

Artur Michałowski

STABILIZACYJNE USŁUGI ŚRODOWISKA W ŚWIETLE ZAŁOŻEŃ EKONOMII ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Artur Michałowski, dr – Wyższa Szkoła Administracji Publicznej im. Stanisława Staszica w Białymstoku

adres korespondencyjny:

Zakład Nauk Ekonomicznych

Wyższa Szkoła Administracji Publicznej im. Stanisława Staszica w Białymstoku

15-555 Białystok, ul. Dojlidy Fabryczne 26

e-mail: amichalowski@wsap.bialystok.pl

STABILIZATION ECOSYSTEM SERVICES IN THE APPROACH OF THE ASSUMPTIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT ECONOMICS

SUMMARY: In this paper the author attempts to analyze ecosystem services related to the natural processes of the stabilization process of matter, energy, information and space in macrosystem society-economy-environment. The issue of conservation stabilization ecosystem services is the area forming the sustainable development economics. Implementation of its objectives is a necessary condition for achieving the quality stabilization ecosystem service. Analysis of the processes of stabilization ecosystem services should be carried out in two of their fundamental aspects. The first is the existence of geochemical cycles and the stabilization brought about by living organisms (together known as biogeochemical cycles), the second one – the mechanisms and processes of succession. Sustainable development macrosystem society-economy-environment can be realized, inter alia, provided that the stabilization ecosystem services the natural environment. For this purpose, the processes in the system of society, economy and environment should be negatively coupled with the use of a variety of institutional arrangements and evaluation systems.

KEY WORDS: sustainable development, sustainable development economics, services, ecosystem services, stabilization ecosystem services

Wstęp

Zachowanie usług środowiska (świadczeń ekosystemów - *ecosystem services*) jest podstawowym warunkiem wdrożenia zrównoważonego rozwoju. Środowisko wytwarza i dostarcza zasoby naturalne oraz przeprowadza procesy przyrodnicze stanowiące podstawy jego usług. Problem zasobów naturalnych został już szeroko omówiony i przeanalizowany w teorii ekonomii. Kategoria usług środowiska stanowi stosunkowo nowy obszar badań ekonomicznych. Usługi środowiska w dalszym ciągu są definiowane bardzo różnorodnie, a metodologia ich analiz nie jest spójna. Jednakże należy zwrócić uwagę na to, iż są one przedmiotem badań ekonomicznych, które wymagają znacznego uwzględnienia dorobku nauk biologicznych, w największym stopniu programu badawczego i teorii ekologii. Pogłębione i sprecyzowane badania usług środowiska wymuszają twórczą adaptację pojęć i praw przyrodniczych do teorii ekonomii. Ich klasyfikacja, wycena i ocena powinny wynikać z uzgodnionych w naukowej dyskusji kryteriów ekonomiczno-ekologicznych.

W niniejszym opracowaniu autor podjął próbę analizy usług środowiska związanych z przyrodniczymi procesami stabilizacji przetwarzania materii, energii, informacji i przestrzeni w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko. Problematyka zachowania stabilizacyjnych usług środowiska jest obszarem tworzącej się ekonomii zrównoważonego rozwoju. Realizacja jej założeń stanowi konieczny warunek osiągnięcia właściwej jakości stabilizacyjnych usług środowiska.

1. Założenia ekonomii zrównoważonego rozwoju

Zrównoważony rozwój ma fundamentalne znaczenie, jednakże w Polsce nadal jest zbyt mało znany i ciągle kontrowersyjny. Jest nowym paradygmatem rozwoju, atakowanym z egocentrycznego punktu widzenia, ponieważ przyjmuje postawę aksjologiczną umiarkowanego antropocentryzmu. Zrównoważony rozwój jest dyskutowany od ponad trzydziestu lat w różnych środowiskach naukowych. Od 2005 roku został uznany za nowy paradygmat edukacji – Dekada ONZ Edukacji dla Zrównoważonego Rozwoju na lata 2005-2014. W naukach ekonomicznych nowy paradygmat rozwoju nie ma jeszcze ugruntowanej pozycji. Sytuacja ta odnosi się do dyscypliny ekonomii i dyscypliny nauki o zarządzaniu. Dominuje w nich nurt egocentryczny, który preferuje jako fundament egoizm i myślenie w skali jednego pokolenia, na przykład w odniesieniu do zasobów naturalnych i usług środowiska przyrodniczego. Pewną pozytywną zmianą jest wprowadzenie do dydaktyki przedmiotów: etyka biznesu i społeczna odpowiedzialność biznesu. Można je uznać za konkretne narzędzia służące minimalizacji deficytu etyki i moralności w naukach ekonomicznych.¹

¹ T. Borys, *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w naukach ekonomicznych*, w: *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Zarys problemów badawczych i dydaktyki*, red. B. Poskrobko, Wydawnic-

Koncepcja zrównoważonego rozwoju charakteryzuje się brakiem interdyscyplinarnych uzgodnień jego teoretycznej istoty. Ich wypracowanie wymaga podjęcia badań mających na celu stworzenie logicznego i wielopoziomowego ciągu paradygmatów o rosnącym stopniu szczegółowości. Zasady z najwyższego poziomu generalizowania (poziom pierwszy) powinny systemowo generować nowe paradygmaty dla poszczególnych dziedzin nauki (poziom drugi), a te z kolei powinny kształtować zbiory paradygmatów dyscyplin naukowych (poziom trzeci) jako punkty odniesienia dla propozycji programowych na najniższych poziomach prowadzonych badań i edukacji (poziom czwarty). Kształtowanie się paradygmatów niższych poziomów znajduje się na różnym stopniu zaawansowania. W praktyce obserwuje się początkową fazę konkretyzacji paradygmatów poziomu drugiego i trzeciego, przy dość zaawansowanej fazie poziomu pierwszego i czwartego. Poziom pierwszy jest holistyczną teorią nowego rozwoju jako interdyscyplinarnej integracji cech, zasad, celów i ładów. Poziom czwarty wyróżnia się opracowaniem wielu dość kompleksowych teorii, na przykład zrównoważonej konsumpcji lub zrównoważonej gospodarki leśnej. Na poziomie pierwszym powinna odbywać się dalsza konkretyzacja cech, zasad, celów i ładów. Wyodrębnia się trzy podstawowe cechy nowego paradygmatu: zrównoważenie, trwałość i samopodtrzymywanie. Silniejsze uwzględnienie ostatniej z cech warunkuje początek tworzenia jego teoretycznych zrębów i implementacji. Badania interdyscyplinarne powinny odnosić się do tworzenia kompleksowych teorii wymienionych cech oraz identyfikacji relacji pomiędzy koncepcjami rozwoju zrównoważonego, trwałego i sustensywnego, a także wskazania ich koniunkcji i udziału we wzbogacaniu nowego paradygmatu rozwoju. Zasady nowego paradygmatu rozwoju wyjaśniają jego cechy. Powinny one ukazywać wyniki konsensusu osiągniętego w badaniach w wymiarze społecznym, ekonomicznym i ekologicznym. Cele rozwoju nowego paradygmatu muszą opierać się na ciągłej integracji operacyjnej. Integrowanie ładu (wymiaru) społecznego, ekonomicznego i środowiskowego jest wyzwaniem dla przedstawicieli nauk ekonomicznych, humanistycznych i przyrodniczych. Efektem działań integracyjnych powinien być ład zintegrowany. Należy go traktować jako jeden ze sposobów wyrażania wzorców zrównoważonego rozwoju przy wykorzystaniu narzędzi benchmarkingu.²

Dyskusja wokół nowego paradygmatu zrównoważonego rozwoju będzie jeszcze długo trwała i determinowała praktykę jego wdrażania. Równocześnie bowiem kształtuje się teoria i praktyka, które są sferami przenikającymi się. W związku z takimi procesami istnieje wiele trudności w zakresie polityki zrównoważonego rozwoju. Występuje pogląd sprowadzający jego koncepcję do kwestii długookresowej trwałości gospodarowania. Interpretuje się ją również jako ideę funkcjonowania świata we współczesnych warunkach ekstremalnych. Część badaczy uznaje zrównoważony rozwój za alternatywną koncepcję rozwo-

two Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2010, s. 44-60.

