraz z idącym za tym doskonaleniem metod badawczych okazuje się, że rzeczywistość jawi się jako coraz bardziej skomplikowana struktura, zbudowana z różnorodnych elementów oraz relacji zachodzących między nimi (Zioło, 2010). Zaawansowane metody badawcze pozwalają na odkrywanie nowych prawidłowości w świecie, choć w związku z ograniczonymi możliwościami poznawczymi człowieka prawdopodobnie nie uda się nadażyć za zmianami, jakie wciąż zachodzą w rzeczywistości i ją komplikują. Ciągła chęć dokładnego poznania wybranych fragmentów rzeczywistości prowadzi do specjalizacji naukowej i wyodrębniania nowych dyscyplin naukowych. W związku z tym faktem stare formy, wyrażane przez przyjmowane wcześniej paradygmaty, nie są wystarczająco

dobrze dla nowych treści. Poszukiwanie nowych metod opisu rzeczywistości dotyczy każdej z dziedzin naukowych, a także skłania do prób wykorzystywania metod charakterystycznych dla badań w pokrewnych dziedzinach nauki, bądź w dziedzinach nauki, w których na zasadzie metafor szuka się alternatywy dla tradycyjnie przypisanych metod.

Ogólnie przedmioty badań ekonomii i geografii są całkiem odmienne. Ekonomia jest nauką, która zajmuje się działaniami i prawidłowościami mającymi miejsce w procesie gospodarczym, a zwłaszcza gospodarowaniem w warunkach nieograniczoności potrzeb i ograniczoności zasobów (Stachowiak, 2010). Geografię z kolei najogólniej traktuje się jako naukę badającą powłokę Ziemi, jej przestrzenne zróżnicowanie pod względem przyrodniczym, społeczno-gospodarczym i kulturowym oraz związki zachodzące pomiędzy środowiskiem przyrodniczym a działalnością gospodarczą (Maik, Rembowska, Suliborski, 2005).

Mimo iż w podanych definicjach zidentyfikować można różnice w przedmiocie badań, to nasilające się powiązania gospodarcze, społeczne i kulturowe pozwoliły na upodobnienie się przedmiotów zainteresowań geografii i ekonomii. Stało się to za sprawą takich procesów, jak wymiana towarów i idei, poszukiwanie efektywnych miejsc lokalizacji działalności gospodarczej, usług, kapitału, informacji, wiedzy, a także rozszerzania rynków zbytu dla oferowanych produktów itp. (Zioło, 2010). Geografia ekonomiczna stała się więc naturalną odpowiedzią na pytania badawcze, które stawiała sobie ekonomia, analizując rzeczywistość gospodarczą w odniesieniu do przestrzeni, w której następował proces gospodarowania. Można więc przyjąć, że geografia ekonomiczna i ekonomia mają mimo wszystko podobny przedmiot badań, ale różni je sposób jego ujęcia. System gospodarczy jest badany przez geografię ekonomiczną w ujęciu przestrzennym, regionalnym i ekologicznym, natomiast zainteresowaniem ekonomii cieszą się procesy i działania, które mają miejsce w systemie gospodarczym.

Geografia ekonomiczna, a wraz z nią geografia przemysłu, badając procesy i zjawiska obserwowane, definiowane i analizowane przez ekonomię, w naturalny sposób podlegała zmianom nie tylko pod względem sposobu obserwacji i pomiaru, ale miała także udział w określaniu sposobu definiowania pojęć czy w tworzeniu skal obserwacji. Współcześnie problematyka badawcza geografii przemysłu jest odmienna od problematyki podejmowanej na początku wyodrębniania się tego kierunku badań w geografii ekonomicznej. Według Martina, do najważniejszych czynników, które w latach siedemdziesiątych XX wieku najintensywniej przyczyniły się do zmian w geografii ekonomicznej i ekonomii, należą: zmiana technologii określana mianem paradygmatu techno-ekonomicznego, wzrost znaczenia usług, a więc proces tercjaryzacji (serwicyzacji) gospodarki, konsumpcjonizm wspierający powstanie kultury masowej, globalizacja sprzyjająca internacjonalizacji produktów i usług oraz proces instytucjonalizacji, a więc przechodzenie od niesformalizowanych sposobów działania do uregulowanych sankcjami względnie stałych form aktywności (Martin, 1994, za: Stachowiak, 2010).

Analiza współczesnych zmian w geografii przemysłu jest trudna, chociażby ze względu na trudności w definiowaniu zakresu przedmiotowego tej dyscypliny czy kłopotów w określaniu podstawowego obiektu badań (Chojnicki, 1984; Lisowski, 2004; Strykiewicz, 1987; Strykiewicz, 2010). Od niedogodności o podobnym charakterze nie jest także wolna współczesna ekonomia, która w wyniku obserwacji obecnej kondycji gospodarki światowej jest – mogło by się wydawać – pogrążona w kryzysie. Jako że obie nauki przenikają się i związki

pomiędzy geografią ekonomiczną a geografią przemysłu, jako jednym z jej działów, są bezsprzeczne, definiowanie i pomiar zjawisk oraz procesów, które obserwujemy w ekonomii, rzutuje na to, co podlega badaniom w ramach geografii ekonomicznej.

