

PL ISSN 0373-6547

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

PRACE GEOGRAFICZNE NR 139

WYBRANE ZAGADNIENIA
TEORII I METOD
OCENY ODDZIAŁYWANIA
CZŁOWIEKA NA ŚRODOWISKO

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

PRACE GEOGRAFICZNE IG I PZ PAN

100. Biegajło W., *Typologia rolnictwa na przykładzie województwa białostockiego*, 1973, s. 164, 30 il., z1 35,—
101. Werwicki A., *Struktura przestrzenna średnich miast ośrodków wojewódzkich w Polsce*, 1973, s. 168, 49 il., z1 30,—
102. Matusik M., *Próba typologii i regionalizacji rolnictwa na obszarze Dolnego Powiśla*, 1973, s. 152, 30 il., 6 fot., z1 32,—
103. Ziemońska Z., *Stosunki wodne w polskich Karpatach Zachodnich*, 1973, s. 124, 23 il., z1 25,—
104. Drozdowski E., *Geneza Basenu Grudziądzkiego w świetle osadów i form glacialnych*, 1974, s. 139, 41 il., 17 fot., z1 32,—
105. Pulina M., *Denudacja chemiczna na obszarach krasu węglanowego*, 1974, s. 159, 52 il., 10 fot., z1 36,—
106. Baumgart-Kotarba M., *Rozwój grzbietów górskich w Karpatach fli-szowych*, 1974, s. 136, 39 il., 16 fot., 3 zał., z1 40,—
107. Tyszkiewicz W., *Rolnicze użytkowanie ziemi a formy własności i rozmiary gospodarstw rolnych na Kujawach*, 1974, s. 127, 17 il., 1 zał., z1 30,—
108. Leszczycki S., *Problemy ochrony środowiska człowieka*, 1974, s. 88, 7 il., 4 wkl., z1 22,—
109. Gawryszewski A., *Związki przestrzenne między migracjami stałymi i dojazdami do pracy oraz czynniki przemieszczeń ludności*, 1974, s. 155, 18 il., z1 35,—
110. Żurek S., *Geneza zabagnienia Pradoliny Biebrzy*, 1975, s. 107, 28 il., 22 fot., 10 wkl., z1 30,—
111. Jankowski W., *Land use Mapping, Development and Methods*, 1975, s. 111, z1 35,—
112. Dramowicz K. K., *Symulacja cyfrowa i analiza systemowa w badaniach procesów urbanizacji wsi (model gromady Biała Stara, powiat płocki)*, 1975, s. 110, 38 il., z1 27,—
113. Żurek A., *Struktura przestrzenna przepływów ludności miast woj. kieleckiego*, 1975, s. 112, 33 il., z1 25,—
114. Froehlich W., *Dynamika transportu fluwialnego Kamienicy Nawojowskiej*, 1975, s. 122, 54 il., 12 fot., z1 35,—
115. Harasimiuk M., *Rozwój rzeźby Pagórków Chełmskich w trzeciorzędzie i czwartorzędzie*, 1975, s. 108, 43 il., 14 fot., z1 26,—
116. Węclawowicz G., *Struktura przestrzeni społeczno-gospodarczej Warszawy w latach 1931 i 1970 w świetle analizy czynnikowej*, 1975, s. 120, 41 il., z1 35,—
117. Dziewoński K., Gawryszewski A., Iwanicka-Lyrowa E., Jelonek A., Jerczyński M., Węclawowicz G., *Rozmieszczenie i migracje ludności a system osadniczy Polski Ludowej*, 1976, s. 343, 99 il., z1 80,—
118. Szczepkowski J., *Struktura przestrzenna regionu bydgosko-toruńskiego. Ewolucja i dynamika*, 1977, s. 89, 7 il., z1 22,—
119. Wiśniewski E., *Rozwój geomorfologiczny doliny Wisły pomiędzy Kotliną Płocką a Kotliną Toruńską*, 1976, s. 124, 32 il., 16 fot., z1 30,—
120. Kotarba A., *Współczesne modelowanie węglanowych stoków wysokogórskich (na przykładzie Czerwonych Wierchów w Tatrach Zachodnich)*, 1976, s. 128, 28 il., 4 fot., z1 32,—

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

PRACE GEOGRAFICZNE NR 139

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТРУДЫ

№ 139

ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ
ПО ТЕОРИИ И МЕТОДИКЕ
ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*

GEOGRAPHICAL STUDIES

No 139

THE HUMAN IMPACT
ON THE NATURAL ENVIRONMENT
SELECTED PROBLEMS
OF THEORY AND METHODS

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

PRACE GEOGRAFICZNE NR 139

WYBRANE ZAGADNIENIA
TEORII I METOD
OCENY ODDZIAŁYWANIA
CZŁOWIEKA NA ŚRODOWISKO

Opracowanie zbiorowe pod redakcją: ANDRZEJA SAMUELA KOSTROWICKIEGO
Autorzy: WINCENTY KAMIŃSKI, ANDRZEJ SAMUEL KOSTROWICKI,
JANUSZ SZYRMER

WROCŁAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

1981

<http://rcin.org.pl>

Rada Redakcyjna

REDAKTOR NACZELNY: MARIA KIELCZEWSKA-ZALESKA
ZASTĘPCA REDAKTORA NACZELNEGO: KAZIMIERZ DZIEWOŃSKI
CZŁONKOWIE: LESZEK STARKEL, JAN SZUPRYCZYŃSKI, ANDRZEJ WRÓBEL
SEKRETARZ: IRENA STAŃCZAK

Redaktor Wydawnictwa Marzena Pawłowska-Chachaj

Redaktor techniczny Adam Przylibski

© Copyright by Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo. Wrocław 1981.

PL ISSN 0373-6547

ISBN 83-04-00798-3

Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo. Wrocław 1981.
Nakład: 800 egz. Objętość: ark. wyd. 9,20, ark. druk. 7,50 + 1 wkl.,
ark. A₁ — 10. Papier druk. sat. kl. IV, 70 g, 70 × 100. Oddano do skła-
dania 5 VIII 1980. Podpisano do druku 16 XII 1980. Druk ukończono
w styczniu 1981. Wrocławska Drukarnia Naukowa. Zam. 2366/80. B-7
Cena zł 30,—

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
ANDRZEJ SAMUEL KOSTROWICKI — Zarys metodyki ekonomicznych i pozaekonomicznych ocen oddziaływania gospodarki wiejskiej na środowisko przyrodnicze	11
Очерк экономической и внеэкономической методики оценки воздействия сельского хозяйства на природную среду (резюме)	37
An attempt to evaluate the impact on natural environment by rural land use forms (summary)	38
— Metoda określania odporności roślin na uszkodzenia mechaniczne powstałe na skutek wydeptywania	39
Метод определения устойчивости растений по отношению к механическим повреждениям вызванным вытаптыванием (резюме)	71
The method of estimating the plant species hardiness for mechanical damage due to treading (summary)	72
WINCENY KAMIŃSKI, JANUSZ SZYRMER — Problematyka społeczno-ekonomiczna ochrony i kształtowania środowiska w ocenie ekspertów	73
Социально-экономическая проблематика охраны и формирования окружающей среды с точки зрения оценки экспертов (резюме)	85
Socio-economic problems of environmental protection and management in experts' evaluation (summary)	88
— Środowisko przyrodnicze w wybranych teoriach i modelach równowagi i wzrostu gospodarczego	87
Природная среда в избранных теориях и моделях экономического равновесия и роста (резюме)	117
Natural environment in selected theories and models of economic equilibrium and economic growth (summary)	118

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

WSTĘP

W roku 1972, decyzją Rady Pełnomocników do spraw współpracy naukowej Rady Wzajemnej Pomocy Gospodarczej, został uchwalony szeroki program naukowo-badawczy, dotyczący ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego oraz racjonalnego użytkowania jego zasobów.

Program ten, pod nazwą „Ogólny, rozwinięty program współpracy krajów członkowskich RWPG i Jugosławii na okres do 1990 r. w dziedzinie ochrony i naprawy środowiska, i związanego z tym racjonalnego wykorzystania zasobów przyrody” obejmuje 158 tematów, zebranych w 14 grup problemowych. W założeniu swym miał on stymulować i ukierunkować badania dotyczące całokształtu problematyki środowiska życia człowieka, a ponadto koordynować specjalistyczne badania środowiskowe, prowadzone zarówno w ramach innych problemów RWPG, jak też w stałych komisjach branżowych.

W ramach tego programu Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN uczestniczył w pracach prowadzonych w problemie I — „Socjalno-ekonomiczne, organizacyjno-prawne i pedagogiczne aspekty ochrony środowiska”, koordynowanym w skali RWPG przez Instytut Kształtowania Środowiska w Warszawie, oraz w problemie III — „Ochrona ekosystemów i krajobrazu”, koordynowanym przez Instytut Ekologii Krajobrazu Czechosłowackiej Akademii Nauk w Pradze.

Na problem I składało się 7 tematów naukowo-badawczych, z których dwa (I.2 „Opracowanie naukowych podstaw dla państwowych katastrof zasobów przyrody, stanu środowiska oraz opracowanie metodyki ekonomicznej oceny zasobów przyrody” i I.3 „Opracowanie metodyki ekonomicznej i pozaekonomicznej oceny oddziaływania człowieka na przyrodę”) były koordynowane przez Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w skali krajowej.

O ile prace prowadzone w temacie I.2. nie wyszły poza fazę wstępnych uzgodnień, to współpraca w temacie I.3 rozwijała się dynamicznie, a jej rezultaty mają istotną wartość naukową i praktyczną.

W tym ostatnim temacie, którego struktura i osiągnięcia zostaną omówione nieco szerzej, uczestniczyły wszystkie europejskie kraje socjalistyczne, z wyjątkiem Rumunii i Albanii. Połączył on we współpracy Instytuty Geografii Akademii Nauk oraz szereg akademickich i uniwer-

syteckich placówek poszczególnych krajów. Koordynatorem tematu w skali RWPG był Instytut Geografii Czechosłowackiej Akademii Nauk w Brnie, personalnie zaś — doc. inż. Vladimir Voraček, którego — w znacznej mierze — zasługą jest wysoko oceniany postęp we wspólnych badaniach.

W poszczególnych krajach badania były kierowane przez koordynatorów krajowych, powołanych decyzją Rady Pełnomocników do Spraw Badań Naukowych. Koordynatorami tymi byli: prof. dr P. Popov (Bułgaria), doc. inż. Z. Vahala (Czechosłowacja), prof. dr V. Klemenčič (Jugosławia), prof. dr G. Haase (NRD), prof. dr A. S. Kostrowicki (Polska), prof. dr M. Peci (Węgry) i prof. dr W. S. Priebrażenski (ZSRR).

Podstawowym organem konsultacyjno-decyzyjnym były zespoły ekspertów, powoływane przez koordynatorów krajowych, zbierające się raz lub dwa razy w roku, zwykle w czasie sympozjów terenowych, na których poszczególne kraje prezentowały swoje osiągnięcia.

Organizacja prac badawczych przebiegała dwutorowo — poprzez kompleksowe badania wielodyscyplinarne, prowadzone na z góry wyznaczonych i zatwierdzonych przez Radę Pełnomocników RWPG tzw. obszarach modelowych oraz przez wyspecjalizowane grupy robocze.

Obszarami modelowymi były: rejon Ostrawy i Gór Izerskich (Czechosłowacja), rejon Tatabania (Węgry), obszar Warna-Dewnia (Bułgaria), okręg Kursk (ZSRR), obszary Celje i Koper (Jugosławia), woj. suwalskie (Polska) i rejon Lipsk-Bitterfeld (NRD).

Biorąc pod uwagę złożoność badanej problematyki, już na początku współpracy, zespół ekspertów powołał następujące grupy robocze zajmujące się bardziej wyspecjalizowanymi zagadnieniami (w nawiasach podano nazwiska kierowników):

- a) teorii i metodyki ocen interakcji „człowiek—środowisko” (prof. dr G. Haase, NRD);
- b) ekonomiki środowiska (dr D. Graf, NRD);
- c) przemysł a środowisko (k.n. T. G. Runowa, ZSRR);
- d) gospodarka wiejska a środowisko (prof. dr A. S. Kostrowicki, Polska);
- e) osadnictwo a środowisko (dr S. Katona, Węgry);
- f) rekreacja a środowisko (doc. dr M. Havrlant, Czechosłowacja);
- g) transport a środowisko (dr O. Mikulik, Czechosłowacja).

Wyniki badań zostały — w większości — opublikowane w przeznaczonym do użytku służbowego *Biuletynie Informacyjnym tematu I.3 RWPG*, wydawanym początkowo w Pradze, a później w Brnie. Ogółem do końca 1980 r. ukazało się drukiem 14 tomów *Biuletynu*, zawierających poza opracowaniami typu formalno-organizacyjnego liczne, oryginalne prace naukowe, niejednokrotnie o dużym walorze poznawczym.

Plan badań naukowych prowadzonych w ramach omawianego te-

matu został zatwierdzony przez organa zwierzchnie RWPG już we wstępnej fazie organizacji współpracy. Plan ten ma charakter etapowy. W pierwszym etapie (do 1981 r.) podstawowym celem było wspólne opracowanie teoretycznych podstaw ocen skutków wzajemnych oddziaływań gospodarki ludzkiej i środowiska w ujęciu głównie ekonomicznym i przyrodniczym, jak też weryfikacja istniejących i opracowanie nowych metod, możliwych do zastosowania we wszystkich krajach uczestniczących. Prowadzone więc w latach 1973—1980 badania miały głównie charakter teoretyczno-metodyczny. Program na lata następne (do 1990 r.) przewiduje tematyczne rozszerzenie badań i objęcie nimi z jednej strony społecznej sfery interakcji „człowiek—środowisko”, z drugiej zaś — optymalizacji organizacji przestrzeni geograficznej, natomiast zagadnienia par excellence ekonomiczne zostaną wydzielone w odrębny temat lub podtemat. W ostatecznym wyniku badania mają dać praktyce szeroki wachlarz metod i ujęć, pozwalających na racjonalne gospodarowanie środowiskiem przyrodniczym, uwzględniających — możliwie wszechstronnie — zarówno ekologiczne, ekonomiczne i społeczne konsekwencje gospodarki zasobami przyrody, jak też specyfikę poszczególnych krajów czy regionów.

W niniejszym tomie *Prac Geograficznych* zamieszczono jedynie 4, spośród wielu opracowań wykonanych dla RWPG przez stronę polską. Autorami ich są pracownicy Zakładu Zagospodarowania Środowiska Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN. Opracowania te mają — zgodnie z założeniami tematu — charakter przede wszystkim teoretyczno-metodyczny. Naświetlają one z różnych stron zagadnienie interrelacji między gospodarującym człowiekiem a przyrodą.

Opracowanie autora „Wstępu” jest propozycją teoretyczno-metodologicznego ujmowania omawianych interrelacji w obszarach wiejskich. Określono w nim pole badań, stopień zbadania wzajemnych związków między czynnikami gospodarczymi a przyrodą oraz zaprezentowano szereg metod oceny interakcji, na tyle ogólnych, że nadających się do zastosowania, niezależnie od sytuacji fizycznogeograficznej i gospodarczo-społecznej poszczególnych krajów czy regionów.

W następnym artykule przedstawiono nową metodę określania tzw. obciążenia granicznego środowiska przyrodniczego znajdującego się pod presją masowej turystyki. Pozwala ona ściśle wyznaczyć dopuszczalne granice turystycznej penetracji w różnych typach siedlisk, dając tym samym podstawy racjonalnego zagospodarowywania terenów rekreacyjnych oraz zasad ich ochrony.

Opracowania W. Kamińskiego i J. Szyrmera zawierają krytyczny przegląd wybranych teorii i modeli oraz oceny dotyczące problematyki człowiek—środowisko ze społeczno-ekonomicznego punktu widzenia.

Opracowania są skróconymi wersjami nie publikowanych dotąd ela-

boratów przeznaczonych dla RWPG. Ograniczenie ich objętości zmusiło autorów do pominięcia całego materiału dowodowego, przykładów konkretnych rozwiązań itp. Sądzić można, iż mimo to przedstawione koncepcje teoretyczne i propozycje metodyczne będą interesujące dla tych Czytelników, którzy zajmują się problematyką wzajemnych oddziaływań między przyrodą a gospodarką oraz tych, których interesuje teoria i metodologia współczesnej geografii.

Andrzej Samuel Kostrowicki

ANDRZEJ SAMUEL KOSTROWICKI

ZARYS METODYKI EKONOMICZNYCH I POZAEKONOMICZNYCH OCEN ODDZIAŁYWANIA GOSPODARKI WIEJSKIEJ NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Opracowanie jest podsumowaniem prac naukowo-badawczych, mających na celu rozpoznanie zakresu i natężenia oddziaływań wiejskich form gospodarowania na środowisko przyrodnicze, prowadzonych w latach 1975—1979 w ramach zadania badawczego „rolnictwo a środowisko” w temacie RWPG I.3 „Opracowanie metodyki ekonomicznych i pozaeconomicznych ocen oddziaływania człowieka na przyrodę”.

Prace badawcze prowadzone były niezależnie w poszczególnych krajach uczestniczących we współpracy naukowej koordynowanej przez RWPG. Wyniki dyskutowano wspólnie na posiedzeniach grupy roboczej w Ostrawie i Libercu (Czechosłowacja), Warnie (Bułgaria), Kursku (ZSRR), Celje-Koper (Jugosławia), Bitterfeld (NRD), w Warszawie oraz nad Wigrami (Polska).

Opracowanie prezentuje podstawowe założenia teoretyczne i metodyczne sformułowane przez stronę polską, które stały się podstawą szczegółowych prac badawczych w krajach współuczestniczących¹.

ZAŁOŻENIA PODSTAWOWE

Zgodnie z zatwierdzonym przez Radę Pełnomocników zakresem badań prowadzonych w ramach tematu RWPG I.3, cele zadania badawczego „rolnictwo a środowisko” były następujące:

- 1) zebranie danych dotyczących wpływu gospodarki rolnej, leśnej i wodnej na środowisko przyrodnicze;
- 2) rozpoznanie ekonomicznych i pozaeconomicznych (ekologicznych i sanitarnych) konsekwencji zmian stanu środowiska przyrodniczego, powstałych na skutek oddziaływania wymienionych działów gospodarki;
- 3) opracowanie założeń teoretycznych i ujęć metodycznych oceny

¹ Pełny tekst wraz z załącznikami zawierającymi szczegółowe wskaźniki, normy, miary itp., znajduje się w raporcie końcowym tematu RWPG I.3, który ukaże się drukiem, jako odrębny tom Biuletynu Informacyjnego, w 1981 r.

interakcji między środowiskiem a rolnictwem, leśnictwem i gospodarką wodną.

Badania miały mieć charakter ogólny, wprowadzający do tematyki i naświetlający ją od strony teoretyczno-metodycznej. Analizy szczegółowe, dotyczące np. wpływu poszczególnych upraw czy też zabiegów technicznych na środowisko w określonych warunkach fizycznogeograficznych i społeczno-ekonomicznych, jak też związane z oceną normatywów, zarządzeń, polityki gospodarczej itp., nie wchodziły w zakres opracowania. Ograniczenie to było podyktowane przede wszystkim różnicami prawno-administracyjnymi i przyrodniczymi między poszczególnymi państwami — uczestnikami współpracy, w świetle których, wyniki szczegółowe nie miałyby pożądanego, uniwersalnego charakteru. Badania szczegółowe, dotyczące przede wszystkim mierników, wskaźników i normatywów, prowadzone głównie pod kątem ich unifikacji, są zaprojektowane na lata 1981—1985, tak aby w 1990 r. można było przedstawić pełny materiał, służący już bezpośrednio potrzebom praktyki.

W trakcie realizacji zadania badawczego nastąpiła konieczność modyfikacji niektórych założeń programu oraz jego uszczegółowienia. Najistotniejsza zmiana wynikała ze stwierdzonych obiektywnie realiów, wskazujących, że jednostronne oddziaływania wyłącznie gospodarki na środowisko przyrodnicze mogą być oceniane i kwantyfikowane jedynie z ekologicznego punktu widzenia. Nie mają one bowiem wyrazu ekonomicznego ani społecznego. Sens ekonomiczny posiadają bowiem dopiero sprzężenia zwrotne, przechodzące od zmieniającego się środowiska do systemu gospodarczej działalności człowieka. Dlatego też badaniami objęto cały cykl współzależności, a więc nie tylko oddziaływania bezpośrednie i pośrednie analizowanych form działalności ludzkiej na przyrodę, lecz również i gospodarcze oraz społeczne konsekwencje przekształcenia środowiska przez „wiejskie” formy gospodarowania. Jest rzeczą jasną, że utrudniło to i skomplikowało prace, niemniej była to konieczność, bez uwzględnienia której przydatność praktyczna badań byłaby minimalna.

Niezbędne stało się również uszczegółowienie kryteriów ocen, a zwłaszcza rozwinięcie treści kryjącej się w sformułowaniu „ocena pozaekonomiczna”. Zdając sobie sprawę, że pojęcie to jest wieloznaczne i obejmuje oceny badanych interakcji zarówno z punktu widzenia przyrodniczego (ekologicznego), zdrowotnego (sanitarно-higienicznego), jak i psychologicznego, estetycznego itp., ograniczono się — przede wszystkim ze względu na brak odpowiednich specjalistów — do dwóch kryteriów pozaekonomicznych, a mianowicie ekologicznego i zdrowotnego.

Biorąc pod uwagę, że: a) badane formy gospodarowania mają charakter przestrzenny, podobnie jak i środowisko, które użytkują; b) oba współdziałające układy (przyroda i gospodarka) mają charakter wysoce

skomplikowany i heterogeniczny oraz c) skutki interakcji, jakie w ich obrębie oraz między nimi zachodzą, są zmienne w czasie, przyjęto jako metodyczną podstawę traktowanie ich w kategoriach systemowych.

W takim ujęciu obiektem badań jest „terytorialny system gospodarki wiejskiej” (w dalszych częściach pracy określony skrótem TSW), zdekomponowany na cztery podsystemy II rzędu, a mianowicie: gospodarki rolnej, gospodarki leśnej, gospodarki wodnej, środowiska przyrodniczego (przy czym ten ostatni jest ujmowany w kategoriach użytkowych, a nie wyłącznie przyrodniczych).

Przedmiotem badań, zgodnie z przyjętymi założeniami, są więc zarówno zmienne niezależne wejść systemu, rzutujące na jego funkcjonowanie, jak i struktura systemu, czyli jego wewnętrzna budowa oraz cechy, czyli zmienne zależne wyjść. W tym ujęciu nie można więc ograniczać się do badań typu „czarnej skrzynki”, gdyż objaśniające znaczenia takiego podejścia byłyby zbyt małe. Należało pójść dalej i poddać ocenie zmienne na niższych poziomach organizacji, gdyż tylko w ten sposób można byłoby wyjaśnić strukturę systemu w kategoriach przyczynowo-skutkowych.

Istotnym problemem stało się określenie granic dekompozycji TSW. Nie dysponując w tym względzie żadnymi wskazówkami metodycznymi (stosowane zazwyczaj w analizie systemowej odnoszą się do układów znacznie prostszych lub o odmiennych kryteriach), oparto się na podstawach „zdroworozsądkowych”, logicznych. Podstawy te, choć w znacznym stopniu nieprecyzyjne i wymagające wielokrotnych powtórzeń procesu eliminacyjnego, pozwoliły doprowadzić dekompozycję systemu do poziomu możliwego do przyjęcia w tej skali badań. Trudność polegała na tym, że należało tak wypośrodkować zakres analizowanych związków, aby wyniki nie były ani zbyt ogólnikowe, a więc praktycznie nieprzydatne, ani też nazbyt szczegółowe, gdyż wówczas ich przydatność byłaby ograniczona ze względu na piętrzące się trudności badawcze. Doprowadzenie dekompozycji do końca, tj. aż do takich elementów strukturalno-przestrzennych, których dalsze dzielenie byłoby bezprzedmiotowe, dałoby w konsekwencji ogromną liczbę zmiennych, z którą nie mógłby się uporać największy nawet zespół maszyn liczących. Tytułem przykładu można przedstawić wyniki badań nad przyrodniczym zróżnicowaniem krajobrazu. Wykazały one, że składa się nań około 14—15 tys. jednostek elementarnych, między którymi istnieją różnorodne powiązania. Biorąc więc pod uwagę jedynie proste związki typu „każdy z każdym” otrzymujemy 225 mln zmiennych, nie licząc oczywiście powiązań typu „input” i „output”. Przykład ten wskazuje dobitnie, że ani intelektualnie, ani technicznie nie jesteśmy przygotowani do „pełnych” badań środowiska przyrodniczego. Można również sądzić, że i wyniki, jakie byśmy uzyskali, byłyby mało przydatne.

Istotnym również zagadnieniem było sprecyzowanie kryterium sy-

stemu (czyli inaczej mówiąc — celu, dla jakiego go tworzymy czy ujawniamy). Kryterium to zostało, w pewnym sensie, z góry narzucone przez program. Jest nim opracowanie metodyki oceny, a nie np. optymalizacji rozwiązań funkcjonalnych czy też przestrzennych. Kryterium systemu, zgodnie z przyjętymi założeniami, ma mieć charakter poznawczy, z którego dopiero wypływać mają implikacje praktyczne. Podejście to wydaje się w pełni uzasadnione, gdyż we współpracy międzynarodowej możemy pokusić się o zaproponowanie zespołu metod na tyle ogólnych, że możliwych do przyjęcia przez wszystkie kraje.

W rezultacie więc, w odniesieniu do metodycznej strony badań, skoncentrowano się na analizie metod już istniejących i poszukiwaniu nowych.

Istotnym zagadnieniem, wymagającym podjęcia decyzji a priori, jest określenie, czym — w myśl przyjętych założeń — jest środowisko przyrodnicze. Czy traktujemy je jako nadrzędny przedmiot badań, zajmujący specjalne miejsce w TSW, czy jako jeden z układów równoważnych, czy wreszcie — jako układ podporządkowany?

W pierwszym przypadku badania miałyby przede wszystkim charakter przyrodniczo-ekologiczny, a kryterium systemu byłoby zachowanie lub wzmoczenie naturalnych mechanizmów stabilizujących ekosystemy i jednostki ponadekosystemalne (krajobrazy, fizjocenozy itp.) na optymalnym dla ich funkcjonowania poziomie. Tego rodzaju ujęcie, aczkolwiek pod względem poznawczym bardzo interesujące, było nie do przyjęcia ze względu na określony z góry cel badań.

Ujęcie drugie — „równocенności” subsystemów przyrodniczego i społeczno-gospodarczego, którego kryterium stanowiłoby zachowanie lub wzmoczenie równowagi i harmonii między oboma układami, jest zgodne z celem badań i zgodne z rozumianymi w sposób pogłębiony interesami człowieka. Tylko bowiem na tej drodze można zapewnić samoodnawialność i trwałość zasobów przyrody oraz ich potencjału produkcyjnego, przy równoczesnym stałym wzroście korzyści społecznych i ekonomicznych, czerpanych ze środowiska przyrodniczego.

Ujęcie trzecie — traktowanie przyrody wyłącznie jako układu podporządkowanego celom produkcyjnym, choć pociągające dla wielu ekonomistów i działaczy społecznych, zatroskanych chwilą obecną, jest nie do przyjęcia, głównie z tej przyczyny, iż właśnie ono doprowadziło do szybkiego wzrostu entropii środowiska, a tym samym do nieodwracalnych częstokroć strat gospodarczych i społecznych. Przyjęcie kryterium maksymalizacji zysków z przyrody przy minimalizacji nakładów na jej restytucję byłoby poniekąd aprobatą działań i poglądów, z którymi nie sposób się zgodzić.

W rezultacie przyjęto, jako jedynie dopuszczalne w dobie obecnej, ujęcie drugie — równocенności subsystemów. Z tym jednak zastrzeże-

niem czy też uzupełnieniem, że środowisko przyrodnicze nie jest dobrem samym w sobie, lecz dobrem służącym człowiekowi, jego materialnym i duchowym potrzebom. Zachowanie równowagi, stabilności i zdolności do samoodnowy zasobów przyrody jest jednym z podstawowych warunków wzrostu dobrobytu i poprawy jakości życia społeczeństwa gospodarującego.

WYDZIELENIE JEDNOSTEK PODSTAWOWYCH TERYTORIALNEGO SYSTEMU GOSPODARKI WIEJSKIEJ (DEKOMPOZYCJA SYSTEMU)

Podział TSW na jednostki podrzędne, czyli wybór tych elementów (składników), o których wiemy, że oddziałują negatywnie na przyrodę, a poprzez nią na układ społeczno-gospodarczy, został dokonany metodą kolejnych przybliżeń, eliminacji tych komponentów, których znaczenie jako dawcy oddziaływań negatywnych jest nieistotne (w skali opracowania) bądź też tak nikłe, że ich uwzględnianie byłoby tylko niepotrzebnym balastem. W celu uzyskania obiektywnego obrazu zastosowano „metodę ekspertów”². Podstawą dyskusji był elaborat opracowany wspólnie przez dr H. Krugłową i autora niniejszego artykułu, który po przedyskutowaniu i wniesieniu odpowiednich poprawek został przyjęty jako podstawa do dalszych badań. Dodatkowa weryfikacja materiału przez rozszerzenie bazy ekspertów nie wniosła — poza drobnymi uszczegółowieniami — nic nowego. Można więc przyjąć, że zaproponowana w tym opracowaniu dezagregacja systemu „gospodarka wiejska—środowisko przyrodnicze” jest prawidłowa i adekwatna do założonych celów i skali uogólnienia.

