

Zrównoważone gospodarowanie środowiskiem a czas ekosystemowy

Gospodarowanie środowiskiem przyrodniczym¹ regionu Puszczy Białowieskiej i prowadzenie działalności gospodarczej w jego przestrzeni powinno przyczyniać się do zrównoważonego rozwoju² lokalnej społeczności. Jego realizacja wymaga uwzględnienia w procesach gospodarczych uwarunkowań przyrodniczych związanych z problemem czasu ekosystemowego.

Problematyka czasu budzi szczególne zainteresowanie w filozofii i naukach przyrodniczych. Podejmują ją również chętnie historycy, geolodzy i archeolodzy, którzy skupiają się na chronologii i datowaniu, oraz inżynierowie pracujący nad sposobami pomiarów czasu. Najwcześniej problem czasu pojawia się w filozofii. Wypracowała ona wiele interpretacji przedmiotu czasu. Istotnym jest również dorobek nauk przyrodniczych. W ich obszarze powstała idea czasu absolutnego, koncepcja nieodwracalnego czasu termodynamiki i koncepcja czasu względnego oraz kwantowa koncepcja czasu i przestrzeni. Wiele interesujących przesłanek można znaleźć ponadto w kosmologicznej idei czasu superdługiego. W analizach czasu rozróżnia się czas rzeczywisty (kalendarzowy czy astronomiczny) i logiczny. Różnorodne interpretacje czasu znajdują wiele zastosowań w badaniach społecznych, w tym ekonomicznych. Jedną z najważniejszych płaszczyzn udynamicznienia teorii ekonomicznych jest podejście ewolucyjne, które znajduje wyraz w rozwijającej się ekonomii ewolucyjnej. Wywodzi się ono z kilku źródeł teoretycznej inspiracji. Nie tylko posługują się one pojęciem ewolucji, ale przede wszystkim są zainteresowane analizą ruchu badanych systemów i procesów, w tym procesów gospodarowania, w perspektywie wyznaczonego wymiaru czasu i jego wybranych momentach oraz zwracają uwagę na identyfikację i poznanie mechanizmów ewolucji. Podejście ewolucyjne powoduje, iż ten mechanizm staje się centralnym punktem badań zlokalizowanym w czasie i przestrzeni. Do najważniejszych źródeł teoretycznych ekonomii ewolucyjnej należy zaliczyć:

- ekonomię klasyczną (Smith, Malthus),

¹ B. Poskrobko (red.), 2007. *Zarządzanie środowiskiem*. PWE, Warszawa; por. np. B. Fiedor (red.), 2002. *Podstawy ekonomii środowiska i zasobów naturalnych*. Wyd. C.H. Beck, Warszawa; S. Czaja, A. Becla, 2007. *Ekologiczne podstawy procesów gospodarowania*. Wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław; E. Kośmicki, 2009. *Główne zagadnienia ekologizacji społeczeństwa i gospodarki*. Wyd. Ekopress, Białystok; B. Kryk (red.), 2012. *Gospodarowanie i zarządzanie środowiskiem*. Wyd. Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.

² T. Borys (red.), 2005. *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju*. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Warszawa-Białystok; por. np. B. Poskrobko (red.), 2007. *Zrównoważony rozwój gospodarki opartej na wiedzy*. Wyd. WSE, Białystok; B. Poskrobko (red.), 2010. *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Zarys problemów badawczych i dydaktyki*. WSE, Białystok; H. Rogall, 2010. *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*, Wyd. Żysk i S-ka, Poznań.

- system teoretyczny Marksa,
- koncepcje szkoły historycznej,
- neoaustriacką koncepcję instytucji (von Hayek),
- austriacką szkołę psychologiczną,
- instytucjonalizm Veblena,
- system teoretyczny Schumpetera,
- teorię chaosu, morfogenezy i ewolucyjną teorię gier.³