² T. Borys, *Interdyscyplinarność ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *Teoretyczne aspekty ekonomii zrównoważonego rozwoju*, red. B. Poskrobko, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011, s. 134-151.

ją wobec rozwoju społeczno-gospodarczego opartego na wartościach globalizacji i postmodernizmu. W tym ujęciu jest on formą ochrony tożsamości cywilizacyjnej i etycznej współczesnego człowieka, a także drogą obrony przed skutkami globalnego kryzysu cywilizacyjnego. Celem zrównoważonego rozwoju jest wzrost jakości życia. Z celu głównego wypływa wiązka celów drugiego stopnia, które dotyczą zapewnienia trwałości warunków osiągnięcia dobrobytu w perspektywie długookresowej:

- cele społeczne – zapewnienie dostępu do dóbr i usług społecznie pożądaných, zachowanie różnorodności kulturowej, zaspokojenie podstawowych potrzeb materialnych i ograniczanie biedy, zapewnienie trwałości instytucjonalnej, zagwarantowanie sprawiedliwości społecznej i współuczestnictwa w życiu społecznymi i politycznym;
- cele ekonomiczne – utrzymanie dalszego wzrostu dobrobytu materialnego, zapewnienie dostępności użytecznych dóbr i usług, zachowanie stabilnego wzrostu gospodarczego;
- cele ekologiczne – zachowanie różnorodności biologicznej i usług środowiska, utrzymanie integralności systemów ekologicznych, określenie celu sprawiedliwości wobec istot pozaludzkich;
- cele psychologiczne – zapewnienie zrównoważenia pomiędzy dobrobytem materialnym i niematerialnym;³

Osiągnięcie powyższych celów wymaga opracowania nowych narzędzi i instrumentów realizacji polityki zrównoważonego rozwoju.

Niezbędność wdrożenia nowego paradygmatu rozwoju uzasadnia naukową dyskusję nad założeniami ekonomii zrównoważonego rozwoju i teoretycznymi podstawami gospodarowania w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko, w tym nad usługami środowiska. Neoklasyczna teoria ekonomii nie rozwiązała problemu niszczenia środowiska przyrodniczego i gospodarowania kapitałem wiedzy, który jest nieporównywalnie wydajniejszym źródłem bogactwa niż kapitał finansowy. Oba problemy stanowią podstawę zainteresowań ekonomii zrównoważonego rozwoju. Obecne badania koncentrują się na rozpoznaniu relacji pomiędzy gospodarką a środowiskiem, gospodarką a społeczeństwem i społeczeństwem a środowiskiem. W zakresie ekonomii zrównoważonego rozwoju dochodzi do istotnego przewartościowania środowiska jako źródła bogactwa narodów oraz analizuje się wiedzę jako czwarte źródło bogactwa – oprócz ziemi, pracy i kapitału. Ekonomia zrównoważonego rozwoju bada również aspekty implementacyjne, w szczególności sposoby kształtowania i uwarunkowania realizacji polityki zrównoważonego rozwoju.⁴

³ D. Kielczewski, *Zrównoważony rozwój – istota, interpretacje, związek ze społeczeństwem wiedzy*, w: *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Materiały do studiowania*, red. B. Poskrobko, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2010, s. 10-29.

⁴ B. Poskrobko, *Wybrane kategorie ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *ibidem*, s. 141-156; por. np. B. Poskrobko, *Metodologiczne aspekty ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *Ekonomia zrównoważonego rozwoju w świetle kanonów nauki*, red. B. Poskrobko, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011, s. 12-27.

Holistyczny paradygmat poznania naukowego wymusza uwzględnienie w ekonomii zrównoważonego rozwoju praw i zasad rozpoznanych w dyscyplinach nieekonomicznych. Odnosi się to szczególnie do teorii i praw wykazujących szerokie i interdyscyplinarne oddziaływania, jak: prawo cykliczności rozwoju, prawo masy krytycznej, zasada ograniczonej sterowalności, prawo entropii, zasada opóźnienia kulturowego. Prawo cykliczności rozwoju określa funkcjonowanie wszystkich zjawisk realnego świata w układzie cyklicznym. Społeczeństwo, gospodarka i środowisko rozwijają się cyklicznie, jednakże charakteryzują się różnorodnym czasem trwania poszczególnych cykli rozwojowych. Rozpoznanie i zrozumienie wpływu cykliczności na procesy rozwojowe jest istotnym wyzwaniem ekonomii zrównoważonego rozwoju. Dotychczas najlepiej poznano podstawowe cykle gospodarki. Zgodnie z prawem masy krytycznej jej przekroczenie jest niezbędnym warunkiem zaistnienia nowego rozwiązania czy zjawiska przyrodniczego lub społecznego. Rozwój ekonomii zrównoważonego rozwoju również podlega temu prawu. Zasada ograniczonej sterowalności rozwoju stanowi zaprzeczenie zasady pełnej sterowalności, którą sformułowano w ekonomii socjalizmu. Jedną z wielu przyczyn, które ograniczają sterowalność rozwoju, jest istnienie trendów rozwojowych. Ich oddziaływanie przejawia się w systemach społeczeństwa i gospodarki. Rozwój ekonomii zrównoważonego rozwoju jest powiązany ze zmianami cywilizacyjnymi i megatrendami, jak na przykład globalizacja, serwicyzacja gospodarki, informatyzacja, rozwój wiedzy, innowacyjność, ekologizacja ludzkich zachowań. Prawo entropii jest związane z rozproszeniem użytecznej energii, materii i informacji w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko. Jego wykorzystanie w teorii ekonomii zrównoważonego rozwoju wymaga stworzenia nowych kategorii, metod i narzędzi badawczych. Zasada opóźnienia kulturowego Ogburna podkreśla, iż zmiana wartości kulturowych i instytucjonalnych następuje zawsze z pewnym opóźnieniem w stosunku do zmian techniczno-technologicznych. Opóźnienie to jest zazwyczaj odnoszone do okresu jednego pokolenia. Zadaniem ekonomii zrównoważonego rozwoju jest wypracowanie instrumentów wpływających na zmniejszenie okresu tego opóźnienia.⁵

W ekonomii zrównoważonego rozwoju podnosi się problem bogactwa przyrodniczego jako składowej bogactwa narodów (krajów). W ujęciu ekologicznym bogactwem przyrodniczym jest różnorodność biologiczna na wszystkich poziomach (aspektach) organizacji przyrody. W ujęciu ekonomicznym bogactwo przyrodnicze stanowią zasoby naturalne i usługi środowiska, które są lub mogą być wykorzystywane gospodarczo przy danym poziomie rozwoju społecznego i technologicznego. Z pojęciem bogactwa, rozumianego jako stan, związane jest pojęcie kapitału, który określa się jako zdolność do tworzenia wartości dodanej. Kapitałem przyrodniczym jest część bogactwa przyrodniczego, która w danym okresie bezpośrednio lub pośrednio uczestniczy w procesach pomnażania bogactwa narodów. Kapitałem natury (naturalnym) są realne i potencjalne zasoby, usługi środowiska i elementy strukturalne ekosystemów wraz z ich powiązaniem, któ-

⁵ *Ibidem.*

re dostarczają społeczeństwu i gospodarce materii, energii, informacji i przestrzeni. Takie rozumienie kapitału natury w ekonomii zrównoważonego rozwoju stanowi dobrą podstawę do analizy wpływu środowiska przyrodniczego na rzeczywiste bogactwo narodów. Analiza ta wymaga właściwego zdefiniowania pojęcia usług środowiska.⁶