Wykaz elementów (będących subsystemami niższego rzędu), ujęty w układ hierarchiczny pozwalający na dowolne uogólnienia, przedstawia tabela 1. Zawiera ona, poza skrótowo podaną nazwą cechy czy też elementu, określenie jego znaczenia jako „dawcy” oddziaływań zarówno w stosunku do przyrody, jak i podsystemu społeczno-gospodarczego. Określenie to, w postaci skali umownej (od I do V), oparte jest na obliczeniach zasięgu oddziaływania wprowadzonych zmian w zastany układ środowiska przyrodniczego (kolumna 2a), wykonanych na tzw. macierzy Brubakera (Brubaker 1972) oraz na analogicznych obliczeniach dotyczących społecznych i ekonomicznych konsekwencji, jakie dana zmiana powoduje (kolumna 2b). Zasięg oddziaływania został obliczony w stosunku

² Ekspertami tymi byli przede wszystkim członkowie grupy roboczej „rolnictwo a środowisko”: dr M. Daneva (Bułgaria), dr H. Krugłova i dr Z. Hofman (Czechosłowacja), dr M. Klemenčič (Jugosławia), prof. dr W. Roubitschek i dr H. Pauke (NRD), prof. dr A. S. Kostrowicki, doc. dr P. Dąbrowski i dr J. Szyrmer (Polska), dr L. Papp (Węgry), k.n. N. S. Kazanskaja i k.n. A. D. Achaminow (ZSRR) oraz zaproszeni specjaliści — rolnicy, leśnicy i in., zajmujący się zblizonymi zagadnieniami.

Tabela 1. Wykaz czynników (elementów) gospodarki wiejskiej, oddziałujących na środowisko przyrodnicze i poprzez zmianę jego cech — na środowisko społeczno-gospodarcze

1	2		3	4
	a	b		
Terytorialny System Gospodarki Wiejskiej				
Zmienne zależne od organizacji przestrzennej obszarów (geosystemów) wiejskich				
1. Koncentracja osadnictwa	I	II	miary koncentracji	— T7
2. Dekoncentracja osadnictwa	I	II	jw.	— —
3. System zaopatrzenia w wodę	I	II	?	— T
4. System składowania i utylizacji odpadów	II	II	m ² / m ³ / km ²	E T
5. System sieci dróg lokalnych	I	II	m ² / km ²	— T7
6. Zabór ziemi na cele pozaprodukcyjne	I	I	ha	— —
7. Zalesianie gruntów ornych	I	I	ha	E T
8. Zalesianie trwałych użytków zielonych	—	I	ha	E T7
9. Zamiana lasów na grunty orne	III	II	ha	E T7
10. Zamiana lasów na trwałe użytki zielone	II	I	ha	E ?
11. Zamiana stepów na ziemie orne	III	II	ha	? ?
12. Zamiana stepów na trwałe użytki zielone	I	I	ha	? ?
13. Zamiana ziem ornych na trwałe użytki zielone	I	I	ha	E ?
14. Zamiana trwałych użytków zielonych na grunty orne	III	II	ha	E T
Rolnictwo				
Produkcja roślinna				
15. Zmianowanie z ugorowaniem	II	I	ha, q/ha	— —
16. Zmianowanie cykliczne (płodozmiany)	I	I	ha, q/ha	E T
17. Brak zmienowania (monokultury)	II	II	ha, q/ha	E T?
18. Intensyfikacja upraw zbożowych	II	I	ha, q/ha	E T
19. Intensyfikacja upraw okopowych	III	I	ha, q/ha	E T
20. Intensyfikacja upraw motylkowych	I	I	ha, q/ha	E T
21. Intensyfikacja upraw drzew i krzewów owocowych	II	II	ha, q/ha	E T
22. Wzrost głębokości orki	II	I	dcm, ha	E T
23. Orka prostopadła do poziomu	III	III	ha, kg/ha	E T
24. Niska kultura uprawy	III	II	ha, kg/ha	? T
25. Wysoka kultura uprawy	III	III	ha, dkg/ha	E T
26. Odłogowanie coroczne	I	II	ha, q/ha	— —
27. Odłogowanie wieloletnie	I	III	ha, q/ha	? —
28. Stosowanie ciężkich maszyn	II	II	ha, kg/cm ²	? T
29. Wywóz całej biomasy z pola	II	II	ha, t/ha	E T
30. Pozostawienie części biomasy na polu	I	I	ha, t/ha	E T
31. Nawożenie obornikiem	I	I	ha, t/ha	E T
32. Nawożenie gnojowicą itp.	III	III	ha, t/ha	E T
33. Nawożenie mineralne, pełne NPK + mikroelementy	I	I	ha, kg/ha	E T
34. Nawożenie mineralne, azotowe	II	II	ha, kg/ha	E T
35. Nawożenie mineralne, potasowe	II	I	ha, kg/ha	E T
36. Nawożenie mineralne, fosforowe	I	I	ha, kg/ha	E T
37. Wapnowanie	I	I	ha, kg/ha	E T
38. Stosowanie pestycydów chloropochodnych	III	III	ha, kg/ha	E T
39. Stosowanie pestycydów fosforoorganicznych	II	III	ha, kg/ha	E T

1	2		3	
	a	b		
40. Inne chemiczne środki ochrony roślin (dymy, fungicydy itp.)	II	II	ha, kg/ha	E T
41. Stosowanie biostymulatorów	I	II	ha, kg/ha	E ?
42. Środki zaprawy ziarna i bulw	II	II	ha, kg/t	? T
43. Mechaniczna ochrona roślin	I	I	ha, godz/ha	— ?
44. Biologiczna ochrona roślin	I	II	?	? ?
45. Odwadnianie powierzchniowe (rowami)	III	II	ha, m ³ /ha	E T
46. Drenowanie	I	II	ha, m/ha	? — T
47. Nawadnianie powierzchniowe	IV	II	ha, m ³ /ha	E T
48. Deszczowanie	I	II	ha, m ³ /ha	? T
49. Kompleksowa regulacja stosunków wodnych	V	III	ha, m ³ /ha	E T
50. Wpływ zbiorników „małej retencji”	I	II	ha, ?	— —
Użytki zielone				
51. Użytkowanie kośne	I	I	ha, t/ha	E T
52. Użytkowanie kośno-pastwiskowe	II	II	ha, jednostki białkowe/ha	E T
53. Nawożenie i wapnowanie łąk naturalnych	I	II	ha, kg/ha	E T
54. Odwadnianie łąk	III	II	ha, m ³ /ha	E T
55. Nawadnianie łąk	III	II	ha, m ³ /ha	E T
56. Użytkowanie kośne trwałych upraw roślin pastewnych	I	I	ha, q/ha, jednostki białkowe/ha	E T
57. Użytkowanie kośno-pastwiskowe trwałych upraw roślin pastewnych	I	I	ha, jednostki białkowe/ha	? T
58. Intensyfikacja wieloletnich upraw jednogatunkowych	I	I	ha, q/ha	E T
59. Pastwiska ekstensywne	II	II	ha, jednostki białkowe/ha	E T
60. Pastwiska intensywne	II	II	ha, jednostki białkowe /ha	E T
61. Pastwiska wtórne, jedno- lub kilkogatunkowe	II	II	ha, jednostki białkowe/ha	? T
62. Nawożenie pastwisk	I	II	ha, kg/ha	E T
63. Chemiczna walka ze szkodnikami łąk i pastwisk	I	II	ha, kg/ha	E T
64. Mechaniczna i biologiczna walka ze szkodnikami łąk i pastwisk	I	I	ha, godz/ha	E T?
Produkcja zwierzęca				
65. Koncentracja obiektów hodowlanych	II	III	obiekt/km ² , ha	? T
66. Dekoncentracja obiektów hodowlanych	I	II	ha, obiekt/km ²	? ?
67. Odchody z kiszarni pasz i silosów	III	III	ha, m ³ /ha	E T
68. Odchody stałe z ferm	I	II	ha, t/ha	E T
69. Odchody płynne z ferm	III	III	ha, m ³ /ha	E T
70. Wybiegi przy fermach	II	I	ha, szt./wybieg	? ?
71. Koszarzyska	II	I	ha, szt./koszarzysko	E T?
72. Całoroczny chów na otwartej przestrzeni	II	I	szt./ha	— —
73. Intensywny chów bydła	II	II	szt./ha	— T
74. Ekstensywny chów bydła	II	I	szt./ha	E T?
75. Intensywny chów trzody chlewnej	II	II	szt./ha	? T

1	2		3	4
	a	b		
76. Ekstensywny chów trzody chlewnej	I	I	szt./ha	— ?
77. Intensywny chów owiec	II	II	szt./ha	E T
78. Ekstensywny chów owiec	II	II	szt./ha	E T
79. Intensywny chów koni	I	I	szt./ha	? T
80. Ekstensywny chów koni	I	I	szt./ha	? T?
81. Intensywny chów innych zwierząt (kóz, osłów itp.)	II	I	szt./ha	— T
82. Ekstensywny chów innych zwierząt	II	II	szt./ha	— —
83. Fermy zwierząt futerkowych	I	II	szt./ha	? T
84. Swobodny chów zwierząt futerkowych	—	I	szt./km ²	E ?
85. Intensywny chów drobiu	I	II	szt./ha	E T
86. Ekstensywny chów drobiu	I	I	szt./ha	? —
87. Zmniejszenie liczebności pszczoł i innych owadów zapylających	I	II	nasiona/kwiaty	E T?
88. Wpływ warsztatów mechanizacji rolnictwa	I	II	ha, kg/ha	— T
89. Wpływ magazynów środków produkcji	I	II	ha, kg/ha	? T?
90. Wpływ magazynów i przechowalni produktów	I	II	ha, kg/ha	E T?
91. Wpływ wytwórni materiałów budowlanych	I	II	ha, ?	— T
92. Oddziaływanie młynów	I	I	ha, kg/ha	? T?
93. Oddziaływanie mleczarni	III	IV	ha, kg/ha, m ³ /ha	E? T
94. Oddziaływanie gorzelni	II	II	ha, kg/ha	— T?
95. Oddziaływanie cukrowni	III	IV	ha, kg/ha, m ³ /ha	? T
96. Oddziaływanie zakładów przemysłu owocowo-warzywnego	II	II	ha, kg/ha, m ³ /ha	? T
97. Oddziaływanie innych zakładów (płatkarnie, brykieciarnie torfu, krochmalnie itp.)	II	II	ha, kg/ha, m ³ /ha	— T?
Gospodarka leśna				
Użytkowanie lasu				
98. Stosowanie rębni zupełnej	IV	III	ha	E T
99. Stosowanie rębni częściowej	III	I	ha	E T
100. Stosowanie gospodarki bezrębowej	I	I	ha	E T
101. Mechanizacja wyrębu	I	II	ha, ?	? T
102. Mechanizacja wywozu drewna	III	II	ha, km/km ²	E T
103. Splaw i moczenie drewna	II	I	m ³ /ha/t	E T?
104. Zbiór runa leśnego	I	I	kg/ha	E? T?
105. Wywóz ściółki	II	II	kg/ha/t	E T?
106. Wypas lasu	II	II	szt./ha	E T?
107. Intensyfikacja łowiectwa	I	I	szt./ha/t	E T
108. Ochronna funkcja lasu (glebochronna, wodochronna, rezerwaty przyrody itp.)	—	II	ha, m ³ /ha	E T
109. Rekreacyjna funkcja lasu	II	II	ha, osób/ha	E T
Hodowla i pielęgnacja lasu				
110. Oczyszczanie powierzchni pozrębowej	II	I	ha, t/ha	E T
111. Uprawa ziemi (głębokie orki, plantowanie itp.)	IV	II	ha, ?	E T
112. Fitomelioracje wstępne	I	I	ha, szt./ha	E T
113. Odwadnianie wstępne	III	II	ha, m/ha	E T
114. Przedwstępne nawożenie organiczne	I	I	ha, t/ha	E T
115. Przedwstępne nawożenie mineralne	I	II	ha, kg/ha	E T
116. Naturalna odnowa drzewostanu	—	I	ha, szt./ha	E T?

1	2		3	4
	a	b		
117. Sadzenie lasu	II	II	ha, szt./ha	E T
118. Struktura gatunkowa uproszczona, zgodna z siedliskiem	I	I	ha, m ³ /gatunek/ha	E ?
119. Struktura drzewostanu wielogatunkowa, niezgodna z siedliskiem	I	I	ha, m ³ /gatunek/ha	E T?
120. Monokultury drzew iglastych	III	II	ha, m ³ /gatunek/ha	E T
121. Monokultury drzew liściastych	II	II	ha, m ³ /gatunek/ha	E T
122. Pielęgnacja młodników	I	II	ha, osób/ha/t	E? T
123. Pielęgnacja drągowiny	I	II	ha, osób/ha/t	E? T
124. Pielęgnacja lasu dojrzałego	I	II	ha, osób/ha/t	E? T
125. Nawożenie lasu	I	I	ha, kg/ha/t	E T
126. Chemiczna ochrona lasu	II	III	ha, kg/ha/t	E T
Infrastruktura gospodarki leśnej i lokalna baza przetwórcza				
127. Wpływ zabudowy gospodarczej	II	II	ha	? T
128. Składowiska drewna, bindugi, spalowiska itp.	II	II	ha, m ³ /ha	E? T?
129. Utwardzone drogi dojazdowe	II	II	km/ha	E? T
130. Tartaki	I	II	ha, m ³ /ha odpadów	E? T
131. Smolarnie, dziegiarnie itp.	I	I	ha, m ³ /ha odpadów	? T?
Gospodarka wodna				
Gospodarka stawowa				
132. Wielkość i koncentracja obiektów	II	II	ha/km ²	E T
133. Obudowa techniczna stawów	I	II	km/ha, m ³ materiałów budowlanych/km	E T
134. Skutki oczyszczania stawów	I	II	m ³ /ha	E T
135. Intensywne karmienie ryb	I	II	kg/ha	E T
136. Technika odłowu ryb	I	I	kg/ha, m ³ substancji organicznej/ha	E T
Gospodarka rzeczno-jeziorna				
137. Urządzenia techniczne hodowli	I	I	ha, km/ha, m ³ /obiekt	E T
138. Technika zarybiania i pielęgnacji narybku	-	I	?	E? T
139. Nawożenie wód	II	I	ha, kg/ha	E T
140. Technika odłowu ryb	I	II	ha, kg/ha, jednostka pracy/kg	E T
141. Intensyfikacja transportu wodnego	II	III	jednostka/t, masa/t/km	? T
142. Sportowe użytkowanie akwenów	I	II	jednostka/t/km ²	E T
143. Eksploatacja surowców budowlanych (piasku, żwiru itp.)	II	III	m ³ /km/t	E T
144. Eksploatacja kredy jeziornej	I	I	m ³ /ha/t	? T
145. Eksploatacja trzciny i innych roślin wodnych i przywodnych	I	I	m ³ /ha/t	E T
146. Użytkowanie specjalne — rezerwuary wody użytkowej	I	I	ha, m ³	E T
147. Użytkowanie specjalne — chłodzenie wód podgrzanych	II	I	ha	E T
148. Użytkowanie specjalne — rekreacyjne	I	II	ha	E? T
149. Użytkowanie specjalne — naturalne oczyszczanie ścieków	II	III	km, m ³ zanieczyszczeń/km	E T

1	2		3	4
	a	b		
Infrastruktura techniczna gospodarki wodnej				
150. Obudowa biologiczno-ziemna	I	I	km, m ³ /km	E T
151. Obudowa betonowa	II	II	km, m ³ /km	E T
152. Urządzenia spiętrzające — ziemne	I	I	wysokość, m ³	? T
153. Urządzenia spiętrzające — betonowe itp.	II	II	wysokość, m ³	E? T
154. Urządzenia spiętrzające — przepustowe (śluzę itp.)	I	I	wysokość, m ³	E T
155. Urządzenia spiętrzające — hydroenergetyczne	II	II	wysokość, m ³	E? T
Lokalna baza przetwórcza				
156. Zakłady przetwórcze ryb	II	IV	m ³ zrzutów/km	E T
157. Zakłady produkcji pasz i karmy	I	II	m ³ /ha, kg/km	E? T
158. Zakłady przerobu surowców roślinnych (trzciny, wikliny itp.)	I	II	m ³ /ha, kg	? T?
159. Zakłady przerobu surowców mineralnych	II	III	m ³ /ha, m ³ /km	E T
Zmienne niezależne, zewnętrzne, wpływające na stan terytorialnego systemu wiejskiego				
Zanieczyszczenie powietrza i wód przez przemysł, transport i osadnictwo				
160. Zanieczyszczenie pyłami neutralnymi i kwaśnymi	I	II	kg/ha/t	E T
161. Zanieczyszczenie pyłami zasadowymi	I	II	kg/ha/t	E T
162. Zanieczyszczenie gazami (głównie SO ₂)	III	IV	kg/ha/t	E T
163. Zanieczyszczenie metalami ciężkimi	IV	IV	kg/ha/t	E T
164. Zanieczyszczenie związkami organicznymi	II	III	kg/ha/t	E? T
165. Zanieczyszczenie innymi substancjami chemicznymi	III	III	kg/ha/t	E? T?
166. Składowiska odpadów rozkładających się	IV	III	ha m ³ /ha	E? T?
167. Składowiska odpadów trudno rozkładających się	II	II	ha, m ³	? T
168. Zanieczyszczenia radiologiczne	II	III	mc/ha	E T?
169. Zabór ziem na cele przemysłowe, osiedleńcze i transportowe	II	III	ha, jednostek produkcyjnych /ha	E? T
170. Zabór ziem dla celów energetycznych (głównie linii przesyłowych)	I	III	ha, jednostek produkcyjnych/ha	E?T
171. Oddziaływanie wielkich budowli hydrotechnicznych	II	II	ha, ?	E? T?

Objaśnienia rubryk:

1 — skróty nazw czynników uporządkowanych w układ hierarchiczny;

2 — znaczenie poszczególnych czynników, jako dawców oddziaływań na środowisko przyrodnicze (a) i jako elementów, przynoszących w konsekwencji szkody ekonomiczne lub społeczne (b). Dane, te zostały przetworzone w postać rang, określających zasięg i natężenie oddziaływań (V — oddziaływanie najszersze obejmujące 80—100% cech przyjmujących, IV — 60—80%, III — 40—60%, II — 20—40%, I — 1—20%);

3 — najczęściej stosowane jednostki pomiaru;

4 — istnienie norm ekologicznych (E) i techniczno-ekonomicznych (T) określających dopuszczalne wielkości, ? — istnienie pewnych określeń nie w pełni dopracowanych

do 52 cech środowiska przyrodniczego, a jego konsekwencje w odniesieniu do 38 cech układu społeczno-gospodarczego. Przy czym poszczególne rangi (I do V) wskazują na procent cech, które ulegają zmianom. W stosunku do cech środowiska przyrodniczego uwzględniono wszystkie zmiany, bez względu na ich znak (dodatni lub ujemny dla ekosystemu czy krajobrazu). Natomiast w stosunku do układu społeczno-gospodarczego uwzględniono te konsekwencje, które albo powodują bezpośrednio szkody społeczne lub ekonomiczne, albo też wzrost kosztów produkcji, traktując te ostatnie również jako czynnik negatywny zastosowanego modelu gospodarowania, mimo iż jest on nieraz koniecznością i w ogólnym bilansie może być korzystny. Nazwy poszczególnych elementów zostały podane w sposób skrótowy, kryjąc więc w sobie zarówno te szkody, jakie są z danym działaniem immanentnie związane, jak i te, które wynikają z niewłaściwej technologii, nie liczącej się z dobrem środowiska. Dlatego też, czytając nazwy elementów, należy mieć na uwadze, iż ich negatywny wpływ w większości przypadków nie jest wynikiem samego zjawiska, lecz innych czynników technicznych, organizacyjnych itp., a zwłaszcza intensyfikacji, nasilenia wprowadzanych technologii czy też zabiegów.

Ogółem, spośród 564 elementów podstawowych tworzących badany system, oddziaływania negatywne o charakterze znaczącym wykazują 172 elementy. Pozostałe elementy bądź wchodzi w interakcje ze środowiskiem przyrodniczym, bądź też ich wpływ jest — w przyjętej skali opracowania — nieuchwytny.

Zróżnicowanie wewnętrzne tych elementów przedstawia się następująco: 12 spośród nich to tzw. zmienne niezależne wejścia, nie związane bezpośrednio z TSW, lecz w istotny sposób wpływające na jego stan i produkcję, 14 elementów jest związanych ze zmianami organizacji przestrzennej całego systemu, 84 — z rolnictwem, 34 — z gospodarką leśną i 28 — z gospodarką wodną.

WSTĘPNA ANALIZA ZNACZENIA ELEMENTÓW SYSTEMU

Mając do dyspozycji zestaw elementów gospodarczych, uznanych przez ekspertów za w większym lub mniejszym stopniu szkodliwe dla środowiska przyrodniczego, należało w pierwszym rzędzie określić ich znaczenie, zasięg oddziaływania, sposób, w jaki przekształcają środowisko itp. Rozpoznanie takie, w pierwszym etapie badań, musiało mieć charakter informacyjny, jakościowy. Do tego celu najbardziej przydatna okazała się technika zestawienia informacji, polegająca na wypełnieniu macierzy w sposób zaproponowany przez Brubakera.

W macierzy tej wierszami są poszczególne elementy oddziałujące, kolumny natomiast określają zarówno przyczyny sprawcze wpływu na środowisko, zakres zachodzących w nim zmian, konsekwencje społeczno-

-gospodarcze, jak i sposoby zapobiegania zaobserwowanym dysfunkcjom. Pozwoliło to na wielostronną ocenę wymienionych wyżej 172 elementów, związanych z gospodarką wiejską, pod kątem ich znaczenia dla 160 podanych w główce kolumn cech.

Cechy te (czy też właściwości lub działania) zostały pogrupowane w 17 kolumn, przedstawiających różne aspekty wpływu. Na przecięciu wiersza i kolumn mamy zatem informację (jakościową), w jaki sposób dany element oddziałuje, co przekształca, jakie są tego konsekwencje i jak można zapobiegać niepożądanym zjawiskom.

Ponieważ zamieszczenie całej macierzy nie jest możliwe, ograniczono się jedynie do scharakteryzowania treści kolumn oraz do przedstawienia ogólnych wniosków, wynikających z analizy wypełnionej macierzy.

Spośród 17 kolumn 5 dotyczy przyczyn, techniki i zasięgu przestrzenno-czasowego zmian; 5 odnosi się do określenia elementów środowiska przyrodniczego zmienianego pod wpływem danej presji; 5 opisuje konsekwencje transformacji środowiska, a pozostałe dwie — transferu przekształceń oraz możliwych sposobów zapobiegania zjawiskom negatywnym. Każda kolumna zawiera szereg wariantów, możliwości, z których przy opisie elementu (a więc wiersza) wybrano te, które w rzeczywistości się realizują.

Treść poszczególnych nagłówków kolumn przedstawia się następująco:

1. Czynniki sprawcze (10 cech).
2. Formy oddziaływania czynników sprawczych (7 cech).
3. Typ zmian (3 cechy).
4. Trwałość zmian (7 cech).
5. Zasięg przestrzenny zmian (5 cech).
6. Zmiany atmosfery (5 cech).
7. Zmiany hydrosfery (11 cech).
8. Zmiany litosfery (5 cech).
9. Zmiany pedosfery (13 cech).
10. Zmiany biosfery (18 cech).
11. Konsekwencje przyrodnicze — ekologiczne (14 cech).
12. Konsekwencje ekonomiczne (8 cech).
13. Konsekwencje zdrowotne (6 cech).
14. Konsekwencje estetyczne (6 cech).
15. Konsekwencje funkcjonalne (4 cechy).
16. Transfer przekształceń i szkód (18 cech).
17. Możliwe sposoby zapobiegania dysfunkcjom (20 cech).

Podsumowanie danych zawartych w kolumnach pozwala określić, który z wymienionych czynników czy też szkód ma największe znaczenie, jak też w ogólnych zarysach przedstawić sposób zapobiegania dysfunkcjom.

Biorąc pod uwagę c z y n n i k i s p r a w c z e (kolumna 1), to głów-

nym zagrożeniem jest stosowanie nieprawidłowej technologii gospodarowania z punktu widzenia zachowania potencjału produkcyjnego zasobów (84,4⁰% czynników). Nieco mniejsze, lecz równie istotne, znaczenie ma przekraczanie optymalnych wielkości, które jedynie w gospodarce leśnej nie osiąga 50⁰% analizowanych cech. Stosunkowo najmniejsze znaczenie mają przekraczanie norm i brak rąk do pracy, które to cechy jedynie w gospodarce leśnej grają istotniejszą rolę.

W przypadku form działania czynników sprawczych (kolumna 2) głównymi czynnikami zmian są: przekształcanie struktury przestrzennej układu i wnoszenie substancji obcych do środowiska przyrodniczego; oba charakterystyczne dla oddziaływań ponad 50⁰% badanych elementów.

Analiza typu zmian (kolumna 3) wykazuje, że gospodarka wiejska mniej więcej równomiernie przekształca zmienne układu przyrodniczego, przy czym — co było do przewidzenia — najsilniej przekształcane są parametry biologiczne, bo aż przez 85⁰% analizowanych czynników.

Szczęśliwie większość przeobrażeń środowiska przyrodniczego pod wpływem gospodarki wiejskiej ma charakter odwracalny (70,0⁰%), lecz w znacznej mierze są to zmiany wieloletnie (61,2⁰%), wśród nich są również zmiany nieodwracalne (3,1⁰%) i sekularne (17,5⁰%). Te ostatnie są typowe dla gospodarki leśnej oraz dla elementów wpływających na organizację przestrzenną obszarów wiejskich.

Zasięg przestrzenny zmian (kolumna 5) ma charakter małoprzestrzenny, skali krajobrazu (75,0⁰%) lub jego fragmentów, tj. facji (61,9⁰%). Jedynie niewielki procent zmian (2,5⁰%) ma charakter ponadregionalny.

Zmiany w środowisku przyrodniczym rozkładają się bardzo nierównomiernie. Zmiany w atmosferze (kolumna 6) zachodzą w bardzo niewielkim procencie, przy czym dotyczą głównie topoklimatu. Również i zmiany hydrosfery (kolumna 7) nie są zbyt intensywne. Dotyczą one głównie biologicznych i chemicznych parametrów wód otwartych, na które oddziałuje około 35⁰% badanych czynników oraz zasobów dyspozycyjnych wód, transformowanych przez blisko 25⁰% elementów.

Zmiany powierzchni ziemi są również niezbyt duże (kolumna 8). Silniejszy wpływ analizowanych czynników uwidacznia się głównie w zmianach rzeźby terenu (36,2⁰% elementów) i wzmożeniu procesów erozyjnych (31,9⁰%).

Większym natomiast przekształceniom ulega gleba (kolumna 9). Przy czym najmocniej deformuje ją grupa elementów (czynników) egzogenicznych, stanowiących zmienne niezależne od TSW. Czynniki endogeniczne w znacznym stopniu przekształcają jedynie chemiczne i biologiczne parametry gleb. Podstawowy wskaźnik, jakim jest żyzność ogólna, jest przekształcany (w kierunku ujemnym dla gospodarki) je-

dynie przez 18,1% czynników, przy czym są one związane głównie z gospodarką leśną.

Stosunkowo najsilniejszym wpływom poddana jest biosfera (kolumna 10). Głównie deformują i zubożają ją czynniki egzogeniczne zewnętrzne, które oddziałują na wszystkie analizowane cechy z dużym natężeniem. Drugie miejsce zajmuje gospodarka leśna, następne rolnictwo, ostatnie — gospodarka wodna. Zasadniczymi cechami zmian biosfery są: uproszczenie struktury wewnętrznej fitocenoz, zastępowanie gatunków rodzimych chwastami, ograniczenie zasobów biomasy oraz zmniejszenie możliwości samoregulacji stosunków ilościowych przez ekosystemy.

Konsekwencje przyrodnicze oddziaływania gospodarki wiejskiej (kolumna 11) są, mimo wszystko, bardzo silne. Przy czym różnice między skutkami wywołanymi przez różne formy gospodarowania są znaczne. Gospodarka rolna powoduje głównie synantropizację układów biologicznych, pogorszenie stosunków wodnych i przyspieszenie erozji. Gospodarka leśna natomiast, choć synantropizuje również środowisko, w pierwszym rzędzie wpływa negatywnie na potencjał produkcyjny gleb, niszcząc w znacznym stopniu równowagę biocenotyczną lasu, typową dla zbiorowisk naturalnych. Gospodarka wodna deformuje przede wszystkim mechanizmy utrzymujące ekosystemy wodne we względnej równowadze, silnemu ograniczeniu ulega produkcja wtórna w wyniku ograniczenia mechanizmów samoregulacji i związanej z tym synantropizacji wód.

Konsekwencje ekonomiczne (kolumna 12) przedstawiają się również niejednolicie. O ile wpływ czynników zewnętrznych dotyczy głównie pogorszenia jakości produktu (66,7%), ograniczenia powierzchni produkcyjnej (58,3%) i wielkości produkcji (50,0%), to w gospodarce rolnej najważniejsze są koszty produkcji zarówno globalne, jak i przeliczone na jednostkę produktu, związane z pośrednimi skutkami intensyfikacji produkcji, polegającymi na „zmęczeniu” zasobów przyrody. W wyniku tego produkcja wzrasta w postępie arytmetycznym, a koszty wytwarzania — w postępie geometrycznym. Koszty ekonomiczne w gospodarce leśnej dotyczą zwłaszcza stopniowego zmniejszania potencjału produkcyjnego siedlisk oraz związanej z tym konieczności intensyfikacji kosztownych zabiegów. W przypadku gospodarki wodnej również na pierwszym miejscu znajduje się wzrost kosztów związanych z regulacją i zagospodarowaniem wód, na które oddziałuje 50% analizowanych czynników.

Oddziaływanie gospodarki wiejskiej na zdrowie i jakość produktu (kolumna 13) jest, jak dotychczas, stosunkowo słabe. Jedynie 16,9% analizowanych czynników ma mniejszy lub większy wpływ na tę zmienną. Silny natomiast wpływ mają czynniki egzogeniczne, związane głównie z oddziaływaniami przemysłu i urbanizacji.