Bolączki w naukach ekonomicznych wynikają w dużej mierze z problemów metodologicznych ekonomii. Sama ekonomia oczekiwała się niedawno określenia *dismal science* (Lucas, 2009), wyrażającego jej „beznadziejność” wynikającą z niemożliwości poradzenia sobie ze złożoną, empirycznie postrzeganą rzeczywistością gospodarczą (Gorazda, 2014). Słabość ekonomii wynika także z braku porozumienia pomiędzy poszczególnymi szkołami, które funkcjonują w ramach ekonomii, forsując często sprzeczne ze sobą poglądy i założenia. W ich przypadku nie mamy do czynienia z odmiennym podejściem do tych samych zagadnień (przy spójnych fundamentach danej nauki) czy też poddziedzin ekonomii jako takiej (Gorazda, 2014: 18). Trudności przysparza badaczom także oddzielenie ekonomii pozytywnej, która opisywałaby tylko fakty i zależności między nimi, od ekonomii normatywnej, która określałaby pożądane kierunki działań na rynku, co z kolei rodzi kłopot z wyborem sposobu prezentacji danych i ich interpretacji, a także problem samego rozumienia zjawisk.

Wzrost zróżnicowania ekonomii, powodowany przez zwiększającą się liczbę dostępnych narzędzi analitycznych, rozszerzanie się obszaru zainteresowania analiz ekonomicznych oraz tendencję zwracania się ekonomii ku naukom społecznym, tzw. *soft sciences* (przy jednoczesnym wykorzystywaniu aparatu obliczeniowego nauk technicznych i ścisłych), sprawia, że badania nieliniowych systemów dynamicznych, do których zaliczyć można zależności pomiędzy gospodarką a społeczeństwem i środowiskiem, zyskują na atrakcyjności jako szansa na wyklarowanie się nowego, sformalizowanego podejścia do badania rzeczywistości gospodarczej. Badania bibliometryczne i analizy cytowań wskazują na wzrost zainteresowania metodami nieliniowymi w naukach społecznych (Snowdon, Vane, 2003, za: Colander, Holt, Rosser, 2004). Nowe podejście w ekonomii, zbiorczo nazywane ekonomią złożoności, w o wiele większym stopniu niż dotychczasowe propozycje ekonomistów spełnia kryterium realnego odzwierciedlenia rzeczywistości gospodarczej, bez konieczności rygorystycznego stosowania uproszczeń i założeń, choć niestety nie eliminuje ich całkowicie.

Ekonomia złożoności jako jedna z propozycji naukowego poznania rzeczywistości gospodarczej jest dzięki swojej interdyscyplinarności ważnym ogniwem w procesach poznawczych współczesnej ekonomii, ale ma także szanse zaistnieć w geografii ekonomicznej i jej poszczególnych działach jako wynik przenikania się różnych nauk.

## ZŁOŻONOŚĆ JAKO KATEGORIA

Początku wzrostu zainteresowania złożonością należy upatrywać w ogólnej teorii systemów, której podstawy zostały opracowane w 1937 roku przez austriackiego biologa L. von Bertalanffy’ego. Przedmiotem zainteresowania tej nauki są systemy jako takie, bez względu na ich konkretny charakter. Zasada izomorfizmu, biorąca swój początek z podobieństw strukturalnych między obiektami opisywanymi przez różne nauki, pozwala na badanie różnych systemów. Jest to możliwe dzięki temu, że czynniki oddziałujące na zjawiska i procesy analizowane przez odmienne nauki są różne, natomiast prawa formalne – identyczne

(Bertalanffy, 1984). Istnieje wiele praw fizycznych, które mają swój odpowiednik w ekonomii. Nowoczesna ogólna teoria systemów zawiera cztery podstawowe komponenty: cybernetykę, teorię katastrof, teorię chaosu deterministycznego i teorię złożoności. Ten fundament metodologiczny przyjęło się określać się mianem 4C – od pierwszych liter nazw angielskich: *cybernetics, catastrophes, chaos, complexity*. Początkowo nazwa 4C miała na celu podkreślenie, że wymienione teorie są bardzo małe, łatwo je podważyć i nie stanowią realnego wkładu w rozwój nauki (Horgan, 1995).

Sama złożoność nie jest terminem jednoznacznym. Istnieje co najmniej 45 różnych definicji złożoności (Horgan, 1999). Niemal każda z nich jest subiektywna, ale nie jest to przeszkodą w badaniach naukowych, gdyż większość sformułowań nawiązuje do takich pojęć, jak entropia, przypadkowość czy informacja. Jedną z ciekawszych definicji jest efektywna złożoność systemu rozumiana jako długość zwięzłego schematu wykorzystywanego do opisu jego regularności przez wybrany złożony układ adaptacyjny, który obserwuje ten system (Gell-Mann, 1996). W ekonomii o złożoności systemów mówi się wtedy, gdy czynniki endogeniczne są przyczyną albo zachowań nieperiodycznych, albo zmian strukturalnych (Day, 1994, za Jakimowicz, 2011: 43–44).

Złożoność to pojęcie trudne do jednoznacznego sprecyzowania. Przyjmując rozumienie intuicyjne, można powiedzieć, że złożoność oznacza coś bardzo skomplikowanego albo trudnego do zrozumienia. Zjawisko złożoności jest przedmiotem badań nauk przyrodniczych, a więc m.in. chemii i biologii, obserwowane jest w układach technicznych i informatycznych, ale też w naukach społecznych i ekonomicznych. Obecnie złożonością zajmuje się wiele dyscyplin, stąd też sposoby interpretacji i rozumienia tego zagadnienia zmieniają się w szerokim zakresie. Z perspektywy zarządzania organizacjami ważna jest zdolność do uczenia się, adaptacji, komunikacji czy kooperacji i powinny to być kluczowe atrybuty ekonomicznej złożoności rozpatrywanej w kontekście zbiorowości złożonych, zarówno ludzkich, jak i czysto informatycznych (Wołoszyn, 2013: 46).

