

Danuta Drabińska

EKOLOGICZNE ASPEKTY ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU W MYŚLI EKONOMICZNEJ XX I XXI WIEKU

Wprowadzenie

W historii myśli ekonomicznej gwałtowny rozwój różnorodnych metod analizy problemów ekologiczno-ekonomicznych datuje się na lata siedemdziesiąte dwudziestego stulecia. Głównym powodem zainteresowania tego typu analizami były pojawiające się w tym czasie liczne zagrożenia środowiskowe, w tym kryzysy surowcowe i żywnościowe oraz katastrofy ekologiczne¹. W ramach teorii ekonomii rozwinęły się dwa kierunki, z których pierwszy dostarczał nowej interpretacji w ramach tradycyjnych metod teorii ekonomii, drugi natomiast stworzył zręby nowego paradygmatu, odchodzącego od utrwalonych wzorców tradycyjnego myślenia. Kierunek tradycyjny obejmuje rozwój teorii wzrostu ekologicznie uwarunkowanego, w tym rozwój modeli ochrony środowiska i teorię optymalnego wykorzystania zasobów naturalnych. Nowy paradygmat polega na wykorzystaniu w analizie ekonomicznej osiągnięć nauk matematyczno-przyrodniczych, w tym prawa zachowania masy i prawa entropii.

Prawo zachowania masy i energii zostało wykorzystane w badaniu ekologicznych podstaw wzrostu gospodarczego. Stworzono też ekonomiczną teorię systemów, będącą podstawą analizy problemów środowiska naturalnego, a także zmodyfikowano teorię przepływów międzygałęziowych Leontiefa, tworząc modele macierzowe, będące podstawą ekonomiki ochrony środowiska. Niniejszy artykuł koncentruje się na ukazaniu procesu poszukiwań nowego paradygmatu w zakresie ekonomicznej analizy ekologicznych uwarunkowań wzrostu gospodarczego. Stanowi próbę opisu procesu tworzenia syntezy nauk przyrodniczych i ekonomicznych. Przedstawia pierwsze modele funkcjonowania ekonomiki ekologicznej. Opisuje energetyczną teorię wartości, która podała w wątpliwość zasadność analiz czysto pieniężnych.

¹ Zob. W. Beckerman, *Economists, Scientists and Ecological Catastrophe*, „Oxford Economic Papers” 1972, nr 24, s. 327–344.

Pokazuje związki między społeczeństwem, gospodarką i przyrodą, nadające współczesnej myśli ekonomicznej interdyscyplinarny charakter.

1. Prawo zachowania masy i energii jako podstawa modelowania ekonomicznego

1.1. Model bilansowania masy

Prawo zachowania masy i energii stanowi fundament modelu zwanego bilansowaniem masy (*mass-balance-approach*). Zasadnicza teza tego modelu głosi, że ogólna suma materii i energii pobieranych ze środowiska w postaci surowców musi równać się ogólnej sumie materii i energii powracającej do środowiska w postaci dóbr kapitałowych i konsumpcyjnych oraz odpadów. Na tej podstawie ustala się związki między teorią wzrostu optymalnego, teorią optymalnego wykorzystania zasobów a teorią optymalnego zarządzania środowiskiem.

Prawo zachowania masy przy użyciu narzędzi analizy ekonomicznej określa efektywność wykorzystania zasobów naturalnych w procesie produkcji. Porównuje następnie tę efektywność z najwyższą potencjalną efektywnością w warunkach działania praw termodynamiki. Pierwsze prawo termodynamiki głosi, że materia nie może być stworzona ani też zniszczona, może natomiast przemieniać się w inne formy. Przemiany te mogą zostać skwantyfikowane w postaci zależności ilościowych.

Niemożność kreowania materii z niczego oznacza konieczność uznania, że zasoby naturalne są ograniczone i należy korzystać z nich w sposób racjonalny. Z drugiej strony, skoro materia nie może ulec całkowitej destrukcji, to istnieje również konieczność zagospodarowania odpadów poprodukcyjnych. Ograniczoność rozmiarów globalnego ekosystemu sprawia, że nie może on być zanieczyszczany w nieskończoność. W związku z tym, że bilansowanie masy daje większe możliwości kontroli zużycia i strat zasobów naturalnych niż tradycyjne wskaźniki rozwoju, jego przydatność w opisywaniu relacji człowieka ze środowiskiem, dokonujących się podczas procesów gospodarowania, jest większa².

² S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, *Ekologiczne uwarunkowania wzrostu gospodarczego w ujęciu współczesnej teorii ekonomii*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok-Kraków 1993, s. 60–64.

1.2. Modele strukturalne typu *input-output*

Do analiz ekologiczno-ekonomicznych zaczęto też używać modeli macierzowych opartych na ideach analizy typu *input-output*. Analiza ta ustala zależności między produkcją w poszczególnych działach i gałęziach gospodarki, a także zależności między produkcją globalną a finalną. Bada zatem proces tworzenia się i podziału produktu społecznego. Opracowując statystyczną tablicę nakładów i wyników, a następnie przyjmując założenie, że elementy macierzy z danego okresu nie ulegają zmianie w okresie następnym, można zapisać równania ilości i cen, które pozwalają obliczyć produkcję finalną, gdy znamy produkcję globalną, lub też odwrotnie – w przypadku gdy znana jest produkcja finalna, można określić wielkość produkcji globalnej. Klasyczny model przepływów międzygałęziowych Leontiefa został w 1972 r. wzbogacony o analizę uwzględniającą technologie likwidujące zanieczyszczenie środowiska. Powstał wówczas model Leontiefa i Forda, mający głównie charakter empiryczny³. Model ten badał wpływ poszczególnych gałęzi gospodarki na zanieczyszczanie środowiska w Stanach Zjednoczonych. Później wzbogacono go o elementy związane z wykorzystaniem zasobów naturalnych, emisji zanieczyszczeń oraz utylizacji odpadów. Powstały na tej bazie modele strukturalne systemów ekologiczno-ekonomicznych, które uwzględniają sprzężenia wewnątrzgospodarcze i wewnątrzśrodowiskowe, oddziaływanie środowiska na warunki funkcjonowania gospodarki, przemiany środowiska naturalnego, jego oddziaływanie na zdrowie i życie człowieka oraz wpływ przemian społecznych na środowisko naturalne. Macierze proste modelu opisują skutki środowiskowe powstałe pod wpływem ludzkich działań, natomiast macierze odwrotne – wpływ elementów zmienionego środowiska na człowieka. Cały model *input-output* zamykają warunki bilansowe uwzględniające wielkość produkcji globalnej, ograniczoność zasobów i rozmiary zanieczyszczeń⁴.

