

ZBYSZKO CHOJNICKI  
Poznań

MODEL WZAJEMNYCH ZALEŻNOŚCI MIĘDZY SYSTEMEM  
SPOŁECZNO-EKONOMICZNYM A ŚRODOWISKIEM  
GEOGRAFICZNYM

1. W dotychczasowej analizie związków zachodzących między człowiekiem a środowiskiem geograficznym uwaga badających była głównie skoncentrowana na zagadnieniu zmian, jakie w środowisku powoduje wzrost liczby ludności oraz rozwój przemysłu i urbanizacji. W mniejszym natomiast stopniu zajmowano się wpływem, jaki zmiany te z kolei wywierają na człowieka, na jego zdrowie, warunki pracy i życia, a więc i na warunki gospodarowania.

Ujemne oddziaływanie człowieka na środowisko geograficzne w toku procesu gospodarowania wywołuje zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio skutki gospodarcze. Bezpośrednio skutki gospodarcze wyrażają się w zubożeniu zasobów i pogarszaniu ich jakości oraz zmniejszeniu pojemności ekologicznej i naruszeniu równowagi środowiska, a przez to zmniejszeniu jego produktywności; pośrednio — w utracie walorów krajobrazowych i pogorszeniu warunków zdrowotnych człowieka.

Nie wchodząc bliżej w zagadnienie form ujemnego oddziaływania człowieka na środowisko należy podkreślić jednak, że oddziaływanie to ma charakter złożony i nie wywołuje jedynie skutków jednokierunkowych. Obok skutków destrukcyjnych i redukcyjnych występują skutki kompensacyjne wyrównujące braki przez wprowadzenie pewnych elementów oraz supletywne wzbogacające produktywność.

W analizie związków zachodzących między człowiekiem a środowiskiem coraz wyraźniej występuje potrzeba całościowego ujęcia różnorodnych zależności rozpatrywanych w aspekcie ekonomicznym. Podstawą teoretyczną jest tu budowa modelu, który pozwoli na ekonomiczną interpretację tych zależności w postaci przepływów zachodzących między systemem społeczno-ekonomicznym a środowiskiem geograficznym. Pozwoli to zrobić nowy krok naprzód w stosunku do tego, co dokonano

w ostatnich latach w zakresie wprowadzenia koncepcji przestrzennych do badań ekonomicznych.

Modelem dla takiej analizy może być układ wzajemnych oddziaływań w zakresie gospodarki, ujęty w analizie nakładów i wyników produkcji przez W. Leontiefa (1941, 1963). Porównać też należy prace P. Sulmickiego (1959) oraz B. Szybisa (1969). Zasadniczym elementem tej analizy jest zbiór zależności zachodzących między gałęziami gospodarki w postaci przepływów produktów.

Oba podstawowe systemy: system środowiska i system społeczno-ekonomiczny, podlegają zmianom, równocześnie wzajemnie na siebie oddziałując. Zmiany warunków środowiska pogarszają na zasadzie sprzężeń zwrotnych warunki bytowania i pracy człowieka. Należy przy tym zauważyć, że próba określenia zakresu „pogarszania warunków” środowiska musi się opierać na takiej analizie zmian warunków, która prowadzi do pojęcia ekosystemu środowiska. Wyjaśnić to można szczególną rolą biosfery w związkach człowiek — środowisko. A. Kostrowicki (1970) omawiając tę rolę stwierdza: 1) „Większość form działalności ludzkiej polega na dostosowaniu do swych potrzeb głównie przyrody żywej, poprzez którą też zachodzi większość oddziaływań zwrotnych — od środowiska do populacji i społeczeństw ludzkich”. 2) „Relacje między człowiekiem a elementami środowiska nie będącymi czynnikami ekologicznymi są stosunkowo proste”. 3) „Przyroda żywa jest nie tylko pośrednikiem między człowiekiem a większością komponentów środowiska przyrodniczego, lecz w znacznym stopniu twórcą tego środowiska”.