Zgodnie z podejściem H. Rogalli ekonomia zrównoważonego rozwoju powstaje na bazie ekonomii ekologicznej i wielu innych kierunków badawczych, a także niektórych rozwiązań ekonomii tradycyjnej i ekonomii środowiska. Jest ona teorią ekonomiczną zrównoważonego rozwoju, która uwzględnia interdyscyplinarne podstawy. Jej główne pytania dotyczą możliwości osiągnięcia dostatecznie wysokich standardów ekonomicznych, społeczno-kulturowych i ekologicznych w granicach pojemności środowiska przyrodniczego oraz realizacji zasady sprawiedliwości wewnątrzpokoleniowej i międzypokoleniowej. Można ją scharakteryzować z wykorzystaniem dziesięciu kluczowych poglądów:

- silne zrównoważenie – celem jest trwałe zachowanie zasobów naturalnych, a nie ich optymalne użytkowanie;
- podejście pluralistyczne – pluralizm metodyczny i uznanie pewnych osiągnięć ekonomii tradycyjnej i ekonomii środowiska;
- dalszy rozwój ekonomii tradycyjnej i ekonomii ekologicznej w kierunku ekonomii zrównoważonego rozwoju;
- ekonomia zrównoważonego rozwoju nie jest teorią statyczną i dostrzega potrzebę dyskusji oraz rozszerzania zainteresowań poznawczych;
- ekonomia zrównoważonego rozwoju kieruje się zasadami etycznymi;
- ekonomia zrównoważonego rozwoju wychodzi poza podejście czysto ekonomiczne i włącza do analizy aspekty społeczne i ekologiczne;
- uznanie konieczności zmian warunków ramowych przy użyciu instrumentów polityczno-prawnych;
- uznanie konieczności operacjonalizacji pojęcia zrównoważonego rozwoju – niezbędną jest sformułowanie strategii działań, zasad i reguł zarządzania, nowych systemów pomiarów stopnia zrównoważonego rozwoju i jakości życia;
- odrzucenie gospodarki czysto rynkowej i gospodarki centralnie sterowanej – przyszłość mają systemy zrównoważonej (społeczno-ekologicznej) gospodarki rynkowej lub mieszanej;
- globalna odpowiedzialność – wprowadzenie globalnych ram porządkowych, w tym regulacja rynków finansowych, przeciwdziałanie dumpingowi społeczno-ekologicznemu, opłaty za korzystanie z dóbr środowiskowych.⁷

Nowy paradygmat rozwoju i ekonomii zrównoważonego rozwoju wymaga wypracowania odpowiedniego języka – zestawu pojęć i kategorii. Cel ten można osiągnąć poprzez:

⁶ *Ibidem*.

⁷ H. Rogall, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2010; por. na przykład S. Czaja, B. Fiedor, *Ekonomia środowiska i ekologiczna jako filary ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Materiały ...*, op. cit., s. 30-52.

- stworzenie nowych kategorii;
- wykorzystanie istniejących kategorii;
- wprowadzenie istniejących pojęć po odpowiedniej ich modyfikacji.

W ekonomii zrównoważonego rozwoju jest już tworzony zestaw pojęć i kategorii, które będą rdzeniem jej języka. Są to pojęcia umożliwiające opis badanych zjawisk i procesów oraz charakterystykę zasad funkcjonowania podmiotów działających w ramach gospodarki wdrażającej założenia ekonomii zrównoważonego rozwoju i gospodarki opartej na wiedzy. Tworzony język ekonomii zrównoważonego rozwoju składa się z pojęć występujących w ramach ekonomii tradycyjnej oraz pojęć nowych, wprowadzanych przez ekonomię zrównoważonego rozwoju.⁸

Jedną z priorytetowych kategorii ekonomii zrównoważonego rozwoju są usługi środowiska oparte na skomplikowanych procesach przyrodniczych zachodzących w naturalnych ekosystemach. Dotychczasowy rozwój technologiczny umożliwia substytucję niewielu prostszych usług środowiska. W rzeczywistości nie istnieje realna gospodarka bez ich wspomagającej roli. W zdecydowanej większości korzystanie z usług środowiska przez społeczeństwo ma charakter nieświadomy. Jednym z podstawowych celów ekonomii zrównoważonego rozwoju opartego na wiedzy powinno być pełne uwzględnienie zakresu wykorzystania i wpływu usług środowiska na bogactwo narodów i zrównoważony rozwój.

2. Kategoria usług środowiska

Problematyka usług środowiska w naukach ekonomicznych rozwija się od XVIII wieku.⁹ Jednakże pojęcie usług środowiska zidentyfikowano dopiero w 1981 roku. Istotnym opracowaniem okazał się artykuł z 1997 roku *The value of the world's ecosystem services and natural capital*.¹⁰ Autorzy publikacji wyróżnili 17 usług środowiska we wszystkich biomach Ziemi, a następnie nadali im globalną wartość pieniężną. Oszacowano ją na ponad 33 bln USD. Z czasem artykuł stał się najczęściej cytowanym na świecie opracowaniem w zakresie pola badawczego ekonomii ekologicznej. Od początku XXI wieku powstało kilka kolejnych raportów globalnych, które zawierają wyceny i oceny usług środowiska, między innymi: *Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation*¹¹, *Millennium Ecosystem Assessment*¹², *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*.

⁸ S. Czaja, *Nowe kategorie ekonomiczne w teorii zrównoważonego i trwałego rozwoju*, w: *Teoretyczne aspekty...*, op. cit., s. 151-169.

⁹ E. Gómez-Baggeth et al., *The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payments schemes*, „Ecological Economics” 2010, Vol. 69, No. 6, p. 1209-1218.

¹⁰ R. Costanza i in., *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, „Nature” 1997, No. 387, p. 253-260.

¹¹ S. Pagiola, K. von Ritter, J. Bishop, *Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation*, The World Bank, Environment Department Paper 2004, No. 101, p. 57.

¹² *The Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Island Press, Washington 2005.

*An interim report*¹³, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*¹⁴. Przegląd badań międzynarodowych oraz podsumowanie polskiego dorobku naukowego w obrębie problematyki usług środowiska zaprezentowano w czasopiśmie „Ekonomia i Środowisko”.¹⁵

Interesującej wiedzy interdyscyplinarnej o kategorii usług środowiska dostarczają wyniki kwerendy przeprowadzonej przez J. Solona.¹⁶ Objęła ona pełnotekstową bazę *Science Direct Onsite*. W kwerendzie ograniczono się do czasopism wydanych przez wydawnictwo *Elsevier* oraz *Springer/Kluwer* w latach 2003-2007. Przeprowadzona selekcja artykułów wykazała, iż jedynie 57 opracowań podejmowało problem usług środowiska jako główny. W analizowanym okresie dość rzadko zajmowano się podstawowymi zagadnieniami, a znacznie częściej odnoszono się do powiązań pomiędzy stanem różnorodności biologicznej i ekologiczną strukturą przestrzenną a jakością usług. Ponadto przewijały się również następujące wątki rozważań:

- rozwój historyczny koncepcji;
- rozmieszczenie (analiza kartograficzna) usług i ocena regionów z ich punktu widzenia;
- relacje pomiędzy formami użytkowania ziemi a różnorodnymi usługami środowiska.

Podobny wynik przeglądu treści czasopism otrzymał J. Brenner-Guillermo.¹⁷ Przeanalizował on publikacje z lat 1995-2004 z wykorzystaniem kryterium występowania w tytułach, abstraktach lub słowach kluczowych połączeń terminów: [coast] AND [ecology OR ecosystem OR environmental] AND [function OR service]. Skonstatował, iż we wcześniejszych latach przeważały prace biologiczne (ekologiczne), które głównie poświęcano problematyce funkcjonowania ekosystemów, a w okresie późniejszym zaczęła wzrastać liczba prac związanych ze zdolnościami ekosystemów do świadczenia usług na rzecz społeczeństwa.

¹³ *The Economics of Ecosystems and Biodiversity. An interim report*, European Communities, 2008.

¹⁴ *The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*, European Communities, 2010.