Powstały także inne modele strukturalne wykorzystywane do analiz ekologicznych. Zawierają one elementy koncepcji Johna von Neumanna, związane z teorią gier, albo też Pierra Sraffy, ukazujące konflikt interesów między właścicielami pracy i kapitału⁵. Podejście zastosowane w modelu Sraffy wykorzystuje model Englanda⁶. Na przykładzie gospodarki jednosektorowej pokazuje się w nim, że alternatywne

³ W. Leontief, D. Ford, *Mieżotraslevoj analiz vozdejstvija struktury ekonomiki na okružajuszczuju sredu*, „*Ekonomika i Matematičeskije Mjetody*” 1972, nr 3, s. 370–399.

⁴ K. Górka, B. Poskrobko, *Ekonomika ochrony środowiska*, Warszawa 1987, s. 236–240, zob. też S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, op.cit., s. 67–70.

⁵ Zob. A. Baniak, Z. Jakubczyk, *Aspekty ekologiczne w strukturalnych modelach ekonomicznych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu 1988, nr 441, s. 27–36.

⁶ S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, op.cit., s. 71–73.

technologie wiążą się ze zróżnicowaną emisją zanieczyszczeń. Znając nakłady na wytworzenie jednostki produktu przy danym poziomie emisji zanieczyszczeń i przyjmując, że współczynniki nakładów są odwrotnie proporcjonalne do emisji zanieczyszczeń, określa się tutaj granice, przy których technologia całkowicie eliminująca zanieczyszczenia jest nieosiągalna, a zbiór rozwiązań mieści się w granicach między najniższą dopuszczalną emisją niezagrożającą reprodukcji całego systemu ekonomicznego a poziomem emisji występującym przy braku ochrony środowiska, czyli w przypadku stosowania tzw. „brudnych” technologii. Przy danej technologii produkcji zależność między stopą zysku a stawką płac jest odwrotnie proporcjonalna i nieliniowa. Gdy jednak obniży się emisję zanieczyszczeń przy stałej stawce płac, wówczas poziom zysków także zmaleje. Z ekonomicznego punktu widzenia najkorzystniejszy jest zatem wybór technologii związanej z maksymalnym zanieczyszczeniem. Rozwiązanie problemu ekologicznego wymaga więc decyzji politycznej, korzystnej dla społeczeństwa. Podobna sytuacja ma miejsce w grze w zanieczyszczenie środowiska, w której najkorzystniejsza ekonomicznie sytuacja oznacza maksymalne zanieczyszczenie środowiska. W tym przypadku również konieczna jest interwencja państwa dyscyplinująca graczy i zmuszająca ich do redukcji emisji zanieczyszczeń.

Przedstawione wyżej modele strukturalne badają ekologiczne następstwa działalności gospodarczej, w tym działalności inwestycyjnej i przemysłowej. Od czasu konstrukcji pierwszego modelu Leontiefa–Forda, modele tego typu spotykane są w pracach innych znanych ekonomistów, m.in.: B. Bergmanna, J. Daly’ego, J. Cumberlanda, W. Isarda, J. Forrestera, D.H. Meadowsa, M. Mesarovica, E. Pastela, O. Redemakera, J. Tinbergen, P. Victora⁷.

1.3. Modelowanie globalne z wykorzystaniem ekonomicznej teorii systemów

Podstawą analizy problemów środowiskowych jest ekonomiczna teoria systemów. W latach siedemdziesiątych XX wieku na bazie raportów Klubu Rzymskiego wykształciła się nowa nauka zwana wówczas modelowaniem globalnym⁸. Zgodnie z zasadami tego modelowania świat potraktowany został jako system, w którym wzajemne zależności ekonomiczne, polityczne, społeczne i ekologiczne potraktowano jako wzajemnie przenikającą się całość.

⁷ Ibidem, przypis s. 71.

⁸ Ibidem, s. 81.

Wykorzystując dorobek ogólnej teorii systemów i cybernetyki tworzono makro-modele oparte na koncepcji systemów dynamicznych i hierarchicznych. Zakładano, że wszystkie aspekty problemu makroekonomicznego są ze sobą sprzężone, ale jednocześnie pozostają niezależne i niezmiennie. Nie bada się zatem genezy stosunków występujących w modelu. Strukturę systemu opisują różne typy równań matematycznych. Stopa przyrostu produktu społecznego maleje w miarę zbliżania się do ekologicznych granic wzrostu i gwałtownie spada po osiągnięciu tych granic. W systemach hierarchicznych odrzuca się założenie o homogeniczności świata i wprowadza się pojęcie świata heterogenicznego. Istniejące w układzie hierarchicznym podsystemy dzielą się na różne obszary i poziomy. Między poziomami zachodzą zależności o charakterze niesymetrycznym. Wyższe i niższe poziomy oddziałują na siebie wzajemnie. Ujęcie systemu i ocena jego funkcjonowania dokonuje się na wyższym poziomie, natomiast mechanizm działania elementów systemów lepiej uwidacznia się na niższych poziomach systemu. Poziomy wyższe wykazują niższą dynamikę, co przekłada się na wolniejsze zmiany w złożonych podsystemach. Analizowane w taki sposób modele badały zjawiska powstające na styku triady pojęć zamkniętej w słowach społeczeństwo – gospodarka – środowisko naturalne⁹.

Wychodząc z założenia, że system gospodarczy wraz ze środowiskiem naturalnym tworzy zwartą całość, próbowano przeanalizować taki układ z punktu widzenia praw termodynamiki. Inaczej mówiąc, dostrzeżono, że układ społeczno-gospodarczo-ekologiczny powiązany jest z Kosmosem przepływami energii. Skoro zaś przepływ energii oznacza przemieszczanie się materii w postaci różnych form promieniowania, to rozwój społeczno-gospodarczy nie rozszerza fizycznego wymiaru tej przestrzeni, a zmienia jedynie zakres wykorzystania materii nieożywionej, stanowiącej potencjalny przedmiot działalności gospodarczej. Działalność ta to nic innego, jak przekształcanie zasobów przyrody w dobra mające zaspokoić potrzeby ludzkie. W łańcuchu transformacji od produkcji do konsumpcji początkiem są zasoby środowiska przyrodniczego, a końcem odpady powracające do tego środowiska. Prawo zachowania energii odnosi się do wszystkich postaci energii występujących w przyrodzie¹⁰.

1.4. Prawo entropii a rozwój ekonomiczno-społeczny

Odkrycie prawa entropii oznaczało rewolucyjny przewrót w myśleniu i w nauce o świecie. Prawo to podważało zasady mechaniki newtonowskiej, która zakładała

⁹ Ibidem, s. 82–83.

¹⁰ Ibidem, s. 84–91.

stabilność i odwracalność zjawisk¹¹. U Newtona czas był niezależny od zjawiska i procesu, zatem ich opis nie wymagał zmiennej czasu. Stąd też zachowanie badanych obiektów było uwarunkowane innymi czynnikami niż czas i można było twierdzić, że będzie takie samo niezależnie od czasu i przestrzeni. Natomiast prawo entropii aktywizuje zmienną czasu, nadając jej jednokierunkowy przebieg. Nowe rozumienie pojęcia czasu stało się podstawą nowego paradygmatu w naukach przyrodniczych. Zakładał on ciągłość zmian i asymetryczność zachodzących w rzeczywistości procesów. Przyjęcie założenia o entropijności procesu gospodarczego zakładało poruszanie się w ramach nowego wzorca myślenia, gdyż analiza oparta na koncepcji równowagi traciła rację bytu. Skoncentrowano się zatem na badaniu procesu dochodzenia do stanu równowagi.