2. Pojęcie ekosystemu wymaga bliższego określenia i wyjaśnienia. Zostało ono wprowadzone przez A. G. Tansleya (1935) jako podstawowa koncepcja organizująca ekologię, która stanowi nazwę zarówno dla biomu, jak jego siedliska. E. P. Odum (1963) nazywa ekosystemem, czyli układem ekologicznym, każdą przestrzeń (stanowiącą pewną całość pod względem przyrodniczym), w której zachodzi stała wymiana materii pomiędzy jego żywą a nieożywioną częścią jako wynik wzajemnego oddziaływania żywych organizmów i martwych substancji mineralnych. Wszystkie części ekosystemu — organiczne i nieorganiczne, biot i siedlisko — można uważać według A. G. Tansleya (1946) za wzajemnie oddziałujące czynniki, które w dojrzałym ekosystemie znajdują się w stanie bliskim równowagi i to właśnie wzajemne oddziaływanie utrzymuje cały system.

Ekosystem rozpatrywany w kategoriach własności systemów ogólnych cechuje strukturalizm oraz funkcjonalizm. Według terminologii ogólnej teorii układów L. V. Bertalanffy (1962), ekosystem jest systemem otwartym, dążącym do stanu równowagi zgodnie z prawami termodynamiki systemów otwartych. Ekosystemy w stanie równowagi mają własności samoregulacji, która jest podobna w zasadzie do homeostazji w żywych organizmach, sprzężenia zwrotnego w cybernetyce oraz serwomechanizmów.

Ekologowie wyróżniają i badają ekosystemy różnych wielkości i na różnych poziomach złożoności. F. C. Evans (1956) podkreśla, że pojęcie ekosystemu obejmuje całą hierarchię systemów o różnej złożoności i o różnym zakresie. Jak się wydaje pojęcie ekosystemu może się odnosić zarówno do elementarnej organizacji, na którym jako podstawową jednostkę przyjmuje się „biocenozę” lub „biogeocenozę”, jak i na wyższych poziomach organizacji, gdzie pojęcie ekosystemu ma charakter złożony z szeregu jednostek podstawowych. E. P. Odum (1963) wyraźnie stwierdza, że „jak długo istnieją i funkcjonują zasadnicze komponenty i jak długo ich funkcjonowanie wykazuje pewien stopień równowagi — nawet na krótki okres czasu, tak długo dana jednostka może być traktowana jako ekosystem”.

Podstawowym procesem determinującym funkcjonowanie ekosystemu jest przepływ energii zawartej w pokarmie, poczynając od jej źródła poprzez szereg organizmów. Proces ten nazywany jest łańcuchem pokarmowym. Łańcuchy te nie są izolowanymi ciągami organizmów, ale wzajemnie przeplatają się między sobą, tworząc układy wzajemnie powiązane.

Nie wdając się w szersze omówienie pojęcia ekosystemu, należy zwrócić uwagę na te koncepcje ekologiczne, które włączają w zakres badań problematykę człowieka. Dotychczasowe próby rozszerzenia ekologii na dziedzinę problematyki człowieka nie dały jednak spodziewanych efektów, co można wyjaśnić zasadniczymi odrębnościami praw rządzących sferą społeczno-ekonomiczną. Traktowanie zachowań ludzkich jedynie jako wyższej odmiany „behavioru” świata zwierzęcego, a populacji ludzkich jako części biocenozy i ekosystemów prowadzi do tak poważnego uproszczenia, że nie pozwala wyjaśnić istotnych związków w zakresie ewolucji stosunków między społeczeństwem a przyrodą.