Konsekwencje estetyczne (kolumna 14) nie są również

zbyt duże. Odnoszą się głównie do wzrostu zanieczyszczeń estetycznych spowodowanych przez brzydką zabudowę, chaos przestrzenny wiejskich układów osiedleńczych, jak też — do zapyłania, zadymiania i emisji przykrych woni.

Wreszcie negatywne konsekwencje funkcjonalne (kolumna 15) są spowodowane zarówno walką o przestrzeń poszczególnych form gospodarowania, jak i wzrastającą specjalizacją produkcji, uniemożliwiającą wprowadzenie na obszary wiejskie funkcji dodatkowych (zwłaszcza rekreacyjnych).

Transfer skutków przekształceń (kolumna 16) jest stosunkowo mały. Jedynie wody otwarte są poważniej zagrożone przez gospodarkę wiejską, a zwłaszcza jej intensyfikację (41% zagrożeń i skażeń przechodzi do wód). Stosunkowo dużo też oddziaływań szkodliwych przenika z rolnictwa do systemu „ludność”. Natomiast wymiana szkód z innymi systemami jest raczej nikła, częstsze i groźniejsze są oddziaływania jednostronne, zwłaszcza przemysłu, miast i transportu na system wiejski.

Ostatnia wreszcie kolumna (17) dotyczy możliwości zapobiegania szkodom. Zebrane dane wskazują, że właściwie jedyną drogą poprawy interakcji „środowisko-gospodarka wiejska” jest zmiana technologii produkcji i zaostrzenie obowiązujących norm technologicznych, a więc zmiana systemu użytkowania zasobów. Wszelkie inne przedsięwzięcia mogą mieć ograniczone znaczenie. Wniosek ten nie zmierza do jakiegś rewolucyjnej przebudowy naszej gospodarki wiejskiej — byłoby to co najmniej przedwczesne w świetle faktu, iż 40,6% oddziaływań analizowanych czynników wymaga dalszych badań naukowych.

Przedstawione wyżej wyniki analizy macierzy oddziaływań gospodarki wiejskiej na środowisko mają charakter wstępny. Wynika to nie tylko z owych 40,6% niewiadomych (lub nie w pełni znanych) zależności i uwarunkowań, lecz również z faktu, że do oceny posłużono się danymi z literatury, uogólniającymi rzeczywistość, a nieraz przedstawiającymi ją w sposób subiektywny. Byłoby rzeczą interesującą sporządzenie analogicznej macierzy dla konkretnego obszaru lub obszarów położonych w różnych strefach klimatycznych i o różnym systemie gospodarowania. Technicznie jest to w pełni możliwe, a wartość nawet jakościowo sformułowanych wniosków byłaby wówczas niewspółmiernie większa.

ZAGADNIENIA METODYKI OCEN ODDZIAŁYWANIA
GOSPODARKI WIEJSKIEJ
NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE

Na wstępie należy kilka słów poświęcić zagadnieniom ogólnym, tak jak widzimy je od strony badań interakcji „gospodarka wiejska-środowisko”.

Klasyfikacja metod stosowanych w procesie oceny może być różna, gdyż różne są cele, jakim ma ona służyć, a w związku z tym — różne kryteria leżą u jej podstaw. Dobór więc systemu metod zależy w pierwszym rzędzie od celu.

Zarówno proces oceniania, jak i sama ocena, są zawsze w dużej mierze subiektywne, gdyż opierają się na subiektywnym (aczkolwiek często mierzalnym) pojęciu „wartości”, zmiennym zarówno w czasie, jak i przestrzeni. Dlatego też ta sama ocena może być „prawdziwa” (tj. zgodna z aktualną skalą wartości) w jednym miejscu i czasie, a „fałszywa” w innym, w odróżnieniu od pojęcia „miary”, która, przynajmniej w skali naszego globu, zachowuje walor obiektywny. Wynika z tego, że ani proces oceniania, dokonywany przecież przez człowieka obciążonego określonym zasobem gustów, upodobań, pojęć o wartości itp., ani też sama ocena, będąca wynikiem tego procesu, nie są weryfikowane w skali globalnej. Nie oznacza to, że wszelkie oceny są poznawczo czy społecznie bezwartościowe i metodologicznie błędne. Przeciwnie — ich rola jako wstępnego szacunku koakcji między podmiotem i przedmiotem wartościowania (zjawisko samo w sobie nie posiada „wartości”, nabiera go dopiero w kontekście z podmiotem oceny, z którym wchodzi w różnego rodzaju interrelacje) ma duże znaczenie wyjaśniające i praktyczne. Uzyskane poprzez ocenę wartości są ponadto statystycznie sprawdzalne, przynajmniej w obrębie danego kręgu kulturowego, i jako takie mogą służyć — przynajmniej jako podstawa wnioskowań — wszelkim działaniom praktycznym. Pogląd ten odbiega od koncepcji wyznawanych przez wielu specjalistów, zajmujących się problematyką aksjologiczną w geografii (np. Harvey 1969; Muchina i in. 1978; Demek 1974 i in.), stojących na stanowisku obiektywizmu ocen i ich niezmienności w czasie i przestrzeni. Jednak wydaje się on jeśli nie prawdziwszy, to przynajmniej ostrożniejszy.

Wszelka „ocena” ma, w odróżnieniu od „miary”, charakter syntetyczny, ogarniający cały zespół zjawisk i określający jego kompleksową „przydatność” dla wyznaczonego celu (oceny analityczne opierające się na miarach nie są właściwie ocenami, stają się nimi dopiero w procesie porządkowania uzyskanych wielkości, na etapie transformacji rang w układ bonitacyjny). W tym to syntetycznym charakterze ocen leży ich istotne znaczenie.

Klasyfikacyjny system ocen określa zatem dobór odpowiednich metod. Inne metody będą potrzebne do ocen jakościowych, inne — do ilościowych, inne dla ocen ogólnych niż dla szczegółowych, inne do wartościowania struktur materialnych, a jeszcze inne do ocen przepływu informacji między tymi strukturami.

Ogólnie biorąc — oceny mogą być jakościowe (wyrażane słowami) i ilościowe (wyrażane za pomocą liczb nadających się do różnego rodzaju działań matematycznych); mogą być ukierunkowane ku określo-

nym celom lub nieukierunkowane dokładnie. Przy czym każda z tych możliwości może współwystępować lub wykluczać się z inną. Powstaje w ten sposób cała gama możliwości, z której — i jest to zadanie bardzo trudne — należy wybrać taką metodę oceny, czy też zespół metod, który będzie adekwatny zarówno do przedmiotu oceny, jak i do celów, którym ma służyć.

Dobór więc oceny zależy w równym stopniu od czynników endogenicznych, związanych z przedmiotem ocenianym, jak i egzogenicznych, związanych z osobą oceniającą, jej kwalifikacjami, poglądami itp., oraz z celem oceny, który musi być jasno sformułowany.

W interesującym nas przypadku, tj. w ocenie skutków interakcji „człowiek-środowisko” w obszarach wiejskich, zasadniczą trudność, ograniczającą możliwości stosowania bardziej ścisłych metod, stanowi niedostatek informacji o reakcji środowiska na poszczególne formy ingerencji ludzkiej. Dane, które udało się uzyskać z literatury, były albo zbyt ogólne, albo też nadmiernie szczegółowe, odnoszące się do jakiegoś przypadku, a tym samym nie nadające się do uogólnień³. Jedynie w stosunku do około połowy analizowanych form antropopresji udało się zebrać materiał odpowiedni pod względem szczegółowości i wiarygodności. Poglądy fachowców dotyczące pozostałych 40—50% czynników okazały się tak rozbieżne, obarczone tak wielką dozą subiektywizmu, że ich wykorzystanie stało się wręcz niemożliwe. Przyczyn tego stanu rzeczy upatrywać można w ogólnym opóźnieniu wiedzy o relacjach między człowiekiem a przyrodą, wynikającym głównie z traktowania środowiska przyrodniczego przez nauki stosowane tylko jako areny gospodarczej działalności człowieka, a jako bytu samego w sobie — przez przyrodników, traktujących wszelkie wpływy człowieka jako zakłócenia utrudniające badanie.

Jeśli chodzi o czynniki egzogeniczne, to istotną sprawą okazało się głębsze sprecyzowanie celu ocen. Zalecenia Rady Programowej tematu, aby skoncentrować się wyłącznie na ocenianiu zjawisk negatywnych z punktu widzenia ekonomicznego, ekologicznego i ochrony zdrowia okazało się niewykonalne. Nieraz bowiem nie można było oddzielić sprzężeń pozytywnych od negatywnych, zależało to bowiem nie tyle od samej formy antropizacji, ile od jej natężenia. Jednakże i analiza natężeń oddziaływań nie zawsze była wystarczająca. Ten sam czynnik bowiem, oddziałujący w takim samym natężeniu, powodował skutki, które raz mogły być oceniane jako pozytywne, a innym razem — jako negatywne. Wynikało to przede wszystkim z różnic w strukturze przestrzennej TSW, zależności katenalnych i sąsiedzkich poszczególnych jego części, które łącznie dopiero określały styl zachowania się systemu traktowanego jako całość.

³ Wykaz podstawowej literatury, z której korzystano przy zestawianiu tabeli 1 i wypełnianiu macierzy Brubakera jest zamieszczony w spisie literatury.

Inną przyczyną trudności ocen było „nakładanie się” oddziaływań, na skutek czego nie zawsze dwa minusy (lub więcej) dawały minus, a dwa plusy — plus. Jest to zjawisko powszechnie znane i znamienne dla każdego systemu złożonego, w którym zawsze na wyjściach powstają różnego rodzaju interferencje, redundacje itp., utrudniające odczytanie rzeczywistych wartości. Oczyszczenie informacji z tego rodzaju zakłóceń jest możliwe dopiero poprzez analizę zjawisk na wyższym poziomie agregacji, w analizowanym przypadku — na poziomie TSW, a nawet wyższym — regionie czy też całym kraju.

Biorąc pod uwagę możliwości zmiany znaku oddziaływań wskutek interferencji, należało przenieść cały ciężar wnioskowań z poziomu pojedynczego gospodarstwa czy też krajobrazu na poziom TSW, w taki sposób, aby nie zatracić przy tym podstawowych charakterystyk układu. Jednakże przy tego rodzaju zabiegu automatycznie niejako powstaje konieczność zmiany kryterium. Układ duży, przestrzennie zróżnicowany, jakim jest TSW, nie może być jednoznacznie oceniany jako ekonomicznie, ekologicznie czy też sanitarnie korzystny (aczkolwiek ocena taka jest możliwa, lecz dopiero na wyższym — regionalnym lub ponadregionalnym — poziomie organizacji). Należało więc znaleźć inne podejście, za pomocą którego można byłoby opisać strukturę TSW.

Wydaje się, że — biorąc pod uwagę funkcję celu — odpowiednie w tym przypadku byłoby kryterium sprawności. Podejście „sprawności”, czyli zdolności do wykonania określonej pracy najmniejszym kosztem, zostało ściśle zdefiniowane w naukach fizycznych. Nie wydaje się, aby definicja ta wymagała w badaniach geograficznych dodatkowych uzupełnień lub zmian, poza stwierdzeniem, że chodzi o trojakią sprawność: ekologiczną, ekonomiczną i zdrowotną.

Wzór sprawności, jak wiemy z fizyki, przedstawia się następująco:

$$S = \frac{P}{O}$$

gdzie:

S — sprawność układu,

P — potencjał układu,

O — opór układu.

Ponieważ zarówno potencjał, jak i opór mogą być naturalne, zapisane niejako w samym układzie, stanowiąc jego immanentną cechę, jak i wniesione z zewnątrz czy to poprzez pracę ludzką, czy też mimo niej — z otoczenia, wzór powyższy należałoby rozszerzyć. Przy uwzględnieniu celu badań można zatem przedstawić go w następującej postaci:

$$S_o = f(S_n, S_e, S_s),$$

gdzie: S_o — sprawność ogólna układu,

S_n — sprawność ekologiczna układu obliczona według następującego wzoru:

$$S_n = \frac{P_n + P_w}{O_n + O_w}$$

gdzie: S_n — sprawność ekologiczna układu,

P_n — potencjał naturalny (istniejący w czasie t_0),

P_w — potencjał wniesiony (w czasie $t + 1, \dots, n$),

O_n — opór naturalny (w czasie t_0),

O_w — opór wniesiony (w czasie $t + 1, \dots, n$), oraz

S_e — sprawność ekonomiczna układu,

S_s — sprawność zdrowotna układu (oszacowane w analogiczny sposób).

Ze względu na pragmatyczny charakter badań wydaje się, że czasowym punktem odniesienia (t_0) powinien być stan środowiska zaobserwowany w chwili podjęcia badań, a nie jakiś hipotetyczny stan sprzed lat, opisujący warunki pierwotne. Czasy ($t + 1, \dots, n$) mogą odnosić się do dowolnych przedziałów — następnego roku, okresu pięcioletniego itp. Śledzenie przyrostu oporu czy też sprawności w równych przedziałach czasowych pozwoli na ocenę przekształceń w ujęciu dynamicznym.

Rozwinięcie przedstawionego wzoru do pożądaných granic szczegółowości nie przedstawia większych trudności. Należy jednakże pamiętać, by oceniane (szacowane, bonitowane) zjawiska znajdowały się na tym samym poziomie organizacyjno-informacyjnym, tzn. żeby nie dodawać do siebie ocen szczegółowych i ogólnych, przestrzennych i punktowych itp.

Tabela 2 przedstawia, tytułem przykładu, jedną tylko interakcję: wpływ wysokości nawożenia azotowego na wzrost plonów czterech zbóż na czarnych glebach bagiennych w warunkach polskich. Wartość P_n

Tabela 2. Sprawność nawożenia azotowego, obliczona jako relacja między wysokością dawki nawozowej (w czystym składniku) a przyrostem plonów czterech zbóż na czarnych glebach bagiennych

Dawka N w kg/ha	P_n	P_w	O_w	w plonie	S w % od maksymalnie możliwego
	q/ha				
0	25	0	0	25,0	55,6
50	„	0,5	2,0	23,5	52,2
100	„	2,0	4,0	23,0	51,1
150	„	7,0	0,5	32,5	72,5
200	„	8,0	4,0	30,0	66,5
250	„	7,0	4,0	29,0	64,5
NPK opt.	—	—	—	45,0	100,0

Źródła: Klupeczyński 1967, Szczegółowa uprawa roślin (oprac. zbior.), 1978; Wpływ intensyfikacji rolnictwa na środowisko przyrodnicze t. 1 i 2 (oprac. zbior.), 1978, 1978.

oznacza maksymalną średnią wielkość plonów, jaką można uzyskać bez stosowania jakiegokolwiek nawożenia.

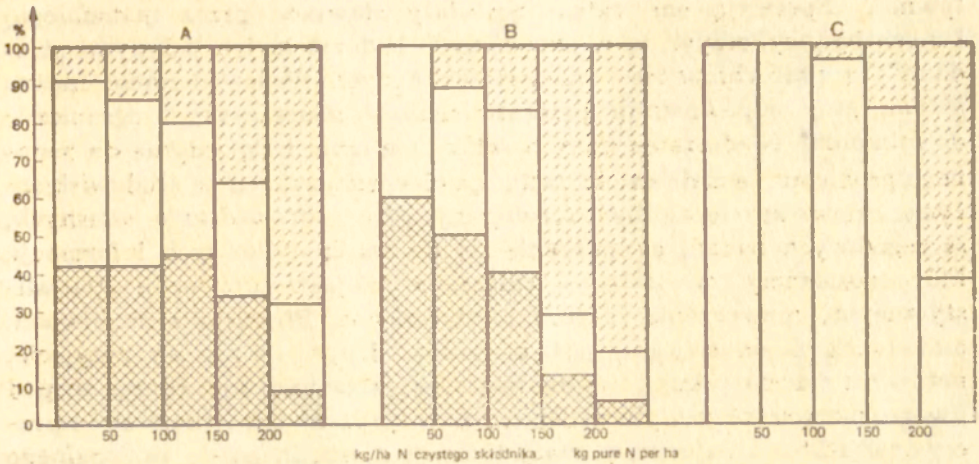
Wartość P_w oznacza przyrost plonu przy stosowaniu określonych dawek nawozowych. Wielkość O_n była w tym przypadku zbędna, gdyż siedlisko nie wykazuje żadnych przeciwdziałań w stosunku do związków azotowych. Natomiast wielkość O_w została wyliczona teoretycznie jako różnica między rzeczywistym przyrostem plonu a hipotetycznym, jaki miałyby miejsce, gdyby zależność między nawożeniem azotowym i przyrostem plonu miała charakter funkcji prostej. Wielkość 45 q/ha jest średnią z maksimów (czwartego kwartyła) plonowania przy optymalnym nawożeniu wieloskładnikowym, uzyskaną we współczesnych warunkach kultury rolnej w Polsce. Można ją więc traktować jako wyraz maksymalnej sprawności układu w czasie t_0 .

Z danych przedstawionych w tabeli 2 widzimy, że opór środowiska rośnie przy nawożeniu do 100 kg/ha w czystym składniku (prawdopodobnie zachodzą wówczas niekorzystne zmiany w strukturze agrocenoz), mimo powolnego wzrostu plonów; maleje przy dawce 100—150 kg/ha i znów rośnie przy dawkach wyższych. Sprawność systemu „nawożenie azotowe-czarne ziemie” w ujęciu ekonomicznym jest zatem najwyższa przy dawce 150 kg/ha, sięgając 72,1% sprawności maksymalnej. Mimo dość znacznego oporu jest ona wysoka przy dawkach nawozowych wyższych, natomiast dawki niskie powodują obniżenie sprawności poniżej punktu zerowego (bez nawożenia mineralnego).

Tego rodzaju analizy można przeprowadzić dla większości subsystemów (w tym i przyrodniczego), bez względu na ich rangę i charakter. Wymagałoby to jednak znacznego nakładu pracy i dostatecznie wiarygodnej informacji.

Inną metodę oceny, mającą również charakter całościowy, przedstawił autor opracowania na posiedzeniu zespołu ekspertów w 1977 r. (Kostrowicki 1980). Metoda ta polega na analizie macierzy oddziaływań bezpośrednich (typu „każdego z każdym”), w której poszczególne pola interakcji, tj. poszczególne klatki macierzy, przedstawiają funkcjonalne zależności między kooperującymi układami w postaci graficznie zobrazowanej krzywej. Analiza tych krzywych umożliwia bezpośrednią lub pośrednią ocenę charakteru interakcji. Sposób ten pozwolił na oderwanie się od różnorodności miar i wskaźników, poprzez oparcie całego toku oceniania na analizie samych krzywych. Przykład ilustrujący możliwość tego typu podejścia jest przedstawiony na rycinie 1, a syntezę przedstawia rycina 2. Dotyczy on tylko pojedynczego czynnika, tj. nawożenia azotowego i jego wpływu na 70 cech środowiska przyrodniczego⁴.

⁴ Ze względu na głównie informacyjny charakter opracowania, na rycinie 1 przedstawiono jedynie 24 ilustracje krzywych zależności funkcjonalnych spośród 70 analizowanych. Podsumowanie natomiast (ryc. 2) odnosi się do całości.



Ryc. 2. Sumaryczna ocena oddziaływania nawożenia azotowego na analizowane elementy środowiska przyrodniczego. Oceny: *A* — ekonomiczna, *B* — ekologiczna, *C* — biomedyczna. Objaśnienia szrafu patrz ryc. 1.

Summarized evaluation of nitrogen fertilization effects on analyzed elements of natural environment: *A* — economic, *B* — ecological, *C* — biomedical. Explanations see Fig. 1

Zasadniczą wadą, niezależną od samej metody, jest niedostatek informacji, które pozwoliłyby na wypełnienie wszystkich pól macierzy (tj. 70 cech środowiska \times 172 czynniki gospodarcze, czyli 12040 potencjalnych pól interakcji). Wstępne rozpoznanie wskazuje, że przy dzisiejszym stanie wiedzy można opisać krzywe funkcjonalne dla około 50—60%, i to nie zawsze z pełną dokładnością.

Podstawową zaletą omawianej metody jest możliwość przedstawienia aktualnego stanu gospodarki wiejskiej dowolnego TSW w postaci punktów na krzywych, co pozwoliłoby przewidywać wszelkie konsekwencje wprowadzanych zmian bez dodatkowych badań. Nie trzeba chyba udowadniać, jak wielkie znaczenie dla każdego TSW miałyby posiadanie takiej wypełnionej macierzy z zaznaczonym na niej stanem obecnym. Byłoby to znacznym ułatwieniem we wszystkich procesach podejmowania decyzji, dotyczących racjonalizacji gospodarowania w środowisku.

Wreszcie, ostatnią metodą, o której należy wspomnieć, jest ocena za pomocą tzw. renty środowiskowej. Wywodzi się ona od powszechnie znanej w naukach ekonomicznych metody renty różniczkowej, w stosunku do której jest jedynie transformacją dostosowaną do oceny zysków i strat, jakie na skutek interakcji z gospodarką ludzką ponosi środowisko przyrodnicze. Może być ona dostosowana do oceny stanu samej przyrody (renta ekologiczna), jak i do relacji „gospodarka wiejska—środowisko”.

Wymienione ujęcia tworzą łącznie zespół metod wzajemnie się uzupełniających. Charakterystyczną cechą tego zespołu jest jego uniwersalność (sposobu ujęcia, a nie konkretnych wielkości), mierzalność i obiek-

tywność. Spełniają one zatem postulaty stawiane przez metodologię i mogą być wykorzystane w omawianych badaniach. Ich jedynymi „wadami” są pracochłonność i niedostatek danych. Pracochłonność można jednak przy odpowiednim przekształceniu i standaryzacji, ograniczyć do minimum. Niedostatek danych (który nie odnosi się jedynie do badanego problemu, lecz do całokształtu zjawisk, związanych ze środowiskiem życia człowieka) może być rozwiązany przez: prowadzenie własnych, szczegółowych badań, ograniczenie się do analiz tylko tych informacji, które posiadamy, wreszcie — zmuszenie niejako informacji specjalistycznej do rozszerzenia zakresu zainteresowań. Pierwsza z możliwości, aczkolwiek najwłaściwsza, jest nierealna, druga — nie do przyjęcia, natomiast trzecia rokuje stosunkowo największe nadzieje. Biorąc to pod uwagę, pierwszoplanowym zadaniem na najbliższe lata winno być opracowanie zestawu informacji statystycznej, niezbędnego do racjonalnego kształtowania współżycia człowieka z przyrodą.

Poza wymienionymi wyżej ujęciami metodycznymi istnieją inne, które w mniejszym lub większym stopniu mogą być przydatne w badaniach TSW. Można je, z grubsza, podzielić na dwie grupy: wymagające ścisłych informacji szczegółowych i nie potrzebujące tego rodzaju danych.

Do grupy pierwszej, poza wymienionymi uprzednio, należą różnorodne metody ilościowe, mniej lub więcej zmatematyzowane, które w wyniku dają określone szeregi, ciągi wartości zmiennych, poddające się rangowaniu i ocenie. Tego typu metody, spośród których wymienić można: analizę wieloczynnikową, analizę przepływów, metodę „kosztów-korzyści” itp., są obciążone tymi samymi niedogodnościami, o których była już mowa.

Grupę drugą tworzą różnego rodzaju metody bonitacji sumarycznej, tj. przypisujące badanej cesze określoną wartość będącą sumą, średnią lub iloczynem wartości cech podstawowych. Wartości te mogą być wyrażane w słowach, za pomocą znaków umownych lub cyfr. W pierwszym i drugim przypadku uzyskujemy jedynie bardzo ogólną informację, w znacznej mierze subiektywną, nawet wówczas, gdy wynika ona z zastosowania metody ekspertów. Wartość tego rodzaju ocen jest ograniczona, aczkolwiek — przy wstępnym rozpoznaniu — dawać może interesujące rezultaty, zwłaszcza jeśli osoby oceniające dysponują szeroką wiedzą i krytycyzmem.

Inną wartość mają natomiast metody bonitacji liczbowej, zbliżone bardziej do ocen ilościowych niż jakościowych. Przykładem tego są różnorodne macierze, jednostronne lub dwustronne (kwadratowe), w których poszczególnym polom interakcji (komórkom macierzy) przypisuje się określone znaczenie, w postaci cyfry lub zespołu cyfr. Liczby wyrażone cyframi są w najprostszym przypadku odbiciem poglądów eksperta. Są więc subiektywne. Subiektywizm ten należy brać pod uwagę,

lecz jego roli nie trzeba przeceniać, ponieważ pogląd eksperta rzadko jest całkowicie oryginalny, w zasadzie zaś jest on odbiciem poglądów „grupy ekspertów” (autorów przestudiowanych prac, specjalistów, z którymi się kontaktował itp.). Istnieją więc przesłanki, aby pojedynczą nawet ocenę traktować jako statystycznie zobiektywizowaną.

Istnieją zresztą różnorakie metody obiektywizacji ocen bonitacyjno-liczbowych. Należą do nich między innymi metody ankietowe (poszerzenie kręgu ekspertów), metody „drzewka następstw” (consequences tree), „następstw korzyści” (sequence of benefits), zgodności i konfliktu celów Roberta itp. W rezultacie uzyskać można ocenę o dużym stopniu wiarygodności, zbliżoną do typu ocen uzyskiwanych przez kwalifikację rang. W tym ujęciu liczby, za pomocą których przedstawiona jest ocena, nadają się do manipulacji matematycznych, pozwalających określić całościowe znaczenie danego czynnika w strukturze systemu.

Szczegółową wartość mają w tym przypadku macierze kwadratowe typu:

$$X = (x_{nk})_{N \times N}$$

Dają one bowiem możliwość oceny znaczenia każdego elementu (czynnika) jako dawcy oddziaływań i jako biorcy. Pozwalają one również na lokalizację punktów szczególnych zagrożeń na „mapie” systemu. Możliwości interpretacji kwadratowych macierzy interakcyjnych są znacznie szersze. W odróżnieniu od zbliżonych w swej strukturze macierzy zmiennych funkcjonalnych, przedstawiających sprzężenia bezpośrednie, w omawianym typie jest w zasadzie obojętne czy oddziaływanie dochodzące z elementu (zmiennej) A do elementu B jest homogeniczne, czy heterogeniczne. Ważne jest jedynie, jakie są: jego natężenie, kierunek, zmienność w czasie itp.

Wadą kwadratowych macierzy interakcyjnych nie jest więc ich subiektywizm, lecz ich statyczność, fotograficzny charakter przedstawiania powiązań wewnątrz systemu i między nim a otoczeniem. Nie nadają się więc one (przynajmniej w obecnej postaci) do analiz dynamicznych — optymalizacyjnych, symulacyjnych itp. W tego typu badaniach większą przydatność mają ujęcia macierzowe, zaproponowane przez Leontieffa, Lowry’ego, Wilsona i in., o których szerzej pisze J. Szyrmer w artykule zamieszczonym w niniejszym tomie.

Reasumując powyższe rozważania, dotyczące metod oceny TSW i ich stosowności w praktyce, można je przedstawić w postaci poniższego schematu:

I. Określenie położenia i granic — metody kartograficzne terytorialnego systemu wiejskiego

II. Określenie organizacji prze- — metody kartograficzne strzennej TSW

III. Morfologia systemu (okre- — metody bonitacji jakościowej (werbalne, opisane, liczbowe)

IV. Dekompozycja systemu (do— metody bonitacji liczbowej (macierze inter-
granic pożądanego poziomu szcze- akcyjne, statyczne i dynamiczne)
gółowości)

V. Ilościowa charakterystyka — metody bonitacji ilościowej (macierze za-
struktury systemu leżności funkcjonalnych, analiza wieloczyn-
nikowa, analiza sprawności i niezawodności
systemu)

VI. Optymalizacja systemu — metody analizy optymalizacyjnej (symula-
cyjne, kartograficzne)

Przy obecnym stanie wiedzy można jedynie rozwiązać zadania przed-
stawione na schemacie pod numerami I—IV i częściowo zadanie VI (tak
jak jest ono obecnie rozwiązywane w planowaniu przestrzennym). Roz-
wiązanie zadania V, a zatem pogłębienie możliwości interpretacyjnych
w zadaniu VI, poza ujęciem zdroworozsądkowym, jest bez dalszych ba-
dań niemożliwe.

Ponieważ zagadnienie racjonalnej organizacji przestrzennej obszarów
wiejskich i związanej z nią gospodarki żywnościowej jest obecnie nie-
zmiernie istotne, należy wszelkimi siłami stymulować badania naukowe
tak, aby w stosunkowo bliskim czasie można było wypełnić całość
przedstawionego wyżej pola.

W związku z tym, kierunki prac teoretyczno-metodycznych dotyczą-
cych relacji: gospodarka wiejska—środowisko przyrodnicze, prowadzo-
nych w ramach współpracy RWPg, na najbliższe lata zarysowują się
następująco:

1. Opracowanie metod zbierania i przetwarzania danych, dotyczą-
cych zależności między gospodarką a środowiskiem w obrębie TSW,
uwzględniających zróżnicowanie regionalne, poziom sił wytwórczych
i przewidywane potrzeby społeczne.

2. Rozwijanie badań nad metodami ocen zarówno jakościowych, jak
i ilościowych, nadających się do zastosowania w ujęciach dynamicznych,
zwłaszcza zaś — optymalizacyjnych.

3. Stymulowanie prac nad społecznymi konsekwencjami funkcyjono-
wania teoretycznych systemów wiejskich, przyjmując jako kryterium
jakość życia ludności wiejskiej, któremu winny być podporządkowane
zarówno czynniki ekonomiczne, jak i przyrodnicze.