W analizach zjawisk i procesów gospodarczych czas może być traktowany jako przyczyna zmian i jako wymiar. W pierwszym przypadku pojmuje się go jako zagregowaną lub zdezagregowaną determinantę danych zjawisk i procesów gospodarczych. W modelowaniu ekonomicznym czas posiada istotny wpływ na analityczną postać modelu (funkcji dyskretnych lub ciągłych) oraz charakter wykorzystywanych zmiennych (strumienie i zasoby). Zmienna czasu bywa traktowana w oparciu o zbiór liczb naturalnych (T_1, \dots, T_n). Oznacza ona wtedy między innymi dni, miesiące lub lata. Przyjmuje wówczas wartości dyskretne. Jeśli zmienna czasu jest analizowana z wykorzystaniem liczb rzeczywistych (t_0, \dots, t_n), to przyjmuje ona wartości ciągłe. Dyskretna i ciągła analiza czasu nie wymaga ustaleń z jakim sposobem traktowania czasu w teorii ekonomii mamy właśnie do czynienia, na przykład interpretacją logiczną czy rzeczywistą. Czas dyskretny jest podzielony na okresy o stałej długości, które są traktowane jako jego jednostki. Po ich zestawieniu z określoną zmienną ekonomiczną (na przykład dochodem lub produkcją), nabiera ona charakteru strumienia. Jest on stosunkiem danej wielkości (wyrażonej jednostkami naturalnymi lub pieniężnymi) przepływającej przez określoną powierzchnię (przestrzeń) do czasu. Przestrzenią może być również gospodarka lub rynek (przestrzeń społeczno-ekonomiczna). Do najbardziej typowych strumieni zalicza się produkcję, dochód, inwestycje i konsumpcję. Każdy strumień posiada wymiar czasowy, który oznacza określoną wielkość na jednostkę czasu lub okres (przedział czasu). Reasumując można stwierdzić, iż modele ekonomiczne opisują zmiany wielkości ekonomicznych w czasie w sposób dyskretny lub ciągły. Pierwszy sposób jest bliższy praktyce gospodarczej, drugi zaś znajduje zastosowania głównie w analizach teoretycznych.⁴

Zainteresowanie czasem w ekonomii wymaga głębszego uwzględnienia zjawisk dynamicznych występujących w środowisku przyrodniczym, będącym jednym z systemów w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko. Funkcjonowanie środowiska przyrodniczego można scharakteryzować na podstawie trzech parametrów: tendencji do zmian, amplitudy zmian lokalnych i rytmu zmian. Czas trwania przebiegu procesów przyrodniczych jest niezwykle zróżnicowany. Należy je analizować w n-wymiarowej przestrzeni, która zawiera punkty

³ S. Czaja, 2011. *Czas w ekonomii*. Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław; por. np. S. Zamagni, E. Agliardi (red.), 2005. *Time in Economic Theory*. Edward Elgar Publishing, New York.

⁴ Ibidem.

przedstawiające poszczególne stany dozwolone systemów ekologicznych. Tworzą one obszary dozwolone, które obejmują wszelkie zmiany określonego systemu przyrodniczego. Ich zasięg zależy od typu i rangi taksonomicznej systemu. Wewnątrz obszarów stanów dozwolonych znajdują się obszary stabilności systemów przyrodniczych. Ich lokalizacja i wielkość stanowią indywidualne cechy danego systemu. Podstawowymi rytmami procesów przyrodniczych są rytm dobowy i roczny. Pierwszy jest wywołany przez ruch obrotowy Ziemi, natomiast drugi jest wynikiem zmian położenia Ziemi względem Słońca. Są one wyraźne i czytelne. W rytmie dobowym zmianom ulega głównie temperatura, wilgotność i ciśnienie, które uwarunkowują pozostałe parametry środowiska. W ciągu roku regularnie zmieniają się warunki klimatyczne, procesy glebowe i hydrologiczne, szata roślinna i tryb życia zwierząt. Rytm roczny zaznacza się z różną intensywnością w poszczególnych szerokościach geograficznych. W systemach środowiska przyrodniczego można również wyróżnić rytmy dłuższe o okresach kilkunastoletnich lub kilkudziesięcioletnich, a także rytmy o okresach zjawisk geologicznych, trwających setki, tysiące i miliony lat.⁵

Delcourt i Delcourt⁶ wyróżnili cztery przyrodnicze skale czasu: megaskalę, makroskalę, mezoskalę i mikroskalę. Ich klasyfikacja ma charakter ramowy, ponieważ każdemu systemowi można przypisać swoistą skalę jako czas niezbędny do integracji, interpretacji i przetworzenia bodźców z otoczenia, przed zamianą na informację. Megaskala (1 mln – 4,6 mld lat) odnosi się do zjawisk zachodzących w czasie geologicznym i na powierzchniach wielkości kontynentów lub większych. Makroskala (10 000 – 1 000 000 lat) obejmuje zjawiska w zakresie od jednego do kilku cykli glacialnych na obszarach prowincji fizycznogeograficznych lub znaczącej części kontynentu. Mezoskala (500 – 10 000 lat) odpowiada zakresom cykli glacialnych i powierzchniom dużych zlewni rzecznych i obszarom o rozciągłości zawartej w polu o rozmiarach 1 stopnia szerokości na 1 stopień długości geograficznej. Mikroskala (1 – 500 lat) dotyczy badań ekologii ekosystemów, ekologii populacji czy architektury krajobrazu, między innymi zbiorowisk roślinnych, sukcesji ekologicznej i obiegu wody. Wymiar przestrzenny tej skali stanowią przestrzenie od 1 m² do 10⁶ m². W interpretacji ekonomicznej należy ją traktować jako czas ekosystemowy.