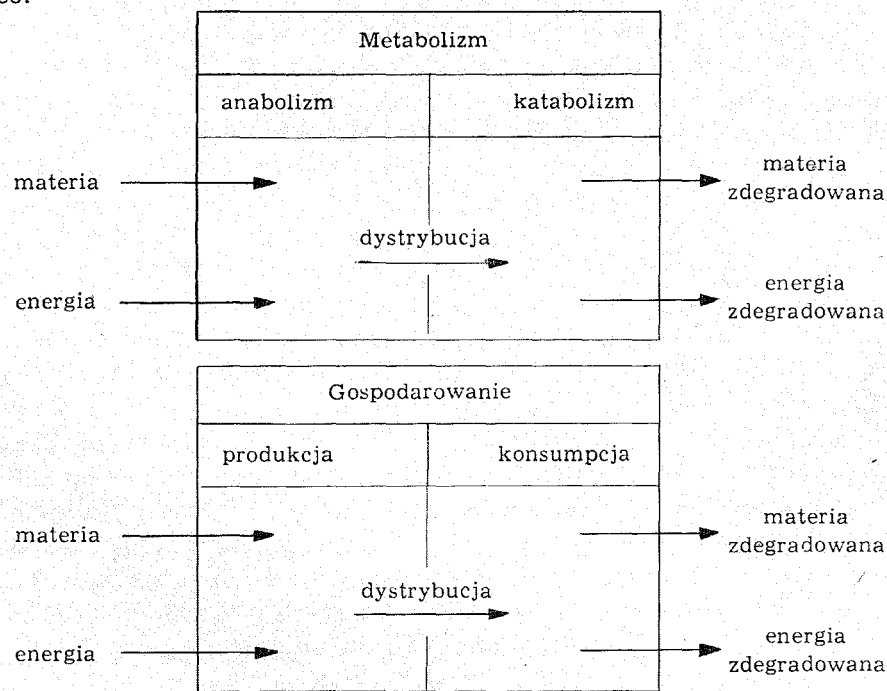
Pojęcie ekosystemu z punktu widzenia badania zależności „przyroda — człowiek” powinno być rozumiane bardzo szeroko jako makrosystem. Istotnym aspektem poznawczym makroekosystemu jest badanie jego organizacji (por. D. R. Stoddart, 1967).

Organizacja może być pojmowana jako zbiór elementów, które w grupie mają spełniać funkcje, niemożliwe do realizowania przez poszczególne typy elementów. Każdy element wpływa na inne elementy i jest zależny od nich oraz działa tak, aby zmaksymalizować wartość wyników swego działania dla siebie. System uzyskuje wtedy najwyższy stopień organizacji, gdy istnieje taki stan systemu, że każdy element realizuje w maksymalny sposób wyniki swego działania. Jeśli natomiast elementy te działają losowo, system wykazuje niski stopień organizacji.

Pojęcie „organizacja” daje się stosować zarówno do ekosystemu, jak i systemu społeczno-ekonomicznego. W badaniu zależności „przyroda — człowiek” istotną sprawą jest określenie stosunku obu organizacji lub ściślej — przenikania obu organizacji. Wzrost negentropii, a więc organi-

zacji, jaki cechuje każdy z systemów, następuje kosztem wzrostu dezorganizacji do systemów niżej zorganizowanych. Dominacja systemu społeczno-ekonomicznego jest jednym z istotnych czynników zakłócenia stanu równowagi między obu układami.

Podstawą badania obu systemów jest stwierdzenie pewnych analogii między działaniem obu systemów. Według H. E. Daly (1968), pewna analogia zachodzi tu między procesami metabolizmu a procesami gospodarczymi. Analogię tę można w sposób schematyczny przedstawić następująco:



Próba określenia wzajemnych zależności zachodzących pomiędzy systemem społeczno-ekonomicznym a ekosystemem może się opierać na rozpoznaniu różnych oddziaływań prowadzących do zmian w jednym i drugim układzie. Określenie charakteru tego oddziaływania może również obejmować różnorakie elementy obu układów. W sposób prosty oddziaływanie to można ująć w postaci przepływów z jednego systemu do drugiego. Każdy z systemów ma bowiem swoje przepływy wewnętrzne oraz zewnętrzne, które łączą oba systemy. Te przepływy zewnętrzne nie tylko zmieniają wielkość substancji systemu, ale także zmieniają warunki jego oddziaływania.

3. Rozszerzony model przepływów międzygałęziowych W. Leontiefa pozwala na integrację obu systemów w metasytem „przyroda — człowiek”. W najprostszy sposób model ten można przedstawić w postaci zestawienia.