¹⁵ A. Mizgajski, *Świadczenia ekosystemów jako rozwijające się pole badawcze i aplikacyjne*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1(37), s. 10-19; B. Poskrobko, *Usługi środowiska jako kategoria ekonomii zrównoważonego rozwoju*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1(37), s. 20-30; T. Żylicz, *Wycena usług ekosystemów. Przegląd wyników badań światowych*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1(37), s. 31-45; J. Famielec, *Korzyści i straty ekologiczne w ekonomii sektora publicznego*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1(37), s. 46-63; A. Graczyk, *Świadczenia ekosystemów jako dobra ekonomiczne*, „Ekonomia i Środowisko” 2010, nr 1(37), s. 64-76.

¹⁶ J. Solon, *Koncepcja „Ecosystem Services” i jej zastosowania w badaniach ekologiczno-krajobrazowych*, w: *Struktura i funkcjonowanie systemów krajobrazowych: metaanaliza, modele, teorie i ich zastosowania*, red. T.J. Chmielewski, „Problemy Ekologii Krajobrazu” 2008, t. 21, s. 25-44.

¹⁷ J. Brenner-Guillermo, *Valuation of ecosystem services in the Catalan coastal zone. Doctorate dissertation*, Marine Engineering Laboratory of the Polytechnic University of Catalonia, Barcelona 2007.

Zgodnie z podejściem B. Poskrobki¹⁸ - kategoria usług środowiska jest elementem kapitału przyrodniczego i kapitału natury. Autor wyróżnia dwie perspektywy analizy usług środowiska – biologiczno-ekologiczną i społeczno-gospodarczą. W ujęciu pierwszej z nich usługą środowiska jest funkcjonowanie procesów przyrodniczych, które zapewniają habitat człowieka o wysokiej jakości przyrodniczych podstaw jego życia i rozwoju. Drugą perspektywą zawęża usługi środowiska do zjawisk i przejawów życia ekosystemów istotnych w procesach gospodarowania, jak na przykład zapylenie roślin, oczyszczanie powietrza, rozkład odpadów.

W literaturze przedmiotu jedna z pierwszych definicji usług środowiska została zaproponowana przez O.E. Wilsona i dotyczyła dostarczania przez biosferę materii, energii i informacji potrzebnych do życia społeczeństwa.¹⁹ W polskiej literaturze A. Mizgajski i M. Stępniewska przez usługi środowiska, określane jako świadczenia ekosystemów, rozumieją całokształt korzyści osiąganych przez społeczeństwo z metabolizmu ekosystemów.²⁰ Zdaniem autora, usługi środowiska wymagają zdefiniowania jako nowej kategorii ekonomii zrównoważonego rozwoju, która opiera się na funkcjonowaniu makrosystemu społeczeństwo-gospodarka-środowisko. Należy je rozumieć jako procesy przyrodnicze w naturalnych ekosystemach, przetwarzające materię, energię, informację i przestrzeń, przeprowadzane przez siły geofizyczne i organizmy żywe, które bezpośrednio lub pośrednio przyczyniają się do zmniejszenia entropii i zachowania zrównoważonego rozwoju makrosystemu społeczeństwo-gospodarka-środowisko. Usługi środowiska są świadczone na rzecz społeczeństwa, gospodarki i środowiska, w tym jego różnorodności biologicznej na wszystkich poziomach organizacji materii.

Usługi środowiska precyzyjnie wyraża się w postaci różnych systemów klasyfikacji. Najpopularniejszy zaproponowano w raporcie *Millenium Ecosystem Assessment*.²¹ Wyodrębniono w nim cztery podstawowe grupy usług:

- usługi zasobowe;
- usługi regulacyjne;
- usługi kulturowe;
- usługi wspierające.

Na podstawie literatury niemieckiej interesującą klasyfikację usług środowiska zaproponował E. Kośmicki²². Wyodrębnił w niej cztery główne grupy usług środowiska:

- usługi surowcowe, produkcyjne i transformacyjne;

¹⁸ B. Poskrobko, *Usługi środowiska...*, op. cit., s. 20-30.

¹⁹ E.O. Wilson, *Przyszłość życia*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2003, s. 140.

²⁰ A. Mizgajski, M. Stępniewska, *Koncepcja świadczeń ekosystemów a wdrażanie zrównoważonego rozwoju*, w: *Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kiełczewski, B. Dobrzańska, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2009, s. 12-16.

²¹ *The Millenium Ecosystem...*, op. cit.

²² E. Kośmicki, *Zrównoważony rozwój w warunkach globalnych zagrożeń i integracji europejskiej*, w: *Zrównoważony rozwój – doświadczenia polskie i europejskie*, red. S. Czaja, Wyd. I-BiS, Wrocław 2005, s. 227-248; por. E. Kośmicki, *Globalne zagrożenia bioróżnorodności a problem światowego kierowania*, w: *Teoretyczne aspekty ekonomii op. cit.*, s. 34-58.

- usługi regulacyjne i utylizacyjne;
- usługi tworzenia przestrzeni do antropogenicznego wykorzystania;
- usługi informacyjne.

W niniejszym opracowaniu autor, uwzględniając proponowaną definicję usług środowiska, wyróżnia następujące ich grupy:

- materialne usługi środowiska – procesy przetwarzające materię;
- energetyczne usługi środowiska – procesy przetwarzające energię;
- informacyjne usługi środowiska – procesy przetwarzające informację;
- przestrzenne usługi środowiska – procesy przetwarzające przestrzeń;
- stabilizacyjne usługi środowiska – procesy zachowujące dynamiczną równowagę ekologicznych warunków przetwarzania materii, energii, informacji i przestrzeni.

Ostatnia z wymienionych grup ma charakter integrujący wszystkie pozostałe. Przyrodnicze procesy zachowujące zdolności ekosystemów do przetwarzania materii, energii, informacji i przestrzeni są niezbędną częścią wszystkich procesów stabilizacyjnych w funkcjonowaniu i rozwoju makrosystemu społeczeństwo-gospodarka-środowisko. W świetle ekonomii zrównoważonego rozwoju niezwykle istotnym problemem jest rozpoznanie relacji pomiędzy stabilizacyjnymi procesami środowiska i społeczeństwa oraz środowiska i gospodarki, a także społeczeństwa i gospodarki. Należy stwierdzić, iż jest to trudne wyzwanie poznawcze.

3. Charakterystyka procesów stabilizacyjnych usług środowiska

Punktem wyjścia charakterystyki stabilizacyjnych usług środowiska powinno być właściwe zdefiniowanie pojęcia „stabilność systemu”. Termin ten jest często odnoszony do różnorodnych cech systemów, w tym systemów ekologicznych. W najbardziej ogólnym ujęciu stabilnością systemu jest jego trwałość w warunkach niezmiennego otoczenia oraz zdolność do powrotu do stanu wcześniejszego - przed wystąpieniem zewnętrznych czynników zakłócających. Takie ujęcie stabilności wynika z teorii A.A. Lapunowa²³. W odniesieniu do systemów ekologicznych występujących w rzeczywistości przyjmuje się, iż ich stabilność jest raczej koncepcją operacyjną, która obejmuje różne procesy egzogeniczne i endogeniczne. Niektórzy badacze uważają jednak, że można mówić również o stabilności ogólnej. Określa ona odporność i stałość systemów ekologicznych względem wszelkiego rodzaju oddziaływań. Tak rozumiana stabilność zawiera w sobie wiele właściwości. Najważniejsze z nich to ekwifinalność, stałość, bez-

²³ Zob. A.A. Lapunow, *Systemy biologiczne jako systemy wielkie*, w: *Problemy metodologii badań systemowych*, praca zbiorowa, Wydawnictwo Naukowo - Techniczne, Warszawa 1973, s. 149-180.

władność, odporność i elastyczność.²⁴ Należy je uwzględnić w analizie usług środowiska w świetle założeń ekonomii zrównoważonego rozwoju.