LITERATURA

- Badania prognostyczne a problem ochrony środowiska*, 1975, Prace Nauk. Ośrodka Badań Progn. Polit. Wrocławskiej, 3.
- Brubaker S., 1972, *To Live on Earth*, New York (wydanie polskie: Brubaker S., 1976, *Aby żyć na ziemi*, Warszawa).
- Buček A., Mikulík O., 1977, *Valuation of the negative effects of economic activities on the Environment of the Model Region of Liberec*, *Studia Geogr.*, 57, Brno.
- Demek J., 1974, *Systemová teoria a studium Krajinny*, *Studia Geogr.*, 40, Brno.
- Dzieżyc J., 1963, *Podstawy rolnictwa*, Warszawa—Wrocław.
- Gofman K. G., 1977, *Ekonomiczieskaja ocienka prirodnych riesursow w ustowijach socjalisticeskioj ekonomiki*, Moskwa.
- Gofman K. G., Gusiew A. A., 1977, *Ochrona okružajuszcziej sriedy. Modieli uprawlienija czistotoj prłrodnoj sriedy*, Moskwa.
- Grzybowska J., 1976, *Zanieczyszczenia chemiczne*, Warszawa.
- Harvey D., 1969, *Explanation in Geography*, London.
- Ionescu A., 1978, *Zanieczyszczenia cywilizacyjne i ich skutki w rolnictwie*, Warszawa.
- Klupczyński Z., 1972, *Wpływ nawożenia azotowego na plon żyta i pszenicy ozimej oraz na zawartość i skład białka w ziarnie*, *Zesz. Probl. Postępów Nauk Roln.*, 125.
- Kostrowicki A. S., 1980, *Tieoreticeskije i mietodiceskije podchody k ocienkie wzaimoswiazej „sielskoje choziajstwo-priroda”*, *Informacionnyj Biulietin SEW I. 3*, nr 14, Brno.
- Metody oceny warunków przyrodniczych produkcji rolnej*, 1972, *Biul. KPZK PAN.*, 71.
- Muchina L. I., Priebrażenskiĭ W. S., Runowa T. G., Dołguszina I. J., 1978, *Osobiennosti sistiemnogo podchoda k problematike ocienki woźdiejstwija czielowieka na sriedu*, [w:] *Geograficeskije aspiekty wzaimodiejstwii w sistemi „czielowiek-priroda”*, Moskwa.
- Nawożenie i eutrofizacja wód*, 1976, Zielona Góra.
- Ochrona środowiska w rolnictwie*, 1979, *Zesz. Probl. Postępów Nauk Roln.*, 228.
- Pestycydy w świetle toksykologii środowiska*, 1979, (oprac. zbior., red. M. Nikonorow), Warszawa.
- Ruebenbauer T., 1971, *Przyrodnicze aspekty produkcji zbóż w Polsce*, *Postępy Nauk. Roln.*, 5.
- Ryszkowski L., 1974, *Ekological effects of Intensive Agriculture (first Attempt at a Synthesis)*, Warszawa.
- Siuta J., 1974, *Kształtowanie przyrodniczych warunków rolnictwa w Polsce*, Warszawa.
- Szczegółowa uprawa roślin*, 1978 (red. J. Herse), Warszawa.

- Urban M., 1973, *Zarys ekonomiki i organizacji gospodarstw rolnych*, Warszawa.
- Wpływ chemicznych zabiegów ochrony roślin na środowisko*, 1966, Zesz. Probl. Postępów Nauk Roln., 60.
- Wpływ emisji przemysłowych na rośliny użytkowe i siedliska*, 1978, Zesz. Probl. Postępów Nauk Roln., 206.
- Wpływ intensyfikacji rolnictwa na środowisko przyrodnicze*, 1973, 1976, Zesz. Probl. Postępów Nauk Roln., 145, 177.

ОЧЕРК ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ВНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Резюме

Данная статья содержит теоретическо-методические положения исследований, касающихся связей между природной средой и разными аграрными формами хозяйствования (животноводством, растениеводством, лесохозяйством и водным хозяйством), проводимых в рамках научного сотрудничества СЭВ.

Рассматриваемые в настоящей работе вопросы касаются прежде всего:

а) анализа значения и направления воздействия разных форм сельскохозяйственной деятельности на природу с точки зрения их экономических, экологических и социальных последствий,

б) проблемы теории оценок и её применения в исследованиях интеротношений „человек-окружающая среда”,

г) анализа применяемых методов, способствующих максимально объективной оценке последствий вмешательства человека в природную систему.

На основе анализа значения свыше 600 хозяйственных факторов, характерных для аграрных форм хозяйствования, выбраны 172 самых важных фактора (14 из них касаются пространственной организации территориальных сельскохозяйственных систем, 84 — сельского хозяйства, 34 — лесохозяйства, 28 — водного хозяйства и 12 переменных независимых от системы), которые представлены в виде, так называемой, матрицы типа Брюбакера и на этой основе оценена их роль в трансформации переменных природы.

В части посвященной теории оценок и методам их получения представлены разные методические предложения, напр., подсчитывание исправности системы, составление матрицы функциональных зависимостей, матрицы интеракции, ренты окружающей среды и др.

Перевела Регина Писарек

AN ATTEMPT TO EVALUATE THE IMPACT ON NATURAL ENVIRONMENT
BY RURAL LAND USE FORMS

Summary

This article presents a theoretical and methodical basis for investigations concerning relations between the natural environment and rural forms of management (agriculture, forestry, and water exploitation), being carried out within the framework of CMEA (Council for Mutual Economic Aid) scientific cooperation.

In the first place, the author's considerations are related to:

- a) the analysis of different forms of rural management influences on the natural environment and their ecological, economic and social consequences,
- b) problems in the evaluation theory and its application for the investigation of "man—environment" interrelations,
- c) the analysis of methods in use, due to which the most objective evaluation of human influence on natural systems is possible.

On the basis of the importance analysis of more than 600 factors, characteristic for rural forms of management, 172 most important of them were chosen (14 factors related to spatial organization of rural territorial systems, 84 — to agriculture, 34 — to forestry, 28 — to water exploitation and 12 — independent variables) and put into the Brubaker's matrix and it was on this basis that it's role was evaluated in transformation of natural variables.

In the chapter on evaluation theory and evaluation obtaining methods the author presents a number of methodological proposals, e.g.: the system efficiency calculation, the construction of functional dependences matrix, the interactions matrix, the environmental rent, etc.

Translated by Jerzy Solon

ANDRZEJ SAMUEL KOSTROWICKI

METODA OKREŚLANIA ODPORNOŚCI ROŚLIN NA USZKODZENIA MECHANICZNE POWSTAŁE NA SKUTEK WYDEPTYWANIA

WSTĘP

Opracowanie niniejsze jest podsumowaniem wyników badań prowadzonych w latach 1967—1979, początkowo jako prace własne, później w ramach problemu resortowego PAN-7, a od roku 1976 w grupie tematycznej 09, problemu węzłowego 10.2.

Celem badań było określenie wrażliwości roślin na mechaniczne uszkodzenia wywołane deptaniem, która to wrażliwość jest podstawowym składnikiem wzoru pozwalającego określić w sposób obiektywny, ilościowy i porównywalny, wielkość tzw. „obciążenia granicznego runa” (Kostrowicki 1970 a, 1972; Kostrowicki, Rychling 1972). Znajomość tej wielkości pozwala na określenie systemu gospodarowania terenami zielonymi w obszarach wzmożonej penetracji turystycznej, przy uwzględnieniu zarówno ochrony walorów rekreacyjnych środowiska roślinnego, jak i zachowania sprawności jego funkcjonowania. Daje to możliwość oceny, czy i w jakim stopniu w określonej fitocenozie dopuszczalna jest penetracja swobodna, jakie konsekwencje ekologiczne, a co za tym idzie i użytkowe, spowodować może ruch turystyczny w środowisku roślinnym oraz gdzie znajdują się granice bezpieczeństwa, których przekroczenie spowodować może degradację i dysfunkcję roślinnych zasobów rekreacyjnych. Innymi słowy — wielkość „obciążenia granicznego runa” ma wartość ekologicznego wskaźnika normatywnego przy ocenie chłonności naturalnej, a tym samym i pojemności terenów rekreacyjnych.

Obciążenie graniczne runa jest to średnia liczba osób, które poruszając się w ciągu 8 godz., po powierzchni o wielkości jednego hektara mniej więcej jednorodnego płatu roślinności, powodują uruchomienie procesów degradacyjnych, zmieniających trwale skład i strukturę fitocenozy.

Wielkość tę opisuje wzór:

$$O = 5 \frac{\bar{W} \cdot S}{N},$$

gdzie:

- O — obciążenie graniczne runa;
- \bar{W} — średnia wrażliwość runa danej fitocenozy na mechaniczne niszczenie (deptanie);
- S — współczynnik spoistości gruntu, przyjęty według tabel spoistości gruntów (od 0,1 dla gruntów najmniej spoistych do 1 dla gruntów najbardziej spoistych);
- N — współczynnik nachylenia stoku;
- 5 — współczynnik wymierności (równa się powierzchni zdeptanej przez jedną osobę w ciągu 8 godz., tj. mniej więcej 0,2 ha).

Pierwszy wariant tego wzoru, oparty na zbyt jeszcze nikłym materiale faktycznym, został zaprezentowany w 1968 r. na konkursie Towarzystwa Urbanistów Polskich, dotyczącym zagospodarowania rekreacyjnego jeziora Kierskiego pod Poznaniem (Kostrowicki 1970a, 1970b), a następnie przeformułowany w 1971 r. (Kostrowicki 1972). Prezentowana obecnie wersja jest więc trzecią z kolei, opartą już na znacznie bardziej szczegółowych danych.

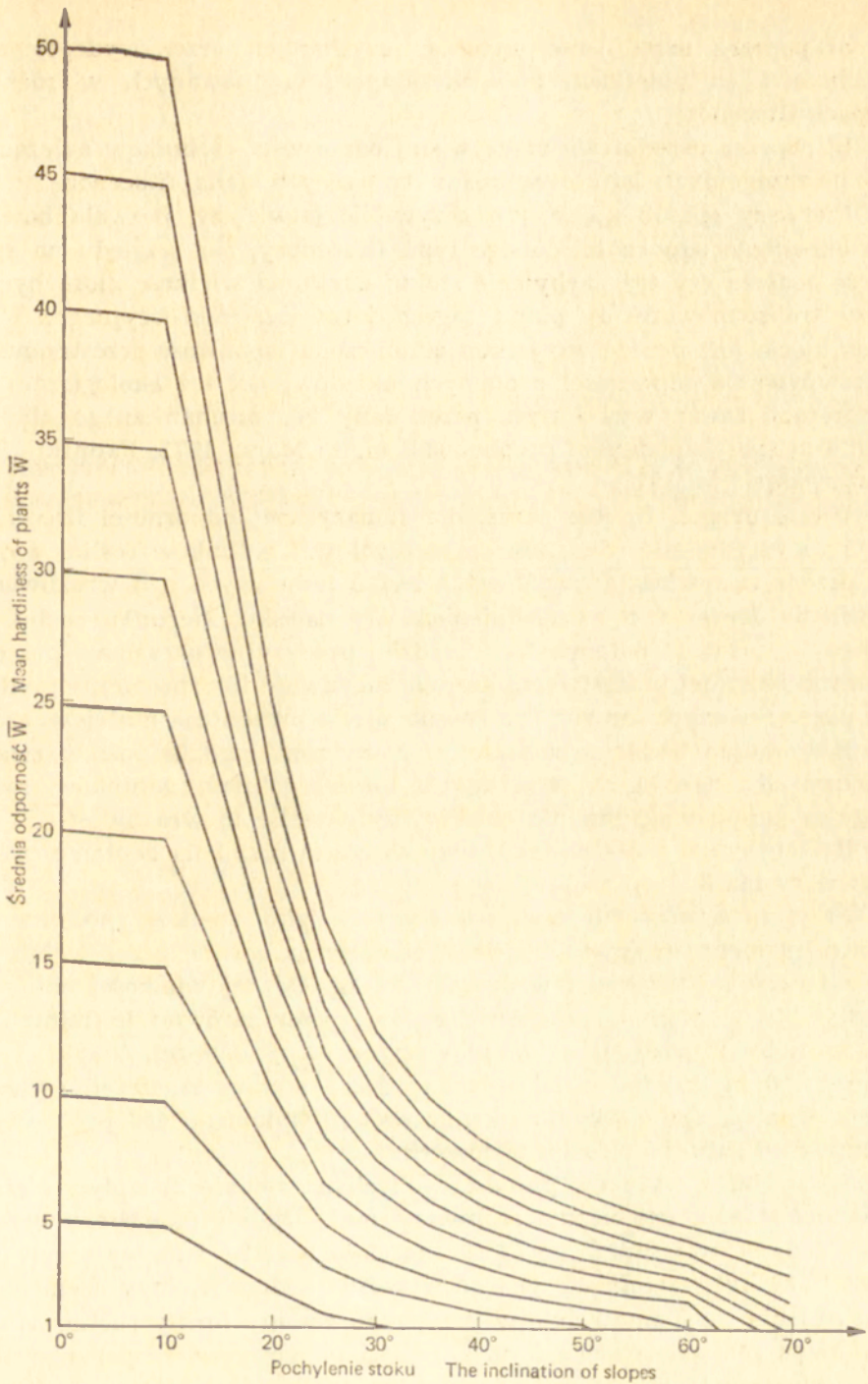
Określenie dwóch wielkości, a mianowicie N oraz \bar{W} okazało się szczególnie pracochłonne, wymagało bowiem szeroko zakrojonych badań empirycznych.

Wartość współczynnika nachylenia (N) określono na podstawie 720 prób, odnoszących się do 10 gatunków testowych. Próby te pobierano w identycznych warunkach glebowych i ekspozycji stoku (N i NW), lecz o różnym nachyleniu (od 2 do 54°).

Wyniki tych badań posłużyły do skonstruowania nomogramu przedstawionego na rycinie 1.

Uogólniając, można stwierdzić, że nachylenie zbocza do 10° nie zmienia wielkości \bar{W} poszczególnych gatunków, teren taki można zatem traktować jako płaski, a więc $N = 1$; nachylenie zbocza powyżej 10° powoduje wyraźny już wzrost zniszczeń, wywołanych odmienną mechaniką nacisku (jednowektorowym w przypadku ruchu po terenie płaskim i dwuwektorowym na zboczu). Wzrost ten ma charakter funkcji prostej i wynosi (w przybliżeniu) 0,20 rzeczywistego nachylenia mierzonego w stopniach (minus 10), czyli np. na zboczu o nachyleniu 20° uśredniona wartość N będzie wynosiła: $20 - 10 = 10 : 5 = 2$ (w rzeczywistości 2,03), na zboczu o nachyleniu 30° wartość ta będzie wynosiła około 4, przy 40° — około 6 (rzeczywiste wartości wynoszą odpowiednio: 3,98—4,04 i 5,95—6,07 w zależności od gatunku).

Określenie wartości \bar{W} , czyli uśrednionej dla całej fitocenozy wrażliwości roślin na mechaniczne uszkodzenia, można uzyskać w dwojaki sposób:



Ryc. 1. Nomogram zależności między średnią odpornością gatunków roślin a pochyleniem stoku

Dependence of the mean plant species hardness upon the slope inclination (the nomograph)

a) poprzez uśrednienie wyników uzyskanych przez wydeptywanie roślinności na poletkach doświadczalnych, usytuowanych w różnych typach fitocenozy;

b) poprzez uśrednienie rzeczywistej odporności osobników należących do poszczególnych gatunków roślin tworzących daną fitocenozę.

Pierwszy sposób ujęcia jest oczywiście łatwiejszy, pozwala bowiem na określenie odporności danego typu fitocenozy, bez względu na spoi-
stość podłoża czy też nachylenie stoku; uzyskana wielkość może być od
razu transponowana do planu zagospodarowania rekreacyjnego. Wadą
tego ujęcia jest przede wszystkim ograniczona możliwość przestrzennego
porównywania odporności podobnych układów, jak też ekologicznej in-
terpretacji zmian wywołanych przez dany typ mechanicznego niszcze-
nia. Ten sposób podejścia proponowali m.in.: Marsz 1972; Faliński 1973;
Kazanskaja i in. 1977.

Ujęcie drugie, to jest określenie sumarycznej odporności fitocenozy
poprzez uśrednienie odporności poszczególnych gatunków roślin, wyma-
ga przede wszystkim szczegółowych badań terenowych nad wrażliwością
roślin na deptanie, z uwzględnieniem siły nacisku, kierunku ruchu itp.
Ujęcie to pozwala natomiast na bardziej precyzyjne określenie poszcze-
gólnych wartości oraz stwarza szeroką możliwość interpretacji i predyk-
cji obserwowanych zmian. Ten sposób ujęcia prezentuje niniejsza praca.

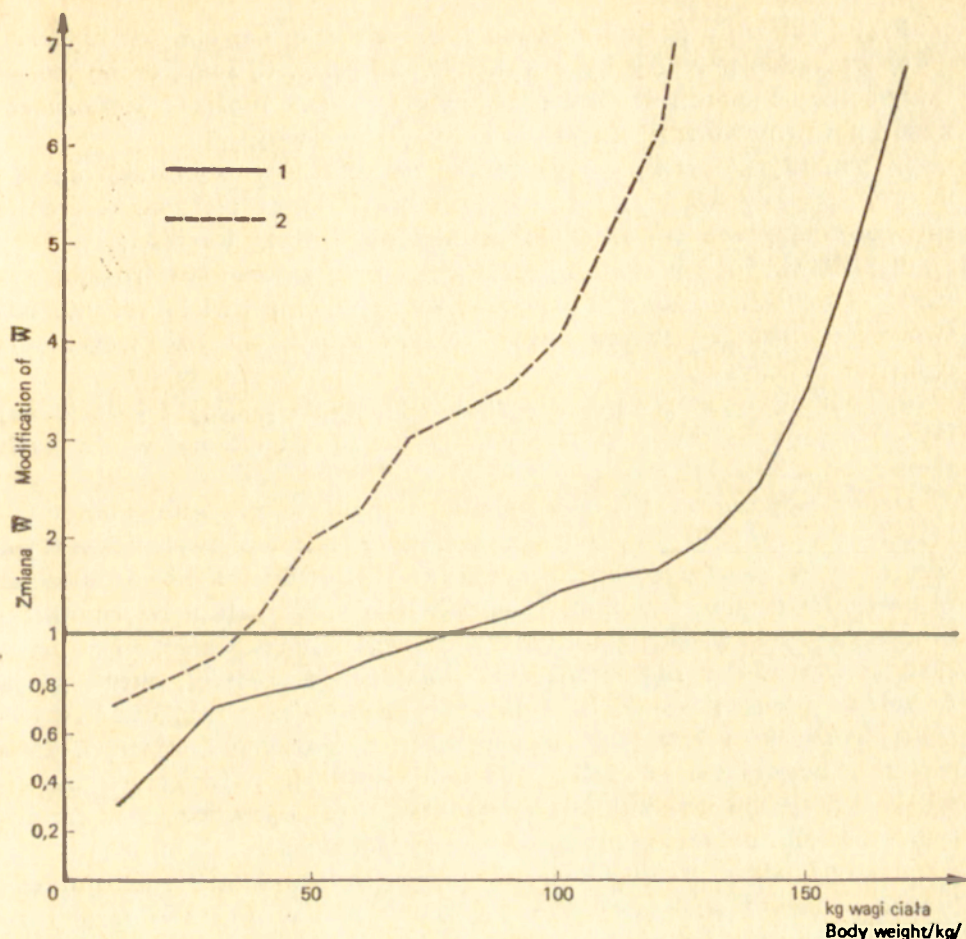
Podejmując badania należało w pierwszym rzędzie poznać relacje
między siłą nacisku a wrażliwością poszczególnych gatunków roślin
oraz w sposób maksymalnie obiektywny określić tę wrażliwość.

Relacje między siłą nacisku a wrażliwością roślin na deptanie przed-
stawia rycina 2.

Przy konstruowaniu wykresu (ryc. 2) jako wielkość podstawową
(równą jedności) przyjęto nacisk wywierany na roślinę przez wolno po-
ruszającego się turystę o wadze 75—80 kg. Od tej wielkości obliczono
odchylenia w stopniu niszczenia pędów roślin zarówno in minus (tj.
przez osoby lżejsze), jak i in plus (przez osoby cięższe). Wartości po-
wyżej 100 kg ciężaru ciała uzyskano drogą analizy zniszczeń wywoła-
nych przez pasące się bydło i konie; ogółem wykonano 456 prób w sto-
sunku do 6 gatunków roślin testowych.

Jak widać z wyników przedstawionych na rycinie 2, wpływ ciężaru
ciała na stopień zniszczenia roślin jest mniejszy niż należałoby oczeki-
wać. Jedynie w najniższych (do 25 kg ciężaru ciała) i najwyższych (po-
wyżej 130 kg) wartościach jest on wyraźnie widoczny, przy czym obraz
ten zmienia się diametralnie w przypadku zmiany formy ruchu, a więc
np. biegu zamiast spaceru (ryc. 2). Widzimy wówczas, że przyrost każ-
dego kilograma ciężaru ciała w istotny sposób odbija się na roślinach.

W celu uzyskania maksymalnie obiektywnych danych, dotyczących
wrażliwości roślin na deptanie, wykonano łącznie 16 308 prób dla 542
gatunków roślin zielnych i stadiów młodocianych drzew i krzewów,



Ryc. 2. Zależność między siłą nacisku a średnią odpornością roślin w relacji do wagi ciała = 75 kg, przyjętej jako wzorcowa

1 — spacer; 2 — bieg

Dependence of the mean plant species hardiness upon the pressure intensity (in relation to body weight = 75 kg taken as a norm)

1 — walking; 2 — running

czyli średnio 30,1 prób na gatunek. W badaniach pominięto prawie całkowicie gatunki występujące wyłącznie na terenach zabagnionych, jako nie nadających się do użytkowania turystycznego oraz w górach i na wydmach nadmorskich. Można więc stwierdzić, że badaniami objęto trzon flory stanowisk suchych i świeżych niżowo-wyżynnej części Polski.

Badania przeprowadzono głównie w województwach kieleckim, warszawskim, białostockim i suwalskim oraz w mniejszym zakresie w koszalińskim, skierniewickim, płońskim, bielsko-bialskim, tarnobrzeskim i radomskim.

Przy pobieraniu prób stosowano rygorystycznie następujące kryteria:

a) wszystkie pomiary były wykonywane przez tę samą osobę (co — uwzględniając sposób nacisku i wagę ciała — dało możliwość jednoznacznego i porównywalnego określenia granicy zniszczeń);

b) pomiary starano się wykonywać na gruncie o tej samej maksymalnej spójności ($S = 1$) lub — jeśli nie było to możliwe — dane sprowadzano przez odpowiednie przeliczenia do tej wartości;

c) podstawą oceny stopnia wrażliwości było zawsze stwierdzenie takiego uszkodzenia łądygi lub pędów, które uniemożliwiało roślinie odtworzenie zniszczonego organizmu w tym samym okresie wegetacyjnym;

d) pomiary wykonywano w jednakowym typie pogody i jednakowej fazie rozwoju rośliny (wszelkie odchylenia są zaznaczone w uwagach zawartych w tab. 1).

Dane dotyczące wrażliwości roślin na deptanie są przedstawione w tabeli 1. Nazwy gatunków podano zgodnie z nazewnictwem zawartym w kluczu W. Szafera, S. Kulczyńskiego i B. Pawłowskiego, ułożone w porządku systematycznym. Ponieważ większość gatunków charakteryzuje się dość szeroką amplitudą wrażliwości na deptanie, przy czym skrajne wartości są nieraz znacznie oddalone od średniej, określono ją za pomocą trzech liczb: średniej dla całej próby (liczba środkowa) i średnich pierwszego i czwartego kwartyła, tj. pierwszych i ostatnich 25% próby, uporządkowanych kolejno od najniższych do najwyższych wartości. W ten sposób wyeliminowano zjawiska skrajne, zwłaszcza w czwartym kwartylu, dotyczące przypadków szczegółowych.

„Uwagi” odnoszą się głównie do pory pomiaru i fazy rozwoju rośliny, a ponieważ większość prób była pobierana w dojrzałej fazie rozwoju, właściwości tej nie oznaczono. Należy więc rozumieć, że wszędzie tam, gdzie brak jest określenia fazy rozwojowej, próba była pobrana w okresie dojrzałości rośliny lub jej pełnego rozwoju wegetacyjnego. Poszczególne uwagi zostały zapisane skrótami terminów łacińskich: vern. — próba pobierana wiosną, aest. — próba pobierana latem, autumn. — próba pobierana jesienią, adult. — osobnik dojrzały, juv. — osobnik młodociany, flor. — pęd kwiatostanowy (zaznaczony jedynie w szczególnych przypadkach).

Wrażliwość poszczególnych gatunków roślin na deptanie (\bar{W}) jest bardzo różna — od 1,0 do 34,9. Różna też jest krzywa wrażliwości w obrębie poszczególnych gatunków.

Rycina 3 a—f przedstawia najbardziej typowe rozkłady częstości. Na ogół obserwuje się znaczne „rozciągnięcie” obrazu, zwłaszcza w kierunku większej wytrzymałości, przy równoczesnej koncentracji wartości najczęstszych, tworzących szczyt krzywej. Wynika to, jak można sądzić, z różnej żywotności osobniczej, uwarunkowanej czynnikami zarówno wewnętrznymi, jak i zewnętrznymi, a zwłaszcza lokalnymi różnicami w obfitości pokarmu. Spotyka się jednak dość liczne grupy

Tabela 1. Średnia wrażliwość gatunków roślin na mechaniczne uszkodzenia wywołane deptaniem

Nazwa gatunku	Liczba prób	Odporność pędów na deptanie	Uwagi
1	2	3	4
<i>Polypodiaceae</i>			
<i>Athyrium filix-femina</i>	16	1,8– 3,2– 4,7	aest.
<i>Phegopteris dryopteris</i>	18	2,6– 5,1– 7,8	aest.
<i>Phegopteris robertiana</i>	8	1,0– 1,8– 2,9	aest.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	23	1,1– 3,2– 4,0	vern.
„	28	1,6– 6,2– 8,3	aest.
<i>Pteridium aquilinum</i>	27	1,5– 3,1– 6,6	vern.
„	42	2,7– 4,6– 9,7	aest.
<i>Equisetaceae</i>			
<i>Equisetum arvense</i>	19	1,0– 1,5– 2,1	vern.
„	23	1,2– 1,6– 3,4	aest.
<i>Equisetum pratense</i>	17	1,2– 1,6– 2,5	vern.
„	34	1,3– 1,9– 3,5	aest.
<i>Equisetum silvaticum</i>	26	1,2– 2,2– 3,5	aest.
<i>Equisetum palustre</i>	19	1,1– 1,8– 2,7	aest.
<i>Lycopodiaceae</i>			
<i>Lycopodium selago</i>	18	3,0– 6,5– 12,3	aest.
<i>Lycopodium inundatum</i>	19	4,3– 9,9– 13,9	aest.
<i>Lycopodium complanatum</i>	17	4,0– 7,8– 18,7	aest.
<i>Pinaceae</i>			
<i>Abies alba</i>	27	1,2– 3,1– 7,3	juv.
<i>Picea excelsa</i>	46	1,7– 4,3– 8,1	juv.
<i>Larix decidua</i>	36	1,7– 3,8– 7,0	juv.
<i>Pinus silvestris</i>	64	1,9– 5,1– 8,3	juv.
<i>Pinus nigra</i>	25	1,6– 6,2– 8,4	juv.
<i>Cupressaceae</i>			
<i>Juniperus communis</i>	46	6,3– 20,8– 43,2	juv./adult.
<i>Betulaceae</i>			
<i>Betula verrucosa</i> cfr.	41	1,0– 3,1– 9,0	juv.
<i>Betula pubescens</i>	19	1,1– 4,3– 10,0	juv.
<i>Alnus incana</i>	14	1,3– 4,2– 9,7	juv.
<i>Alnus glutinosa</i>	29	1,5– 3,7– 9,1	juv.
<i>Carpinus betulus</i>	30	1,6– 6,7– 14,1	juv.
<i>Corylus avellana</i>	46	2,7– 6,6– 7,9	juv.
<i>Fagaceae</i>			
<i>Fagus sylvatica</i>	33	1,6– 2,8– 6,1	juv.
<i>Quercus robur</i>	23	1,1– 3,1– 8,3	juv.
<i>Quercus sessilis</i>	13	1,3– 3,0– 9,6	juv.
<i>Quercus rubra</i>	31	1,5– 4,7– 11,0	juv.
<i>Salicaceae</i>			
<i>Populus tremula</i>	33	1,1– 2,9– 8,9	juv.
<i>Populus nigra</i>	20	1,4– 4,0– 6,9	juv.
<i>Salix fragilis</i>	25	1,3– 2,7– 5,8	juv.
<i>Salix alba</i>	17	2,6– 8,1– 13,9	juv.