	System społeczno-ekonomiczny	Ekosystem
System społeczno-ekonomiczny	I	II
Ekosystem	III	IV

Pole I, zgodnie z zasadami modelu W. Leontiefa, reprezentuje przepływy międzygałęziowe w systemie społeczno-ekonomicznym. Znaczenie tej analizy polega według W. Isarda (1965) na tym, że pozwala przedstawić w dokładny sposób (1) cechy charakterystyczne produkcji i jej zużycia w poszczególnych przemysłach w różnych regionach, oraz (2) istotę wzajemnych powiązań między przemysłami i powiązania przemysłów z innymi działami systemu ekonomicznego. Przedstawia zatem istotę struktury wieloprzemysłowego systemu ekonomicznego w przekroju regionalnym i międzyregionalnym.

Również ekosystem środowiska geograficznego można rozpatrzeć w ujęciu modelu przepływów międzygałęziowych, traktując go jako zbiór wzajemnie powiązanych procesów, które wymagają nakładów i dają określone wyniki. Układ przepływów w ramach ekosystemu reprezentuje pole IV.

Aktywność obu systemów dostarcza sobie wzajemnie końcowych nakładów i wyników, które wychodzą na zewnątrz każdego systemu. Przepływy te stanowią podstawę wzajemnych powiązań i oddziaływań. Pole II reprezentuje przepływy z systemu społeczno-ekonomicznego do ekosystemu; przepływy te w zasadzie stanowią skutki uboczne działalności produkcyjnej społeczeństwa. Pole III natomiast przedstawia nakłady przyrody, jakie wchodzi w sferę działalności produkcyjnej i konsumpcyjnej społeczeństwa.

Wielkości charakteryzujące przepływy zintegrowanego systemu tworzą trzy grupy zjawisk:

1) strumienie tj. wielkości, które stanowią masy wyprodukowane lub przetworzone w pewnym okresie czasu np. produkcja węgla, spożycie planktonu;

2) zasoby tj. wielkości, które stanowią masy w danym momencie czasu np. zasoby wody;

3) warunki tj. wielkości, które są własnościami ulegającymi zmianom w pewnym czasie np. temperatura powietrza.

Rozwinięcie proponowanego modelu przedstawiono w tabeli. Tabela ta w rozbiciu na dwa podstawowe systemy zawiera próbę zarysowania zasadniczych zależności zachodzących w samych systemach jak między nimi.

W ramach systemu społeczno-ekonomicznego należy analogicznie jak w tradycyjnej analizie przepływów międzygałęziowych wyodrębnić pod-

stawowe gałęzie produkcji oraz ludność jako sektor autonomiczny. Proponowane rozbięcie na dwie gałęzie: rolnictwo i przemysł jest oczywiście uproszczeniem i ma jedynie na celu zwrócenie uwagi na dwa różne w zasadzie sposoby transformacji materii i energii w procesach produkcyjnych: przez udział żywych organizmów oraz przekształcanie materii nieożywionej. Operacyjny model wymagałby jednak bardziej szczegółowego podziału na gałęzie produkcji. Kryteria tego podziału muszą też być inne niż w „tradycyjnej” analizie. Przykładem może być potrzeba oddzielnego ujęcia elektrowni wodnych i ciepłych. Mimo bowiem, że dają one jednolity produkt, ich oddziaływanie na ekosystem jest odmienne, gdyż „wkłady” obu typów elektrowni do poszczególnych składników ekosystemu są całkowicie różne.

Podział ekosystemu na „gałęzie” stwarza jeszcze większe trudności. Przedstawiony w tabeli podział ma na celu wyodrębnienie podstawowych sektorów ekosystemu. Wyodrębnione sektory reprezentują: 1) podstawowe grupy przyrody ożywionej, w tym człowiek jako element reprodukcji biologicznej; 2) podstawowe układy fizyczne środowiska geograficznego; 3) odrębnie energię słoneczną wchodzącą do układu oraz odpowiadającą temu, zgodnie z prawami termodynamiki, degradację układu uporządkowanego do nieuporządkowanego.

Nie wchodząc bliżej w bardzo złożoną problematykę zastosowania zasad termodynamiki do energetyki ekologicznej należy stwierdzić, że ogólne pojęcie o energetyce ekosystemu można uzyskać określając wielkość energii, jaka przepływa przez ekosystem i dodając wykorzystanie energii zgromadzonej w tym systemie (por. J. Phillipson, 1969).