Ekwifinalność polega na zdolności do osiągnięcia identycznego stanu końcowego w procesach rozwoju przy innych warunkach początkowych i w odmienny sposób. Przyjmuje się różne kryteria ekwifinalności, które są równoważne ogólnym kryteriom stabilności:

- ekwifinalność *sensu stricto* – występuje po zakłóceniu w sytuacji, gdy system wraca do stanu identycznego ze stanem wyjściowym; w systemach ekologicznych taki rodzaj ekwifinalności praktycznie nie występuje;
- ekwifinalność przybliżona – występuje po zakłóceniu w sytuacji, gdy system wraca do stanu bliskiego stanowi wyjściowemu;
- ekwifinalność mieszana – występuje po zakłóceniu w sytuacji, gdy część charakterystyk systemu wraca do stanu identycznego ze stanem wyjściowym, a wszystkie pozostałe do stanu bliskiego stanowi początkowemu;
- ekwifinalność relacji – występuje po zakłóceniu w sytuacji, gdy w systemie są zachowywane tylko podstawowe relacje pomiędzy jego podsystemami i elementami.

Stałość jest niezmiennością systemu w danym przedziale czasowym. W przypadku systemów ekologicznych stałość zmienia się w szerokich granicach czasowych, na przykład w ciągu tysiącleci lub lat. Pamiętać należy, że w rzeczywistości żaden system ekologiczny nie jest absolutnie stały, ponieważ występują w nim zawsze pewne fluktuacje i długookresowe zmiany ewolucyjne i sukcesyjne.

Bezładność jest zjawiskiem obserwowanym w momencie występowania zmian w systemie po pewnym czasie trwania zewnętrznych czynników zakłócających. Ten rodzaj opóźnienia jest tłumaczony mechanizmami kompensującymi i stabilizacyjnymi.

Odporność systemu jest związana z występowaniem progowych wartości parametrów otoczenia systemu, przy których nie zmienia się on lub zmiany są odwracalne po ustąpieniu zakłóceń. Innym jej określeniem jest zakres zmian parametrów systemu, przy których pozostają zachowane jego podstawowe funkcje i własności. W sytuacji przekroczenia wartości progowych system zmienia się, a nawet przekształca w nowy system, który jest lepiej dostosowany do zewnętrznych warunków otoczenia.

Elastyczność odnosi się do tempa, stopnia lub sposobu, w którym początkowe właściwości systemu są odtwarzane po ustąpieniu zakłóceń. Czas powrotu systemu do stanu wyjściowego jest nazywany okresem relaksacji.

Zmiany stanów systemów ekologicznych powinny być opisywane za pomocą zmiennych. Należy precyzyjnie wybierać obserwowane cechy i procesy, jak na przykład produkcja biomasy, liczba gatunków, zawartość azotu nieorganicznego, tempo uwalniania dwutlenku węgla. Można obserwować wiele zmiennych jednocześnie, jednak muszą to być zawsze parametry wyraźnie określone. Są dwie główne drogi badania procesów stabilizacyjnych w ekosystemach. Pierwszą

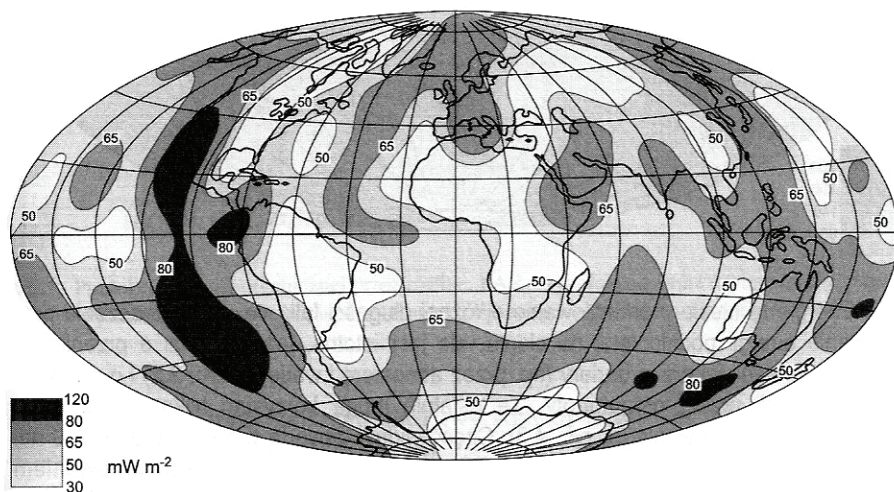
²⁴ A. Richling, J. Solon, *Ekologia krajobrazu*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2002, s. 117-129.

z nich jest analiza teoretyczna, która opiera się na konstruowaniu i badaniu modeli. Drugą drogą jest obserwacja eksperymentalna. Polega ona na pomiarach zmiennych ekosystemów po sztucznych lub naturalnych zaburzeniach stanu równowagi dynamicznej. Modele zawsze są uproszczeniem, więc nigdy nie można mieć pewności uwzględnienia najważniejszych aspektów. Jednak modelowanie umożliwia badania wielu wariantów modeli i ich testowanie na podstawie danych empirycznych, często wyrywkowych. Eksperymenty ekosystemowe są niezwykle trudne. Trwają one latami i są bardzo kosztowne. Wyjątkową trudnością jest odnalezienie ekosystemów na tyle podobnych, iż można je potraktować jako powtórzenia. Wymaga tego zasada poprawnej indukcji.²⁵

Wszystkie stabilizacyjne procesy zachodzące w makrosystemie społeczno-gospodarka-środowisko przebiegają z wykorzystaniem energii pochodzącej z dwóch podstawowych źródeł – energii z wnętrza Ziemi i energii docierającej do Ziemi z Kosmosu, przede wszystkim ze Słońca, w postaci różnych form promieniowania. Energia z wnętrza Ziemi ma postać strumienia ciepła płynącego od jądra ku powierzchni, gdzie jest rozpraszane, głównie w postaci promieniowania podczerwonego. Wpływ ciepła z Ziemi jest dość niewielki. Przeciętnie wynosi on około $80 \text{ mW} \times \text{m}^{-2}$ – od $30\text{-}50 \text{ mW} \times \text{m}^{-2}$ na obszarze lądów kontynentalnych do około $120 \text{ mW} \times \text{m}^{-2}$ w niektórych rejonach oceanicznych (mapa 1).

Mapa 1

Strumień energii z wnętrza Ziemi (według D.S. Chapman, H.N. Pollack 1975)

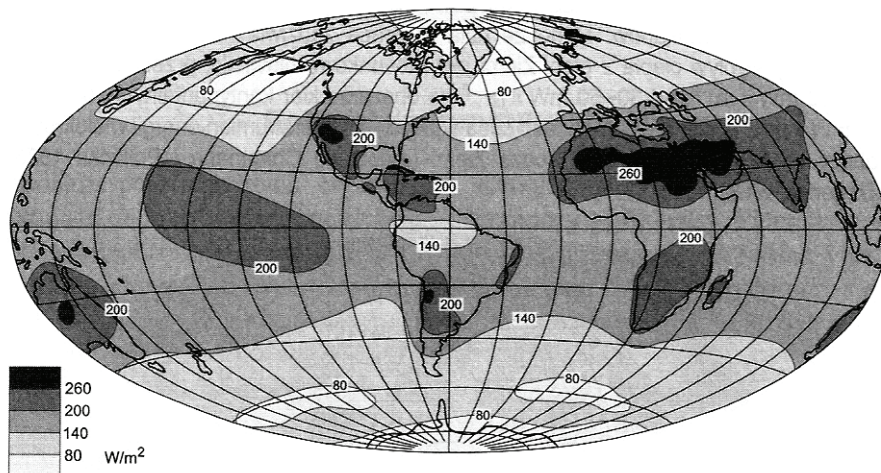


Źródło: J. Weiner, *op. cit.*, s. 103.

²⁵ J. Weiner, *Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2005, s. 265-282.