	1	2	3	4
<i>Salix cinerea</i>		34	7,7—19,5—25,5	juv.
<i>Salix caprea</i>		45	4,0— 8,3—26,1	juv.
<i>Salix viminalis</i>		39	5,7—11,3—28,1	juv.
<i>Salix incana</i>		16	6,5—10,7—25,0	juv.
<i>Salix purpurea</i>		20	9,5—18,2—26,3	juv.
Urticaceae				
<i>Urtica dioica</i>		18	1,9— 9,3—16,5	vern.
„		34	2,6—10,1—18,7	aest.
Ulmaceae				
<i>Ulmus laevis</i>		14	1,9— 3,5— 4,7	juv.
<i>Ulmus campestris</i>		18	2,6— 5,0— 9,8	juv.
Santalaceae				
<i>Thesium linophyllon</i>		10	1,5— 4,7— 7,5	aest.
Polygonaceae				
<i>Rumex conglomeratus</i>		16	2,0— 7,5— 8,3	aest.
<i>Rumex sanguineus</i>		8	1,0— 3,5— 4,0	aest.
<i>Rumex confertus</i>		22	1,4— 3,3— 4,3	aest.
<i>Rumex crispus</i>		17	1,2— 3,1— 4,7	aest.
<i>Rumex acetosa</i>		27	2,7—10,6—13,5	aest.
<i>Rumex acetosella</i>		41	3,3—12,3—16,1	aest.
<i>Polygonum bistorta</i>		36	1,5— 3,6— 6,7	aest.
<i>Polygonum persicaria</i>		13	2,3— 6,1—14,8	aest.
<i>Polygonum nodosum</i>		19	4,6—10,2—31,1	aest.
<i>Polygonum hydropiper</i>		14	3,1—21,3—64,7	aest.
<i>Polygonum aviculare</i>		67	11,3—43,3—67,5	aest.
Chenopodiaceae				
<i>Chenopodium vulvaria</i>		11	4,1— 8,7— 9,8	aest.
<i>Chenopodium album</i>		23	1,1— 4,1— 6,6	aest.
<i>Chenopodium glaucum</i>		16	1,2— 4,3— 8,0	aest.
<i>Chenopodium rubrum</i>		17	1,6— 6,1—13,0	aest.
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>		17	1,8— 6,2—11,0	aest.
<i>Atriplex patulum</i>		11	2,2— 6,6—14,4	aest.
<i>Salsola kali</i>		19	4,6—18,2—32,1	aest.
Amaranthaceae				
<i>Amaranthus retroflexus</i>		31	1,7— 4,8— 8,6	vern.
„		25	2,9— 9,3—13,0	aest.
Caryophyllaceae				
<i>Dianthus carthusianorum</i>		16	2,3— 6,3— 8,8	aest.
<i>Dianthus armeria</i>		18	2,2— 6,5— 7,0	aest.
<i>Dianthus arenarius</i>		20	1,6— 3,5— 6,9	aest.
<i>Dianthus deltoides</i>		24	2,0— 6,7—14,5	aest.
<i>Gypsophila fastigiata</i>		8	4,0—16,0—24,0	aest.
<i>Melandrium</i> sp.		17	1,3— 2,8— 4,1	aest.
<i>Saponaria officinalis</i>		19	1,6— 3,6— 7,0	vern.
„		22	2,9— 6,8—14,5	aest.
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		30	4,3— 9,0—11,6	vern.
„		45	2,7— 4,5— 9,4	aest, flor.
<i>Viscaria vulgaris</i>		21	4,3—10,6—11,9	vern.

1	2	3	4
<i>Viscaria vulgaris</i>	32	2,9– 8,2–13,1	aest. flor.
<i>Silene inflata</i>	16	2,5– 4,0– 6,6	aest.
<i>Silene gallica</i>	12	3,3– 4,7– 7,0	aest.
<i>Silene otites</i>	16	2,5– 5,5– 7,0	aest.
<i>Moehringia trinervia</i>	42	1,2– 6,5–10,6	vern.
”	34	1,8– 6,6–10,2	aest.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	18	4,6– 9,4–21,0	aest.
<i>Stellaria nemorum</i>	8	2,0– 3,1– 4,0	aest.
<i>Stellaria media</i>	42	1,5– 7,8–10,2	vern.
”	30	3,1– 9,3–11,2	aest.
<i>Stellaria holostea</i>	27	3,7– 7,1– 9,8	aest.
<i>Stellaria graminea</i>	15	3,0– 4,5– 7,1	aest.
<i>Cerastium arvense</i>	27	3,6–10,7–18,3	aest.
<i>Cerastium vulgatum</i>	14	4,0– 6,5–11,3	aest.
<i>Cerastium semidecandrum</i>	18	4,6– 9,8–14,5	aest.
<i>Cerastium viscosum</i>	17	6,0–10,1–18,6	aest.
<i>Sagina nodosa</i>	16	4,5–12,6–28,1	aest.
<i>Scleranthus perennis</i>	18	4,2– 8,9–14,7	aest.
<i>Scleranthus annuus</i>	36	6,0–17,0–23,6	aest.
<i>Herniaria glabra</i>	23	5,1–16,0–31,1	aest.
Euphorbiaceae			
<i>Mercurialis perennis</i>	9	1,8– 3,6– 6,1	aest.
<i>Euphorbia falcata</i>	16	1,2– 1,9– 3,6	aest.
<i>Euphorbia helioscopia</i>	19	1,3– 1,7– 2,9	aest.
<i>Euphorbia dulcis</i>	12	1,5– 2,0– 3,6	aest.
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	22	1,5– 2,3– 3,8	aest.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	48	3,2– 5,7– 8,4	vern.
”	40	3,6– 7,7–11,0	aest. autumn.
<i>Euphorbia esula</i>	17	1,8– 3,6– 6,1	aest.
Berberidaceae			
<i>Berberis vulgaris</i>	22	6,3– 8,0–14,1	juv.
Aristolochiaceae			
<i>Asarum europeum</i>	40	2,8– 5,6– 7,1	vern./aest.
Ranunculaceae			
<i>Caltha palustris</i>	48	1,8– 3,0– 6,0	aest.
<i>Nigella arvensis</i>	20	3,0– 6,8– 9,5	aest.
<i>Isopyrum thalictroides</i>	16	1,3– 1,8– 3,2	aest.
<i>Aquilegia vulgaris</i>	12	1,0– 1,8– 2,1	aest.
<i>Actea spicata</i>	18	1,2– 2,3– 4,0	vern./aest.
<i>Cimicifuga europea</i>	18	1,6– 2,7– 3,6	vern.
”	20	2,4– 4,8– 7,8	aest.
<i>Aconitum moldavicum</i>	16	3,3– 6,8– 9,0	vern./aest.
<i>Pulsatilla patens</i>	24	2,3– 3,0– 4,9	aest.
<i>Pulsatilla pratensis</i>	20	2,0– 4,3– 5,6	aest.
<i>Anemone silvestris</i>	16	2,6– 6,0– 8,0	aest.
<i>Anemone nemorosa</i>	56	1,7– 2,1– 3,5	vern./aest.
<i>Anemone ranunculoides</i>	23	1,3– 2,0– 2,6	vern.
<i>Hepatica nobilis</i>	38	2,6– 6,0–10,1	aest.

1	2	3	4
<i>Ranunculus sardous</i>	30	1,9— 6,7—10,4	aest.
<i>Ranunculus bulbosus</i>	36	2,5— 6,3— 9,0	aest.
<i>Ranunculus repens</i>	67	8,4—20,7—69,3	aest.
<i>Ranunculus cassubicus</i> cfr.	24	1,3— 5,5— 8,2	aest.
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	18	1,3— 3,6— 6,7	aest.
<i>Ranunculus acer</i>	38	2,6— 6,5— 9,9	aest.
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	21	2,1— 5,6—10,1	aest.
<i>Ficaria verna</i>	34	2,1— 5,2— 8,3	vern.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	12	1,0— 1,3— 2,1	aest.
<i>Thalictrum minus</i>	21	1,8— 4,6— 8,1	aest.
<i>Thalictrum simplex</i>	17	1,3— 3,3— 6,1	aest.
<i>Adonis vernalis</i>	16	3,2— 6,1—11,3	aest.
<i>Papaveraceae</i>			
<i>Papaver argemone</i>	22	2,1— 3,6— 6,1	aest.
<i>Chelidonium maius</i>	37	1,5— 3,4— 6,5	vern.
„	30	1,6— 4,8—10,0	aest./autum.
<i>Corydalis solida</i>	13	2,6— 5,1— 8,8	vern./aest.
<i>Cruciferae</i>			
<i>Cardamine impatiens</i>	8	1,0— 2,5— 4,0	vern./aest.
<i>Cardamine amara</i>	12	1,3— 4,6— 6,0	vern./aest.
<i>Cardamine pratensis</i>	43	2,4— 7,1— 8,6	vern./aest.
<i>Rorippa</i> sp.	17	1,2— 3,8— 6,4	aest.
<i>Dentaria enneaphyllos</i>	28	1,7— 3,3— 7,1	aest.
<i>Dentaria glandulosa</i>	31	1,8— 3,8— 9,1	aest.
<i>Turritis glabra</i>	16	4,0— 8,1—11,6	aest.
<i>Arabis hirsuta</i>	29	3,0—14,7—21,3	aest.
<i>Arabis arenosa</i>	38	2,7—13,1—19,1	aest.
<i>Sisimbrium officinale</i>	21	2,5— 6,0— 8,3	aest.
<i>Descurainia sophia</i>	20	3,0— 7,8— 9,0	aest.
<i>Arabidopsis thaliana</i>	34	2,8—11,3—16,2	aest.
<i>Alliaria officinalis</i>	19	1,9— 4,3— 6,1	aest.
<i>Sinapis arvensis</i>	17	3,1— 6,0— 8,7	aest.
<i>Alyssum calycinum</i>	27	4,6—16,1—25,4	aest.
<i>Alyssum montanum</i>	30	3,1—11,3—19,0	aest.
<i>Berteroa incana</i>	61	4,2—16,1—23,1	aest.
<i>Lunaria rediviva</i>	9	1,5— 3,2—6,0	aest.
<i>Draba nemorosa</i>	31	3,0—13,6—16,1	aest.
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	16	1,6— 4,1— 4,7	aest.
<i>Thlaspi arvense</i>	21	3,1— 6,7—11,3	aest.
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	41	3,3— 6,7—13,2	aest.
<i>Teesdalea nudicaulis</i>	26	3,5— 6,6—14,1	aest.
<i>Lepidium campestre</i>	28	2,3— 7,0—16,1	aest.
<i>Lepidium rudemale</i>	38	3,6—11,2—25,8	aest.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	33	3,2— 7,2—13,9	aest.
<i>Coronopus procumbens</i>	41	7,8—24,2—52,1	aest.
<i>Cistaceae</i>			
<i>Helianthemum ovatum</i>	37	4,3— 8,1—14,6	aest.
<i>Droseraceae</i>			
<i>Drosera rotundifolia</i>	22	3,3— 8,5—13,0	aest.

	1	2	3	4
Violaceae				
<i>Viola hirta</i>	47	6,3–11,0–15,2		aest.
<i>Viola collina</i>	27	4,0– 8,2–14,7		aest.
<i>Viola mirabilis</i>	36	1,8– 3,5– 7,2		aest.
<i>Viola rupestris</i>	19	3,3–14,5–17,2		aest.
<i>Viola silvestris</i>	20	1,5– 3,5– 7,8		aest.
<i>Viola riviniana</i>	19	1,2– 2,4– 6,7		vern./aest.
<i>Viola canina</i>	37	4,6–13,4–21,0		aest.
<i>Viola tricolor</i>	23	1,9– 6,1–10,3		aest.
<i>Viola arvensis</i>	30	2,0– 6,3–11,0		aest.
Guttiferae				
<i>Hypericum humifusum</i>	29	3,8– 6,1–10,5		aest.
<i>Hypericum perforatum</i>	42	3,0– 6,6– 9,1		vern.
„	54	4,8– 7,9–14,7		aest.
Crassulaceae				
<i>Sedum maximum</i>	16	1,4– 2,6– 3,5		aest.
<i>Sedum acre</i>	34	2,5– 6,8–12,1		aest.
<i>Sedum sexangulare</i>	18	2,1– 4,4– 8,5		vern., juv.
„	43	2,6– 6,1–12,5		aest.
<i>Sempervivum soboliferum</i>	19	1,5– 3,1– 5,0		aest.
Saxifragaceae				
<i>Saxifraga tridactylites</i>	14	1,2– 1,8– 2,6		aest.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	27	1,0– 2,3– 5,2		vern.
<i>Ribes</i> cfr. <i>schlechtendali</i>	16	1,7– 4,8– 8,0		juv.
Rosaceae				
<i>Aruncus silvester</i>	18	1,3– 3,6– 4,6		aest.
<i>Spiraea salicifolia</i>	24	6,0–14,3–24,1		juv.
<i>Filipendula ulmaria</i>	38	2,4– 5,0– 8,1		aest.
<i>Filipendula hexapetala</i>	44	1,7– 5,9–10,2		aest.
<i>Rosa rugosa</i>	14	5,6–11,2–24,5		juv.
<i>Rosa canina</i>	17	1,6– 8,0–12,3		juv.
<i>Rubus saxatilis</i>	30	6,0–18,8–32,5		aest., adult.
<i>Rubus idaeus</i>	23	3,4–12,0–24,1		juv.
<i>Rubus</i> cfr. <i>hirtus</i>	33	5,6–14,0–23,0		aest.
<i>Rubus</i> cfr. <i>caesius</i>	26	5,5– 9,6–21,8		aest./adult.
<i>Fragaria vesca</i>	28	1,6– 6,3–11,0		aest.
<i>Fragaria moschata</i>	24	3,0–11,0–14,2		aest.
<i>Fragaria viridis</i>	40	3,1–12,2–15,1		aest.
<i>Potentilla alba</i>	17	2,3– 4,5– 5,6		aest.
<i>Potentilla sterilis</i>	21	3,1– 7,6–11,3		aest.
<i>Potentilla recta</i>	23	2,6– 6,7–10,0		aest.
<i>Potentilla canescens</i>	18	3,0– 7,8–16,2		aest.
<i>Potentilla erecta</i>	18	3,4– 8,9–13,2		aest.
<i>Potentilla argentea</i>	35	3,5– 8,3–17,1		aest.
<i>Potentilla</i> cfr. <i>collina</i>	28	5,6–11,8–22,3		aest.
<i>Potentilla heptaphylla</i>	24	4,0–12,7–27,5		aest.
<i>Potentilla arenaria</i>	47	3,6–12,1–23,8		aest.
<i>Potentilla reptans</i>	35	7,1–21,0–36,1		aest.

1	2	3	4
<i>Potentilla anserina</i>	62	11,0–33,7–52,8	aest.
<i>Alchemilla pastoralis</i>	19	1,8–5,6–7,0	aest.
<i>Alchemilla micans</i>	20	1,6–6,9–8,5	aest.
<i>Aphanes arvensis</i>	30	2,3–6,6–9,2	aest.
<i>Geum rivale</i>	22	1,6–5,0–7,8	aest., adult.
<i>Geum urbanum</i>	33	1,8–4,6–8,0	aest.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	27	2,0–6,7–9,1	aest.
<i>Sanguisorba officinalis</i>	30	1,6–4,6–8,1	aest.
<i>Sanguisorba minor</i>	38	2,2–8,3–14,0	aest.
<i>Crataegus</i> sp.	21	3,3–6,0–11,2	juv.
<i>Pirus communis</i>	33	1,3–3,0–6,2	juv.
<i>Malus</i> sp.	44	1,1–2,2–5,1	juv.
<i>Sorbus aucuparia</i>	30	2,6–6,5–8,2	juv.
<i>Prunus spinosa</i>	20	3,3–10,2–20,0	juv.
<i>Padus avium</i>	16	1,0–3,2–7,0	juv.
<i>Cerasus</i> cfr. <i>vulgaris</i>	22	1,4–5,0–7,8	juv.
<i>Cerasus fruticosa</i>	20	3,5–10,0–16,3	juv.
<i>Papilionaceae</i>			
<i>Genista tinctoria</i>	17	3,3–7,3–14,6	juv.
<i>Sarothamnus scoparius</i>	35	4,9–9,6–15,2	juv. aest.
<i>Cytisus nigricans</i>	23	3,6–8,7–16,8	aest.
<i>Cytisus austriacus</i>	14	3,0–9,5–15,0	aest./juv.
<i>Cytisus ruthenicus</i>	22	3,6–9,5–14,4	aest./juv.
<i>Lupinus polyphyllus</i>	35	2,4–6,1–10,3	aest.
<i>Ononis arvensis</i>	20	5,6–8,8–25,9	aest.
<i>Ononis spinosa</i>	38	6,3–10,2–28,1	aest.
<i>Medicago falcata</i>	40	3,1–12,0–23,7	aest.
<i>Medicago lupulina</i>	51	6,0–17,3–43,1	aest.
<i>Medicago minima</i>	31	7,1–16,0–25,2	aest.
<i>Melilotus albus</i>	30	2,3–6,5–9,1	aest./juv.
<i>Melilotus officinalis</i>	25	2,0–6,6–10,3	aest./juv.
<i>Trifolium arvense</i>	54	6,6–14,1–34,5	aest.
<i>Trifolium dubium</i>	27	4,8–12,0–24,3	aest.
<i>Trifolium campestre</i>	23	3,5–10,0–27,5	aest.
<i>Trifolium strepens</i>	26	4,0–12,3–23,2	aest.
<i>Trifolium hybridum</i>	45	4,7–16,1–29,3	aest.
<i>Trifolium repens</i>	55	8,7–26,5–57,9	aest.
<i>Trifolium montanum</i>	27	4,9–17,5–20,3	aest.
<i>Trifolium rubens</i>	24	4,3–15,6–19,9	aest.
<i>Trifolium alpestre</i>	32	6,3–14,6–21,2	aest.
<i>Trifolium pratense</i>	47	9,2–23,1–35,4	vern.
„	67	11,0–27,3–34,2	aest.
<i>Trifolium medium</i>	40	7,8–18,2–33,1	aest.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	25	3,3–14,2–21,1	aest.
<i>Lotus corniculatus</i>	56	6,7–17,9–31,0	aest.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	25	5,1–9,4–16,0	juv.
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	24	2,3–6,7–8,6	aest.
<i>Astragalus arenarius</i>	16	1,7–4,7–8,5	aest.
<i>Oxytropis pilosa</i>	20	3,0–4,8–6,5	aest.
<i>Onobrychis viciaefolia</i>	47	5,4–8,8–14,2	aest.

1	2	3	4
<i>Onobrychis arenaria</i>	16	3,0— 6,3— 8,6	aest.
<i>Coronilla varia</i>	35	3,5—12,3—16,7	aest.
<i>Vicia dumetorum</i>	21	1,6— 3,4—10,2	aest.
<i>Vicia silvatica</i>	23	1,8— 3,2— 7,1	aest.
<i>Vicia cracca</i>	38	3,2— 8,0—15,6	aest.
<i>Vicia hirsuta</i>	30	3,1— 6,7—12,0	aest.
<i>Vicia sepium</i>	45	2,6— 7,9—10,6	aest.
<i>Vicia angustifolia</i>	23	3,3— 7,0—11,2	aest.
<i>Lathyrus silvester</i>	30	2,1— 5,9— 8,6	aest.
<i>Lathyrus laevigatus</i>	16	1,3— 3,2— 6,0	aest.
<i>Lathyrus pratensis</i>	34	3,0— 8,3—10,1	aest.
<i>Lathyrus vernus</i>	27	1,5— 4,3— 7,0	vern.
<i>Lathyrus niger</i>	23	1,7— 6,6— 7,3	aest.
Lythraceae			
<i>Lythrum salicaria</i>	36	2,1— 5,2— 6,7	aest.
Oenotheraceae			
<i>Epilobium montanum</i>	22	2,3— 4,1— 6,3	aest.
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	55	2,4— 3,8— 8,6	aest./juv.
<i>Oenothera</i> cfr. <i>biennis</i>	30	2,5— 6,1— 8,4	aest./juv.
<i>Circaea lutetiana</i>	23	1,3— 2,1— 3,8	aest.
Malvaceae			
<i>Malva alcea</i>	17	3,2— 6,1— 7,3	aest.
<i>Malva silvestris</i>	16	2,5— 4,0— 6,3	aest.
<i>Malva neglecta</i>	23	3,6— 7,8—10,1	aest.
<i>Lavatera thuringiaca</i>	18	2,3— 4,3— 6,8	aest.
Tiliaceae			
<i>Tilia cordata</i>	21	1,6— 3,8— 6,0	juv.
<i>Tilia platyphyllos</i>	23	1,4— 3,9— 5,6	juv.
Oxalidaceae			
<i>Oxalis acetosella</i>	51	1,2— 2,3— 3,7	aest.
<i>Oxalis stricta</i>	33	1,6— 3,4— 6,8	aest.
Geraniaceae			
<i>Geranium pratense</i>	31	1,8— 3,2— 6,5	aest.
<i>Geranium sanguineum</i>	24	3,2— 6,1— 8,5	aest.
<i>Geranium pusillum</i>	23	2,7— 6,0— 8,8	aest.
<i>Geranium columbinum</i>	30	3,1— 7,0—11,3	aest.
<i>Geranium robertianum</i>	26	2,3— 5,1— 7,1	aest.
<i>Erodium cicutarium</i>	35	2,6— 5,4—10,6	aest.
Polygalaceae			
<i>Polygala comosa</i>	42	9,6—16,2—26,5	aest.
<i>Polygala vulgaris</i>	35	7,3—14,2—24,4	aest.
<i>Polygala brachyptera</i>	23	7,8—12,3—21,1	aest.
Aceraceae			
<i>Acer pseudoplatanus</i>	16	2,2— 4,1— 5,3	juv.
<i>Acer platanoides</i>	28	1,5— 3,2— 5,2	juv.
<i>Acer negundo</i>	37	4,2— 6,5—10,1	juv.
<i>Acer campestre</i>	33	3,0— 5,2— 7,8	juv.

	1	2	3	4
<i>Hippocastanaceae</i>				
<i>Aesculus hippocastanum</i>		21	1,2- 3,1- 4,5	juv.
<i>Balsaminaceae</i>				
<i>Impatiens noli-tangere</i>		20	1,2- 1,8- 3,2	aest.
<i>Impatiens parviflora</i>		16	1,8- 3,0- 4,3	aest.
<i>Celastraceae</i>				
<i>Evonymus verrucosa</i>		26	3,7- 8,2- 14,6	juv.
<i>Rhamnaceae</i>				
<i>Frangula alnus</i>		18	1,5- 5,1- 13,2	juv.
<i>Umbelliferae</i>				
<i>Astrantia major</i>		16	1,0- 2,3- 2,8	aest.
<i>Sanicula europaea</i>		28	1,4- 2,8- 4,3	aest.
<i>Eryngium campestre</i>		16	3,8- 6,3- 8,0	aest./juv.
<i>Falcaria vulgaris</i>		27	4,5- 8,3- 13,7	aest.
<i>Carum carvi</i>		30	2,6- 5,9- 10,1	aest.
<i>Aegopodium podagraria</i>		47	3,2- 6,8- 11,3	aest.
<i>Pimpinella major</i>		33	1,6- 4,6- 8,0	aest.
<i>Pimpinella saxifraga</i>		43	2,7- 8,1- 10,3	aest.
<i>Bupleurum longifolium</i>		16	1,0- 2,0- 4,5	aest.
<i>Seseli annuum</i>		23	2,8- 6,7- 9,1	aest.
<i>Libanotis montana</i>		16	2,5- 4,8- 10,0	aest.
<i>Selinum carvifolia</i>		33	2,9- 7,4- 8,8	aest.
<i>Aethusa cynapium</i>		25	4,8- 14,2- 23,1	aest.
<i>Heracleum sibiricum</i>		23	2,3- 3,7- 8,8	aest.
<i>Heracleum sphondylium</i>		36	1,9- 3,8- 8,2	aest.
<i>Peucedanum cervaria</i>		20	2,7- 3,8- 6,5	aest.
<i>Peucedanum oreoselinum</i>		47	3,6- 6,5- 8,9	aest.
<i>Angelica silvestris</i>		43	2,2- 5,9- 7,6	aest.
<i>Laserpitium latifolium</i>		25	1,6- 3,0- 6,5	aest.
<i>Laserpitium prutenicum</i>		31	2,1- 4,6- 7,5	aest.
<i>Daucus carota</i>		55	3,2- 5,7- 11,5	aest.
<i>Anthriscus silvestris</i>		25	1,6- 3,5- 8,4	aest.
<i>Anthriscus vulgaris</i>		31	1,4- 3,1- 5,2	aest.
<i>Chaerophyllum temulum</i>		18	1,2- 3,0- 4,6	aest.
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>		38	1,2- 2,7- 5,1	aest.
<i>Torilis japonica</i>		30	2,3- 4,9- 8,7	aest.
<i>Primulaceae</i>				
<i>Primula</i> cfr. <i>officinalis</i>		23	2,2- 3,5- 7,2	aest.
<i>Androsace septentrionalis</i>		16	3,0- 7,8- 14,0	vern.
<i>Centunculus minimus</i>		12	3,0- 5,3- 7,6	aest.
<i>Lysimachia nummularia</i>		41	3,2- 11,3- 23,1	aest.
<i>Lysimachia vulgaris</i>		26	2,2- 4,6- 6,8	aest.
<i>Trientalis europaea</i>		31	1,8- 3,2- 6,1	aest.
<i>Pirolaceae</i>				
<i>Pirola rotundifolia</i>		23	2,4- 5,1- 11,0	aest.
<i>Pirola chlorantha</i>		12	2,0- 4,5- 10,0	aest.
<i>Ericaceae</i>				
<i>Vaccinium myrtillus</i>		65	5,9- 12,4- 26,2	aest.

1	2	3	4
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	30	6,2 – 14,3 – 29,1	aest.
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	41	8,1 – 16,7 – 32,1	aest.
<i>Calluna vulgaris</i>	54	9,3 – 16,8 – 33,0	aest./autumn
<i>Convolvulaceae</i>			
<i>Convolvulus arvensis</i>	43	9,5 – 18,3 – 26,2	aest.
<i>Boraginaceae</i>			
<i>Cerinthe minor</i>	18	2,0 – 5,3 – 8,1	aest.
<i>Anchusa officinalis</i>	26	2,1 – 3,6 – 6,5	aest.
<i>Nonnea pulla</i>	23	1,9 – 3,5 – 7,4	aest.
<i>Symphytum officinale</i>	34	1,2 – 2,6 – 5,6	aest.
<i>Pulmonaria obscura</i>	30	2,4 – 3,5 – 5,2	vern./aest.
<i>Echium vulgare</i>	43	5,1 – 8,5 – 12,0	aest.
<i>Lithospermum officinale</i>	25	2,4 – 4,5 – 6,2	aest.
<i>Myosotis silvatica</i>	33	1,7 – 4,1 – 5,2	aest.
<i>Myosotis micrantha</i>	27	4,0 – 8,9 – 14,6	aest.
<i>Myosotis arvensis</i>	31	3,5 – 7,0 – 10,1	aest.
<i>Myosotis palustris</i>	19	2,0 – 3,3 – 4,2	aest.
<i>Solanaceae</i>			
<i>Lycium halimifolium</i>	23	4,2 – 7,1 – 8,8	juv.
<i>Solanum nigrum</i>	18	2,8 – 4,1 – 5,3	aest.
<i>Scrophulariaceae</i>			
<i>Verbascum thapsus</i>	22	3,1 – 6,8 – 8,2	juv./aest.
<i>Verbascum lychnitis</i>	17	3,6 – 6,5 – 8,2	aest.
<i>Verbascum nigrum</i>	18	2,8 – 5,0 – 6,8	juv./aest.
<i>Linaria vulgaris</i>	34	2,3 – 6,1 – 8,2	aest.
<i>Scrophularia nodosa</i>	37	1,4 – 3,2 – 4,5	aest.
<i>Veronica chamaedrys</i>	43	4,1 – 8,2 – 14,7	aest.
<i>Veronica officinalis</i>	38	3,2 – 6,7 – 9,5	aest.
<i>Veronica austriaca</i>	31	2,7 – 7,8 – 12,1	aest.
<i>Veronica spicata</i>	27	3,4 – 7,6 – 9,9	aest.
<i>Veronica serpyllifolia</i>	23	2,1 – 4,2 – 8,6	aest.
<i>Digitalis grandiflora</i>	16	1,7 – 2,3 – 4,0	aest.
<i>Melampyrum nemorosum</i>	56	3,7 – 8,1 – 10,6	aest.
<i>Melampyrum pratense</i>	34	2,4 – 4,6 – 7,2	aest.
<i>Melampyrum silvaticum</i>	25	3,7 – 7,3 – 9,2	aest.
<i>Melampyrum cristatum</i>	23	2,5 – 6,6 – 7,3	aest.
<i>Melampyrum arvense</i>	32	3,5 – 6,9 – 8,6	aest.
<i>Odontites rubra</i>	41	3,5 – 6,1 – 9,6	aest.
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	47	7,2 – 12,3 – 23,1	aest.
<i>Euphrasia stricta</i>	23	4,8 – 7,7 – 14,2	aest.
<i>Alectrolophus glaber</i>	35	3,3 – 6,7 – 11,2	aest.
<i>Labiatae</i>			
<i>Ajuga reptans</i>	37	2,1 – 4,3 – 6,7	aest.
<i>Ajuga genevensis</i>	32	3,1 – 4,7 – 7,9	vern./aest.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	20	7,2 – 13,4 – 18,7	aest.
<i>Glechoma hederacea</i>	45	3,1 – 6,7 – 9,5	aest.
<i>Prunella vulgaris</i>	38	4,9 – 11,0 – 18,6	aest.
<i>Prunella grandiflora</i>	23	3,2 – 8,1 – 12,6	aest.