W roku 1971 opublikowana została praca N. Georgescu-Roegeny poświęcona prawu entropii i procesowi ekonomicznemu. Dyskusja wokół tej pracy rozpoczęła nowy rozdział w myśleniu ekonomicznym. Okazało się bowiem, że prawo entropii może być wykorzystane w teorii rozwoju społeczno-ekonomicznego¹².

Wraz z uznaniem działania prawa entropii w procesach gospodarczych i entropijności systemów społeczno-ekonomicznych zmieniono spojrzenie na gospodarkę. System ekonomiczno-społeczny potraktowano jako globalny układ otwarty. Układ taki może przetrwać, jeśli podejmiemy działania antyentropijne i uruchomimy procesy opóźniające entropię. Doświadczenia historyczne pokazują, że w wyniku ekonomiczno-społecznych przeobrażeń prawa entropii modyfikują się. Społeczeństwa o wysokiej kulturze organizacyjnej pobudzają rozwój nawet w niekorzystnych warunkach, natomiast te, w których system wartości symbolicznych (przejawiających się w poziomie rozwoju cywilizacyjnego) nie potrafi modyfikować struktury środowiska społecznego, nawet w korzystnym otoczeniu naturalnym nie będą zdolne do wykorzystania posiadanego potencjału przyrodniczego i obiektów materialnych¹³.

Przez pryzmat prawa entropii zaczęto również obserwować dynamikę środowiska społecznego. Próbowano też połączyć prawo entropii z systemami społecznymi i biologicznymi, wykazującymi tendencję wzrostu stopnia zorganizowania. Daje temu wyraz zasada porządkowania przez fluktuację, sformułowana przez P. Glansdorffa i I. Prigogine'a¹⁴. Dopuszcza się w niej czasowe odchylenie systemu od stanu maksymalnej entropii, następujące w wyniku wewnętrznych procesów prowadzących do nowych poziomów zorganizowania systemu. Na nowym poziomie zorganizowania entropia systemu jest wysoka, ale maleje w miarę jak system

¹¹ Ibidem, s. 90.

¹² Ibidem, s. 91–93.

¹³ B. Kamiński, M. Okólski, *Teoria ekonomii a entropia*, „*Ekonomista*” 1979, nr 2, s. 345–372.

¹⁴ S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, op.cit., s. 93.

symboliczny, w postaci instytucji i kultury, przystosowuje się do systemu fizycznego układu. W systemie fizycznym wprowadzony zostaje nowy sposób wykorzystania zasobów przyrody, co zmniejsza jego entropię, ale wraz z użytkowaniem systemu fizycznego entropia na powrót wzrasta. Zasada Glansdorffa–Prigogine’a mówi, że rozwój społeczno-gospodarczy polega na ciągłych próbach zmniejszania entropii. Dzięki właściwościom adaptacyjnym, takim jak innowacyjność i samoorganizacja, system jest w stanie przetrwać i ograniczać tempo wzrostu entropii.

W. Krehm wprowadził w 1977 r. pojęcie negentropii, określając ją jako różnicę potencjałów środków i motywacji, które są niezbędne do funkcjonowania systemu. Różnica potencjałów, odwracając kierunek przepływu energii, zmniejsza entropię jednego podsystemu kosztem drugiego, nie zmniejszając entropii jako całości¹⁵.

Wdrożenie nowego paradygmatu zaowocowało stwierdzeniem, że każdy proces ekonomiczny można przedstawić jako przejście z niskiego do wysokiego poziomu entropii¹⁶. Uwarunkowane takim podejściem poznawanie świata na nowo oznaczało dalszą uniwersalizację wiedzy i wymuszało myślenie w kategoriach globalnych.

1.5. Powstanie energetycznej teorii wartości

Wykorzystanie prawa entropii miało również wpływ na powstanie energetycznej teorii wartości¹⁷. Wychodzi ona od oszacowania strumienia energii słonecznej jako podstawy dalszych przemian energetycznych i w ogóle życia danego systemu. W kolejnych przemianach energetycznych uczestniczą coraz mniejsze strumienie, co jest zgodne z prawem entropii. Te mniejsze strumienie są wyrazem rosnącego ładunku pierwotnej energii słonecznej w przeliczeniu na jednostkę energii wykorzystanej w ekosystemie. Ładunek ten określa się mianem wcielonej energii słonecznej i nazywa w skrócie słowem emergy. Emergy mierzona jest w emjoulach. Stopień transformacji energii słonecznej liczony jest ilorazem emergii do energii. Rośnie on wraz z kolejną przemianą energetyczną.

Mając informacje o stopniu transformacji poszczególnych nakładów w gospodarce, można dokonać energetycznej wyceny dochodu narodowego. Stosunek emergii do dochodu narodowego określany jest jako monergia. Wyraża on oszczędności w gospodarowaniu zasobami środowiska przyrodniczego oraz rolę usług niematerialnych w tworzeniu dochodu. Porównując emergię zawartą w komponencie dochodu narodowego, jakim jest handel zagraniczny, analizujemy miejsce danego

¹⁵ Ibidem, s. 95.

¹⁶ Ibidem.

¹⁷ Ibidem, s. 117–118.

kraju w międzynarodowym podziale pracy. Emergia opisuje zatem, w jakim stopniu przetransformowana została energia słoneczna.

Przy porównaniach emergii z entropią widzimy to, czego nie dostrzegamy prowadząc tradycyjną analizę energochłonności dochodu narodowego. W gospodarkach jednakowo energochłonnych mogą zachodzić różnice w procesach entropijnych. Entropia będzie silniejsza tam, gdzie emergia jest wyższa. Emergia pokazuje efektywność wykorzystania gospodarczego energii, a także stopień jej przetworzenia w stosunku do pierwotnej energii słonecznej. Tym samym wykazuje faktyczny poziom zapotrzebowania na energię. Teoria opisująca czynniki produkcji i samą produkcję za pomocą emergii określana jest mianem redukcjonizmu energetycznego.

Mimo zastrzeżeń natury pojęciowej i metodologicznej, rozwój teorii emergii dawał się uzasadnić na gruncie entropijności systemów społeczno-ekonomicznych. Można zatem wnioskować, że analiza entropijno-energetyczna zespoliła nauki przyrodnicze i ekonomiczne. W wyniku tej syntezy stworzone zostały podstawy analizy ekologicznych uwarunkowań funkcjonowania systemów społeczno-ekonomicznych. Metodologiczne i teoriopoznawcze podstawy tej analizy stworzono wykorzystując drugą zasadę termodynamiki, określaną jako prawo entropii. Zastosowanie tego prawa w teorii ekonomii poszerzyło obszar badań w zakresie analizy systemowej, a także pogłębiło zrozumienie tej analizy dzięki wypracowaniu nowych narzędzi i metod analitycznych. Otworzyło to drogę do kształtowania się nowego paradygmatu w teorii ekonomii, ujmującego jej globalny zasięg i interdyscyplinarność. Wprowadzając pojęcia sił fizycznych oraz sił symbolicznych i pokazując energetyczne ścieranie się między nimi można było wyjaśnić transformację systemów społeczno-ekonomicznych na gruncie nauk biologicznych i społecznych. Włączając do tego energetyczną teorię wartości możemy poznać tajniki wyczerpywania się możliwości rozwoju w systemach o wysokim poziomie emergii.