Rozszerzony model nakładów i wyników metasystemu „Człowiek – Przyroda”

	Do	System społeczno-ekonomiczny			Ekosystem:							$\Sigma x_n$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Z		Rolnictwo	Przemysł	Ludność (spożycie)	Świat roślinny	Świat zwierzęcy	Mikroorganizmy	Atmosfera	Hydrosfera	Litosfera	Degradacja energii i materii	
System społeczno-ekonomiczny	1. Rolnictwo	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$x_{16}$	$x_{17}$	$x_{18}$	$x_{19}$	$x_{1,10}$	$x_1$
	2. Przemysł	$x_{21}$			$x_{24}$							
	3. Ludność (praca)	$x_{31}$			$x_{34}$							
Ekosystem	4. Świat roślinny	$x_{41}$			$x_{44}$							
	5. Świat zwierzęcy	$x_{51}$	$x_{52}$	$x_{53}$	$x_{54}$	$x_{55}$	$x_{56}$	$x_{57}$	$x_{58}$	$x_{59}$	$x_{5,10}$	$x_5$
	6. Mikroorganizmy	$x_{61}$			$x_{64}$							
	7. Atmosfera	$x_{71}$			$x_{74}$							
	8. Hydrosfera	$x_{81}$			$x_{84}$							
	9. Litosfera	$x_{91}$			$x_{94}$							
	10. Źródła energii zewnętrznej (słońce)	$x_{10,1}$			$x_{10,4}$							$x_{10}$

Tabela jest jedynie pojęciowym schematem roboczym, wymagającym konkretyzacji opartej na znajomości zależności, jakie wynikają z nakładów i wyników pomiędzy różnorodnymi dziedzinami obu systemów. Realistyczna tabela wymagałaby bardzo szczegółowej klasyfikacji gałęziowej oraz właściwych danych. Analiza prac ekologicznych wykazuje, że istnieje sporo materiałów badawczych, które pozwoliłyby zestawić taką tablicę. Należy sądzić jednak, że najbardziej realistycznym podejściem byłoby opracowanie pewnych części tabeli, w której zostałyby uwzględnione tylko pewne zależności rozwiązujące określone sytuacje problemowe, np. gospodarki wodnej rozpatrywanej regionalnie. Opracowanie takie wymagałoby uczestnictwa szerokiego zespołu specjalistów z wielu dziedzin.

Opracowanie tabeli lub jej fragmentów stanowi jednak tylko zbiór informacji dotyczących wymiany w systemie człowiek — środowisko. Przejście z opisu do ustalenia zależności w zakresie tej wymiany, będących podstawą prognozyki i planowania, wymaga ustalenia współczynników nakładów analogicznie do modelu W. Leontiefa. Teoretycznie współczynniki te można wyprowadzić z równań bilansowych wyrażonych w jednostkach materialnych ze wzoru:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

Na tej podstawie współczynniki te można zdefiniować jako:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

Oczywista, że ewolucja systemu „przyroda — człowiek” będzie przebiegać harmonijnie jedynie przy zachowaniu odpowiednich proporcji między nakładami obu systemów, tj. właściwym kształtowaniu się wielkości współczynników  $a_{ij}$ .

Z definicji współczynników wynika, że  $x_{ij} = a_{ij} X_j$ , jeżeli więc założy się, że współczynniki te są znane, to można sformułować układ równań bilansowych składających się z  $n$  równań stopnia pierwszego z  $n$  niewiadomymi.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j = X_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

Konstrukcja współczynników może być oparta zarówno na badaniach statystycznych nakładów i wyników, jak i może być wyprowadzona z wyników badań przyrodniczych.

Wychodząc z układu zależności ujętego w zestawieniu na s. 61, należy podzielić współczynniki te na cztery grupy.

Pierwszą grupę tworzą współczynniki odnoszące się do systemu społeczno-ekonomicznego (pole I); mają one charakter współczynników społeczno lub ekonomiczno-technicznych.