1	2	3	4
<i>Melittis melissophyllum</i>	23	1,2- 3,1- 6,2	aest.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	25	1,6- 3,4- 5,3	aest.
<i>Lamium album</i>	30	1,4- 3,6- 6,2	aest.
<i>Lamium</i> sp. (excl. <i>L. album</i>)	37	1,2- 3,0- 5,6	aest.
<i>Galeobdolon luteum</i>	42	1,3- 2,6- 4,2	aest.
<i>Stachys silvatica</i>	31	2,1- 4,4- 7,9	aest.
<i>Mentha</i> sp.	15	1,5- 4,1- 5,3	aest.
<i>Betonica officinalis</i>	28	2,5- 3,6- 5,7	aest.
<i>Salvia pratensis</i>	45	4,7- 8,6- 10,3	aest.
<i>Calamintha vulgaris</i>	27	4,1- 5,6- 6,3	aest.
<i>Origanum vulgare</i>	33	2,1- 4,1- 6,5	aest.
<i>Thymus marschallianus</i> cfr.	51	7,8- 14,3- 32,0	aest.
<i>Thymus serpyllum</i>	57	7,2- 16,3- 31,1	aest.
Plantaginaceae			
<i>Plantago major</i>	42	8,3- 16,4- 42,0	aest.
<i>Plantago media</i>	37	8,7- 18,1- 24,2	aest.
<i>Plantago lanceolata</i>	51	8,6- 20,0- 36,2	aest.
<i>Plantago indica</i>	23	6,1- 14,1- 16,7	aest.
Gentianaceae			
<i>Centaurium umbellatum</i>	22	1,9- 4,2- 6,1	aest.
Apocynaceae			
<i>Vinca minor</i>	34	7,5- 13,2- 22,1	aest.
Asclepiadaceae			
<i>Vincetoxicum officinale</i>	45	1,6- 4,6- 8,9	aest.
Oleaceae			
<i>Fraxinus excelsior</i>	27	1,4- 2,5- 4,1	juv.
<i>Ligustrum vulgare</i>	21	3,6- 6,5- 9,2	juv.
Valerianaceae			
<i>Valeriana</i> cfr. <i>officinalis</i>	23	1,6- 3,8- 6,2	aest.
Rubiaceae			
<i>Asperula odorata</i>	34	1,7- 3,0- 4,5	vern./aest.
<i>Asperula tinctoria</i>	16	2,3- 4,5- 6,5	aest.
<i>Asperula cynanchica</i>	40	2,9- 6,5- 10,6	aest.
<i>Galium vernum</i>	23	2,0- 3,7- 5,6	vern./aest.
<i>Galium boreale</i>	41	4,2- 7,3- 8,2	aest.
<i>Galium verum</i>	31	3,2- 7,8- 12,3	aest.
<i>Galium silvaticum</i>	30	2,0- 4,6- 7,1	aest.
<i>Galium schultesii</i>	45	1,3- 3,5- 5,8	aest.
<i>Galium mollugo</i>	27	3,4- 6,5- 9,9	aest.
<i>Galium aparine</i>	26	4,1- 7,5- 12,2	aest.
Caprifoliaceae			
<i>Sambucus nigra</i>	19	1,6- 2,7- 4,1	juv.
<i>Sambucus racemosa</i>	36	4,6- 6,9- 10,3	juv.
<i>Lonicera xylosteum</i>	22	2,1- 3,8- 6,5	juv.
<i>Symphoricarpos racemosus</i>	26	1,8- 4,6- 8,2	juv.
Adoxaceae			
<i>Adoxa moschatellina</i>	41	1,2- 2,6- 4,5	aest.

	1	2	3	4
<i>Dipsacaceae</i>				
<i>Succisa pratensis</i>		28	3,1— 4,6— 8,2	aest.
<i>Scabiosa ochroleuca</i>		33	2,6— 5,1— 8,6	aest.
<i>Scabiosa columbaria</i>		30	3,4— 5,2— 8,8	aest.
<i>Knautia arvensis</i>		45	4,1— 7,8— 11,3	aest.
<i>Campanulaceae</i>				
<i>Jasione montana</i>		58	4,7— 8,1— 12,1	aest.
<i>Campanula sibirica</i>		21	2,2— 3,6— 7,1	aest.
<i>Campanula patula</i>		35	1,4— 3,1— 4,6	aest.
<i>Campanula cervicaria</i>		33	1,4— 3,0— 4,5	aest.
<i>Campanula persicifolia</i>		26	1,1— 2,5— 3,8	aest.
<i>Campanula glomerata</i>		30	1,5— 2,7— 3,8	aest.
<i>Campanula trachelium</i>		47	1,6— 3,0— 4,2	aest.
<i>Campanula rapunculoides</i>		22	1,7— 3,9— 4,4	aest.
<i>Campanula rotundifolia</i>		21	2,0— 3,5— 7,1	aest.
<i>Compositae</i>				
<i>Solidago virga-aurea</i>		34	1,8— 5,2— 6,9	juv.
<i>Solidago</i> cfr. <i>serotina</i>		41	1,9— 6,0— 8,3	juv.
<i>Bellis perennis</i>		54	13,2— 24,1— 45,9	aest.
<i>Erigeron acer</i>		23	2,6— 4,1— 6,0	aest.
<i>Erigeron annuus</i>		20	1,7— 3,4— 5,9	aest.
<i>Filago minima</i>		18	3,1— 4,7— 7,2	aest.
<i>Antennaria dioica</i>		25	2,1— 5,0— 6,6	aest.
<i>Gnaphalium silvaticum</i>		16	2,0— 4,0— 5,3	aest.
<i>Helichrysum arenarium</i>		31	3,6— 6,2— 8,7	aest.
<i>Inula ensifolia</i>		47	6,8— 12,5— 21,1	aest.
<i>Inula hirta</i>		18	3,5— 4,7— 5,7	aest.
<i>Rudbeckia laciniata</i>		23	1,7— 2,5— 4,3	juv.
<i>Bidens tripartita</i>		39	1,4— 3,1— 4,2	aest.
<i>Anthemis tinctoria</i>		28	3,6— 6,7— 7,9	aest.
<i>Achillea millefolium</i>		51	8,3— 17,9— 32,1	aest.
<i>Achillea ptarmica</i>		13	2,3— 4,7— 9,3	aest.
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>		42	2,1— 5,1— 8,2	aest.
<i>Tanacetum vulgare</i>		29	3,6— 7,1— 8,9	juv.
<i>Artemisia absinthium</i>		36	3,1— 8,2— 14,1	aest.
<i>Artemisia vulgaris</i>		47	3,7— 7,8— 12,1	aest./juv.
<i>Artemisia campestris</i>		37	6,2— 11,1— 17,8	aest./juv.
<i>Tussilago farfara</i>		27	2,3— 7,8— 13,4	aest.
<i>Arnica montana</i>		16	1,3— 2,4— 3,9	aest.
<i>Senecio vulgaris</i>		28	2,3— 4,1— 8,6	aest.
<i>Senecio silvaticus</i>		25	1,7— 3,5— 6,2	aest.
<i>Senecio</i> cfr. <i>fuchsii</i>		23	1,4— 3,1— 5,2	aest.
<i>Senecio jacobaea</i>		33	2,1— 4,2— 6,1	aest.
<i>Carlina vulgaris</i>		29	2,0— 4,2— 5,1	aest.
<i>Arctium tomentosum</i>		16	1,5— 2,5— 4,0	juv.
<i>Cirsium lanceolatum</i>		23	2,1— 3,3— 5,2	juv.
<i>Cirsium oleraceum</i>		27	2,3— 3,4— 5,9	juv.
<i>Serratula tinctoria</i>		24	2,7— 5,6— 8,1	aest.
<i>Centaurea scabiosa</i>		37	3,1— 7,6— 14,2	aest.

	1	2	3	4
<i>Centaurea rhenana</i>		41	3,5- 6,7-11,9	aest.
<i>Centaurea jacea</i>		32	3,7- 9,2-14,0	aest.
<i>Cichorium intybus</i>		26	6,5-10,2-14,9	aest.
<i>Lapsana communis</i>		19	1,7- 5,5- 8,2	aest.
<i>Hypochoeris radicata</i>		17	4,3- 7,9-12,5	aest.
<i>Hypochoeris glabra</i>		20	4,6- 7,2-14,1	aest.
<i>Tragopogon</i> sp.		29	2,1- 3,6- 5,2	aest.
<i>Leontodon autumnalis</i>		31	3,2- 8,1-12,7	aest.
<i>Leontodon hispidus</i>		42	3,0- 7,8-11,1	aest.
<i>Taraxacum laevigatum</i>		23	4,1- 6,6- 8,1	aest.
<i>Taraxacum officinale</i>		54	2,3- 4,7- 8,2	aest.
<i>Picris hieractoides</i>		34	1,7- 3,0- 4,6	aest.
<i>Mycelis muralis</i>		27	1,6- 3,1- 4,5	aest.
<i>Crepis biennis</i>		22	2,5- 7,1-10,2	aest.
<i>Crepis praemosa</i>		30	3,8- 8,2-15,0	aest.
<i>Crepis tectorum</i>		17	3,5- 7,0-14,3	aest.
<i>Hieracium pilosella</i>		51	9,9-23,8-48,3	aest.
<i>Hieracium bauhini</i>		21	3,4- 7,2-14,7	aest.
<i>Hieracium murorum</i>		23	2,5- 6,1- 8,8	aest.
<i>Hieracium lachenalii</i>		35	2,0- 3,6- 4,3	aest.
<i>Hieracium laevigatum</i>		30	3,2- 6,9-11,1	aest.
<i>Hieracium umbellatum</i>		27	2,3- 3,8- 6,7	aest.
<i>Liliaceae</i>				
<i>Anthericum ramosum</i>		18	1,8- 2,8- 4,0	aest.
<i>Allium</i> sp.		23	1,3- 3,4- 5,0	aest.
<i>Ornithogalum umbellatum</i>		28	2,3- 4,6- 7,1	aest.
<i>Majanthemum bifolium</i>		42	1,3- 2,4- 5,0	aest.
<i>Polygonatum</i> sp.		16	1,0- 2,3- 3,7	aest.
<i>Convallaria maialis</i>		31	1,0- 2,3- 4,2	vern./aest.
<i>Paris quadrifolia</i>		29	1,3- 2,7- 4,8	aest.
<i>Juncaceae</i>				
<i>Juncus bufonius</i>		32	9,6-23,1-31,2	aest.
<i>Juncus capitatus</i>		27	11,5-18,6-27,1	aest.
<i>Juncus squarrosus</i>		30	12,1-22,2-28,0	aest.
<i>Juncus compressus</i>		34	9,5-13,4-24,8	aest.
<i>Juncus effusus</i>		40	13,3-19,0-27,8	aest.
<i>Juncus conglomeratus</i>		31	10,1-16,4-22,2	aest.
<i>Luzula pilosa</i>		27	4,3- 8,6-13,2	aest.
<i>Luzula nemorosa</i>		24	3,7- 6,2-11,3	aest.
<i>Luzula multiflora</i>		26	4,5-10,4-18,8	aest.
<i>Luzula campestris</i>		31	8,1-12,4-22,6	aest.
<i>Cyperaceae</i>				
<i>Carex praecox</i>		23	5,2- 7,8- 9,7	vern./aest.
<i>Carex brizoides</i>		34	6,1- 8,8-13,0	aest.
<i>Carex arenaria</i>		26	3,6- 7,2-12,4	aest.
<i>Carex pairaei</i>		16	4,1- 6,6-13,1	aest.
<i>Carex leporina</i>		29	5,1- 8,0-12,3	aest.
<i>Carex montana</i>		34	8,2-14,7-17,9	aest.
<i>Carex ericetorum</i>		22	7,3-13,1-17,9	aest.

1	2	3	4
<i>Carex caryophyllea</i>	26	6,5—9,4—13,5	aest.
<i>Carex michelii</i>	34	7,8—13,0—18,1	aest.
<i>Carex pilosa</i>	28	3,6—6,9—10,1	aest.
<i>Carex pallescens</i>	19	6,5—10,7—13,1	aest.
<i>Carex silvatica</i>	22	2,7—4,6—7,1	aest.
<i>Carex glauca</i>	23	6,0—11,1—16,5	aest.
<i>Carex hirta</i>	40	6,6—12,0—23,2	aest.
<i>Gramineae</i>			
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	31	7,3—9,5—13,2	aest.
<i>Millium effusum</i>	18	2,3—6,5—8,1	aest.
<i>Phleum boeheimeri</i>	36	4,9—9,0—13,6	aest.
<i>Phleum pratense</i>	33	3,3—6,9—11,5	aest.
<i>Alopecurus pratensis</i>	27	3,6—8,5—13,6	aest.
<i>Alopecurus geniculatus</i>	19	4,2—12,1—18,6	aest.
<i>Agrostis alba</i>	25	4,7—12,0—19,3	aest.
<i>Agrostis vulgaris</i>	36	6,7—13,2—20,1	aest.
<i>Agrostis</i> cfr. <i>canina</i>	56	5,2—11,3—17,1	aest.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	27	4,8—9,2—15,4	aest.
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	31	4,3—8,0—13,1	aest.
<i>Holcus mollis</i>	19	3,5—9,6—16,4	aest.
<i>Holcus lanatus</i>	24	4,0—11,3—20,2	aest.
<i>Phragmites communis</i>	22	2,1—9,2—10,7	juv./aest.
<i>Aira caryophyllea</i>	17	3,6—9,5—12,8	aest.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	18	3,3—6,1—9,0	aest.
<i>Deschampsia caespitosa</i>	34	12,2—23,4—35,7	aest.
<i>Corynephorus canescens</i>	48	7,5—13,8—24,9	aest.
<i>Elymus europaeus</i>	30	4,7—11,6—26,2	aest.
<i>Trisetum flavescens</i>	16	3,0—7,5—9,3	aest.
<i>Avenastrum pubescens</i>	31	9,0—16,7—25,1	aest.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	42	3,6—7,3—11,3	aest.
<i>Sieglingia decumbens</i>	25	3,0—5,1—8,8	aest.
<i>Molinia coerulea</i>	67	7,9—25,8—42,7	aest.
<i>Koeleria glauca</i>	21	4,6—10,1—14,3	aest.
<i>Koeleria gracilis</i>	35	8,8—16,3—24,2	aest.
<i>Melica nutans</i>	26	3,0—5,8—8,5	aest.
<i>Melica uniflora</i>	16	2,0—4,2—6,1	aest.
<i>Cynosurus cristatus</i>	40	16,3—32,2—51,8	aest.
<i>Briza media</i>	26	4,5—7,8—11,0	aest.
<i>Dactylis glomerata</i>	35	4,2—11,0—18,6	aest.
<i>Dactylis aschersoniana</i>	23	3,2—6,8—13,1	aest.
<i>Poa annua</i>	57	18,6—34,9—86,3	aest.
<i>Poa nemoralis</i>	44	7,1—13,2—20,3	aest.
<i>Poa compressa</i>	27	9,1—18,0—22,8	aest.
<i>Poa trivialis</i>	35	3,7—8,9—17,6	aest.
<i>Poa pratensis</i>	30	3,2—8,1—16,9	aest.
<i>Bromus benekeni</i>	23	3,6—6,1—9,5	aest.
<i>Bromus inermis</i>	17	5,2—9,4—13,8	aest.
<i>Bromus sterilis</i>	18	5,0—9,5—13,3	aest.
<i>Bromus mollis</i>	22	7,2—12,0—15,8	aest.
<i>Bromus racemosus</i>	20	7,0—9,6—13,5	aest.

1	2	3	4
<i>Bromus tectorum</i>	25	3,3— 5,2— 7,6	aest.
<i>Festuca ovina</i> cfr.	51	12,5—23,1—34,6	aest.
<i>Festuca sulcata</i> cfr.	35	11,5—20,4—27,5	aest.
<i>Festuca rubra</i>	47	10,3—23,0—29,6	aest.
<i>Festuca pratensis</i>	37	6,1— 9,8—16,2	aest.
<i>Festuca silvatica</i>	21	1,8— 4,2— 6,9	aest.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	34	6,8—17,5—22,1	aest.
<i>Nardus stricta</i>	56	14,1—34,7—47,3	aest.
<i>Lolium</i> sp.	44	13,1—28,9—53,8	aest.
<i>Agropyron repens</i>	46	12,8—23,3—48,2	aest.
<i>Hordeum murinum</i>	18	4,5— 7,0—12,3	aest.
Orchidaceae			
<i>Orchis</i> sp. (+ <i>Platanthera</i>)	48	1,0— 1,6— 3,7	aest.
<i>Epipactis</i> sp.	16	1,0— 1,5— 3,2	aest.

o „zwartym” obrazie krzywej (np. *Campanula persicifolia*). O ile „rozciągnięcie” wytrzymałości w obrębie poszczególnych gatunków jest zrozumiałe, to występowanie układów dwuwierzchołkowych (ryc. 3 e, f) wskazywałoby, że mamy w tym przypadku do czynienia z dwoma ekotypami. Częstokroć dwuwierzchołkowość krzywej, jak np. u *Festuca ovina*, wskazuje, że próba dotyczy raczej grupy drobnych gatunków, znanych zresztą, lecz trudnych do oznaczenia w terenie. W innych przypadkach (ryc. 3 e) wyjaśnienie przyczyn tego zjawiska jest trudniejsze i wymagałoby dodatkowych badań.

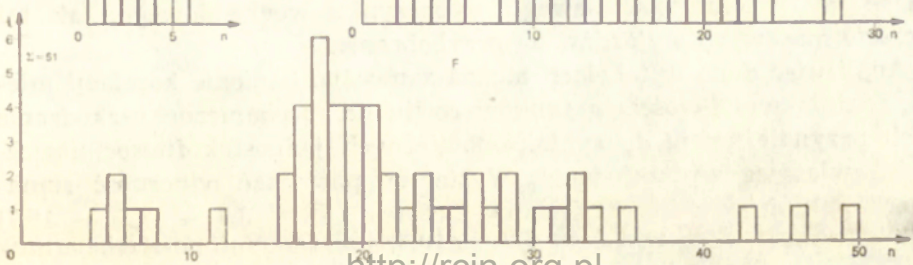
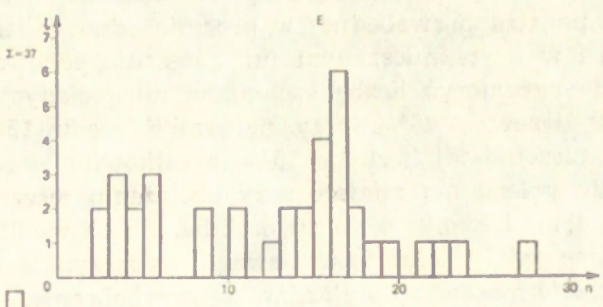
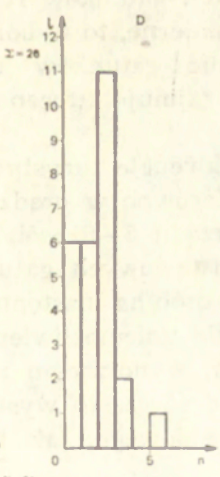
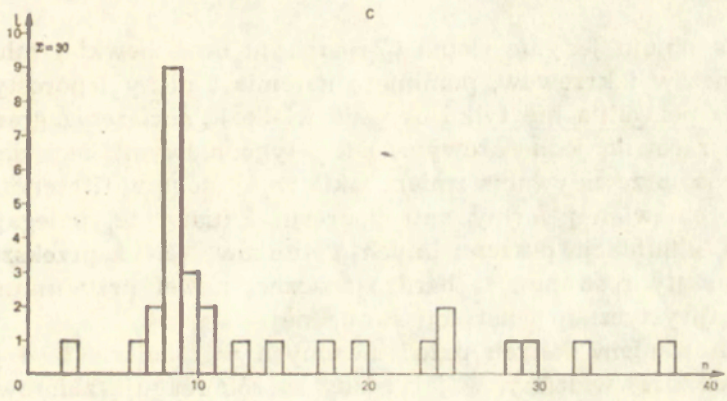
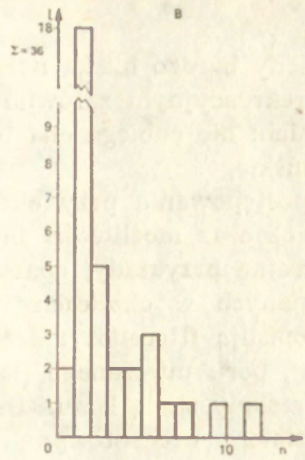
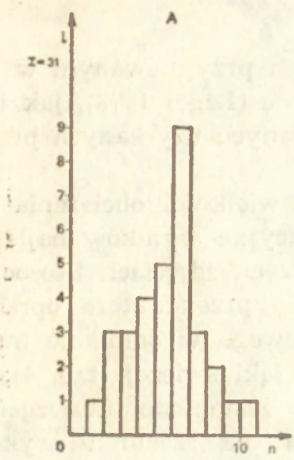
Odrębnym zagadnieniem jest określenie tempa restytucji częściowo zniszczonych pędów. Jest to o tyle ważne, że w praktyce określania tzw. chłonności naturalnej terenów rekreacyjnych, posługujemy się zazwyczaj interwałem tygodniowym, a nie dobowym. Na podstawie badań dotyczących tempa odtwarzania organów u 6 gatunków mało podatnych na niszczenie, można stwierdzić, że w pierwszym okresie po częściowym zniszczeniu (8—10 dni w lecie, a 4—6 dni na wiosnę) restytucja ta przebiega bardzo wolno i dopiero po tym czasie przybiera na sile. Tak więc przy interwale tygodniowym jest w zasadzie obojętne czy proces niszczenia przebiegał jednorazowo, czy też był rozłożony w czasie. Określając zatem wielkość obciążenia granicznego w przeliczeniu na tydzień, należy wartość uzyskaną z przedstawionego wzoru podzielić przez 7.

Ryc. 3. Rozkład wrażliwości osobniczej na uszkodzenia mechaniczne wywołane deptaniem dla wybranych gatunków roślin

A — *Helichrysum arenarium*; B — *Viola mirabilis*; C — *Vaccinium vitis-idaea*; D — *Campanula persicifolia*; E — *Viola canina*; F — *Festuca ovina*;
1 — liczba prób; n — liczba nadeptanych niszczących

The distribution of the individual sensibility to mechanical damages under the influence of treading (for some selected plant species: A, B, C, D, E, F.)

1 — number of samples; n — number of destructive treading



Jest ona wtedy bardzo bliska normatywom przyjmowanym w zagospodarowaniu rekreacyjnym zarówno w Polsce (Regel 1973), jak i w krajach sąsiednich; nie odbiega ona też od danych uzyskanych przez Marsza czy Falińskiego.

Sposób postępowania przy określaniu wielkości obciążenia granicznego fitocenoz oraz możliwości interpretacyjne wyników najlepiej ilustrują konkretne przykłady, oparte na trzech zdjęciach fitosocjologicznych wykonanych w okolicach Warszawy przez autora opracowania. Zdjęcia te opisują fitocenozy: grądu typowego w odmianie mazowieckiej (tab. 2.), boru mieszanego (tab. 3) i łąki świeżej (tab. 4); stopień pokrycia określany skalą Braun-Blanqueta zastąpiono tutaj zgeneralizowanym udziałem procentowym, opartym na szacunku wykonanym w terenie.

Analizą objęto jedynie zielne *Cormophyta* oraz siewki i młodociane osobniki drzew i krzewów, pominięto natomiast mchy i porosty.

Analiza pozwoliła nie tylko określić wielkość obciążenia granicznego (w ujęciu zarówno jednorazowym, jak i tygodniowym), lecz dała również możliwość przewidywania zmian, jakie zająć mogą w fitocenozach pod wpływem omawianej formy antropopresji. Zmiany te, polegające zarówno na eliminacji poszczególnych gatunków, jak i przekształceniu struktury szaty roślinnej, są bardzo znaczne, nawet przy minimalnym natężeniu turystycznej penetracji swobodnej.

Podsumowaniem danych przedstawionych w tabelach 2—4 jest rycina 4, na której widzimy, w jak różny sposób reagują zbiorowiska na omawiany typ presji. O ile w grądzie tempo eliminacji gatunków runa i redukcji pokrywy roślinnej jest mniej więcej równomierne, to w borze mieszanym znacznie szybciej następuje wyniszczenie gatunków niż zmniejszenie pokrycia. Pośrednie natomiast miejsce zajmuje fitocenoza łąki świeżej.

Dane w tabelach pozwalają również ocenić konsekwencje turystycznej penetracji swobodnej w procesie odnowy lasu. Zarówno w grądzie, jak i w borze mieszanym już natężenie penetracji rzędu 5—8 osób/ha może ograniczyć liczbę osobników młodocianych podstawowych gatunków drzew o 25%; przy penetracji rzędu 15—25 osób/ha następuje ograniczenie tej liczby o 75%; a całkowite w zasadzie uniemożliwienie odnowy lasu ma miejsce przy obciążeniu niszczącym, wynoszącym np. dla dębu i sosny około 40 osób/ha. Są to wielkości dość często występujące tak w okresie masowego wypoczynku weekendowego, jak też w czasie masowych wyjazdów na grzybobranie.

Analizując dane w tabelach można zauważyć istnienie korelacji między średnią wrażliwością gatunków roślin na mechaniczne uszkodzenia a ich przynależnością do syntaksonomicznych jednostek fitosocjologicznych, zwłaszcza wyższej rangi. Wystarczy porównać odporność sumaryczną gatunków z klasy *Vaccinio-Piceetea* ($\bar{W} = 3,4 - 7,6 - 15,7$) i *Quercu-Fagetea* ($\bar{W} = 3,1 - 6,9 - 10,3$) lub też *Molinio-Arrhenathe-*

Tabela 2. Określanie obciążenia granicznego na przykładzie fitocenozy grądu typowego w odmianie mazowieckiej (*Tilio-Carpinetum typicum*)

2a – charakterystyka fitocenozy i określenie wielkości obciążenia granicznego

Miejsce: Konstancin k. Warszawy

Powierzchnia: 600 m²

Termin: lipiec, 1973

Zwarcie drzew: około 80–85%

„ krzewów: – 30%

„ runa: – 50%

Warstwa drzew: *Quercus robur* (3.1), *Carpinus betulus* (3.2), *Tilia cordata* (2.1), *Betula verrucosa* (1.3),

Warstwa krzewów: *Corylus avellana* (2.3), *Quercus robur* (1.2), *Sorbus aucuparia* (+), *Carpinus betulus* (+), *Tilia cordata* (+), *Evonymus europaea* (+), *Viburnum opulus* (+), *Frangula alnus* (+)

Warstwa zielna: gatunek	Uśrednione pokrycie w %	Średnia odporność pędów
CH. <i>Carpinion betuli</i> :		
<i>Carpinus betulus</i>	1	1,6– 6,7– 14,1
<i>Stellaria holostea</i>	5	3,7– 7,1– 9,8
<i>Galium schultesii</i>	1	1,3– 3,5– 5,8
<i>Tilia cordata</i>	0,1	1,6– 3,8– 6,0
suma:	7,1	8,2– 21,1– 35,7
CH. <i>Fagetalia</i> :		
<i>Galeobdolon luteum</i>	5	1,3– 2,6– 4,2
<i>Milium effusum</i>	5	2,3– 6,5– 8,1
<i>Polygonatum multiflorum</i>	1	1,0– 2,3– 3,7
<i>Asarum europaeum</i>	5	2,8– 5,6– 7,1
<i>Viola silvestris</i>	0,1	1,5– 3,5– 7,8
<i>Scrophularia nodosa</i>	0,1	1,4– 3,2– 4,5
suma:	16,2	10,3– 23,7– 35,4
CH. <i>Quercu-Fagetea</i> :		
<i>Hepatica nobilis</i>	1	2,6– 6,0– 10,1
<i>Corylus avellana</i>	0,1	2,7– 6,6– 7,9
<i>Melica nutans</i>	5	3,0– 5,8– 8,5
<i>Moehringia trinervia</i>	1	1,8– 6,6– 10,2
<i>Poa nemoralis</i>	5	7,1– 13,2– 20,3
<i>Campanula trachelium</i>	0,1	1,6– 3,0– 7,1
suma:	12,2	18,8– 41,2– 64,1
Towarzyszące:		
<i>Convallaria maialis</i>	0,1	1,0– 2,3– 4,2
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	2,6– 6,5– 8,1
<i>Quercus robur</i>	0,1	1,1– 3,1– 8,3
<i>Deschampsia caespitosa</i>	0,1	12,2– 23,4– 35,7
<i>Athyrium filix-femina</i>	1	2,6– 5,1– 7,8
<i>Frangula alnus</i>	1	1,5– 5,1– 13,2
<i>Ajuga reptans</i>	5	2,1– 4,3– 6,7
<i>Majanthemum bifolium</i>	1	1,3– 2,4– 5,0
<i>Oxalis acetosella</i>	5	1,2– 2,3– 3,7
<i>Luzula pilosa</i>	0,1	4,3– 8,6– 13,2

Warstwa zielna: gatunek	Uśrednione pokrycie w %	Średnia odporność pędów
<i>Veronica chamaedrys</i>	0,1	4,1— 6,5— 9,9
<i>Galium mollugo</i>	0,1	3,4— 6,5— 9,9
suma:	14,6	37,4— 77,8— 130,6
Razem: gatunków 28, pokrycia 50,1		74,7— 163,8— 265,8

\bar{W} dla gatunków *Carpinion*: $(8,2-21,1-35,7:4) = 2,1-5,3-8,9$

\bar{W} dla gatunków *Fagetalia*: $(10,3-23,7-35,4:6) = 1,7-3,9-5,9$

\bar{W} dla gatunków *Quercus-Fagetia*: $(18,8-41,2-64,1:6) = 3,1-6,9-10,7$

Razem dla *Quercus-Fagetia*: $(37,3-86,0-135,2:16) = 2,3-5,4-8,4$

\bar{W} dla gatunków towarzyszących: $(37,4-77,8-130,6:12) = 3,1-6,5-10,9$

Razem dla fitocenozy: $(74,7-163,8-265,8:28) = 2,7-5,8-9,5$

Podstawiając te wartości do wzoru (str. [40]) otrzymujemy:

$$O_{\text{jednorazowe}} = 5 \frac{2,7 \times 1}{1}; 5 \frac{5,8 \times 1}{1}; 5 \frac{9,5 \times 1}{1}, \text{ czyli}$$

$$13,5(\bar{W}_{\min}) - 29,0(\bar{W}_{\text{str}}) - 47,5(\bar{W}_{\max}) \text{ osób/ha,}$$

$$O_{\text{(tygodn.)}} = 5 \frac{2,7 \times 1}{1 \times 7}; 5 \frac{5,8 \times 1}{1 \times 7}; 5 \frac{9,5 \times 1}{1 \times 7}, \text{ czyli:}$$

$$1,9-4,1-6,8 \text{ osób /ha/tydzień}$$

2b — przewidywane zmiany w składzie gatunkowym i strukturze fitocenozy grądu pod wpływem narastającego wydeptywania

	Obciążenie niszczące (w osobach/ha)															
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	pow.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Oxalis acetosella</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Convallaria maialis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Galeobdolon luteum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scrophularia nodosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Majanthemum bifolium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Galium schultesii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tilia cordata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ajuga reptans</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asarum europaeum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Campanula trachelium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Athyrium filix-femina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Viola silvestris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Corylus avellana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Milium effusum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Quercus robur</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Melica nutans</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Stellaria holostea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Galium mollugo</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hepatica nobilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Moehringia trinervia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Frangula alnus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Luzula pilosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	Obciążenie niszczące w (osobach/ha)															
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	pow.
<i>Carpinus betulus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Poa nemoralis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Deschampsia caespitosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Przy $\sigma_{\min} = 13,5$ osób/ha liczba gatunków nie zmieni się, jedynie pokrycie zmniejszy się o około 4%,
 przy $\sigma_{\text{średn.}} = 29$ osób/ha liczba gatunków zmniejszy się o 21,4%, a pokrycie o 24,3%,
 przy $\sigma_{\max} = 47,5$ osób/ha liczba gatunków zmniejszy się o 64,2%, a pokrycie o 71%.