Natężenie promieniowania słonecznego mierzy się prostopadle do kierunku promieniowania powyżej atmosfery. Wynosi ono około $1360 \text{ mW} \times \text{m}^{-2}$ i jest nazywane stałą słoneczną. Suma energii docierającej do Ziemi wynosi $17,34 \times 10^{16} \text{ W}$. Stanowi to ponad 4000 razy więcej aniżeli energia docierająca z wnętrza planety. Natężenie promieniowania nie jest równomierne. Na podstawie bezpośrednich pomiarów rzeczywistego natężenia promieniowania odbieranego przez powierzchnię Ziemi ustalono, iż zawiera się ono pomiędzy 200 a $1040 \text{ mW} \times \text{m}^{-2}$ (mapa 2).

Mapa 2
Strumień energii z promieniowania docierającego do Ziemi (według H.E. Landsberg 1961)



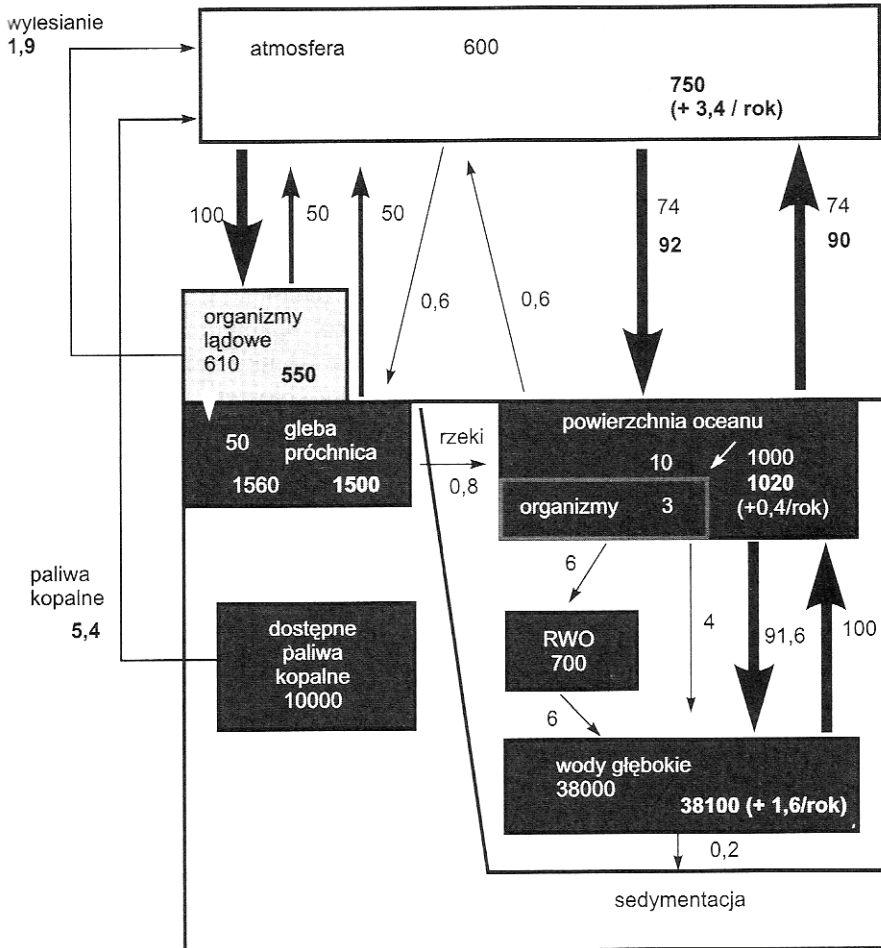
Źródło: J. Weiner, *op. cit.*, s. 104.

Energia uruchamia wszystkie procesy stabilizacyjne i zapewnia trwanie życia makrosystemu społeczeństwo-gospodarka-środowisko. Analizę procesów stabilizacyjnych usług środowiska należy prowadzić w dwóch ich podstawowych aspektach. Pierwszym jest istnienie stabilizacyjnych cykli geochemicznych i wymuszonych przez organizmy żywe (razem określanych jako cykle biogeochemiczne), drugim zaś – obecność mechanizmów i procesów sukcesyjnych.

Cykle biogeochemiczne opierają się na kilku najważniejszych obiegach materii. Jest to obieg węgla, azotu, siarki, fosforu i żelaza. Cykl biogeochemiczny węgla jest silnie zdeterminowany przez organizmy żywe, a jego związki intensywnie wpływają na warunki klimatyczne. W obszarze jego mechanizmów dochodzi do silnego sprzężenia procesów biologicznych, geochemicznych i klimatycznych (rysunek 1).

Rysunek 1

Obieg węgla ($t \times 10^9 \times rok^{-1}$) (według U. Siegenthaler, J.L. Sarmiento 1993). Oszacowany dla czasów przed rewolucją przemysłową (cyfry cienne) i dla lat 1980-1990 (cyfry pogrubione)



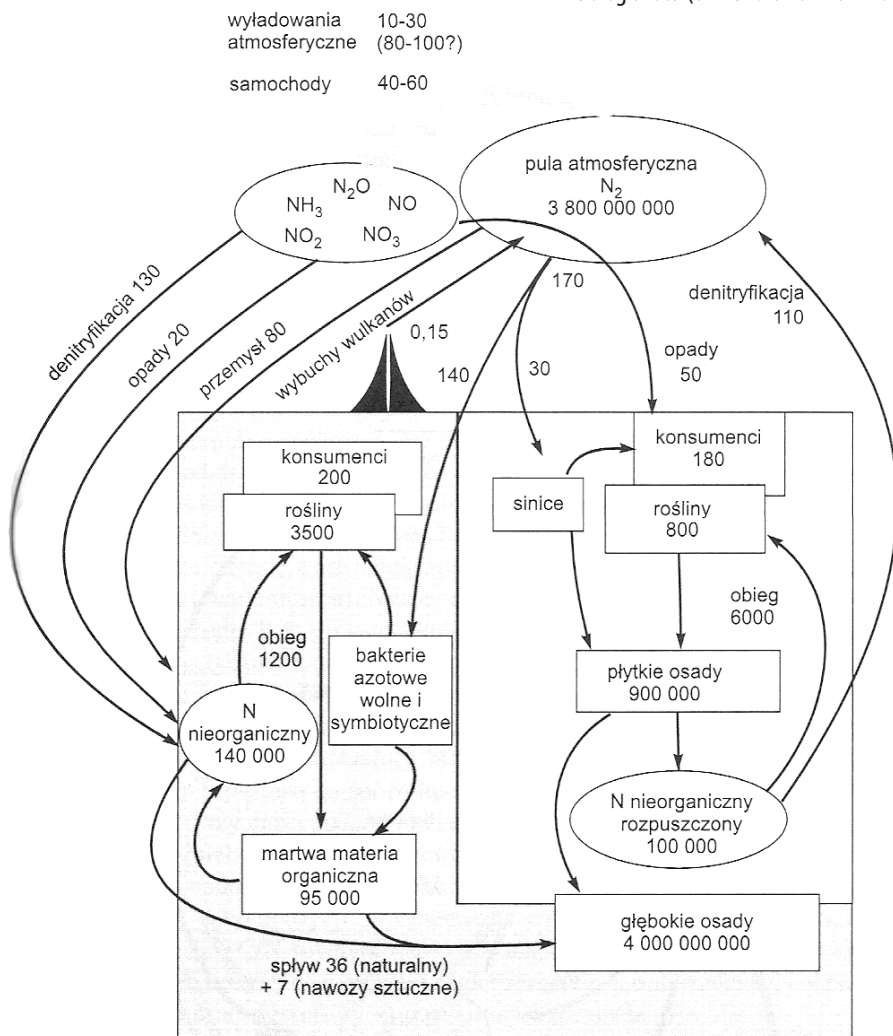
RWO – rozpuszczony węgiel organiczny

Źródło: J. Weiner, *op. cit.*, s. 145.