Jak wskazuje Sułkowski, dyscypliny naukowe badające systemy, w których pojawia się złożoność, zapożyczają techniki wypracowane w innych dziedzinach i wzajemnie wymieniają się podejściami do złożoności (Wilson, 1998; Sułkowski, 2005). Można nawet zaobserwować, że poprzez możliwość stosowania metafor i analogii w stosunku do przedmiotu dociekań dotychczas nieanalizowanych daną metodą złożoność jest zauważana w coraz większej liczbie dziedzin nauki. Różnorodne spojrzenia na złożoność jako własność systemów wynikają z odmiennych perspektyw postrzegania przedmiotu badań przez różne dyscypliny nauki. Nie można jednak traktować tego jako przejawu zróżnicowania samej złożoności, ponieważ dyscypliny te niejednokrotnie badają to samo zjawisko, stosując odmienne metodologie i systemy pojęciowe. Postęp wiedzy o złożoności i rozwój metod jej poznania pozwala adaptować osiągnięcia pojedynczej dyscypliny do badania systemów tradycyjnie zarezerwowanych dla innych, odrębnych gałęzi nauki (Wołoszyn, 2013: 48).

Złożoność zdaje się więc być cechą uniwersalną i jednorodną, posiadającą to samo znaczenie i wywodzącą się z tych samych źródeł, bez względu na rodzaj i naturę zjawiska, w którym ją obserwujemy. Ujmując to inaczej, w poszczególnych dziedzinach nauki nie mamy do czynienia z różną, nową złożonością. We wszystkich dociekaniach złożoność nie

jest konsekwencją pewnych cech posiadanych przez systemy, lecz raczej podłożem, na którym te specyficzne cechy mogą się pojawiać (Wołoszyn, 2013).

Można mówić o trzech właściwościach, jakimi charakteryzują się elementy systemu złożonego, i są to: asymetria elementów, mnogość elementów oraz istnienie oddziaływań między nimi. Asymetria składowych systemu gwarantuje nam przyjmowanie przez nie pewnych rozróżnialnych stanów, a – co za tym idzie – pozwala na obserwowanie zmian (kierunków, wielkości, położenia, orientacji) zachodzących w układzie. Rozumienie asymetrii znajduje swoje odzwierciedlenie w koncepcjach nowoczesnego zarządzania organizacjami inteligentnymi, kładącymi nacisk na różnorodność i odmienność, zarówno kulturową (Stańczyk, 2007), jak i dotyczącą poglądów, doświadczeń, kompetencji czy sposobów postępowania pracowników (Borkowska, 2008). Drugą właściwością jest mnogość elementów. Powielenie obiektów nie tylko zwielokrotnia łączną liczbę ich zmiennych stanu, ale także otwiera drogę do złożoności o charakterze kombinatorycznym. Uwidacznia się tu potencjał zamknięty w samej przestrzeni, nadający elementom organizację: oprócz własnych stanów mogą one zajmować określone położenia i pozostawać względem siebie w pewnych przestrzennych relacjach, których interpretacja ponownie zależy od przyjętego w danym modelu rozumienia przestrzeni. Istnienie oddziaływań wewnątrz systemów, jako trzecia właściwość, powoduje zmianę stanów bez potrzeby ingerencji zewnętrznego czynnika pochodzącego spoza systemu. Dzięki temu system otrzymuje własny napęd, stając się systemem dynamicznym (Wołoszyn, 2013). Interakcje pomiędzy elementami pozwalają ujawnić się niesymetriom, prowadząc do wytworzenia nietrywialnych struktur, przez co system w pewnym sensie samorzutnie eksploruje ukryte w nim zasoby złożoności (Axelrod, Cohen, 2001).

Szczególnie bliskie nauce o złożoności jest, w swoich początkach i zakresie, myślenie systemowe. Złożoność bowiem może powstać jedynie w kontekście systemu, a niektóre aspekty złożoności, takie jak informacje zwrotne, mogą znaleźć wyraźne podobieństwa w systemach myślenia. Z punktu widzenia jednego z czołowych zwolenników myślenia systemowego – Senge'a, myślenie systemowe koncentruje się na wzajemnych relacjach, a nie na liniowych łańcuchach przyczynowo-skutkowych, widząc procesy zmian w długim okresie, a nie w krótkich, chwilowych migawkach (Senge, 2006). Warto jednakże zauważyć, że myślenie systemowe:

- zakłada, że systemy mają dominujące reguły, które mogą być używane do obliczania potencjalnej równowagi, podczas gdy złożoność podkreśla, że systemy wydają się przeczyć obliczonej równowadze,

- wskazuje, że systemy mają jakiś „system kontroli”, który dostarcza wskazówek i kształtów systemowi, podczas gdy złożoność uznaje możliwość samoorganizacji,

- sugeruje, że elementy systemu mogą być rozumiane jako pojedyncze elementy i symbole, a złożoność zmusza nas, aby zobaczyć współzależność natury – znaczenie poszczególnych elementów i kontekst, w którym są osadzone,

- zakłada, że systemy mogą zaproponować racjonalne procesy i przewidywalne wyniki pomimo skomplikowania elementów, podczas gdy złożoność wskazuje, że rozwiązania pojawiają się dzięki dynamicznym procesom (Ramalingam, Jones, Reba, Young, 2008: 5).