Drugą grupę tworzą współczynniki pola IV, odnoszące się do nakładów i wyników w ramach ekosystemu, które można nazwać współczynnikami przyrodniczymi. Dane, na których można oprzeć wyliczanie takich współczynników, zawarte są przede wszystkim w pracach ekologicznych. Wyniki badań łańcuchów i sieci pokarmowych różnych typów ekosystemu stwarzają możliwości ilościowego określenia w przybliżeniu odpowiednich współczynników nakładów i wyników.

Trzecią grupę tworzą współczynniki techniczno-przyrodnicze odnoszące się do pola II; obejmują one problematykę nakładów ze systemu społeczno-ekonomicznego do ekosystemu. Nakłady te reprezentują wtórny układ zależności, powstały z efektów ubocznych gospodarowania i ujawniający się z reguły (choć nie tylko) w negatywnych zmianach warunków środowiska geograficznego. Liczne prace z dziedziny gospodarki zasobami, a w szczególności gospodarki wodnej dostarczają sporo materiału dotyczącego obliczania tego typu współczynników.

Czwartą grupę współczynników stanowią współczynniki techniczno-przyrodnicze, odnoszące się do pola III, a więc te, które obejmują relacje nakładów związanych z zasobami i warunkami przyrody, które wchodzi z ekosystemu środowiska naturalnego do systemu społeczno-ekonomicznego.

Zarówno zróżnicowanie sprzężeń, jak i charakter współczynników (różnorodność i pośredniość) nasunie szereg problemów metodycznych. Teoretycznie współczynniki te nie masują zasadniczych trudności, a część z nich (pole II) ma bardziej stały charakter aniżeli współczynniki pola I, jakkolwiek estymacja niektórych na gruncie współczesnej praktyki naukowej może być niemożliwa. Zasadnicze trudności powstaną natomiast w przypadku próby budowy tablicy przepływów w ujęciu wartościowym, pieniężnym. Powstanie wówczas dodatkowo zagadnienie wyceny dóbr ekologicznych, które były dotąd traktowane jako dobra wolne. Zagadnienie to wymaga odrębnego potraktowania. Wyjściowym etapem w budowie rozszerzonej tablicy przepływów międzygałęziowych powinien być układ jednostek naturalnych, a jedynie interpretacja wyników może być ujęta wartościowo.

Próby i wyniki dotychczasowych badań związanych z analizą pewnych zależności między systemem społeczno-ekonomicznym a ekosystemem nasuwają przypuszczenie, że praktyczne zastosowanie modelu przepływów gałęziowych w ramach systemu „człowiek — środowisko” powinno być ograniczone do badania regionu (ekosystemu) stosunkowo prostego, o dominacji pewnych zależności, np. system przemysłowy — gospodarka wodna (ekosystem).

4. Redukcyjny i destrukcyjny wpływ działalności gospodarczej na strukturę ekosystemów i równowagę metasystemu przyroda — człowiek prowadzi do takiego pogorszenia jakości środowiska, że powoduje to ujemne skutki gospodarcze i ekologiczne dla człowieka. Z punktu widzenia działalności gospodarczej skutki te są wynikiem działania efektów ubocznych gospodarowania, które mimo że incydentalne w stosunku do celu gospodarowania, poprzez negatywne zmiany warunków środowiska mogą wywierać istotny wpływ na działalność gospodarczą i zdrowie człowieka (por. O. C. Herfindahl, A. V. Kneese, 1965).

Mimo dosyć dobrej znajomości samych procesów prowadzących do pogarszania jakości środowiska geograficznego, brak jest podstaw teoretycznych analizy ekonomicznej wpływu efektów ubocznych gospodarowania. Wpływ na jednostki gospodarcze dotyczy procesów produkcyjnych i konserwacyjnych. Wpływ na jednostki ludzkie ma przede wszystkim charakter bezpośredni i dotyczy zdrowia. Wpływ ten wyraża się jednak także w pogarszaniu się jakości dóbr i walorów krajobrazowych, a więc dotyczy zaspokajania potrzeb jednostki. Oba elementy wpływu są jednak zależne wzajemnie, gdyż wyrażają oddziaływanie warunków środowiska na psychofizyczną i gospodarczą sytuację człowieka.