Według ludzkiej skali czasu, bilans dwutlenku węgla wydaje się obecnie daleki od stanu równowagi. Jego nadmiar w atmosferze, jako wynik szybkiego spalania paliw kopalnych i innej ludzkiej działalności, powoduje coraz bardziej niebezpieczne i kosztowne skutki w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko. Dla ekosystemu Ziemi jest to jednak tylko krótkotrwała fluktuacja. Nie jest pierwszą i ostatnią o małym znaczeniu w porównaniu z jednocześnie trwającymi procesami o głębszych i długofalowych skutkach mierzonych czasem rozwojowym Ziemi.

Pule azotu znajdują się przede wszystkim w atmosferze, martwej materii organicznej w oceanach i na lądach oraz w roztworach glebowych i wodzie morskiej (rysunek 2). Współcześnie azot w skałach macierzystych prawie nie występuje. Jego pierwotna pula znajduje się w atmosferze, najczęściej w postaci stabilnego azotu cząsteczkowego N_2 . Tempo wiązania azotu atmosferycznego jest znaczne. Jego ilość w atmosferze jest mniej więcej stała, co oznacza, iż procesy wiązania są równoważne procesom uwalniania. Biologiczne wiązanie wszystkich postaci azotu ocenia się na prawie $0,2 \times 10^9 \text{ t} \times \text{rok}^{-1}$. Działalność człowieka powoduje przechwytywanie roczne na poziomie $0,04 \times 10^9 \text{ t}$ azotu atmosferycznego.

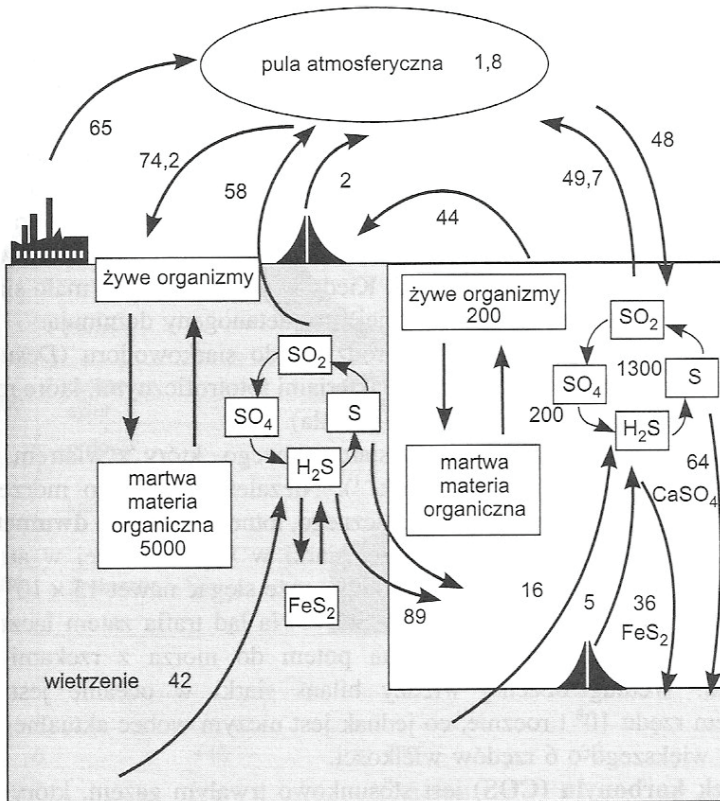
Rysunek 2
Obieg azotu ($\text{t} \times 10^6$ oraz $\text{t} \times 10^6 \times \text{rok}^{-1}$)



Źródło: J. Weiner, *op. cit.*, s. 161.

Siarka jest jednym z głównych pierwiastków biologicznych. Stanowi ona 1% suchej masy ciała organizmów. W środowisku przyrodniczym występuje jako złoża siarczoków metali, siarka rodzima, siarczany rozpuszczone w wodach, dwutlenek siarki w atmosferze, a także siarkowodór. Obieg siarki pomiędzy wymienionymi pulami wynika przede wszystkim z działalności różnorodnie wyspecjalizowanych bakterii (rysunek 3).

Rysunek 3
Obieg siarki ($t \times 10^6$ oraz $t \times 10^6 \times \text{rok}^{-1}$)



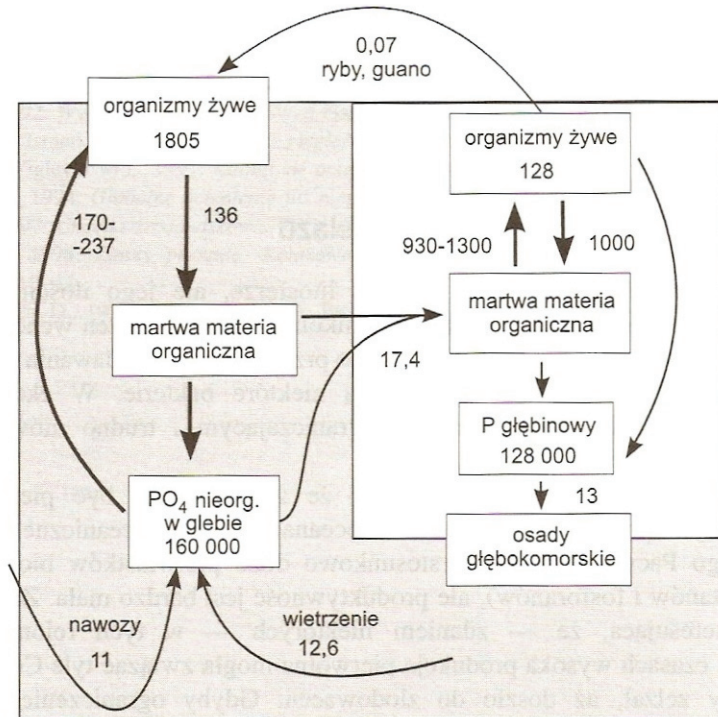
Źródło: J. Weiner, *op. cit.*, s. 169.

Pula siarki w żywej biomacie na lądach wynosi $2,5-4,0 \times 10^9$ t, a martwa materia organiczna zawiera jej $3,5-6,0 \times 10^9$ t. Największym zapasem siarki są siarczany w wodzie morskiej, które zawierają jej $1,4 \times 10^9$ t.

Fosfor nie jest pierwiastkiem spotykanym często, ale jego własności powodują, iż jest on jednym z najważniejszych składników materii żywej. Jego brak powoduje zmniejszenie się produktywności ekosystemów morskich, a nawet niewielki ich nadmiar prowadzi do zakwitów glonów w wodach śródlądowych. Obieg fosforu zalicza się do typu sedymentacyjnego, ponieważ nie posiada fazy

gazowej. Zgromadzony jest głównie w minerałach skał i osadach morskich. W obiegu nie ma jego powrotu z mórz na ląd. Jedynie poprzez połów ryb morskich i wykorzystywanie guana w niewielkim stopniu następuje przeniesienie pewnej ilości tego pierwiastka z powrotem na ląd i włączenie go do cyklu biogeochemicznego (rysunek 4).

Rysunek 4
Obieg fosforu ($t \times 10^6$ oraz $t \times 10^6 \times \text{rok}^{-1}$)



Źródło: J. Weiner, *op. cit.*, s. 173.

Kolejnym pierwiastkiem o znikomym udziale ilościowym w cyklach biogeochemicznych jest żelazo. Jest jednak ono niezwykle ważnym składnikiem istotnych enzymów. Żelazo nie krąży w zamkniętym cyklu i nie jest czynnikiem ograniczającym w ekosystemach lądowych. W ostatnim czasie wysnuto przypuszczenie, że może ono być pierwiastkiem ograniczającym produkcję pierwotną w oceanach. Wielokrotne eksperymenty na wodach Arktyki potwierdziły znaczenie żelaza. Śladowa ilość związków żelaza rozprzestrzeniana w wodzie powierzchniowej prowadziła do dziesięciokrotnego wzrostu stężenia chlorofilu i zakwitu glonów.