## POŚREDNI POZIOM OBSERWACJI

Pomiar otaczającego nas świata, a więc jego obserwacja, przez długi czas wyraźnie oddzielał obiekt, który jest obserwowany, od obiektu, który obserwował. Obserwujący był niejako wyłączony z tego, co rejestruje, a system zachowywał się tak samo, bez względu na to, czy był obserwowany, czy nie. Postulaty, jakie wniosła mechanika kwantowa, umieściły w jednej rzeczywistości obiekt obserwowany i obserwujący, i co więcej – uzależniły przebieg zjawisk od tego, czy są one obserwowane. Każdy akt obserwacji jest w gruncie rzeczy pewną formą oddziaływania i wymiany energii pomiędzy dwoma obiektami. Przejście ze skali mikro pojedynczych cząsteczek do mnogości i złożoności strukturalnej pozwala na uśrednienie wielu autonomicznych oddziaływań i zamianę ich na pojedynczy efekt wypadkowy. Sumowanie i uśrednianie elementarnych obserwacji, jeszcze zanim dotrą one do świadomości obserwatora, wydaje się być jedynym sposobem percepcji czegokolwiek stabilnego i pewnego (Wołoszyn, 2013: 27–28). Jako przykład można podać ekonomistę, który woli mówić o średnim wynagrodzeniu zamiast o milionach pojedynczych wynagrodzeń wypłacanych pracownikom w całym kraju, interpretować zmiany pojedynczego indeksu giełdowego zamiast notowań setek akcji, prognozować stopę bezrobocia w skali całego kraju zamiast każdego z powiatów oddzielnie (Olszak, Ziemia, 2007).

Istnieje silny związek pomiędzy złożonością pojedynczych aktów obserwacji a zagregowanym charakterem wyciągniętych wniosków i zbudowanych na ich podstawie teorii. Atrybuty te są nierozłączne: bez agregacji nie mógłby stabilnie istnieć sam badacz i niemożliwe byłoby uprawianie nauki, z kolei bez nieprzewidywalności i bogactwa elementarnych fenomenów nie istniałaby zmienność dająca się badać (Wołoszyn, 2013: 30).

W przypadku nauk ekonomicznych systemy społeczno-gospodarcze prowadzą ze sobą dialog pomiędzy poziomami organizacyjnymi, na których czynione są poszczególne obserwacje. Można to zinterpretować jako dialog pomiędzy rozpoznaniem prawdopodobnej przyszłości na jednym poziomie i nieprzewidywalnymi skutkami tego rozpoznania dla przyszłości innych poziomów. W ekonomii głównego nurtu agregacja i dezagregacja są procesami o charakterze lustrzanym, bez których trudno byłoby cokolwiek stwierdzić, uporządkować czy wyciągnąć wnioski. W obliczu złożoności poziom obserwacji zjawisk zachodzących w rzeczywistości gospodarczej ma znaczenie przy ocenie procesów gospodarczych.

Ekonomia złożoności skłania się ku zacieraniu granic pomiędzy makro- i mikroekonomią, odrywając się od klasycznych teorii oraz paradygmatów i zbliżając do rzeczywistości gospodarczej. W literaturze pod pojęciem „błędu złożenia” (*fallacy od composition*) funkcjonuje dylemat, czy to, co wydaje się nam dobre dla pojedynczego konsumenta, przedsiębiorcy, gracza rynkowego, jest równie dobre dla całego społeczeństwa czy branży. Błąd złożenia wynika przede wszystkim z błędnego przenoszenia prawdziwych zależności na jednym poziomie (na przykład mikroekonomicznych) na inny poziom (na przykład makroekonomiczny bądź globalny). Klasycznym przykładem tego zagadnienia jest paradoks zapobiegliwości opisany przez Hardina (1968) jako teoremat „tragedii wspólnego pastwiska”. Rolnicy korzystający ze wspólnego pastwiska, maksymalizując swoją korzyść, dążą do zwiększania liczebności stada czy wydłużania czasu wypasu zwierząt. To działanie, wydające się racjonalnym

na poziomie jednego producenta rolnego, w rzeczywistości przy takim samym zachowaniu wszystkich rolników w szybkim tempie doprowadzi do degradacji środowiskowej pastwiska, a więc eliminacji możliwości korzystania z niego (Grzelak, 2010).

Należy więc zachować szczególną ostrożność w wyciąganiu wniosków i tworzeniu rekomendacji dotyczących systemu społeczno-gospodarczego po przeprowadzeniu badań uwzględniających tylko jeden z poziomów analizy. Mając na uwadze błąd złożoności, Domański pisze, że zjawiska definiowane w makroskali w rzeczywistości nie występują, a tylko odzwierciedlają leżącą u podstaw strukturę układu (Domański, 2012: 185).

## EWOLUCYJNY CHARAKTER

W odróżnieniu od zwykłych systemów dynamicznych w ekonomii przemiany nie ograniczają się tylko do przejść między stanami systemu, ale zmienia się również dynamika rządząca zachowaniem tego systemu. Pojawiają się nowe formy organizacji życia społecznego, zmienia się mechanizm produkcji, handlu, świadczenia usług, wprowadzane są nowe style komunikacji, kooperacji, koordynacji działań, a to, co zostanie wypracowane, jest podstawą do kolejnych działań i zmian (Gruszecki, 2002). Proces przebudowy i zmian zachowania się systemu, realizowany spontanicznie przez ten system i niewymagający zewnętrznej kontroli, zasługuje na miano ewolucji, lecz termin ten niesie ze sobą odmienne interpretacje (Mayr, 2002, za Wołoszyn, 2013).