Prekursorem dynamicznego podejścia do zjawisk w ekosystemach był Clements⁷, który sugerował, iż rozmieszczenie szaty roślinnej w przestrzeni jest wynikiem procesów przebiegających w czasie. Sformułował on pierwszą teorię dynamiki roślinności, kształtującą badania nad dynamiką szaty roślinnej w XX wieku. Procesy dynamiczne roślinności w czasie mogą mieć charakter fluktuacyjny, cykliczny i linearny.

Przyjmuje się, iż po ukształtowaniu ekosystemów zbiorowiska roślinne osiągną stan

⁵ A. Richling, J. Solon, 2002. *Ekologia krajobrazu*. PWN, Warszawa; por. np. J. Weiner, 2005. *Życie i ewolucja biosfery*. PWN, Warszawa; Ch.J. Krebs, 2011. *Ekologia*. PWN, Warszawa.

⁶ H.R. Delcourt, P.A. Delcourt, 1988. *Quaternary landscape ecology: Relevant scales in space and time*. *Landscape Ecology* 2(1), s. 23-44.

⁷ F.E. Clements, 1928. *Plant succession and Indicators*. H.W. Wilson, New York.

dynamicznej równowagi, a zmiany jakim wówczas podlegają mają charakter fluktuacji. Nie prowadzą one do przebudowy struktury organizacyjnej i przestrzennej ekosystemów. Zalicza się do nich zmiany sezonowe i traktuje się je fluktuacje cykliczne lub periodyczne. Dynamiczne procesy ekologiczne można również podzielić na progresywne i regresywne. Do procesów progresywnych zalicza się sukcesję, która wiąże się z rozwojem ekosystemów. Procesy regresywne są przeciwstawne do sukcesji i prowadzą do przekształceń od ekosystemów złożonych do prostszych. Sukcesja jest procesem długotrwałym, ale może także odnosić się do okresów krótkotrwałych, na przykład kilkutygodniowy rozwój roślinności na łąkach piachu wyłaniających się z wód rzecznych. Krótkotrwałymi procesami są również te, które trwają przez kilka lat. Do długotrwałych zalicza się procesy związane z powrotem lasów. Mogą one trwać 80 lat w przypadku przestrzeni wydmy, 200 lat na Alasce, a na łąkach nawet do 290 lat i dłużej. Pierwszy opis sukcesji pochodzi z przełomu XIX i XX wieku. Obserwowano ją wówczas na odświeżonych piaskach wskutek kurczenia się jeziora Michigan. Na podstawie zastosowanych metod datowania z wykorzystaniem izotopu węgla oszacowano, że rozwój zrównoważonego lasu trwał tam co najmniej 1000 lat. Kształtowanie lasu w surowych warunkach klimatycznych tundry może sięgać 5000 lat. Przypuszcza się więc, że standardowo podawany czas trwania sukcesji pierwotnej dla Alaski nie obejmuje jeszcze ukształtowanego ekosystemu zrównoważonego. W sukcesji pierwotnej zwraca się uwagę na powolne tempo procesów tworzenia się gleby oraz następstwa gatunków i zbiorowisk roślinności. Na przykład na wydmach w Ontario w Kanadzie wyróżniono dwa stadia sukcesji. Czas trwania pierwszego ocenia się na 1600 lat, natomiast drugiego – na 2900 lat. O powolnym przebiegu zjawisk sukcesji w warunkach ekstremalnych świadczą procesy sukcesji na Spitsbergenie. Czas i tempo sukcesji po ustąpieniu lodowca określono na podstawie dokumentacji prowadzonej dla lodowców, to jest datowania ich ustępowania. Posłużono się również metodą określającą wiek kości wieloryba i stopnia pokrycia ich roślinnością. Uznano, że wiek bezwzględny zbiorowisk roślinnych wynosi około 90 lat. Sukcesja wtórna, związana z powrotem roślinności na wcześniej zajmowane przestrzenie po zaprzestaniu działalności człowieka, również jest procesem długotrwałym, który charakteryzuje się sekwencyjnością szaty roślinnej i gatunków. Jej przykładem jest powrót lasu na wcześniej porzucone pola i łąki. Na porzuconych polach okres sukcesji trwa około 140 lat, natomiast na łąkach nawet 250 lat. W przypadku żyznych i wilgotnych łąk, zlokalizowanych w pobliżu kompleksów leśnych, czas ten ulega skróceniu w zależności od lokalnych warunków ekologicznych.⁸