Tabela 3. Określenie obciążenia granicznego na przykładzie fitocenozy boru mieszanego (*Pino-Quercetum*)

3a — charakterystyka fitocenozy i określenie wielkości obciążenia granicznego

Miejscowość: Dziekanów Leśny k. Warszawy

Powierzchnia zdjęcia: 800 m²

Termin: lipiec, 1970

Zwarcie drzew: 60%

„ krzewów: 20%

„ runa: 50%

Warstwa drzew: *Pinus silvestris* (3.1), *Quercus robur* (2.2), *Betula verrucosa* (1.2), *Populus tremula* (1.3), *Carpinus betulus* (1.3), *Sorbus aucuparia* (+)

Warstwa krzewów: *Juniperus communis* (2.3), *Corylus avellana* (1.1), *Pinus silvestris* (1.2), *Quercus robur* (1.1), *Sorbus aucuparia* (+), *Populus tremula* (1.3), *Carpinus betulus* (+), *Frangula alnus* (1.1), *Evonymus verrucosa* (+)

Warstwa zielna: gatunek	Uśrednione pokrycie w %	Średnia odporność pędów
CH. i optym. dla <i>Vaccinio-Piceetea</i>		
<i>Vaccinium myrtillus</i>	30	5,9— 12,4— 26,2
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	0,1	6,2— 14,3— 29,2
<i>Trientalis europaea</i>	0,1	1,8— 3,2— 6,1
<i>Pinus silvestris</i>	0,1	1,9— 5,1— 8,3
<i>Populus tremula</i>	0,1	1,1— 2,9— 8,9
suma:	30,4	16,9— 37,9— 78,7
CH. i optym. dla <i>Quercuo-Fagetea</i>		
<i>Stellaria holostea</i>	1	3,7— 7,1— 9,8
<i>Poa nemoralis</i>	5	7,1— 13,2— 20,3
<i>Milium effusum</i>	0,1	2,3— 6,5— 8,1
<i>Corylus avellana</i>	0,1	2,7— 6,6— 7,9
<i>Equisetum silvaticum</i>	0,1	1,2— 2,2— 3,5
<i>Melica nutans</i>	0,1	3,0— 5,8— 8,5
<i>Carpinus betulus</i>	0,1	1,6— 6,7— 14,1
suma:	6,5	21,6— 48,1— 72,2

Towarzyszące:

<i>Calamagrostis arundinacea</i>	5	4,3— 8,0— 13,1
<i>Veronica officinalis</i>	0,1	3,2— 6,7— 9,5
<i>Melampyrum pratense</i>	5	2,4— 4,6— 7,2
<i>Pteridium aquilinum</i>	1	2,7— 4,6— 9,7
<i>Juniperus communis</i>	1	6,3— 20,8— 43,2

Warstwa zielna: gatunek	Uśrednione pokrycie w %	Średnia odporność pędów
<i>Solidago virga-aurea</i>	0,1	1,8— 5,2— 6,9
<i>Anthoxantum odoratum</i>	0,1	7,3— 9,5— 13,2
<i>Athyrium filix femina</i>	0,1	2,6— 5,1— 7,8
<i>Convallaria maialis</i>	1	1,0— 2,3— 4,2
<i>Quercus robur</i>	0,1	1,1— 3,1— 8,3
<i>Sorbus aucuparia</i>	0,1	2,6— 6,5— 8,2
<i>Frangula alnus</i>	0,1	1,5— 5,1— 13,2
<i>Luzula pilosa</i>	1	4,3— 8,6— 13,2
<i>Majanthemum bifolium</i>	0,1	1,3— 2,4— 5,0
<i>Festuca ovina</i> cfr.	1	12,5— 23,1— 34,6
<i>Vinca minor</i>	0,1	7,5— 13,2— 22,1
<i>Molinia coerulea</i>	0,1	7,9— 25,8— 42,7
suma:	16,0	70,3— 154,6— 262,1
Razem: gatunków 29, pokrycia	52,9	108,8— 240,6— 413,0

\overline{W}_{min} dla gatunków *Vaccinio-Piceetea* = 3,4—7,6—15,7

$\overline{W}_{średn.}$ dla gatunków *Quercu-Fagetea* = 3,1—6,9—10,3

\overline{W}_{max} dla fitocenozy = 3,7—8,3—14,2

$$O_{jednorazowe} = 5 \frac{3,7 \times 0,9}{1}; 5 \frac{8,3 \times 0,9}{1}; 5 \frac{14,2 \times 0,9}{1}$$

co równa się: 16,6—37,3—63,9 osób/ha

$O_{(tygodn.)}$ wynosi zatem: 2,4—5,3—9,1 osób/ha/tydzień.

3b — przewidywane zmiany w składzie gatunkowym i strukturze fitocenozy boru mieszanego pod wpływem narastającego wydeptywania

	Obciążenie niszczące (w osobach /ha)															
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	pow.
<i>Equisetum silvaticum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Convallaria maialis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Majanthemum bifolium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Trientalis europaea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Solidago virga-aurea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Melampyrum pratense</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Athyrium filix-femina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Corylus avellana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pinus silvestris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Quercus robur</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Melica nutans</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Populus tremula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Veronica officinalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Stellaria holostea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Frangula alnus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Luzula pilosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Carpinus betulus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Poa nemoralis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Vinca minor</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

	Obciążenie niszczące (w osobach /ha)															
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	pow.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Festuca ovina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Molinia coerulea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Juniperus communis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Przy $\bar{o}_{\min} = 3,7 \times 5 = 16,6$ liczba gatunków zmniejszy się o 3,4%, a pokrycie o 0,2%,
 przy $\bar{o}_{\text{redn.}} = 37,3$ osób/ha liczba gatunków zmniejszy się o 34,5%, a pokrycie o 12,8%,
 przy $\bar{o}_{\max} = 63,9$ osób/ha liczba gatunków zmniejszy się o 75,9%, a pokrycie o 31,2%

Tabela 4. Określenie obciążenia granicznego na przykładzie fitocenozy łąki świeżej z rzędu *Arrhenatheretalia*

4a — charakterystyka fitocenozy i określenie wielkości obciążenia granicznego

Miejscowość: Dolina Wisły pod Czerniejewem

Powierzchnia: 750 m²

Termin: czerwiec, 1968

Zwarcie runa: 120%

Warstwa zielna: gatunek	Uśrednione pokrycie w %	Średnia odporność pędów
CH. rzędu <i>Arrhenatheretalia</i>		
<i>Arrhenatherum elatius</i>	0,1	3,6— 7,3— 11,3
<i>Crepis biennis</i>	1	2,5— 7,1— 10,2
<i>Bromus mollis</i>	5	7,2— 12,0— 15,8
<i>Daucus carota</i>	5	3,2— 5,7— 11,5
<i>Trisetum flavescens</i>	5	3,0— 7,5— 9,3
<i>Heracleum sphondylium</i>	0,1	1,9— 3,8— 8,2
<i>Bellis perennis</i>	1	13,2— 24,1— 45,9
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	5	2,1— 5,1— 8,2
<i>Dactylis glomerata</i>	0,1	4,2— 11,0— 18,6
<i>Taraxacum officinale</i>	0,1	2,3— 4,7— 8,2
<i>Carum carvi</i>	0,1	2,6— 5,9— 10,1
<i>Rumex acetosa</i>	5	4,8— 12,0— 24,3
<i>Lotus corniculatus</i>	5	6,7— 17,9— 31,0
suma:	32,5	57,3— 124,1— 212,6
CH. klasy <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>		
<i>Alopecurus pratensis</i>	0,1	3,6— 8,5— 13,6
<i>Trifolium repens</i>	0,1	8,7— 26,5— 57,9
<i>Stellaria graminea</i>	0,1	3,0— 4,5— 7,1
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	0,1	2,7— 4,5— 9,4
<i>Centaurea jacea</i>	1	3,7— 9,2— 14,0
<i>Cerastium vulgatum</i>	1	4,0— 6,5— 11,3
<i>Festuca rubra</i>	20	10,3— 23,4— 29,6
<i>Holcus lanatus</i>	1	4,0— 11,3— 20,2
<i>Leontodon hispidus</i>	1	3,0— 7,8— 11,1
<i>Phleum pratense</i>	0,1	3,3— 6,9— 11,5
<i>Ranunculus acer</i>	1	2,6— 6,5— 9,9
<i>Trifolium dubium</i>	0,1	4,8— 12,0— 24,3
<i>Lathyrus pratensis</i>		3,0— 8,3— 10,

Warstwa zielna: gatunek	Uśrednione pokrycie w %	Średnia odporność pędów
<i>Vicia cracca</i>	1	3,2– 8,0– 15,6
<i>Trifolium pratense</i>	20	11,0– 27,3– 34,2
<i>Poa trivialis</i>	0,1	3,7– 8,9– 17,6
<i>Achillea millefolium</i>	5	8,3– 17,9– 32,1
<i>Plantago lanceolata</i>	5	8,6– 20,0– 36,2
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	1	7,2– 12,3– 23,1
suma:	62,7	98,7– 230,3– 388,8
CH. dla klasy <i>Plantaginetea</i>		
<i>Potentilla reptans</i>	0,1	7,1– 21,0– 36,1
<i>Prunella vulgaris</i>	5	4,9– 11,0– 18,6
<i>Agrostis vulgaris</i>	0,1	6,7– 13,2– 20,1
suma:	5,2	18,7– 45,2– 74,8
CH. dla innych klas		
<i>Veronica serpyllifolia</i>	0,1	2,1– 4,2– 8,6
<i>Cerastium arvense</i>	0,1	3,6– 10,7– 18,3
<i>Galium verum</i>	1	3,2– 7,8– 12,3
<i>Luzula campestris</i>	1	8,1– 12,4– 22,6
<i>Luzula multiflora</i>	0,1	4,5– 10,4– 18,8
suma:	2,3	21,5– 45,5– 80,6
Towarzyszące:		
<i>Ranunculus repens</i>	0,1	8,4– 20,7– 69,3
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1	2,7– 8,1– 10,3
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	4,1– 8,2– 14,7
<i>Briza media</i>	0,1	4,5– 7,8– 11,0
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	5	7,3– 9,5– 13,2
<i>Equisetum arvense</i>	5	1,2– 1,9– 3,2
<i>Medicago lupulina</i>	0,1	6,0– 17,3– 43,1
<i>Cichorium intybus</i>	0,1	6,5– 10,2– 14,9
<i>Festuca ovina</i> cfr.	1	12,5– 23,1– 34,6
<i>Galium verum</i>	1	2,0– 3,7– 5,6
suma:	14,4	55,2– 110,5– 220,2

\bar{W} dla gatunków *Arrhenatheretalia* = 4,4–9,5–16,3

\bar{W} dla gatunków *Molinio-Arrhenatheretea* = 4,9–11,1–18,9

\bar{W} dla gatunków *Plantaginetea* = 6,2–15,1–24,9

\bar{W} dla fitocenozy = 5,0–11,1–19,5

$$O_{\text{jednorazowe}} = \frac{5,0 \times 1}{1}, \frac{11,1 \times 1}{1}, \frac{19,5 \times 1}{1};$$

co równa się: 25–55,5–97,5.

$O_{(\text{tygodn.})} = 3,6–7,9–13,9$ osób/ha/ tydzień.

4b – Przewidywane zmiany w składzie gatunkowym i strukturze fitocenozy łąki świeżej pod wpływem narastającego wydeptywania

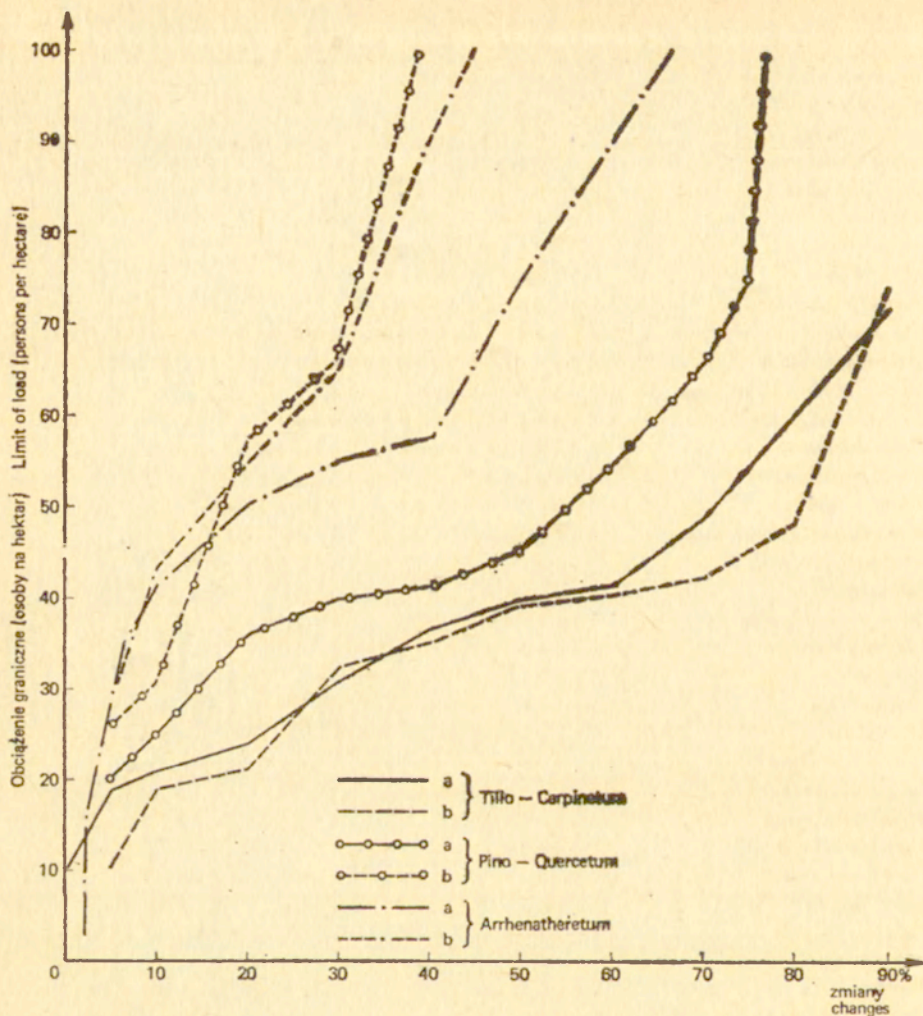
	Obciążenie niszczące (w osobach/ha)														
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	pow.
<i>Equisetum arvense</i>	++														
<i>Galium verum</i>	++++++														
<i>Stellaria graminea</i>	+++++++++														
<i>Heracleum sphondylium</i>	+++++++++														
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	+++++++++														

	Obciążenie niszczące (w osobach/ha)											pow.		
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65		70	75
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Veronica serpyllifolia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trisetum flavescens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ranunculus acer</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Carum carvi</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Crepis biennis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pimpinella saxifraga</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Briza media</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leontodon hispidus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cerastium vulgatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Daucus carota</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phleum pratense</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Galium verum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Alopecurus pratensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Centaurea jacea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cichorium intybus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vicia cracca</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bromus mollis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Poa trivialis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cerastium arvense</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prunella vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dactylis glomerata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Luzula multiflora</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Agrostis vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Holcus lanatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Luzula campestris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trifolium dubium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Festuca rubra</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lotus corniculatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Achillea millefolium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trifolium pratense</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Festuca ovina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Potentilla reptans</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Plantago lanceolata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Medicago lupulina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bellis perennis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trifolium repens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ranunculus repens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Przy $O_{\min} = 25$ osób/ha liczba gatunków zmniejszy się o 2%, a pokrycie o 4,2%.

przy $O_{\text{średn.}} = 55,5$ osób/ha liczba gatunków zmniejszy się o 32%, a pokrycie o 21,9%.

przy $O_{\max} = 97,5$ osób/ha liczba gatunków zmniejszy się o 68%, a pokrycie o 43,9%.



Ryc. 4. Zmiany w fitocenozach wywołane wzrostem penetracji rekreacyjnej (tabela 2—4)

a — ginięcie gatunków runa; b — zmniejszanie się pokrycia runa

Changes in phytocoenoses due to increase of recreational penetration

a — extinction of herb layer species; b — reduction of plant cover

rete ($W = 4,9 - 11,1 - 18,8$) i *Plantaginetea* ($\bar{W} = 6,2 - 15,1 - 24,9$). Korelacje te nie są jednak zupełne, w każdej bowiem z grup syntaksonomicznych występują gatunki o odporności wielokrotnie przekraczającej średnią dla grupy (np. *Poa nemoralis* w *Quercu-Fagetea* lub *Festuca rubra* czy *Trifolium pratense* w *Molinio-Arrhenatheretea*). Gatunki te mają szansę zdominować fitocenozę, gdyż ich odporność antomiczno-fizjologiczna pozwoli nie tylko przetrwać, lecz i rozprzestrzenić się na miejsca zajęte uprzednio przez osobniki gatunków wrażliwych.

Przewidywane kierunki ewolucji fitocenoz pod wpływem zwiększającego się wydeptania przedstawiają tabele 2b, 3b i 4b.

Jak widzimy, na przykład w łące, w warunkach średniej presji (tj. z wyłączeniem wartości IV kwartyła), wyginie 39,2% gatunków, a średnie pokrycie runa zmniejszy się o 46,7%, tym samym zmieniają się stosunki ilościowe i dominacyjne. Fitocenoza wybitnie zubożeje, a ton jej będą nadawać takie gatunki, jak *Poa nemoralis*, *Deschampsia caespitosa* i in.

W borze mieszanym, w analogicznych warunkach, wyginie 58,6% gatunków, lecz zmniejszy to pokrycie terenu zaledwie o 17,6%. Eliminacji ulegną głównie gatunki łąkowe, a ich miejsce zajmą borówki, jałowiec i wytrzymałe trawy, takie jak *Festuca ovina*, czy *Molinia coerulea*.

W przypadku łąki, przy natężeniu użytkowania do granicy kwartyła IV (w max), wyginie 52% gatunków, tworzących 34,2% sumarycznego pokrycia, mimo to zbiorowisko nie zmieni swego fitosocjologicznego charakteru, a nawet struktury dominantów.

LITERATURA

- Faliński J. B., 1973, *Reakcja runa leśnego na wydeptywanie w świetle badań eksperymentalnych*, Phytocenosis, Warszawa—Białowieża, 2, nr 3.
- Kazanskaja N. S., Łapina W. W., Marfienin N. N., 1977, *Riekriecijonnyje liesa*, Moskwa.
- Kostrowicki A. S., 1970a, *Metoda określania odporności środowiska przyrodniczego*, Materiały Tow. Urban. Polsk., 31, Poznań.
- 1970b, *Zastosowanie metod geobotanicznych w ocenie przydatności terenu dla potrzeb rekreacji i wypoczynku*, Prz. Geogr., 42, z. 4.
- 1972, *Zastosowanie badań geobotanicznych w planowaniu przestrzennym*, Miasto, nr 9.
- Kostrowicki A. S., Richling A., 1972, *Studium metodyczne opracowania warunków przyrodniczych do planu ogólnego zagospodarowania przestrzennego na przykładzie m. Wyszkowa*, Materiały Tow. Urban. Polsk., 53, Warszawa.
- Marsz A., 1972, *Metoda obliczenia pojemności rekreacyjnej ośrodków wypoczynkowych na Niziu*, Prace Komisji Geogr.-Geol. PTPN, 12,3, Poznań.
- Regel S., 1973, *Wskaźniki chłonności środowiska przyrodniczego na obszarach turystycznych*, Wyd. Inst. Turystyki, Bydgoszcz.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ ПО ОТНОШЕНИЮ К МЕХАНИЧЕСКИМ ПОВРЕЖДЕНИЯМ ВЫЗВАННЫМ ВЫТАПТЫВАНИЕМ

Резюме

Настоящая работа представляет собой новый метод определения так называемой „туристической ёмкости“ основан на анализ устойчивости растений по отношению к вытаптыванию. Этот метод способствует точному определению уровня деградации растительности а также местообитаний под влиянием массового туризма. Эту величину представляет следующая формула:

$$O = 5 \frac{W \cdot S}{N},$$

где: O — предельная нагрузка (ёмкость) живого напочвенного покрова;

W — средняя восприимчивость живого напочвенного покрова; данного фитоценоза к механическим повреждениям вызванным вытаптыванием;

S — показатель плотности почвы (от 0,1 для наименее плотных почв до 1 для наиболее плотных);

N — показатель наклона стока (смотри рис. 1);

5 — показатель измеримости ровной поверхности стоптанной одним человеком в течение 8 часов, т.е. приблизительно 0,2 га.

Оценка восприимчивости растений была получена эмпирическим путём. Она охватила свыше 500 видов растений, распространенных на низменностях и возвышенностях Центральной Европы. Список этих видов вместе с диагнозами представлен в табл. 1. Первая колонка этой таблицы содержит название вида, вторая — количество выборок. Третья колонка указывает диагноз устойчивости растений. Первая цифра в колонке это среднее I квартала с самой низкой устойчивостью, цифра в середине — среднее арифметическое всей выборки, а конечная цифра — среднее IV квартала, т.е. той части выборки, для которой характерная самая большая устойчивость.

Табл. 2—4 содержат примеры оценки восприимчивости разных фитоценозов к рекреационному использованию, а также определение допустимого уровня туристического нажима. В конце таблиц представлен порядок исключения видов из фитоценоза в результате увеличивающегося туристического нажима.

Перевела Регина Писарек

THE METHOD OF ESTIMATING THE PLANT SPECIES HARDINESS FOR MECHANICAL DAMAGE DUE TO TREADING

Summary

This paper presents the new method of estimating so-called "tourist capacity" based on analysis of the plant species hardiness against treading. Thanks to this method it is possible to characterize the degree of a vegetation degradation as well as habitat degradation under the influence of mass tourism (hiking). The value of this "tourist capacity" is described by the formula:

$$O = 5 \frac{W \cdot S}{N}$$

where:

- S — the coefficient of ground tenacity (from 0.1 for grounds of a very low tenacity to 1.0 for grounds of the highest one);
- O — the load limit (tourist capacity) of herb layer;
- W — the mean sensibility of the particular phytocoenosis herb layer to mechanical damage due to treading;
- N — the coefficient of slope inclination (See Fig. 1);
- 5 — the conversion coefficient equal to the surface trodden by one person during 8 hours, i.e. about 0.2 ha.

The evaluation of plant species sensibility, obtained by way of the experiment, comprises more than 500 herb layer plant species common on the lowlands and highlands of Middle Europe. Those species are enlisted in Table 1 together with their diagnoses. There are Latin names of plant species in column I of this Table and numbers of samples in column II. Column III presents diagnoses of plant species hardiness. The first number from this column stands for the mean of the first quarter (with the lowest hardiness), the second number stands for the arithmetic mean of the whole sample, and the third — for the mean of the fourth quarter (i.e. the part of sample with the highest hardiness).

Examples of the evaluation of different phytocoenoses sensibility to recreational exploitation and admissible limits of tourist penetration are given in Tables 2—4. At the end of those tables one may find the sequence of plant species elimination from phytocoenosis due to the increasing tourist pressure.

Translated by Jerzy Solon

WINCENTY KAMIŃSKI, JANUSZ SZYRMER

PROBLEMATYKA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA
OCHRONY I KSZTAŁTOWANIA ŚRODOWISKA
W OCENIE EKSPERTÓW

PROBLEMATYKA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA W BADANIACH RWPG

Współpraca naukowa krajów członkowskich Rady Wzajemnej Pomocy Gospodarczej w dziedzinie ochrony i kształtowania środowiska człowieka rozwija się na szerszą skalę od kilkunastu lat. Można wyodrębnić trzy zasadnicze etapy tej współpracy¹:

Etap pierwszy (lata sześćdziesiąte), określany jako etap współpracy wąskotematycznej, charakteryzował się pojedynczymi badaniami wybranych, wycinkowych zagadnień w ramach tematów realizowanych przez komisje branżowe RWPG. Tematy te dotyczyły najczęściej konkretnych problemów o charakterze praktycznym.

Etap drugi, zwany etapem współpracy kompleksowej, zapoczątkowano w 1971 r. podpisaniem umowy o współpracy naukowo-technicznej w problemie: „Opracowanie środków ochrony przyrody”. W okresie tym badaniom nadano szerszy, interdyscyplinarny charakter. Podjęto prace teoretyczne i metodologiczne, badania podstawowe i stosowane. Prowadzono między innymi badania w ramach tematu: „Opracowanie metodyki oceny ekonomicznej i pozaekonomicznej wpływu działalności człowieka na środowisko”. Zapoczątkowano prace nad wieloletnią prognozą rozwoju nauki i techniki w dziedzinie ochrony środowiska do roku 2000.

W omawianym okresie najbardziej zaawansowane były badania przyrodnicze i techniczne. Niemniej jednak również badania w dziedzinie nauk społecznych rozwijały się pomyślnie. Podjęto dość szeroko zakrojone prace terminologiczne. Przygotowano opracowania na temat możliwości zastosowania metod statystycznych i matematycznych do problematyki środowiska. Szczególnie dużo uwagi poświęcono zagadnieniom

¹ Szerzej pisze o tym A. Bednarek, *Ochrona i kształtowanie środowiska we współpracy naukowo-technicznej RWPG*, Biuletyn IKS, 1976, 6—7.

podejścia systemowego. Przygotowano kilka wersji metod pozwalających na dokonanie ekonomicznych i pozaekonomicznych ocen interakcji: człowiek-środowisko. Opracowano wykaz wskaźników statystycznych charakteryzujących stan środowiska i określono przedsięwzięcia służące ochronie środowiska. Na szczególną uwagę zasługują opracowania na temat zasad stymulowania działalności gospodarczej pod kątem potrzeb ochrony środowiska.

Był to okres formułowania ogólnej koncepcji wspólnych badań i ich podstaw teoretyczno-metodycznych.

Trzeci etap (1976—1980) można nazwać etapem współpracy rozszerzonej. Podstawę badań stanowi „Wspólny rozwinięty program współpracy...”² przyjęty przez Komitet Wykonawczy RWPG w 1974 r. Wcześniejsza problematyka badawcza została w tym programie poszerzona o zagadnienia kształtowania środowiska oraz aktywnego oddziaływania na środowisko w celu jego optymalnego wykorzystania. Program obejmuje 11 problemów podzielonych na 159 tematów. Integruje on wszystkie badania w zakresie ochrony i kształtowania środowiska, prowadzone przy współpracy RWPG.

Problematyka społeczno-ekonomiczna przewija się przez niemal wszystkie 11 problemów badawczych. Badania z tego zakresu są skoncentrowane jednak przede wszystkim w problemie I: „Społeczno-ekonomiczne, organizacyjno-prawne i pedagogiczne aspekty ochrony środowiska”. Problem ten obejmuje tematy dotyczące takich zagadnień, jak: metody planowania i zarządzania zasobami przyrody, formy ekonomicznego i administracyjnego oddziaływania na podmioty gospodarcze w celu zapewnienia racjonalnej gospodarki w środowisku, metody oceny zasobów naturalnych, oceny szkód wywołanych przez człowieka w przyrodzie, doskonalenie prawodawstwa w dziedzinie ochrony środowiska, zagadnienia oświaty i propagandy oraz organizacji zbierania informacji o środowisku. Do 1975 r. szczególnie intensywnie prowadzono badania dotyczące problematyki prawno-organizacyjnej, a ostatnio specjalny nacisk kładzie się na zagadnienia ekonomiczne. Należy spodziewać się, że po 1980 r. intensywnie będą rozwijane badania ekonomiczno-przestrzenne, w których dużą rolę odgrywać będą geografowie.

Prowadzenie badań na tak szeroką skalę wymagało podjęcia pogłębionych prac nad koncepcją i zakresem badań, analizą aktualnego ich stanu i prognozą. Dlatego też we „Wspólnym rozwiniętym programie współpracy...” położono szczególny nacisk na wykonywanie prognoz i innych opracowań planistycznych w ramach poszczególnych problemów. W problemie I prace te skoncentrowano w temacie: „Opraco-

² Wspólny rozwinięty program współpracy krajów członkowskich Rady Wzajemnej Pomocy Gospodarczej i Socjalistycznej Federacyjnej Republiki Jugosławii na okres do 1980 r. w dziedzinie ochrony i kształtowania środowiska oraz związanego z tym racjonalnego wykorzystania zasobów naturalnych, Moskwa 1974.

wanie prognozy w zakresie społeczno-ekonomicznych, organizacyjno-prawnych i pedagogicznych aspektów ochrony środowiska". Powstało między innymi obszernie opracowanie³, w którym przeprowadzono analizę stanu badań społeczno-ekonomicznych i dokonano próby rzutowania badań w przyszłość, tzn. przewidywania, w jakim kierunku będą się one rozwijać w latach 1980—2000. Na podstawie owego opracowania powstała tabela 1. Celem naszym jest nie tyle prognoza, ile raczej wyselekcjonowanie najważniejszych kierunków badań i próba oceny poszczególnych zagadnień z punktu widzenia wybranych kryteriów. Należy zaznaczyć, że przy doborze tematów specjalny akcent położono na zagadnienia metodologii badań.