Podstawy teoretycznej dla analizy ekonomicznej wpływu efektów ubocznych gospodarowania należy szukać w układzie wzajemnych zależności gospodarki, którego uproszczonym modelem jest analiza nakładów i wyników produkcji. Oprócz zasadniczego układu zależności, wyrażającego się w przepływach dóbr i usług, należy zbadać układ zależności powstały z efektów ubocznych gospodarowania i ujawniający się w negatywnych zmianach warunków środowiska geograficznego. Na przykład wzrost produkcji krochmalni zwiększający jej rentowność może równocześnie zwiększyć ilość szkodliwych ścieków, co spowoduje pogorszenie sytuacji produkcyjnej innych zakładów przez wzrost ich kosztów produkcji, ze względu na powiększenie się nakładów na oczyszczanie. Ścieki te mogą też wywierać negatywny wpływ bezpośredni na zdrowie ludzkie i równowagę biocenoz wodnych (rybołówstwo). Przykład ten wskazuje na powstawanie w wyniku gospodarowania szeregu zależności wtórnych, przy czym efekt ekonomiczny tych zależności nie pozostaje w bezpośrednim związku z układem zależności pierwotnych (przepływów międzygałęziowych), a samo kształtowanie się tych zależności i ich negatywny wpływ na inne jednostki gospodarcze i jednostki ludzkie nie pozostaje w prostym stosunku do korzyści, jakie powstają w jednostce gospodarczej oddziałującej. Tak więc krochmalnia, która unika oczyszczania ścieków zmniejsza koszty produkcji i zwiększa swą rentowność, ale równocześnie przerzuca te koszty na inne jednostki gospodarcze i ludzkie, które nie są konsumentami krochmalu. Przerzucenie tych kosztów na in-

ne jednostki stanowi czynnik deformujący prawidłowy rachunek ekonomiczny podstawowych jednostek gospodarczych. Z ekonomicznego i ogólnospołecznego punktu widzenia istotną cechą efektów ubocznych gospodarowania jest więc ich zakłócający wpływ na prawidłowe kształtowanie się rachunku ekonomicznego, opartego na systemie kosztów i cen. Tak więc efekty uboczne gospodarowania wywierają wpływ na kształtowanie się równowagi systemu kosztów. W związku z tym należy stwierdzić, że prawidłowy rachunek ekonomiczny wymaga przede wszystkim obciążenia kosztami zapobiegania pogarszaniu środowiska geograficznego producenta efektu ubocznego; bardziej złożony jest natomiast rachunek ekonomiczny, związany z neutralizowaniem szkodliwych zmian środowiska również z punktu widzenia kryteriów zdrowotnych i estetycznych oraz przywrócenia wysokiej jakości środowiska (por. Z. Chojnicki, 1968).

Efektywna realizacja zasady utrzymania wysokiej jakości środowiska, zarówno w interesie perspektywicznym samej gospodarki, jak i interesie ekologicznym człowieka, wymaga oprócz zabezpieczenia przez system norm prawnych, również oparcia na właściwym rachunku ekonomicznym, wprowadzonym do systemu gospodarczego kraju. Postęp w tym zakresie jest uwarunkowany pokonaniem tych trudności, jakie są związane z sformułowaniem i realizacją zasad takiego rachunku oraz ustaleniem społecznie uzasadnionej hierarchii wartości dotyczących zaspokojenia teraźniejszych i przyszłych potrzeb w zakresie użytkowania środowiska geograficznego o wysokich walorach ekologicznych.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Barnett H. J.: *Pressures of Growth upon Environment*. W: M. Garnsey, J. R. Hibbs (eds.), *Social Sciences and the Environment*. Boulder. 1967.
2. Bertalanffy L. V.: *General System Theory. A Critical Review*. General Systems 1962, 7, s. 1 - 20.
3. Caldwell L. K.: *Problems of Applied Ecology; Perceptions, Institutions, Methods and Operational Tools*. Bioscience 1962, 16, s. 524 - 527.
4. Chojnicki Z.: 1968, *Modele wykorzystania środowiska geograficznego*. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, Polska Akademia Nauk, Biuletyn 1968, 51, s. 53 - 72.
5. Daly H. E.: *On Economics as a Life Science*. Journal of Political Economy 1968, 76, 3, s. 392 - 406.
6. Ewald W. R. Jr.: *Environment for Man; the next Fifty years*. Bloomington In. 1967.
7. Evans F. C.: *Ecosystems as the basic unit in ecology*. Science 1956, 123, s. 1127 - 1128.
8. Herfindahl O. C., A. V. Kneese: *Quality of the Environment: an economic approach to some Problems in Using Land, Water and Air*. Baltimore 1965.
9. Isard W.: *Metody analizy regionalnej*. Warszawa 1965.
10. Jarrett H. (ed.): *Environmental Quality in a Growing Economy*. Baltimore 1966.