Pełne zrozumienie roli czasu ekosystemowego w zrównoważonym gospodarowaniu środowiskiem jest możliwe poprzez poznanie dynamiki populacji gatunków uczestniczących w sukcesji. Bardzo ważną własnością sukcesji jest wymiana składu gatunkowego. Jest to efektem regresji liczebności jednych gatunków i progresji innych. Mechanizmy te mają ściśle demograficzny

⁸ K. Falińska, 2004. *Ekologia roślin*. PWN, Warszawa; por. np. R. Miś, 2007. *Urządzanie lasów wielofunkcyjnych*. Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań; Cz. Wysocki, P. Sikorski, 2009. *Fitosocjologia stosowana w ochronie i kształtowaniu krajobrazu*. Wyd. SGGW, Warszawa.

charakter. Ze względu na intensywność i czas trwania zmian liczebności populacji można wyróżnić trzy grupy gatunków:

- gatunki, których populacje w krótkim czasie osiągają dużą liczebność, a następnie występuje jej spadek,
- gatunki, których zmiany liczebności populacji są związane z kierunkowymi przemianami roślinności – wzrost liczebności rozpoczyna się w stadium początkowym sukcesji, maksymalna liczebność przypada na stadium przejściowe sukcesji, a równowaga liczebności jest osiągnięta w stadium końcowym,
- gatunki, których zmiany liczebności populacji wyróżniają się charakterem fluktuacyjnym – wzrost i spadek liczebności nie jest wyraźnie związany z sekwencją sukcesji.

Badania demograficzne różnorodności biologicznej dowodzą, iż niektóre z gatunków osiągają kolejną fazę rozwoju swoich populacji w kolejnych stadiach sukcesji, to jest:

- faza zasiedlania i wzrostu liczebności przypada na początkowe stadium sukcesji, w jego czasie rozpoczynają się zmiany ilościowe i przestrzenne między populacjami,
- faza maksymalnej liczebności jest osiągnięta w stadium przejściowym, kształtowania się nowych kompozycji gatunkowych,
- faza spadku liczebności rozpoczyna się w stadium końcowym, w czasie kształtowania się ekosystemów leśnych, w których populacje tych gatunków osiągają dynamiczną równowagę liczebności na niskim poziomie lub prawie całkowicie wycofują się.⁹

W analizie dynamicznych zjawisk ekosystemowych nie można pomijać roli rozmieszczenia i przemieszczania się osobników w przestrzeni. W procesach sukcesyjnych u wielu gatunków zmieniają się istotnie relacje populacji do przestrzeni, w szczególności częstotliwość występowania i sposoby jej wypełniania. Ich charakter może być różnorodny – pewne gatunki wyraźnie zwiększają frekwencję w czasie i przestrzeni, a inne pojawiają się tylko w niektórych miejscach. Czas i sposób wypełniania przestrzeni przez dany gatunek może znacząco wpłynąć na organizację i dynamikę ekosystemu, który dostarcza dóbr i usług środowiska¹⁰ na rzecz zrównoważonego rozwoju społeczeństwa i gospodarki, na przykład usług produkcji biomasy, rozkładu zanieczyszczeń i odpadów, akumulacji energii słonecznej w tkankach organizmów żywych, inspiracji naukowej i artystycznej, informacji genetycznej na potrzeby rolnictwa i medycyny. Określony stan zasobów różnorodności biologicznej w czasie ekosystemowym, na

⁹ Ibidem.

¹⁰ A. Michałowski, 2012. *Efektywność gospodarowania w świetle usług środowiska*. Optimum. Studia Ekonomiczne 1(55), s. 99-118; por. np. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity. An interim report*, 2008. European Communities; *Ekonomia i Środowisko* 1(37), 2010; E. Gómez-Baggethum i inni, 2010. *The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payments schemes*. Ecological Economics 6, s. 1209-1218.

której opierają się przyrodnicze procesy¹¹ stanowiące ekologiczną podstawę usług środowiska, determinuje rodzaj i jakość ich strumieni. Ekonomiczna analiza i ocena gospodarowania środowiskiem przyrodniczym regionu Puszczy Białowieskiej i w jego przestrzeni powinna być przeprowadzana z uwzględnieniem dynamicznej perspektywy czasu ekosystemowego, która uelastycznia programowanie zrównoważonych procesów gospodarczych opartych na wiedzy. Efektem części z nich jest „przyspieszanie” lub „spowalnianie” czasu ekosystemowego – korzystnych lub/i niekorzystnych rozwojowo zjawisk zachodzących w ekosystemach.

¹¹ A. Michałowski, 2009. *Działalność gospodarcza a procesy przyrodnicze*. Wyd. WSAP w Białymstoku, Białystok.