Warto też wspomnieć o opartych na analizie energetycznej badaniach nad możliwościami przestrzennego przełamania barier rozwojowych. W ramach tej analizy powstał kierunek „ekonomii kosmicznej”¹⁸, która zajmuje się problematyką przełamania barier energetycznej i surowcowej. W badaniach tych projektowane są nowe rozwiązania techniczne i ekonomiczne w zakresie pozyskiwania energii społecznej oraz wytwarzania określonych materiałów za pomocą satelitów kosmicznych. Prowadzi się również analizę opłacalności wykorzystania zasobów naturalnych znajdujących się na Księżycu i innych planetach Układu Słonecznego. Prekursorami „ekonomii kosmicznej” są P. Glaser i G. O’Neill¹⁹.

¹⁸ Ibidem, s. 116.

¹⁹ Ibidem, s. 116–117.

1.6. Paradygmat ekonomii ekologicznej

Mówiąc ogólnie, w latach siedemdziesiątych dokonano procesu ekologizacji teorii ekonomii. W procesie tym więcej aktywności wykazali ekolodzy niż ekonomiści²⁰. Tradycyjny paradygmat teorii ekonomii opierał się na założeniach antropocentryzmu, utylitaryzmu i woluntaryzmu. Oznaczało to, że człowiek jest ośrodkiem i celem wszelkich zjawisk i procesów w przyrodzie, biosfera ma jedynie wartość instrumentalną, a prawa działania człowieka w przyrodzie są nieograniczone. Spojrzenie od strony ekologii zaowocowało stworzeniem ekologicznych fundamentów wpisanych w rozwój społeczno-ekonomiczny. Sformułował je B. Commoner w postaci „ekologicznych praw dla działań człowieka”²¹. Pierwsze prawo stwierdza, że wszystko jest wzajemnie powiązane w powszechnej sieci współzależności, stąd też rozwój ludzkości należy rozpatrywać w kontekście jego powiązań ze środowiskiem naturalnym w jego biologicznym i fizyko-chemicznym wymiarze. Wszystko dokonuje się w biosferze, która jako układ stabilny ma własny wewnętrzny dynamizm, mechanizmy neutralizacyjne i reprodukcyjne. Należy rozpoznać złożoną sieć zależności między organizmem społeczno-gospodarczym a środowiskiem, w którym funkcjonuje, i uwzględniać te współzależności przy podejmowaniu działań gospodarczych i społecznych. Drugie prawo wyraża fizykalną zasadę niezniszczalności materii, która odgrywa rolę w sytuacjach, w których działalność produkcyjna i konsumpcyjna pozostawia odpady i zanieczyszczenia. Zbyt duże ilości odpadów i zanieczyszczeń mogą przekroczyć zdolności neutralizacyjne ekosystemu i prowadzić do jego degradacji, a nawet zniszczenia. Trzecie prawo wyraża zaufanie ekologów i biologów do właściwości mechanizmów przyrodniczych wytworzonych w toku ewolucji kilku miliardów lat. Czwarte prawo stwierdza, że nie ma nic za darmo.

Podejmowane były też próby stworzenia „nowej ekonomii ekologicznej”. Przykładem może być Bouldingowska „Ekonomika Ziemi – statku kosmicznego przyszłości”²², która uwzględnia ograniczoność zasobów, potencjałów przyrodniczych i równowagę ekologiczną, człowieka jako organizm biologiczny i społeczny, proekologiczny styl życia i konsumpcji, entropijną ograniczoność dotychczasowego wzrostu gospodarczego, świadomą politykę demograficzną, szerszy horyzont gospodarowania, nowe metody wyceny naturalnych procesów ekologicznych, a także wykorzystania i reprodukcji zasobów naturalnych, utrzymanie różnorodności ekosystemów, mniej obciążającą ekologicznie alokację działalności gospodarczej, upowszechnianie proekologicznych technik, zmiany proekologiczne w zakresie struktury produkcji

²⁰ Ibidem, s. 105.

²¹ Ibidem, s. 106.

²² Ibidem.

i konsumpcji, nową politykę energetyczną ograniczającą tempo entropijności procesów gospodarczych. Nowy paradygmat ekonomii ekologicznej łączony jest z powstaniem etyki ekologicznej. Podniosła ona problem odpowiedzialności człowieka w stosunku do przyrody. Zmianie uległa tutaj koncepcja dobra i zła moralnego oraz stosunku człowieka do przyrody. Na pierwszy plan wysunęła się poprawa jakości życia, przełamanie nędzy duchowej, moralnej oraz estetycznej, zwrócono też uwagę na to, że człowiek jest integralną częścią świata przyrody, a nie jego centrum²³.

2. Problematyka ekologiczna w postkeynesowskich modelach zrównoważonego wzrostu gospodarczego

Konieczność utrzymywania równowagi ekologicznej stała się również przedmiotem dyskusji ekonomistów w ramach tradycyjnych nurtów teorii ekonomii. Warto spojrzeć na próby wpisania ekologii do postkeynesowskich modeli zrównoważonego wzrostu gospodarczego. Próbę taką podjął w latach siedemdziesiątych XX wieku R.C. d'Arge²⁴. Wprowadził on do modelu wzrostu gospodarczego Domara–Harroda pojęcie gęstości zanieczyszczenia. Gęstość zanieczyszczenia wyrażana jest stosunkiem strumienia homogenicznego zanieczyszczenia do wielkości środowiska naturalnego. Funkcja gęstości zanieczyszczenia otrzymana jest z podstawienia w równaniu zmiany gęstości zanieczyszczenia w czasie funkcji zanieczyszczenia. Wyprowadzając stopę wzrostu odpowiadającą równaniu Domara–Harroda d'Arge dochodzi do wniosku, że stopa wzrostu gospodarczego odpowiadałaby stopie wzrostu z tego równania, gdyby w środowisku pojawiała się nieograniczona zdolność do asymilacji zanieczyszczeń. Konieczność utrzymywania równowagi ekonomicznej we wzroście oznacza, że stopa wzrostu jest teraz niższa niż w przypadku standardowym, trzeba bowiem uwzględnić stopę inwestycji w ochronę środowiska (zwiększających pojemność asymilacyjną środowiska). Warunkiem wzrostu ekologiczno-ekonomicznie zrównoważonego jest utrzymanie stopy oszczędności oraz efektywności inwestycji skierowanych na zmniejszenie gęstości zanieczyszczenia na poziomie kompensującym skutki, jakie dla wzrostu gęstości zanieczyszczenia wywołuje emisja związana z działalnością produkcyjną i konsumpcyjną. Stopa gwarantowanego, ekologicznie-ekonomicznego wzrostu gospodarczego, zapewniająca utrzymanie na niezmiennym poziomie jakości środowiska, jest tym wyższa,

²³ Ibidem, s. 107–108.