Koncepcje ewolucyjne przenikały do nauk ekonomicznych stopniowo, przez dłuższy czas. Za sprawą pracy Nelsona i Wintera (1982), która krytykując tradycyjne spojrzenie na zmiany zachodzące w systemach ekonomicznych, zwróciła uwagę m.in. na potrzebę objaśnienia zachowania elementów systemu w kategoriach adaptacji zamiast maksymalizacji. Skłoniło to do poszukiwania ewolucyjnych teorii ekonomicznych, które jednak wciąż są dalekie od dojrzałości (Karaś, 2008). Pojęcie ewolucji wywodzi się z obszaru biologii opisującej pierwowzór tego procesu (Kaufmann, 1993), stąd też w opracowaniach dotyczących ewolucyjnych teorii ekonomicznych stosunkowo duże nagromadzenie analogii i przykładów przyrodniczych.

Analogie znaczeniowe między pojęciami biologii i ekonomii różnią się w zależności od przyjętego programu badawczego. Niektórzy autorzy używają dosłownych interpretacji, określając na przykład genotyp czy fenotyp przedsiębiorstwa (Baskin, 2000). Występują też mniej dosłowne interpretacje zjawisk, na przykład darwinizmu, powstrzymujące się przed sztucznym upodabnianiem obu dziedzin do siebie (Witt, 2003). Próby włączenia ewolucyjnych metafor do teorii ekonomicznych spotykają się z uzasadnioną krytyką (Börgers, 1996). Trudno zakładać, by wszystkie zjawiska genetyczne i procesy selekcyjne w różnych skalach miały swoje dokładne odpowiedniki w strukturze bądź funkcjonowaniu jednostek poddawanych analizie ekonomicznej. Pewne podobieństwa łączą jednak biologiczne i ekonomiczne pojęcia, takie jak na przykład różnorodność czy konkurencja (Malawski, Wörter, 2006). Ramy koncepcyjne przyrodniczej ewolucji wykorzystywane w opisie systemów ekonomicznych znajdują swoich zwolenników ze względu na to, że odwołują się wprost do zjawisk i procesów, które zachodzą w warunkach nierównowagi, panującej zwłaszcza w obszarach



ekonomii podlegających gwałtownym zmianom w wyniku rozwoju technologicznego (Nelson, Winter, 2002).

Aby rozważać procesy ewolucyjne jako mechanizm postępu, należy skupić się na ich dynamicznym podłożu, czyli przebiegu powielania i przekształcania (Neumann, Bruks, 1966). Zdolność struktur biologicznych do samodzielnej replikacji jest jedną z podstawowych własności, która odróżnia organizmy żywe od materii nieożywionej.

Mechanizm postępu odzwierciedla się w mechanizmach replikacyjnych, nieprzerwanie tworzących nowsze kopie struktur, które zastępują ulegające zniszczeniu poprzednie egzemplarze. W związku z tym, że proces ten dotyczy poziomu molekularnego (Maturana, 2002), to wskutek intensywnych procesów metabolicznych dorosły organizm może składać się z całkowicie nowych atomów, z których żaden nie istniał w młodości organizmu. W przypadku ekonomii często rozpatrujemy przedsiębiorstwa, które nie mają takiego samego zespołu pracowników jak na początku funkcjonowania. Konieczność odtwarzania ciągłości przez powielanie tych samych procesów w kolejnych pokoleniach jest związana z ograniczeniem możliwości pojedynczego człowieka, który ze względu na czas trwania swojego życia nie jest w stanie samodzielnie zaobserwować procesu zachowania trwałości budynków, wszystkich przekształceń w krajobrazie czy w stanie prawnym (Mikuła, 2000).

## SAMOORGANIZACJA, ADAPTACJA I EMERGENCJA

Przez samoorganizację rozumie się proces spontanicznego formowania się przestrzennych, czasowych oraz czasoprzestrzennych struktur czy też funkcji układu zbudowanego z kilku lub wielu komponentów (Szydłowski, Hereć, Tambor, 2011: 2).

Samoorganizacja systemu dokonuje się, gdy spełnione są trzy warunki. Po pierwsze, system musi być otwarty, czyli musi istnieć możliwość wymiany materii i energii z otoczeniem. Po wtóre, musi on być nieliniowy (opisywany przez układy równań nieliniowych), ponieważ system liniowy zazwyczaj w procesie rozwoju odtwarza jedynie swoją strukturę, chociaż może także powiększać swoje rozmiary. Aby jednak rozwój systemu mógł się dokonywać, musi się zmieniać jego struktura. Po trzecie, system musi znajdować się z dala od wcześniejszej równowagi. Jeśli system znajduje się blisko równowagi, nieduże odchylenia od tego stanu mogą być tłumione, wskutek czego wraca on do równowagi. Ze względu na ruchy zachodzące wokół punktu lub linii równowagi, ale bez zmiany głównej trajektorii, stany takie nazywa się równowagą dynamiczną, a zdolność powrotu do stanu równowagi – stabilnością systemu. Ruchy zachodzące blisko stanu równowagi są zbyt słabe, aby zmienić strukturę systemu. Zmiana struktury systemu może dokonać się jedynie z dala od równowagi (Domański, 2012).