Drugi aspekt stabilizacyjnych usług środowiska można rozpatrywać również w lokalnych skalach przestrzennych. Sukcesja jest procesem powszechnym, który zachodzi na wszystkich kontynentach i w ekosystemach o różnorodnych wa-

runkach, od naturalnych do antropogenicznych. Teoria sukcesji jest najstarsza w ekologii roślin i wciąż rozwija się. Ze względu na sytuację wyjściową wyróżnia się sukcesję pierwotną i wtórną. Procesy sukcesji pierwotnej przebiegają w miejscach wcześniej niezajętych przez roślinność, a sukcesja wtórna odnosi się do powrotu roślinności na wcześniej zajmowane stanowiska. Czas sukcesji jest długi. Sukcesja pierwotna jest powolniejsza i długotrwała, ale może być też krótkotrwała, na przykład kilkutygodniowy rozwój roślinności na łąkach piachu w wodach rzecznych. Sukcesję historyczną można mierzyć nawet w tysiącach lat. W sukcesji wtórnej wyodrębnia się dwie grupy procesów – procesy regeneracyjne i kreatywne. Pierwsze dotyczą odtworzenia roślinności, na przykład powrót lasu na porzucone pola i łąki (rysunek 5). Drugie są związane z odtwarzaniem roślinności innej niż wcześniej występująca w danym miejscu. Mogą one prowadzić do wytworzenia ekosystemów antropogenicznych, wymagających znacznych nakładów energetycznych i finansowych na ich funkcjonowanie i usługi.

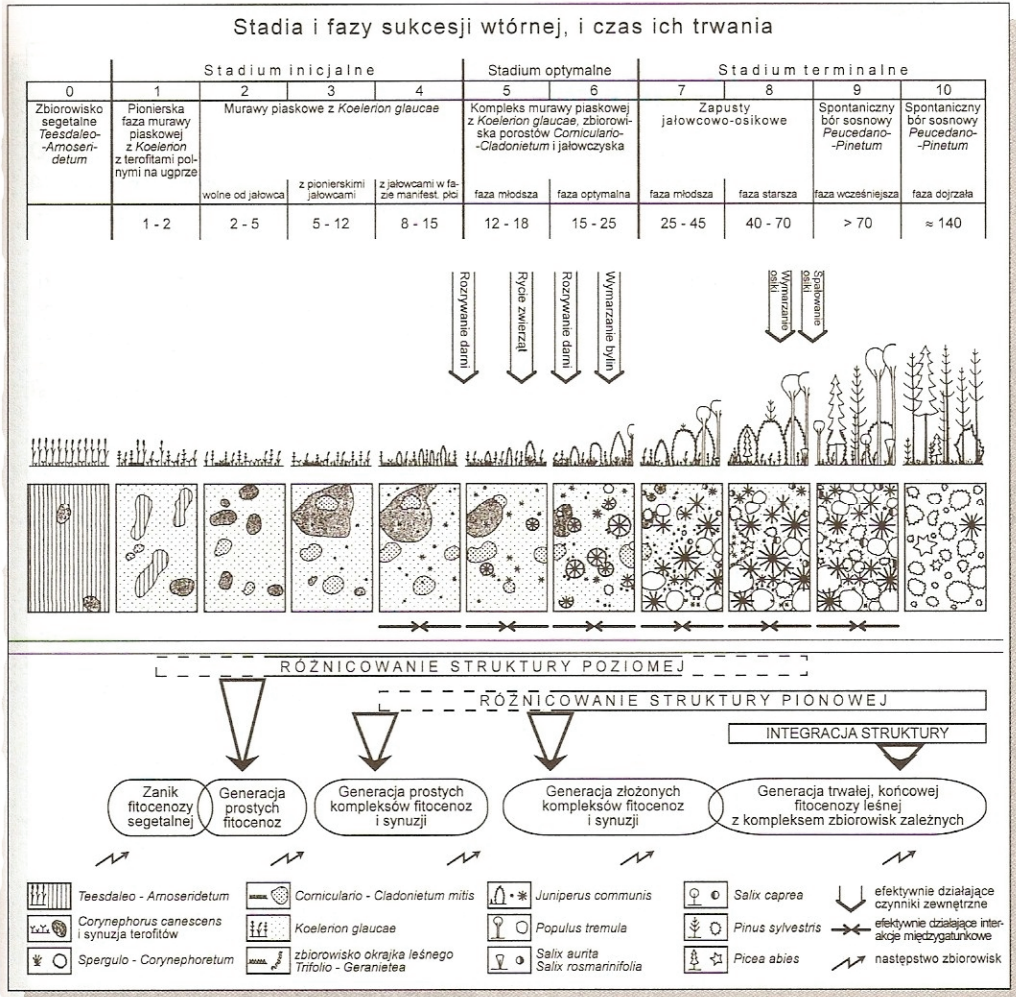
Ze stabilizacyjnymi procesami sukcesji związane są mechanizmy regeneracji i cyklicznej zmienności ekosystemów. Regeneracja jest mechanizmem odwrotnym do degeneracji, polegającej na krótkotrwałym odkształceniu organizacji i funkcjonowania ekosystemu. Może ona być spowodowana czynnikami wewnętrznymi i zewnętrznymi, na przykład chemicznym skażeniem środowiska. Cykliczna zmienność ekosystemów obejmuje wielokrotne powroty gatunków na te same miejsca. Jest ona zsynchronizowana ze śmiercią gatunków dominujących, lub też stresem spowodowanym czynnikami środowiskowymi i antropogenicznymi. Cykliczność nie musi oznaczać regularnych zmian w powtarzalnych odcinkach czasowych. Odnosi się ona do powtarzalności procesów co pewien czas, na przykład rozwój roślinności pomiędzy naturalnymi pożarami. Wyróżnienie cyklicznej zmienności pozwala na interpretację przemian ekosystemów i ich roślinności z punktu widzenia teorii kinetycznej, w której nie występują stabilne punkty końcowe. Taka interpretacja jest odejściem od klasycznej teorii dynamiki roślinności, w której procesy sukcesyjne kończą się ukształtowaniem ekosystemu terminalnego (klimaksowego). Jest ona zgodna z podejściem opierającym się na koncepcji równowagi dynamicznej makrosystemu społeczeństwo-gospodarka-środowisko, która utrzymuje się między innymi dzięki występowaniu procesów stabilizacyjnych usług środowiska.

Podsumowanie

Zrównoważony rozwój makrosystemu społeczeństwo-gospodarka-środowisko może się urzeczywistnić między innymi pod warunkiem zachowania stabilizacyjnych usług środowiska przyrodniczego. W tym celu procesy w systemie społeczeństwa, gospodarki i środowiska powinny zostać sprzężone ujemnie z wykorzystaniem różnorodnych rozwiązań instytucjonalnych.

W zakresie zarządzania procesami rozwoju niezbędne jest zaprojektowanie wskaźników i całych systemów ocen i wycen stabilizujących usług środowiska.

Rysunek 5
Model procesów sukcesji wtórnej na polach



Źródło: K. Falińska, *Ekologia roślin*, PWN, Warszawa 2004, s. 377.

Punktem wyjścia do takich działań powinny być już obecnie wykorzystywane metody i miary stabilności systemów ekologicznych. Wszystkie miary stabilności można podzielić na dwie grupy – ujmujące system w całości i sumujące charakterystyki jego elementów. Przy tworzeniu miar grupy pierwszej przyjmuje się, iż stabilności jako całości nie można określić na podstawie rozpoznania stabilności elementów systemu. Miary grupy drugiej opierają się na założeniu, iż stabilne elementy składowe systemu połączone są w obrębie niestabilnej przestrzeni. Miary te, po twórczym zaadaptowaniu do teorii ekonomii zrównoważonego

rozwoju, mogą być wykorzystywane w ocenie stabilizacyjnych usług środowiska, ponieważ posiadają duże znaczenie pragmatyczne. Umożliwiają bowiem programowanie jak najbardziej stabilnych stanów i procesów w ekosystemach jako systemach makrosystemu społeczeństwo-gospodarka-środowisko, szczególnie w długookresowej perspektywie zrównoważonego rozwoju.