²⁴ R.C. d'Arge, *Essay on Economic Growth and Environmental Quality*, „Swedish Journal of Economics” 1971, nr 73, s. 25–34.

im wyższa jest stopa oszczędności, a także efektywność inwestycji skierowanych na powiększenie środowiskowej pojemności asymilacyjnej i „rozmiar” środowiska oraz im mniejsza jest emisja zanieczyszczeń w przeliczeniu na jednostkę produktu i konsumpcji. Model d’Arge’a nie jest modelem typowym. W odróżnieniu od większości modeli postkeynesowskich i neoklasycznych, występuje w nim kategoria „gęstości” zanieczyszczenia. Rezygnuje się zaś z takich kategorii, jak wielkość emisji czy imisji zanieczyszczeń. W swym modelu d’Arge ujmuje inwestycje ochronne jako przedsięwzięcia techniczne zwiększające zdolność środowiska do asymilacji czy rozkładu zanieczyszczeń poprodukcyjnych i pokonsumpcyjnych. W pozostałych modelach inwestycje takie traktowane są jako przedsięwzięcia neutralizujące określoną część emisji zanieczyszczeń, podczas których emisja „brutto” przekształca się w emisję „netto”, analogicznie ujmuje się pojęcie „kapitał ochrony środowiska”²⁵.

W typowym sposobie ujmowania warunków równowagi ekologicznej i ekonomicznej w keynesowskich modelach wzrostu inwestycje ochronne muszą być proporcjonalne do przyrostu produktu społecznego i przeciętnej jego polutogenności (zdolności do emitowania zanieczyszczeń), odwrotnie zaś proporcjonalne do efektywności kapitału ochrony środowiska. W standardowym postkeynesowskim modelu wzrostu typu Domara–Harroda stopa wzrostu ekologicznie i ekonomicznie zrównoważonego będzie zależna wprost proporcjonalnie od stopy oszczędności i odwrotnie proporcjonalnie od wskaźnika wyrażającego stosunek polutogenności produktu społecznego do efektywności kapitału ochrony środowiska²⁶. W niektórych modelach rozróżnia się też zanieczyszczenia spowodowane działalnością produkcyjną i konsumpcyjną. Inne z kolei analizują problem zależności między postępem ekonomicznym, wyrażającym się we wzroście efektywności kapitału produkcyjnego, a postępem technicznym środowiskowo oszczędnym. Powszechnie cytowany w literaturze, keynesowski model Buchholza i Cansiera²⁷ pokazuje, w jaki sposób w gospodarce realizuje się przejście od stanu społecznie niepożądanego jakości środowiska występującego w ramach równowagi ekonomicznej do stanu stabilizacji środowiska na poziomie równowagi ekologicznej i ekonomicznej. Wyprowadzają oni wzór na dodatkowy kapitał ochronny, który w określonym momencie doprowadza do równowagi ekologicznej we wzroście gospodarczym. Uwidacznia się tutaj warunek spadku emisji netto zanieczyszczeń do poziomu jakości środowiska akceptowanej przez społeczeństwo. Równowaga ekologiczna osiągnięta jest w tym przypadku przy niższej stopie wzrostu niż wynikałoby to ze wzrostu ekologicznie zrównoważonego, czyli takiego, w którym warunki równowagi

²⁵ S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, op.cit., s. 151–155.

²⁶ Ibidem, s. 156.

²⁷ W. Buchholz, D. Cansier, *Modelle oekologisch begrenzten Wachstums*, „Zeitschrift fuer Wirtschafts- und Sozialwissenschaften” 1980, nr 100, s. 143–149.

ekologicznej są już spełnione w momencie wyjściowym, co nie wymaga przejścia do takiego momentu w określonym punkcie czasu podczas procesu wzrostu. Wyznacza się tutaj także ekologicznie dopuszczalne pole manewru dla stopy oszczędności. Większy współczynnik oszczędności, produktywności kapitału oraz wyższy stan techniki ochrony środowiska może prowadzić do większego udziału oszczędności w produkcji społecznym. W okresie dochodzenia gospodarki do równowagi ekologicznej zaoszczędzony produkt może być przeznaczony na inwestycje bezpośrednio produkcyjne. Analogiczny wniosek wynika z liberalizacji polityki ekologicznej prowadzonej wówczas, gdy początkowy zasób zanieczyszczenia jest mniejszy niż wynikałoby to z konieczności utrzymywania równowagi ekologicznej we wzroście. Jest to przypadek, w którym zanieczyszczenie środowiska nie jest zjawiskiem punktowym (jednorazowym), lecz procesem akumulującym się w czasie, przy czym środowiskowa pojemność asymilacyjna (emisja) jest stała, jednakowa na osiągniętych łącznie, wszystkich poziomach zanieczyszczeń.

W postkeynesowskich modelach ekologicznie i ekonomicznie zrównoważonego wzrostu wykorzystano więc formuły znane z modelu Domara–Harroda i wpisano w nie poziomy inwestycji, które zapewniają utrzymanie równowagi ekologicznej. Znając normy środowiskowe i realny poziom zanieczyszczeń oraz możliwości emisji kolejnych odpadów, ustala się tutaj poziom inwestycji środowiskowych mieszczących się w postkeynesowskiej formule zrównoważonego wzrostu, w której inwestycje zawsze równe są oszczędnościom. W rozszerzonej formule uwzględnia się zatem inwestycje w ochronę środowiska jako szczególny rodzaj inwestycji, zależny od stanu zanieczyszczenia środowiska, poziomu technicznego urządzeń ochrony środowiska i norm emisji odpadów, ale pobudzających gospodarkę w analogiczny sposób, jak tradycyjny, inwestycyjny mnożnik keynesowski. Chcąc zatem utrzymać oszczędności na poziomie zapewniającym zrównoważony wzrost, można początkowo opóźnić stopę wzrostu, dokonując mniejszych inwestycji z uwagi na zbyt duże zanieczyszczenie środowiska, ale później inwestycje w środowisko spowodują powstanie bardziej nowoczesnych i efektywnych technologii prośrodowiskowych, które spowodują, że część oszczędności wygenerowanych we wzroście będzie można w dalszej kolejności przeznaczyć na nowe inwestycje, które nie muszą być inwestycjami w środowisko, gdyż poziom inwestycji w środowisko odpowiada już normie charakterystycznej dla zrównoważonego ekologicznie i ekonomicznie wzrostu. Dzięki temu część oszczędności, wygenerowana na skutek inwestycji w technikę ochrony środowiska, jest przeznaczana na szybszy rozwój innych inwestycji. W ten sposób

można utrzymać zrównoważony wzrost i jednocześnie spełniać warunek równowagi ekologicznej²⁸.