Według Szydłowskiego, Herecia i Tambora (2011) typowymi cechami układów samoorganizujących się są:

- brak centralnego sterowania (współzawodnictwo),
- dynamiczna zmienność składu (ewolucja czasowa),
- fluktuacje systemu (w kierunku znajdowania najlepszej opcji),
- łamanie symetrii (zubożenie symetrii przestrzeni stanów),

- niestabilność, wielokrotność stanów równowagowych (atraktorów),
- krytyczność (przemiany fazowe z efektem progowym),
- uporządkowanie układu obejmujące układ jako całość,
- dyssypacja (pobór lub eksport energii),
- redundancja (odporność na zniszczenia),
- samokonserwacja (naprawa i wymiana części układu),
- adaptacja (odporność na zmiany w otoczeniu),
- złożoność (wielość parametrów),
- hierarchiczność (wielokrotność poziomów organizacji).

Modele systemów o wysokiej złożoności pokazują, w jaki sposób możliwości ich zmian zależą od zdolności elementów systemu do adaptacji do zmian zewnętrznych oraz od zbiorowej zdolności do modyfikowania i ich środowiska (Ford, Garnsey, Lyons, 2006). Aby system mógł być adaptacyjny, musi mieć wewnętrzną różnorodność lub mechanizmy mogące wytwarzać różnorodność w miarę potrzeb.

Chaotyczne wahania odgrywają w ewolucji istotną rolę przez to, że rozszerzają przestrzeń nowych możliwości i zwiększają stopień swobody w zachowaniach systemów. W rozszerzonej przestrzeni możliwości o wyższym stopniu swobody zachowań tworzy się mechanizm, który generuje mikroróżnorodność elementów. To z kolei pobudza rozwój struktury systemu, w którym powstają dalsze struktury, a system staje się systemem o zmieniającej się różnorodności strukturalnej. System, którego zachowanie zmienia się pod wpływem ruchów chaotycznych, zwiększającej się różnorodności strukturalnej i samoorganizacji, nabywa cech, których nie da się wydedukować ze składowych części systemu. W ten sposób system zostaje wzbogacony o nowe właściwości, dzięki którym może przesuwać się do nowych przestrzeni zdarzeń. Modele systemów o wysokiej złożoności pokazują, w jaki sposób możliwości ich zadań zależą od zdolności adaptacji elementów systemu do zmian zewnętrznych i od zbiorowej zdolności do modyfikowania ich środowiska (Ford, Garnsey, Lyons, 2011).

Jednakże podtrzymywanie ukrytej różnorodności lub mechanizmu tworzącego różnorodność wymaga ponoszenia kosztów. W praktyce gospodarczej część kosztów wysokiego ryzyka związanego z eksperymentowaniem, stworzeniem i komercjalizacją nowych technologii może być traktowana jako koszty ponoszone w celu korygowania adaptacyjności tworzonej przez innowacyjną przedsiębiorczość rynkową.

Oparcie rozwoju nauki na założeniu, że proste układy zachowują się w prosty sposób, a złożone zachowanie systemów jest wynikiem złożonych przyczyn, towarzyszyło badaczom przez długi okres. Teoria chaosu dowiodła jednak, że takie założenie nie jest prawdą. Proste nieliniowe deterministyczne systemy dynamiczne mogą przejawiać niesłychanie skomplikowane rodzaje zachowań. W związku z tym stosowanie w makroekonomii złożoności deterministycznej jest co najmniej tak samo uprawnione, jak wykorzystywanie złożoności stochastycznej. Złożoność deterministyczna ma swoje źródła w teorii katastrof i teorii chaosu. Występuje wtedy, gdy dynamika układów jest opisywana przez kilka głównych zmiennych, które są powiązane równaniami o znanej postaci. Istotne jest to, czy w poprawny sposób uchwycono sens danego zjawiska. Ponieważ proste modele nieliniowe prowadzą do

złożonych zachowań, przed ekonomistami otwierają się całkiem nowe możliwości badawcze (Jakimowicz, 2012: 24).

Jednym z podstawowych praw rządzących funkcjonowaniem złożonych układów adaptacyjnych jest zasada emergencji. Wskazuje ona, że w niektórych sytuacjach złożoność spontanicznie przekształca się w prostotę. W systemach zbudowanych z wielkiej liczby elementów wzajemne oddziaływania między nimi prowadzą do powstania uporządkowanych zjawisk kolektywnych, które nazywane są własnościami emergentnymi systemu. Ich opis jest możliwy tylko na poziomie wyższym niż ten, którego używamy do opisu elementów składowych. Ekonomia złożoności wykorzystuje tę ideę do wyjaśnienia istoty makroekonomii. Otóż zjawiska makroekonomiczne są emergentnym rezultatem zachowań podmiotów gospodarczych i wzajemnych interakcji na poziomie mikroekonomicznym (Beinhocker, 2006; Jakimowicz, 2012).

Warunkiem koniecznym działania zasady emergencji jest uprzednie istnienie złożoności. Jeśli będzie to złożoność deterministyczna, to jest ona wynikiem chaosu generowanego przez proste równania nieliniowe. Osiągnięcie odpowiedniego poziomu złożoności systemu gwarantuje prawo postępującej złożoności, które głosi, że jego stanem docelowym w długim okresie jest krawędź chaosu. Z kolei powstanie zjawisk kolektywnych wymaga obniżenia złożoności. System musi zatem mieć zdolność do przejściowego opuszczenia krawędzi chaosu, do odbicia się od niej. Zasada emergencji wraz z zasadą postępującej złożoności utrzymują systemy na skraju chaosu, między zachowaniem periodycznym a zachowaniem turbulentnym, zapewniając im niezbędne zdolności adaptacyjne (Jakimowicz, 2012: 30–31).