11. Kostrowicki A. S.: *Z problematyki badawczej systemu człowiek—środowisko*. Przegląd Geograficzny 1970, 42, 1, s. 3 - 18.
12. Krutilla J. V.: *Water Resources Development: the Regional Incidence of Costs and Gains*. Regional Science Association, Papers and Proceedings 1958, 4, s. 273 - 300.
13. Leontief W.: *The Structure of the American Economy 1919 - 1939*. New York 1941 (II wyd. — 1951).
14. Leontief W.: *Studia nad strukturą gospodarki amerykańskiej*, Warszawa 1963.
15. Morgan W. B., Moss R. P.: *Geography and Ecology: the Concept of the Community and its Relationship to Environment*. Annals of the Association of American Geographers 1965, 565, 2, s. 339 - 350.
16. Odum E. P.: *Podstawy ekologii*. Warszawa 1963.
17. Phillipson J.: *Energetyka ekologiczna*. Warszawa 1969.
18. Simmonds I.: *Ecology and Land Use*. Transactions and Papers, Institute of British Geographers 1966, 38, s. 59 - 72.
19. Stoddart D. R.: *Organism and Ecosystem as Geographical Models*. W: R. Chorley, P. Haggett (eds.), *Models in Geography*. London 1967.
20. Sulmicki P.: *Przeptywy międzygałęziowe*. Warszawa 1959.
21. Szybisz B.: *Wstęp do statystyki przeptywów międzygałęziowych*. Warszawa 1969.
22. Tansley A. G.: *The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms*. Ecology 1935, 16, s. 284 - 307.
23. Tansley A. G.: *Introduction to Plant Ecology*. London 1946.

ZBYSZKO CHOJNICKI

#### A MODEL OF INTERACTION BETWEEN THE SOCIO-ECONOMIC SYSTEM AND THE GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT

Although we have a relatively good knowledge of the processes leading to the degradation of the quality of the environment, no theoretical foundations for the economic analysis of the impact of the secondary effects of economic activity are at hand.

The theoretical foundation for the economic analysis of the impact of the side-effects of economic activity must be sought in the system of mutual relations of the economy whose simplified model is the input-output analysis. In addition to the basic system of interrelations expressed in the form of flows of commodities and services, it is necessary to study the system produced by side-effects of economic activity and manifesting itself in the adverse changes in the environmental conditions.

After some extension, Leontief's model of input-output flows makes possible the integration of the two systems into the metasystem „man-nature”.

The attempt to define the mutual interrelationships between the socio-economic system and the ecosystem may be based on identifying the different influences inducing changes in the one and the other system. The explanation of the character of that influence may also include diverse elements of each of two systems. In simplified form, this influence can be presented as flows from one system into the other, for each of them has its internal and external flows connecting the two

systems. The external flows not only change the volume of the substance of the system but also change the conditions of its influence.

A number of methodological difficulties will certainly result from both the diversity of the feedbacks and from the character of the coefficients themselves (their diversity and indirectness). In theory, these coefficients provide no considerable difficulties; it may be said that some of them (ecosystem) are of a more stable character than those of socio-economic system, thought at the present stage of research we may still lack adequate foundations for their relevant estimation.