3. Problematyka ochrony środowiska w ujęciu tradycyjnej ekonomii neoklasycznej

W tradycyjnej ekonomii neoklasycznej problematyka ochrony środowiska jest poruszana przy omawianiu teorii efektów zewnętrznych²⁹, a także w tej części teorii praw własności, w której łączy się ona z efektami zewnętrznymi w gospodarce, oraz w teorii kosztów transakcyjnych, związanej również w swej istocie z prawami własności i z efektami zewnętrznymi działalności ekonomicznej³⁰. Taki sposób ujęcia problematyki ekologicznej zamyka się w strukturze myślowej szkoły równowagi ogólnej, na bazie której powstała ekonomia dobrobytu, łącząca w sobie elementy nie mieszczące się w tradycyjnej strukturze myślenia o rynku jako doskonałym regulatorem działalności ekonomicznej. Te niedoskonałości rynku korygowane są metodami kompensacji, tak aby zachowane zostało optimum Pareta, zgodnie z którym poprawa sytuacji jednych nie powinna pogarszać losu innych uczestników gry rynkowej. Tak więc problematyka ekologiczna wpisała się w ekonomię dobrobytu, wykorzystując jej narzędzia i metody badań, a tym samym stając się częścią ekonomii neoklasycznej.

Podobnie neoklasyczne teorie wzrostu zostały wzbogacone o elementy związane z ekologią. Tutaj, podobnie jak w postkeynesowskich modelach wzrostu, środowisko traktowane jest przez pryzmat jego ochrony na ścieżce zrównoważonego wzrostu. Przykładem może tu być neoklasyczny model wzrostu Solowa, w którym problematyka ekologiczna zawarta została w tzw. „złotej regule”, mówiącej o tym, że stopa wzrostu produktu równa jest stopie wzrostu kapitału. Określa się tutaj ścieżki przebiegu w czasie produktu społecznego, konsumpcji na głowę mieszkańca i technicznego uzbrojenia pracy spełniające jednocześnie warunek równowagi wzrostu i ograniczenie ekologiczne. To ostatnie oznacza granicę społecznie tolerowanego poziomu zanieczyszczenia środowiska³¹.

²⁸ Por. S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, op.cit., s. 156–168, zob. też: B. Fiedor, *Ekologiczne uwarunkowania wzrostu gospodarczego we współczesnej niemarksistowskiej teorii wzrostu*, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu” 1988, nr 441, s. 9–26; P. Bird, *Neoclassical and Post Keynesian Environmental Economics*, „Journal of Post Keynesian Economics” 1982, nr 4, s. 591–596.

²⁹ Por. E.J. Mishan, *The Postwar Literature on Externalities: An Interpretative Essay*, „Journal of Economic Literature” 1971, nr 9, s. 1–29.

³⁰ S. Czaja, B. Fiedor, Z. Jakubczyk, op.cit., s. 123.

³¹ Ibidem, s. 130–132.

W neoklasycznych modelach wzrostu rozważa się też różne możliwości równowagi ekonomicznej i ekologicznej, w zależności od ścieżki postępu technicznego, który traktowany jest zwykle jako egzogeniczny i neutralny w sensie Harroda, co oznacza stałą produktywność kapitału i większą efektywność pracy, wznoszącą całą funkcję produkcji na wyższy poziom. W teorii zrównoważonego wzrostu gospodarczego, przy ekologicznym warunku brzegowym zakładającym stałość zanieczyszczenia w czasie, postęp techniczny staje się czynnikiem strategicznym. Umożliwia on przejście na ścieżkę wzrostu, zapewniającą wzrost konsumpcji na głowę mieszkańca, co w ekologicznych warunkach brzegowych oznacza wzrost dobrobytu społecznego. Rezydualne traktowanie postępu technicznego oznacza tutaj, że przyrost produktu nie może być przypisany wzrostowi nakładów pracy i kapitału, a jedynie wzrostowi efektywności pracy³².

Ten rezydualno-egzogeniczny charakter postępu technicznego w neoklasycznych modelach wzrostu poddany został krytyce, w następstwie której opracowano nowe neoklasyczne modele wzrostu z indukowanym, czyli endogennym względem gospodarki, postępem technicznym. Stworzono koncepcję krzywej możliwości innowacyjnych. Posłużyła ona jako narzędzie analizy środowiskowo-oszczędnego postępu technicznego. Ten typ postępu przeciwstawiano kategorii mierzącej postęp techniczny wzrostem efektywności czynników wytwórczych. Pojawił się wówczas problem sterowania kierunkami i dynamiką postępu technicznego. Udział czynników produkcji w pracach badawczo-rozwojowych oznaczał zmniejszenie tego udziału w innych zastosowaniach. Typ postępu technicznego, powodujący zmniejszenie emisji zanieczyszczeń i tym samym ochronę środowiska, był preferowany kosztem postępu technicznego zwiększającego wyłącznie produktywność pracy. Endogeniczny typ postępu technicznego związany z ochroną środowiska był m.in. przedmiotem rozważań R.A. Mc Caina³³.

W ramach ekonomii neoklasycznej wyróżniamy też nurt badań oparty na strukturalnym (zdezagregowanym) modelu wzrostu Neumanna³⁴. W modelu tym sfera ochrony środowiska traktowana jest jako odrębna działalność gospodarcza. Nakładami w tej działalności są konwencjonalne czynniki produkcji, takie jak praca i kapitał, ale także – i to potwierdza ekologiczny charakter modelu – zanieczyszczenie. „Produkcja” sfery ochrony środowiska oznacza redukcję wyjściowego poziomu zanieczyszczenia, ale jednocześnie powstają określone ilości nowych zanieczyszczeń. Działalność sektora ochrony środowiska przyjmuje charakter procesu okrężnego, opisywanego systemem liniowych nierówności, przy czym zanieczyszczenie

³² Ibidem, s. 140–144.

³³ Ibidem, s. 145.

³⁴ Ibidem, s. 145–148.

wychodzące typu *output* musi być niższe od zanieczyszczenia określanego jako *input*. Przykładem badań wychodzących poza model ekologicznych uwarunkowań wzrostu gospodarczego może być model Stephensa³⁵, w którym występowanie inwestycji ochronnych prowadzi do obniżenia stopy wzrostu zrównoważonego. W modelu tym zanieczyszczenie traktowane jest jako swoisty nakład posiadający dodatni produkt krańcowy. Im większe dopuszczalne zanieczyszczenie, tym mniej zasobów trzeba poświęcać na ochronę środowiska. Tym samym więcej kapitału i pracy można przeznaczyć na cele produkcyjne, co przy stałej stopie zatrudnienia i stałej relacji kapitału do produktu oraz spełnieniu warunku równowagi ekologicznej oznacza spadek produktu społecznego na głowę mieszkańca. Produkcja rośnie bowiem w tempie wolniejszym niż ludność, co wynika z warunku elastyczności wzrostu produkcji względem pracy, kapitału i zanieczyszczenia. Czynniki produkcji, jakim jest zanieczyszczenie, ma bowiem dodatni produkt krańcowy, co oznacza, że *output*, czyli emisja zanieczyszczeń jest mniejsza niż ich *input*, czyli ich asymilacja środowiskowa w ramach mechanizmów samoregulacji w środowisku. Gdy zanieczyszczenie wzrasta, a możliwości asymilacji pozostają na stałym poziomie, wówczas maleje produkt krańcowy zanieczyszczenia. Relatywnie wysoka elastyczność produktu społecznego wobec zanieczyszczeń sprawia, że produkt ten maleje, tak więc gospodarka wchodzi na niższą ścieżkę wzrostu, niż tą wyznaczoną tempem wzrostu ludności.