## ZAKOŃCZENIE

Pojawienie się w nauce rozważań próbujących uchwycić kwestię złożoności stało się atrakcyjnym tematem dociekań badaczy wielu różnych dziedzin naukowych. Nowoczesne metody badawcze pozwalają na obserwację i analizę z wykorzystaniem metafor i analogii, dopuszczając możliwość przenikania nie tylko narzędzi badawczych, ale także idei, co pozwala zwrócić uwagę na część wspólną pewnych analiz naukowych różnych dziedzin. Zarówno geografia ekonomiczna wraz z geografiami przemysłu, jak i ekonomia, jako nauki ze sobą nierozdzielnie związane, stale się uzupełniają, a poprzez wymianę doświadczeń łączącą się z ewoluującą problematyką badawczą wspólnie stają przed szansą dojścia do jeszcze dokładniejszych wniosków, które mogą pomóc w kształtowaniu rzeczywistości gospodarczej.

Zaprezentowany w artykule jeden z nowych trendów badawczych w ekonomii – ekonomia złożoności, wraz ze swoim sposobem ujęcia rzeczywistości, może stać się ważnym elementem uwzględnianym w definiowaniu problemów badawczych, które gromadzi w swoim dorobku geografia ekonomiczna i geografia przemysłu. Koncepcja złożoności to jedna z propozycji spojrzenia na dociekania naukowe geografii w sposób częściowo wolny od słabości metodologicznej ekonomii. Naukę o złożoności należy rozpatrywać jako nową propozycję spojrzenia na stare problemy badawcze, które pozostały do tej pory bez rozwiązania lub których rozwiązanie wydaje się współcześnie nie do końca satysfakcjonujące.

## Literatura References

- Axelrod, R., Cohen, M. D. (2001). *Harnessing Complexity: Organizational Implications of a Scientific Frontier*. Nowy Jork: Simon and Schuster.
- Baskin, K. (2000). Corporate DNA: Organizational Learning, Corporate Co-evolution. *Emergence*, 2(1).
- Beinhocker, E. D. (2006). *The Origin of Wealth. Evolution, Complexity and the Radical Remaking of Economics*. Boston: Harvard Business School Press.
- Bertalanffy von, L. (1984). *Ogólna teoria systemów. Podstawy rozwój, zastosowania*. Warszawa: PWN.
- Börgers, T. (1996). On the Relevance of Learning and Evolution to Economic Theory. *The Economic Journal*, 106(438), 1374–1385.
- Borkowska, A. (2008). Zarządzanie różnorodnością. *Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej – Ekonomia i Zarządzanie*, 12, 331–340.
- Chojnicki, Z. (1984). Dylematy metodologiczne geografii. *Przegląd Geograficzny*, 56(3–4), 3–18.
- Colander, D., Holt, R. P. F., Rosser, J. B. (2004). *The Changing Face of Economics: Conversation with Cutting Edge Economists*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Day, R.H. (1994). *Complex Economic Dynamics. An Introduction to Dynamical Systems and Market Mechanisms*. Tom 1. Cambridge: The MIT Press.
- Domański, R. (2012). *Ewolucyjna gospodarka przestrzenna*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego.
- Ford, S., Garnsey, E., Lyons, M. (2006). Afterword. W: E. Garnsey, J. McGlade (red.). *Complexity and Co-evolution*. Cheltenham: Edward Elgar, 204–212.
- Gell-Mann, M. (1996). *Kwark i jaguar. Przygody z prostotą i złożonością*. Warszawa: Wydawnictwo CiS.
- Gorazda, M. (2014). *Filozofia ekonomii*. Kraków: Copernicus Center Press Sp. z o.o.
- Gruszecki, T. (2002). *Współczesne teorie przedsiębiorstwa*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Grzelak, A. (2010). Problem złożoności w ekonomii w kontekście procesów globalizacji. W: A. Grzelak, K. Pająk (red.). *Nowe trendy w metodologii nauk ekonomicznych i możliwości ich wykorzystania w procesie kształcenia akademickiego*. Tom I–II. Poznań: Wydawnictwo UEP, 122–139.
- Hardin, G. (1968, 2015, 4 lutego). The tragedy of the commons. *Science*, 13 grudnia, 162(3859), 1243–1248. Pozyskano z: [sciencemag.org/content/162/3859/1243](http://sciencemag.org/content/162/3859/1243);
- Horgan, J. (1995). From complexity to perplexity. *Scientific American*, 272(6), 104–109.
- Horgan, J. (1999). *Koniec nauki, czyli o granicach wiedzy u schyłku ery naukowej*. Warszawa: Prószyński i S-ka.
- Jakimowicz, A. (2011). Dynamika nieliniowa w badaniach ekonomicznych. W: *Dydictics of Mathematics*, 8(12), 39–54.
- Jakimowicz, A. (2012). *Podstawy interwencjonizmu państwowego. Historiozofia ekonomii*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Karaś, M. (2008). Teoria ewolucyjna firmy. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 34.
- Kaufmann, S. A. (1993). *The Origins of Order: Self Organization and Selection in Evolution*. Nowy Jork: Oxford University Press.
- Lisowski, A. (2004). Geografia społeczno-ekonomiczna a nauki społeczne. W: Z. Chojnicki (red.). *Geografia wobec problemów teraźniejszości i przyszłości*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 67–80.
- Lucas, R. (2009). In Defence of Dismal Science. *The Economist*, 6.
- Maik, W., Rembowska, K., Suliborski, A. (red.) (2005). *Geografia jako nauka o przestrzeni, środowisku i krajobrazie. Podstawowe idee i koncepcje geografii*. Tom 1. Łódź: Łódzkie Towarzystwo Naukowe.