4. Powstanie paradygmatu ekonomii zrównoważonego, samopodtrzymującego się rozwoju

Omówione wyżej podejścia do ekonomii w perspektywie ekologicznej charakteryzowały ujęcia z lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku. W latach dziewięćdziesiątych rozpoczęła się nowa era w badaniach ekologiczno-ekonomicznych, która zaowocowała paradygmatem ekonomii zrównoważonego, samopodtrzymującego się rozwoju. W ramach tego paradygmatu odrzuca się tradycyjne ujęcie *homo oeconomicus*, zastępując je pojęciem *homo sapiens*, a gospodarkę i środowisko traktuje się jako nierozdzielny całość, która jest z całym szacunkiem pielęgnowana w trosce o dobro własne i przyszłych pokoleń. Tworzy się mechanizmy społeczne, takie jak społeczna odpowiedzialność biznesu, programy edukacyjne i szkoleniowe, projekty

³⁵ J.K. Stephens, *A Relatively Optimistic Analysis of Growth and Pollution in a Neoclassical Framework*, „Journal of Environmental Economics and Management” 1976, nr 33, s. 85–96.

ekologiczne i inne, mające na celu propagowanie i wdrażanie w życie etyki gospodarowania. Człowiek staje się częścią przyrody, ma prawo z niej korzystać, ale ma też względem niej obowiązki. Musi uznać konieczność rozsądnego korzystania z dóbr, które zostały mu dane w użytkowanie. Stąd zmiana w postrzeganiu człowieka w procesie ekonomicznym. Jest on teraz człowiekiem nie tyle ekonomicznym, co po prostu myślącym, mającym świadomość procesów holistycznych i harmonii koniecznej do samopodtrzymywania się procesów rozwojowych. Tworzy się nowa mentalność społeczna, która uznaje nie tylko słowo dobrobyt, ale także dobrostan i błogostan – wartości moralne i duchowe stawia się zatem na równi z materialnym bytem.

Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju mają już bogatą literaturę, odbywa się mnóstwo konferencji i sympozjów na te tematy. Obecnie rozważa się szczegółowo różne ciekawe aspekty tego tematu. Na przykład dostrzega się konieczność zastosowania teorii informacji do analizy ekosystemów, nawiązując do osiągnięć cybernetyki i proponując analizy, które skorelowane są z teorią entropii i prawami termodynamiki systemu.

Informacja wewnątrzekosystemowa w systemie gospodarki opartej na wiedzy i w warunkach zrównoważonego rozwoju pretenduje w dwudziestym pierwszym wieku do roli postępowania naukowego, wspomagającego procesy gospodarowania. Rozpoznaje ona strukturę zjawisk, procesów i strumieni informacyjnych we wnętrzu ekosystemów³⁶ i w układzie cybernetycznym ekosystemy–gospodarka. Analiza informacji wyjaśnia, czy dane procesy zaistniały w ekosystemie i czy będą przebiegać zgodnie z zasadami trwałego, zrównoważonego rozwoju. Może być zatem przydatna przy ocenach efektywności i skuteczności w sterowaniu zrównoważonym rozwojem. Analiza wewnątrzekosystemowa służyć będzie podejmowaniu decyzji dotyczących kierunków i sposobów działania w ekosystemach. Umożliwi kontrolę i ocenę przebiegających tam procesów³⁷.

W teorii informacji wskazuje się, że o trwałości cywilizacji decyduje problem interfejsu. Jako interfejs określa się tutaj kompatybilność dwóch różnych systemów komunikacji lub sterowania³⁸. Kod jednego systemu może być wówczas odebrany i zdekodowany przez drugi system. Zmiana lub zamknięcie interfejsu oznacza wstrzymanie systemu komunikowania. Odcięcie interfejsu oznacza ustanie

³⁶ Pojęcie ekosystemu wprowadzono w latach trzydziestych XX wieku. W latach czterdziestych postulowano badanie zależności troficznych w ekosystemach z pomocą metod bioenergetycznych. Mimo rozwoju badań w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych nie stworzono jednolitej teorii ekosystemu. W podręcznikach z ekologii przeważa wiedza opisowa. Por. J. Weiner, *Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej*, WN PWN, Warszawa 2005.

³⁷ A. Michałowski, *Badania w zakresie teorii informacji w ekosystemach*, w: *Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kiełczewski, B. Dobrzańska, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2009, s. 36.

³⁸ Ibidem, s. 32.

komunikacji. Zdolność do zdekodowania, zrozumienia i wykorzystania informacji mają tylko te społeczeństwa, które posiadają interfejs. Komunikacja i sterowanie uruchamiają środowisko, umożliwiają reakcje chemiczne, metabolizm, rozwój istot żyjących, a także współzależność życia systemów ekologicznych, społecznych i gospodarczych. Jeżeli systemy mają wspólny interfejs, mogą łączyć się jednopozymowo lub hierarchicznie. Większy wymiar złożoności mają systemy hierarchiczne. Hierarchiczny sposób połączenia interfejsów obserwujemy zarówno w przyrodzie, jak i w cywilizacjach. Wyższy poziom w hierarchii oznacza wyższą jakość informacyjną. W przypadku kooperacji lub konkurencji systemów hierarchicznych występuje sterowanie nadwymiarowe lub podwymiarowe. Sterowanie nadwymiarowe jest niemożliwe do obserwowania przez sterowanego i zwykle nazywa się je manipulacją. Używa się go na przykład w polityce czy w marketingu. Sterowanie podwymiarowe bywa określane jako nieskuteczne z definicji. Są to próby sterowania systemem wyżej zorganizowanym przez niżej zorganizowany. Prowadzą one czasem do katastrofy lub śmierci systemu³⁹.