- Malawski, A., Wörter, M. (2006). Diversity Structure of the Schumpeterian Evolution. An Axiomatic Approach. *Swiss Institute for Business Cycle Research KOF Working Papers*, 153.
- Martin, R. (1994). Economic Theory and Human Geography. W: D. Gregory, R. Martin, G. Smith (red.). *Human Geography: Society, Space, and Social Science*. Basingstoke: Macmillan, 21–53.
- Maturana, H. (2002). Autopoiesis, Structural Coupling and Cognition: A History of These and Other Notions in the Biology of Cognition. *Cybernetics & Human Knowing*, 9(3–4), 5–34.
- Mayr, E. (2002). *What Evolution Is*. Nowy Jork: Basic Books.
- Mikuła, B. (2000). *Człowiek a organizacja. Humanizm w koncepcjach i metodach organizacji i zarządzania XX wieku*. Kraków: Antykwa.
- Nelson, R. R., Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press.
- Nelson, R. R., Winter, S. (2002). Evolutionary theorizing in economics. *Journal of Economic Perspectives*, 16(2), 23–46.
- Neumann, J. von, Bruks, A. W. (1966). *Theory of Self-Reproducing Automata*. Urbana: University of Illinois Press.
- Olszak, C. M., Ziemba, E. (2007). Approach to Building and Implementing Business Intelligence Systems. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge & Management*, 2, 135–148.
- Ramalingam, B., Jones, H., Reba, T., Young, J. (2008). *Exploring the science of complexity. Ideas and implications for development and humanitarian efforts*. Londyn: Overseas Development Institute.
- Senge, P. M. (2006). *Piąta dyscyplina. Teoria i praktyka organizacji uczących się*. Kraków: Oficyna Ekonomiczna.
- Snow, C. P. (1959). *The Two Cultures and the Scientific Revolution. The Rede Lecture*. Nowy Jork: Cambridge University Press.
- Snowdon, B., Vane, H. R. (2003). *Rozmowy z wybitnymi ekonomistami*. Warszawa: Dom Wydawniczy Bellona.
- Stachowiak, K. (2010). Współczesna geografia ekonomiczna a ekonomia heterodoksyjna. W: T. Kudłacz, J. Wrona (red.). *Geografia w naukach ekonomiczno-przestrzennych. Studia i Prace Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 8, 73–91.
- Staćzyk, S. (2007). Umiejętność zarządzania różnorodnością kulturową – odniesienia teoretyczno-praktyczne. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu – Zarządzanie*, 5(1187).
- Stryjakiewicz, T. (1987). *Kierunki badawcze geografii przemysłu w Polsce w latach 1945–1980*. W: Z. Ziolo (red.). *Geografia przemysłu w akademickim kształceniu nauczycieli. Materiały i sprawozdania*, 14. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej, 22–46.
- Stryjakiewicz, T. (1998). Problemy geografii ekonomicznej w Polsce w okresie transformacji. W: J. J. Parysek, H. Rogacki (red.). *Przemiany społeczno-gospodarcze Polski lat dziewięćdziesiątych*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 295–307.
- Stryjakiewicz, T. (2010). Przemiany w geografii przemysłu. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 15, 30–44.
- Sułkowski, Ł. (2005). *Epistemologia w naukach o zarządzaniu*. Warszawa: PWE.
- Szydłowski, M., Hereć, M., Tambor, P. (2011; 2013, 13 listopada). *Samoorganizujący się Wszechświat w różnych skalach – miejsce, gdzie nauka spotyka się z filozofią*. Pozyskano z [http://www.kul.pl/files/57/transfer\\_idei/szydowski.pdf](http://www.kul.pl/files/57/transfer_idei/szydowski.pdf)
- Wilson, E. O. (1998). *Consilience: The Unity of Knowledge*. Nowy Jork: Knopf.
- Witt, U. (2003). Evolutionary Economics and the Extension of Evolution to the Economy. W: U. Witt (red.). *The Evolving Economy: Essays on the Evolutionary Approach to Economics*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 3–34.
- Wołoszyn, P. (2013). *Struktury agentowe w symulacyjnych badaniach złożonych systemów ekonomicznych*. Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.

Zioło, Z. (2010). Wpływ relacji nauk geograficznych i ekonomicznych na kształtowanie gospodarki przestrzennej. W: T. Kudłacz, J. Wrona (red.). *Geografia w naukach ekonomiczno-przestrzennych. Studia i Prace Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 8, 61–71.

**Agnieszka Mrozińska**, dr, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Wydział Zarządzania, Katedra Ekonomiki Przestrzennej i Środowiskowej. Absolwentka kierunku gospodarka przestrzenna na Uniwersytecie Ekonomicznym w Poznaniu. Jej zainteresowania naukowe obejmują zagadnienie złożoności, szczególnie w naukach ekonomicznych, oraz procesy adaptacyjne w przemyśle.

**Agnieszka Mrozińska**, Ph.D., Poznań University of Economics, Faculty of Management, Department of Spatial and Environmental Economics. A Spatial Economy graduate of the Poznań University of Economics. Her research interests are the issue of complexity and adaptive processes in the industry.

**Adres/address:**

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu  
Katedra Ekonomiki Przestrzennej i Środowiskowej  
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Polska  
e-mail: [agnieszka.mrozinska@ue.poznan.pl](mailto:agnieszka.mrozinska@ue.poznan.pl)