Identyfikacja efektu sterowania zwana jest przez cybernetykę sprzężeniem zwrotnym. Informacja zwrotna musi spełnić kryterium identyfikacji, inaczej podlega odrzuceniu jako obca dla systemu. Zdolność systemu do identyfikacji zwrotnej określana jest jako obserwowalność. Obserwowalność jest niezbędna do skutecznego sterowania systemem, przy czym podsystem sterujący nie może identyfikować samego siebie, wyższy poziom w systemie hierarchicznym jest nieidentyfikowalny dla poziomu niższego, a w otoczeniu istnieją pewne pola nieobserwowalne. Obserwowalność może być wspierana przez pamięć systemu, może też być bezpamięciowa. Każda informacja zwrotna w systemie otwartym ma dwojaką zawartość. Zawiera bowiem zarówno informację dotyczącą własnego podsystemu sterowanego, jak i dotyczącą odpowiedzi otoczenia systemowego. Otoczenie to zazwyczaj nie jest bierne. Na skutek sterowania zostaje bowiem zaburzone i wówczas może odpowiadać procesami wzajemnego sterowania. Jeśli informacja zwrotna o skutku sterowania jest pewna, to wówczas zbiór skutków sterowania jest zdeterminowany statycznie lub dynamicznie⁴⁰.

Środowisko i jego ekosystemy wraz z systemem gospodarki tworzą system cybernetyczny. Celem analizy przyczynowo-skutkowej w tym systemie ma być wypracowywanie wzorców zrównoważonego rozwoju. Służy temu analiza związków przyczynowo-skutkowych między problemami przyrodniczymi, społecznymi, ekonomicznymi, socjologicznymi i kulturowymi. Niedostateczna znajomość tych

³⁹ Ibidem, s. 32–33.

⁴⁰ Ibidem, s. 33.

związków jest źródłem negatywnych skutków powodowanych w ekosystemach. Ważne jest zatem postrzeganie systemowe środowiska przy próbach rozwiązywania problemów ekologiczno-ekonomicznych.

Problematyka gospodarczego znaczenia informacji nawiązuje do opisywanej w latach siedemdziesiątych XX wieku teorii entropii i dynamicznej równowagi makrosystemu środowisko–społeczeństwo–gospodarka. Uwzględnienie przesłanek wynikających z termodynamiki systemów fizycznych sprawia bowiem, że część praw ekonomicznych i zależności leżących u podstaw modeli ekonomicznych jest niezgodna z prawami termodynamiki⁴¹. Natomiast w teorii dynamicznej równowagi makrosystemu znajduje się teza, że dynamika makrosystemu zależy od skali zjawiska oraz że reakcje koewolucyjne nie mają charakteru liniowego, to znaczy że małe zmiany adaptacyjne lub relatywnie małe zakłócenia mogą być przyczyną potężnych przekształceń. Wynika z tego konieczność wprowadzenia teorii informacji w ekosystemach do teorii ekonomii i traktowanie informacji jako zmiennej, od której zależą procesy rozwoju. Sam termin rozwój zrównoważony powinien być określony jako system dynamiczny w danej skali działalności, w czasie i w przestrzeni, gdyż może mieć inny charakter w skali globalnej, a inny w lokalnej. Próbuje się określić, charakterystyczne dla różnych skal czasowo-przestrzennych, wartości progowe zmiennych ekologicznych, po przekroczeniu których ekosystemy zaczynają zachowywać się w sposób nieprzewidywalny. Są dowody na występowanie bifurkacji w tych systemach (nieciągłości funkcjonalnych) jako efektu stopniowego wzrostu oddziaływań antropogennych w czasie. Występowanie bifurkacji wynika z ignorowania informacji wpływającej z wnętrza ekosystemów do systemu społeczeństwa i gospodarki.

Z przeprowadzonych rozważań wynika konieczność zastosowania teorii informacji w relacjach ekosystem–społeczeństwo–gospodarka, przy czym szczególnego znaczenia nabiera problem identyfikacji przez społeczeństwo i gospodarkę informacji płynących z wnętrza ekosystemów⁴², a także odbiór w ekosystemie informacji zwrotnej płynącej z systemów społecznych i gospodarczych. Stąd w teorii zrównoważonego, samopodtrzymującego się (trwałego) rozwoju potrzeba stosowania osiągnięć z dziedziny gospodarki opartej na informacji.

⁴¹ Ibidem, s. 34.

⁴² Ekosystem definiowany jest tu jako dowolny fragment biosfery, w którym grupa organizmów realizuje procesy przekształcania wiązań chemicznych zgodnie z prawami termodynamiki, przy – chociaż częściowo – zamkniętym obiegu materii, energii i informacji (za: A. Michałowski, *Informacja w ekosystemach*, Wyd. EkoPress, Białystok 2007, s. 41).

Podsumowanie

Problematyka ekologiczna stanowi poczesne miejsce w myśli ekonomicznej XX i XXI wieku. Wpisuje się ona na trwałe do koncepcji teoretycznych w tradycyjnych nurtach makroekonomicznych, takich jak ekonomia neoklasyczna czy kontynuacja keynesizmu. Tworzone są również nowe paradygmaty oparte na fundamentach typowych dla nauk przyrodniczo-matematycznych z wykorzystaniem praw fizyki, biologii i chemii, w tym prawa masy i energii, zasad termodynamiki, ekonomicznej teorii systemów i energetycznej teorii wartości. Współczesna myśl ekonomiczna może pójść w kierunku wykorzystania teorii informacji do badania zachowań w ekosystemach, wpisując tym samym podejście ekologiczne w nurt badań typowych dla gospodarki opartej na wiedzy.

Ecological aspects of sustainable development in the economic thought of the XX and XXI century

The paper discusses the development of ecological thought in reference to contemporary economic thought. Comparing conventional and unconventional economy and discussing model of mass-balance-approach, structural models based on Leontief–Ford input-output concept, models of economic systems used in global analysis based on the entropy law and model of energetic value theory. All of the above led to creation of ecological economy paradigm which, supported by the Club of Rome papers, made its way into the economic thought of the 1970s. Ecological issues were also included into traditional economic thought. The paper recalls selected postkeynesians models of growth based on Domar–Harrod models as well as neoclassical models of growth which dealt with ecological issues. In XXI century the use of the theory of information in intra ecosystem analysis is called for to better understand the determinants of sustainable development economics model.

Les aspects écologiques du développement durable dans la pensée économique du XXe et XXIe siècle

L'article montre le développement de la pensée écologique inscrite dans les théories économiques du XXe et XXIe siècle. Les concepts théoriques discutés dans l'article se réfèrent à l'économie conventionnelle et non conventionnelle. Dans le cadre de l'économie non conventionnelle l'auteur présente: le modèle de bilan de masse, les modèles structurels basés sur les matrices de Leontief-Ford, les modèles de systèmes économiques utilisés dans les analyses globales basés sur la loi de l'entropie et le modèle de la théorie énergétique de la valeur. Ils conduisent à l'émergence d'un paradigme de l'économie écologique, qui – soutenu par les rapports du Club de Rome – a fait son chemin dans la pensée économique des années 60. Les questions environnementales sont également inscrites dans les courants traditionnels de pensée économique. L'auteur se réfère aussi à certains modèles de croissance post-keynésiens basés sur les concepts comme celui de Domar-Harrod, aux modèles de croissance néoclassiques liés aux questions écologiques et à la théorie de l'information.