PRZEGLĄD PROBLEMATYKI

Szczególnie dużo trudności przysporzyło autorom uporządkowanie wielu wzajemnie ze sobą powiązanych zagadnień w ramach jednej dwustopniowej klasyfikacji. W efekcie powstał wykaz zawierający 12 zagadnień podzielonych na kilkadziesiąt tematów badawczych⁴ (tab. 1).

W zagadnieniu 1, obejmującym aspekty organizacyjne badań, szczególny nacisk położono na problem informacji, a zwłaszcza opracowanie szeroko rozbudowanego systemu monitoringu służącego do zbierania, przesyłania, przetwarzania i przechowywania informacji. Podstawowym i najtrudniejszym problemem jest określenie krańcowej wartości (użyteczności) poszczególnych informacji. Owa wartość musi każdorazowo przewyższać koszty uzyskania informacji.

Kolejne trzy zagadnienia (2, 3, 4) zajmują się związkami między poszczególnymi dziedzinami nauk a środowiskiem. Są to badania na temat: w jaki sposób jest uwzględnione środowisko przyrodnicze w dotychczasowym dorobku nauk społecznych, jakie metody nauk społecznych i ścisłych są użyteczne w badaniach środowiskowych, w jaki sposób środowisko powinno zostać włączone do podstawowych teorii nauk społecznych.

Można przytoczyć szereg przykładów uwzględniania środowiska w teoriach socjologicznych. W systemie socjologicznym H. Spencera elementy środowiska przyrodniczego były potraktowane jako zewnętrzne, pierwotne czynniki rozwoju społecznego. Znane są również teorie ekologicznego kierunku w socjologii (R. Park, E. Burgess i in.). F. Znaniecki traktował przestrzeń fizyczną (środowisko) jako element systemu społecznego, jako „plan”, na który nakładają się przestrzenie społeczne.

³ W. Kamiński, A. Lifsches, J. Szyrmer, B. Wolska, *Prognoza badań problematyki społeczno-ekonomicznej ochrony środowiska*, praca pod kierunkiem A. S. Kostrowickiego, maszynopis powielany, IGiPZ PAN, Warszawa 1976.

⁴ Bardziej szczegółowe omówienie poszczególnych zagadnień oraz spis literatury można znaleźć w pracy cytowanej w przypisie 3.

Tabela 1. Ocena problematyki społeczno-ekonomicznej ochrony środowiska

Zagadnienia	Tematy badawcze	Ocena					
		ważności badań	pilności badań	trudności badań	kosztowności badań	możliwości współpracy międzynarodowej w ramach RWPG	zaawansowania badań w krajach RWPG
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Organizacja i ekonomika prac naukowo-badawczych nad ochroną i kształtowaniem środowiska	1.1. Bieżąca ocena potrzeb, pilności, zakresu i efektywności badań	5	6	3	3	8	2
	1.2. Prognozowanie, projektowanie i planowanie prac badawczych	6	6	5	3	8	5
	1.3. Określenie rodzaju i zakresu informacji, jakie należy gromadzić z punktu widzenia potrzeb badań nad aspektami ekonomicznymi ochrony środowiska. Opracowanie odpowiednich zaleceń dla urzędów statystycznych	7	7	5	3	6	3
	1.4. System monitoringowego zbierania, przetwarzania, przechowywania i przesyłania informacji o środowisku ze specjalnym uwzględnieniem problematyki społeczno-gospodarczej	5	5	7	6	6	2
	1.5. Prace bibliograficzne	4	5	3	3	6	3
2. Problematyka środowiska w naukach społecznych	2.1. Uzgodnienie nomenklatury dotyczącej społecznych zagadnień ochrony środowiska, uzgodnienie definicji i treści podstawowych terminów	5	6	5	1	8	3
	2.2. Przegląd, analiza i krytyka dotychczasowego dorobku nauk społecznych (w tym ekonomicznych) w badaniach środowiska	5	4	3	2	5	2
	2.3. Problematyka środowiska a polityka, ideologia i światopogląd	4	4	3	1	5	3
3. Zastosowanie osiągnięć nauk ścisłych do problematyki ochrony i kształtowania środowiska	3.1. Przegląd i analiza możliwości zastosowania metod matematycznych, statystycznych i ekonometrycznych do badań środowiska	7	5	6	5	5	3
	3.2. Ocena zastosowalności osiągnięć nauk o systemach i informacji do badań środowiska	5	4	7	4	5	4
4. Badania teoretyczne nad środowiskiem w aspekcie społeczno-ekonomicznym	4.1. Podstawy ogólnej teorii gospodarki człowieka w środowisku	7	5	7	4	5	1
	4.2. Teoria wartości a środowisko	6	5	8	2	5	5
	4.3. Teoria renty środowiskowej	5	4	5	2	5	3

1	2	3	4	5	6	7	8
	4.4. Teoria potencjału środowiska	5	4	4	3	6	3
	4.5. Teoria przestrzeni społeczno-ekonomicznej	5	4	5	2	4	2
	4.6. Ochrona środowiska w teorii lokalizacji	6	6	5	2	4	3
	4.7. Problematyka środowiska w modelach równowagi (funkcjonowania) i wzrostu gospodarki narodowej	6	5	6	3	5	2
	4.8. Procesy gospodarcze w środowisku, w aspekcie krążenia materii i energii	5	5	4	4	3	2
5. Rachunek ekonomiczny	5.1. Rachunek strat wynikających z degradacji środowiska	8	8	8	4	6	3
	5.1.1. Straty wynikające z zanieczyszczenia środowiska	8	8	7	5	6	3
	5.1.1.1. Straty wynikające z zanieczyszczenia atmosfery	8	7	6	5	6	3
	— zwiększenie zachorowalności ludzi						
	— niszczenie roślinności						
	— niszczenie świata zwierzęcego						
	— przyspieszona korozja materiałów i budynków						
	— zwiększenie kosztów utrzymania czystości odzieży, budynków itd.						
	— obniżenie wartości użytkowej terenów rekreacyjnych						
	5.1.1.2. Straty wynikające z zanieczyszczeń hydrosfery	8	7	7	5	6	5
	— dodatkowe koszty na budowę nowych ujęć wodnych, uzdatnianie wody pitnej						
	— degradacja roślinności i świata zwierzęcego						
	— zwiększenie zachorowalności ludzi						
	— obniżenie wartości użytkowej terenów rekreacyjnych						
	5.1.1.3. Straty wynikające z zanieczyszczenia litosfery	7	6	5	4	5	5
	— szkody górnicze						
	— zniszczenie roślinności i świata zwierzęcego wskutek chemizacji rolnictwa, wzrost zachorowalności ludzi						
	— straty związane z utrzymaniem i zagospodarowaniem wysypisk śmieci i hałd						
	— straty wynikające z degradacji gleb						
	5.1.2. Straty z powodu innych zakłóceń w środowisku: hałasu, wibracji, radiacji	6	6	5	4	5	3
	— wzrost zachorowalności i śmiertelności						

1	2	3	4	5	6	7	8
	— degradacja roślinności i świata zwierzęcego						
	— niszczenie budynków						
	5.1.3. Straty wynikające z degradacji środowiska obliczone w innych przekrojach						
	5.1.3.1. Straty związane z funkcjonowaniem wybranych obiektów produkcyjnych (np. hut lub cementowni)	6	5	5	5	4	3
	5.1.3.2. Straty wynikające z wykorzystywania w gospodarce określonego produktu, ponoszone na wszystkich etapach jego produkcji i użytkowania	6	5	5	5	5	1
	5.2. Oceny zasobów i walorów środowiska z punktu widzenia poszczególnych działów działalności człowieka. Poszukiwanie ocen syntetycznych	7	6	7	5	6	3
	5.3. Uwzględnienie problemów ochrony środowiska w rachunku efektywności inwestycji. Metody mierzenia korzyści uzyskiwanych z inwestycji służących restytucji i ochronie środowiska	8	6	5	4	4	1
6. Prognozowanie, planowanie i zarządzanie gospodarką narodową pod kątem racjonalnego kształtowania środowiska	6.1. Konstrukcja modeli ekstrapolacyjnych dla wybranych zmiennych pod kątem problematyki środowiskowej (zasoby mineralne, woda, zanieczyszczenia, powierzchnia użytków rolnych, lasy)	4	4	5	4	5	2
	6.2. Zastosowanie zmodyfikowanej macierzy przepływów międzygałęziowych do prognozowania i planowania z uwzględnieniem zagadnień ochrony środowiska	5	4	5	4	5	1
	6.3. Modele recyklingowe	3	3	5	4	5	2
	6.4. Ochrona środowiska w nowo powstających ośrodkach przemysłowych	7	7	5	5	5	4
	6.5. Optymalizacja nakładów na ochronę środowiska	6	5	7	4	4	2
	6.6. Analiza obecnego systemu zarządzania gospodarką narodową z punktu widzenia jego wpływu na stan środowiska. Kierunki zmian w systemie zarządzania gospodarką konieczne dla ochrony środowiska. Zastosowanie parametrycznych i nakazowych narzędzi zarządzania	5	5	5	4	4	3
	6.7. Zmiany w systemie ekonomiczno-						

1	2	3	4	5	6	7	8
	-finansowym przedsiębiorstw - wybór mierników działalności przedsiębiorstwa (syntetycznych i wyspecjalizowanych) skłaniających przedsiębiorstwo do podejmowania kroków służących ochronie i kształtowaniu środowiska - zmiany w systemie bodźców materialnego zainteresowania - rewizja zasad oceny działalności przedsiębiorstw w krótkim i długim okresie	8	8	7	5	5	3
	6.8. Zasady ustalania opłat za wodę pobraną do celów przemysłowych i komunalnych. Zasady zróżnicowania opłat w zależności od rodzaju podmiotu gospodarującego i miejsca jego lokalizacji	5	5	5	3	3	3
	6.9. Zasady ustalania opłat za zrzuty przemysłowe i komunalne oraz odprowadzanie do atmosfery pyłów i gazów	5	5	5	3	3	3
	6.10. Zasady ustalania cen surowców, materiałów, dóbr konsumpcyjnych, środków produkcji (analiza z punktu widzenia potrzeb ochrony środowiska). Zasady ustalania cen surowców wtórnych	6	6	5	4	3	2
7. Zmiany w gospodarce światowej w wyniku rosnącego zainteresowania problemami ochrony środowiska	7.1. Zmiany w strukturze międzynarodowego podziału pracy	5	5	5	3	6	2
	7.2. Przewidywanie zmian relacji cen surowców, materiałów, półproduktów, wyrobów gotowych na rynku światowym	6	5	5	3	8	1
	7.3. Wpływ środków polityki ekonomicznej służących ochronie środowiska w krajach kapitalistycznych na gospodarkę krajów socjalistycznych	5	5	5	3	6	2
8. Zależności między konsumpcją a środowiskiem	8.1. Badania socjologiczne potrzeb społecznych w zakresie ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego	5	5	5	4	4	3
	8.2. Optymalna długość cyklu użytkowania poszczególnych dóbr konsumpcyjnych oraz optymalny stopień ich trwałości	5	5	5	3	3	1
	8.3. Dystrybucja dóbr konsumpcyjnych uciążliwych dla środowiska. Stosowanie środków typu administracyjnego (zakazów, ograniczeń)	5	3	3	2	3	2

1	2	3	4	5	6	7	8
	8.4. Społeczne skutki przekształceń środowiska przyrodniczego i technicyzacji życia 8.5. Społeczne i ekonomiczne skutki rozwoju masowej motoryzacji indywidualnej w aspekcie ochrony i kształtowania środowiska 8.6. Optymalne rozwiązania w zakresie technologii i systemu recyrkulacji opakowań 8.7. Konstrukcja optymalnego modelu konsumpcji zapewniającego przy danym, założonym stanie środowiska, maksymalne zaspokojenie potrzeb społecznych	4	4	4	3	3	3
9. Problematyka rekreacji w środowisku przyrodniczym	9.1. Badania struktury potencjalnych potrzeb rekreacyjnych i motywacji wchodzenia człowieka w kontakt z przyrodą 9.2. Badania kierunków natężenia ruchu turystycznego i wypoczynkowego oraz stopnia zaspokojenia efektywnych potrzeb rekreacyjnych 9.3. Badania zasobów rekreacyjnych ich wielkości, chłonności i odporności 9.4. Konstrukcja bilansu potrzeb w zakresie rekreacji oraz przyrodniczych, ekonomicznych i przestrzennych możliwości ich zaspokojenia	5	3	4	3	5	3
10. Mikrośrodowisko pracy, mieszkania i wypoczynku	10.1. Wpływ jakości środowiska pracy na wydajność i efektywność pracy 10.2. Tworzenie i ochrona piękna (piękno krajobrazu, estetyka osiedli, mieszkań, miejsc pracy i wypoczynku). Oddziaływanie estetyczno-emocjonalne na człowieka 10.3. Optymalna struktura przestrzenna miasta z punktu widzenia społecznego Relacje przestrzenne: miejsce pracy-mieszkania-wypoczynku	7	4	7	5	4	2
11. Percepcja środowiska przez jednostki i grupy społeczne	11.1. Postawy jednostek i grup społecznych wobec środowiska. Uświadomienie zagrożeń 11.2. Kształtowanie postaw przez środki masowego przekazu	4	4	5	3	4	1
12. Kompleksowe badania regionalne	12.1. Metodyka oceny wpływu działalności człowieka na środowisko (w ujęciu regionalnym)	5	5	5	3	6	7

1	2	3	4	5	6	7	8
	12.2. System wskaźników statystycznych charakteryzujących stan środowiska	5	5	4	3	6	7
	12.3. Zbieranie i przetwarzanie danych o regionie	5	4	4	5	5	5
	12.4. Ocena wpływu poszczególnych działów gospodarki i działalności pozagospodarczej na środowisko w danym regionie	6	4	5	3	5	5
	12.5. Budowa modeli symulacyjnych regionu opisujących wpływ działalności gospodarczej człowieka na środowisko. Optymalizacja interakcji człowiek-środowisko w regionie	6	4	7	4	5	1

Skala ocen:

W minimalnym stopniu lub wcale – 1

W bardzo małym stopniu – 2

W małym stopniu – 3

Średnio – 4/5

W dość dużym stopniu – 6

W dużym stopniu – 7

W bardzo dużym stopniu – 8

* Rezerwy rtęci i jej zużycie mierzone w milionach anglosaskich jednostek określanych mianem kolb (flasks) b.d. – brak danych

Źródło: D. W. Pearce, *Environmental Economics*, London, 1976, s. 158.

W naukach ekonomicznych w najszerszym zakresie problematykę środowiska podjęła tzw. ekonomia dobrobytu (welfare economics), rozwijając między innymi teorię efektów zewnętrznych oraz teorię dóbr publicznych.

Dalsze badania z zakresu teorii ekonomii politycznej skoncentrują się zapewne przede wszystkim wokół teorii wartości i teorii cen. Chodzi o teoretyczne podstawy wyceny i oceny poszczególnych elementów środowiska, w tym tzw. dóbr ekologicznych nie będących (w części lub w całości) produktami pracy ludzkiej. Wydaje się, że dużo może tu pomóc rozwój teorii renty środowiskowej opartej na marksowskiej teorii renty różniczkowej. Renta środowiskowa odpowiada wielkości udziału środowiska (kosztów zewnętrznych) w ogólnych kosztach produkcji, a po skapitalizowaniu umożliwi obliczenie wartości (cenneści) poszczególnych dóbr ekologicznych.

Wyniki badań teoretycznych będą stanowiły podstawę dla poszerzenia rachunku ekonomicznego, w tym rachunku efektywności inwestycji, o środowisko przyrodnicze (zagadnienie 5). Chodzi szczególnie o opracowanie metod wyceny strat i zysków w środowisku oraz mierzenia korzyści uzyskiwanych z inwestycji służących restytucji i ochronie środowiska.

Zagadnienie 6 dotyczy problematyki środowiska w szeroko rozumianym planowaniu i zarządzaniu gospodarką narodową. W badaniach wy-

korzystywane są w coraz większym stopniu metody modelowania matematycznego. Szczególnie użyteczne będą modele ekstrapolacyjne oparte na metodach symulacji systemów. Za pomocą tych modeli będzie można śledzić rezultaty różnych wariantów rozwoju społeczno-gospodarczego. Cenne narzędzie planowania stanowią zmodyfikowane macierze przepływów międzygałęziowych, poszerzone o procesy i dobra ekologiczne. Specjalnym typem modeli, które mogą okazać się bardzo przydatne w planowaniu, są tzw. modele recyklingowe. Zawierają one postulat rozwoju nauk od dominującej dotąd tzw. gospodarki „liniowej” (proces: surowiec—produkt—odpad) do gospodarki „okrężnej”, zajmującej się krążeniem dóbr między środowiskiem a człowiekiem (proces: surowiec—produkt—odpad—surowiec—produkt itd.).

Ważnym problemem stojącym przed gospodarką narodową jest opracowanie kompleksowych zmian w systemie zarządzania gospodarką narodową z punktu widzenia potrzeb ochrony i racjonalnej eksploatacji środowiska. Służyć temu mają środki typu administracyjnego (nakazy, zakazy, ograniczenia) i ekonomicznego (opłaty, odszkodowania, kary i dotacje). Szczególnie dużo można zdziałać w sferze polityki cen.

Następne zagadnienie (7) — to badania zmian, jakie nastąpią pod wpływem polityki ochrony środowiska w handlu światowym. Nierównomierne tempo wprowadzania przez poszczególne państwa „norm ekologicznych” spowoduje zmiany w stopniu konkurencyjności poszczególnych wyrobów (wywołane różnicami w kosztach produkcji), zwłaszcza duże zmiany cen surowców, przesunięcie niektórych „brudnych” gałęzi przemysłu z krajów wysoko rozwiniętych do krajów o niskim poziomie rozwoju gospodarczego itd.

Zagadnienia 8, 9 i 10 dotyczą badań nad szeroko rozumianym modelem konsumpcji w przyszłości, jakością życia wyznaczaną przez środowisko pracy, mieszkania i wypoczynku. Jest to problematyka o stosunkowo największym stopniu komplikacji, daleko wykraczająca poza ramy ekonomii czy socjologii. Przeprowadzając badania na ten temat, nie sposób pominąć złożonych problemów z zakresu aksjologii, estetyki czy też medycyny, ergonomii itd. Są to przede wszystkim problemy szczęścia ludzi — jednostek i społeczeństw, maksymalnego (czy raczej optymalnego) zaspokojenia potrzeb, odpowiednich warunków pracy i wypoczynku itd.

Wydaje się, że szczególnie ważne z punktu widzenia środowiska przyrodniczego jest zagadnienie rekreacji, która wraz z rozwojem gospodarczym będzie miała charakter w coraz większym stopniu masowy. Ponadto rekreacja (w odróżnieniu np. od przemysłu) wywiera „presję” na przyrodę w zasadzie na całej powierzchni kraju, a jej negatywne oddziaływanie jest bardzo trudno ograniczyć drogą odpowiednich przepisów, zwiększonych nakładów na ochronę czy przez postęp technologiczny.

Jedną z głównych przyczyn postępującej dewastacji przyrody przez rekreantów jest ogólnie niski poziom kultury, kształtujący systemy wartości i norm moralnych społeczeństwa. Badania postaw ludzi wobec środowiska i problemy kształtowania tych postaw obejmuje zagadnienie 11.

Wreszcie zagadnienie 12 zawiera kompleksowe badania problematyki „człowiek—środowisko” w regionie. Są to badania stosunkowo najbardziej zaawansowane w krajach RWPG. Dotyczą one zbierania informacji o wpływie człowieka na środowisko w regionie, metod ocen tego wpływu, metod konstrukcji modeli regionalnych dla potrzeb kształtowania optymalnych struktur przestrzennych.

OCENY EKSPERTÓW

Omówione wyżej zagadnienia, podzielone na tematy badawcze, są wymienione w tabeli 1. Oceniono je według 6 kryteriów: ważności badań, pilności, trudności, kosztowności, możliwości współpracy między krajami RWPG przy ich opracowywaniu oraz zaawansowania badań w krajach RWPG. Sześciu ekspertów⁵ oceniło poszczególne tematy w skali czterostopniowej: jeden punkt oznaczał najniższy stopień ważności, pilności itd., 4 punkty — najwyższy stopień. Następnie obliczono średnie. Aby uniknąć ocen w postaci ułamków, otrzymane średnie przetransponowano na skalę ośmiostopniową.

Jak wynika z analizy tabeli, wszystkie tematy uznano za średnio lub bardzo ważne i pilne, przy czym na czoło wysunęły się: „Rachunek strat wynikających z degradacji środowiska” (5.1) oraz „Uwzględnienie problemów ochrony środowiska w rachunku efektywności inwestycji” (5.3). Temat „Rachunek strat...” był uznany obok tematu: „Teoria wartości a środowisko” (4.2) za temat najtrudniejszy. Wszystkie tematy uznano za średnio i bardzo trudne (oceny 3—8), ale na ogół za średnio i mało kosztowne (oceny 1—6). Oceniono, iż wszystkie tematy nadają się do współpracy międzynarodowej w ramach RWPG. Problemy szczególnie nadające się do wspólnych badań to: „Bieżąca ocena potrzeb, pilności, zakresu i efektywności badań” (1.1), „Prognozowanie, projektowanie i planowanie prac badawczych” (1.2), „Uzgodnienie nomenklatury dotyczącej społecznych zagadnień ochrony środowiska...” (2.1) oraz „Przewidywanie zmian relacji cen surowców, materiałów, półproduktów i wyrobów gotowych na rynku światowym” (7.2).

Najniżej oceniano stopień zaawansowania badań. Dominują oceny 1—3, co oznacza bardzo słabe oraz słabe zaawansowanie. Kilka zaledwie

⁵ Z Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN — Andrzej S. Kostrowicki, Janusz Szyrmer; z Instytutu Kształtowania Środowiska — Andrzej Poczobutt-Odlanicki; z Instytutu Ekonomii Politycznej SGPiS — Wincenty Kamiński, Stanisław Sitnicki i Zbigniew Staniek.

tematów oceniono na 4 i 5 oraz dwa tematy uzyskały ocenę 7 (zaawansowanie w dużym stopniu): „Metodyka oceny wpływu działalności człowieka na środowisko w ujęciu regionalnym” (12.1) i „System wskaźników statystycznych charakteryzujących stan środowiska” (12.2).

Pewien pogląd na stan badań mogą dać średnie ocen. Otóż eksperci najwyżej oceniali „ważność” — średnia wynosi 5,65, następnie „trudność” i „pilność” — średnie odpowiednio wyniosły 5,11 i 4,98. Niemalże równie wysoko oceniane były „możliwości współpracy w ramach RWPG” — 4,90. Stosunkowo nisko oceniano „kosztowność” — 3,52, a najniżej „zaawansowanie badań” — 2,76. Rozpiętość między ocenami „ważności” i „zaawansowania” może stanowić syntetyczną ocenę stanu badań w omawianej tematyce.

Wydaje się, że mimo dążenia do „objektywizowania” ocen (obliczano średnie z sześciu ekspertyz), wyniki nadal obciążone są subiektywizmem ekspertów. Nie bez wpływu na wyniki pozostawał fakt, że większość z nich to przedstawiciele nauk ekonomicznych. Należy zatem podkreślić, że prezentowane oceny mają, naszym zdaniem, wyłącznie orientacyjny charakter.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА ОХРАНЫ И ФОРМИРОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭКСПЕРТОВ

Резюме

Научное сотрудничество стран-членов СЭВ в области охраны и формирования окружающей среды продолжается уже несколько лет. Исследования во всё большем масштабе требовали углубленных работ, касающихся концепции исследований, анализа актуального их состояния и прогноза. В рамках этих работ был проведен анализ состояния исследований социально-экономических аспектов охраны окружающей среды, предпринимались также попытки определить направление этих исследований на 1980 — 2000 гг. На основе вышеупомянутой работы возникла таблица 1.

В таблице выделено 12 вопросов подразделных на несколько десятков исследовательских тем. Отдельные темы были оценены шести экспертами с точки зрения следующих критериев: важности исследований, срочности, трудности, стоимости, возможности сотрудничества между странами СЭВ при их разработке, а также состояния исследований в этих странах. В таблице указаны средние из полученных оценок, причём, применена восьмибальная оценка (1 — обозначает минимальную оценку, 8 — максимальную).

Как вытекает из анализа таблицы все темы были признаны средние или очень важными и срочными, причём, на первый план выдвинулись: „Счёт убытков вытекающих из деградации окружающей среды” (5.1), а также „Учёт проблематики охраны окружающей среды в счёте эффективности капиталовложений” (5.3). Темы: „Счёт убытков...” (5.1) и „Теория стоимости и окружающая среда, (4.2) были признаны самыми трудными. Все темы были признаны средние или очень трудными (оценки 3 — 8), но в основном требующими небольших затрат (оценки 1 — 6). Установлено, что все темы годятся к международному сотрудничеству в рамках СЭВ. Проблемы особенно подходящие к совместному исследованию это: „Текущая оценка потребностей, срочности, масштаба и эффективности исследований” (1.1), „Прогнозирование, проектирование и планирование исследовательских работ” (1.2), „Согласование номенклатуры, касающейся социальных проблем охраны окружающей среды...” (2.1), а также „Предусматривание изменений соотношений цен сырья, материалов, полупродуктов и готовых изделий на мировом рынке” (7.2). Самую низкую оценку получил уровень развития исследований. Преобладают оценки 1 — 3, а это обозначает очень слабое и слабое развитие.

Разница между оценками „важности” (в среднем 5,65), „срочности” (4,98) с одной стороны и „развития” (2,76) с другой стороны свидетельствует о необходимости интенсифицировать исследования в обсуждаемой области.

Перевела Регина Писарек

SOCIO-ECONOMIC PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND MANAGEMENT IN EXPERTS' EVALUATION

Summary

Scientific cooperation in the field of environmental protection and management among the member states of the Council for Mutual Economic Assistance was started more than 10 years ago. The growing scale of research on environmental problems requires a more comprehensive work on programming and coordination of this research, calls for continuous evaluation of their results and of the prospects for the future. With this objective in view a special study (note 3) was carried out in which the present state of research on socio-economic aspects of environmental protection was assessed and the present directions of research were projected into the future, i.e. the prognosis of the main lines of research in the years 1980—2000 was made. The above — mentioned study was summarized in the Table 1. This table consists of 12 sections which are further subdivided into several subsections containing in every case several research problems. Particular research problems were evaluated by 6 experts with respect to the following criteria: importance of research, its urgency, degree of difficulty and costs, possibility of cooperation in this field among the socialist countries. Table I contains the average grades attached by the experts to various research problems the eight degree scale was used, with 1 standing for the lowest degree (of urgency, importance etc.) and 8 standing for the highest degree.

According to the table, all the research problems were found by the experts to be of average and high importance and urgency. The most important items on the list included: „Evaluation of losses caused by environmental degradation” (5.1) and „Problems of environmental protection and evaluation of efficiency of investments” (5.3). The subjects: „Evaluation of losses...” and „The theory of value and the environment” (4.2) were assessed as the most difficult ones. All the subjects were found to be of average and high degree of difficulty (interval 3—8) but the costs of research were assessed as average or low (interval 1—6).

The experts came to the conclusion that cooperation among the CMEA countries was possible in the case of all the research problems mentioned in the Table 1. The problems found the most appropriate for the common research programmes were: „Prognosis of changes in the relative prices of raw materials, semi-manufactured goods and final products (in the world market)” — (7.2), „Prognosis and planning of research programs” (1.1), „Adjustment of terminology concerning specific problems of environmental protection” (2.1).

The grades were the lowest in the case of evaluation of the degree of advancement of research projects (usually the grades falling in the interval 1—3 were given what meant a very low or low degree of advancement). The range between the grades attached to „importance” (5.65 on the average) and „urgency” (4.98), on the one hand, and to the degree of advancement (2.76), on the other, testify to the need of intensification of research in this field.

WINCENTY KAMIŃSKI, JANUSZ SZYRMER

ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE W WYBRANYCH TEORIACH I MODELACH RÓWNOWAGI I WZROSTU GOSPODARCZEGO

Jednym z podstawowych zadań, jakie stoją przed naukami ekonomicznymi, jest ocena, z gospodarczego punktu widzenia, związków między działalnością gospodarczą i konsumpcyjną człowieka a środowiskiem przyrodniczym. W skali makroekonomicznej są to między innymi zagadnienia poszerzenia teorii i modeli równowagi o problematykę środowiska oraz badania środowiska jako podstawowego czynnika a zarazem bariery wzrostu gospodarczego. Stosunkowo prostym, bardzo popularnym, narzędziem badań w tym zakresie są modele przepływów międzygałęziowych (input-output). Dlatego, oprócz krótkiego omówienia teorii równowagi i wzrostu wraz z przykładami wybranych modeli, prezentujemy również w artykule krótką analizę zastosowania modeli przepływów międzygałęziowych do problematyki środowiska.

RÓWNOWAGA GOSPODARCZA A ŚRODOWISKO

TEORIA RÓWNOWAGI

Teoria równowagi ogólnej odgrywa w ekonomii burżuazyjnej taką samą rolę jak teoria funkcjonowania w ekonomii politycznej socjalizmu¹. Teoria ta oparta jest na założeniu, że w gospodarce występują dwa rodzaje jednostek: przedsiębiorstwa i gospodarstwa konsumenckie. Podmioty te kierują się w swym postępowaniu zasadą maksymalizacji właściwych im funkcji celu, odpowiednio zysku i zadowolenia (użyteczności), czerpanego ze spożycia dóbr konsumpcyjnych. Funkcjonują one w gospodarce, w której brak jakiegokolwiek centralnej instytucji, zajmującej się koordynacją życia gospodarczego. Nie panuje tam jednak, zdaniem twórców teorii, chaos i zamieszanie, lecz ład i harmonia. Jest to możliwe dzięki informacji cenowej (będącej, jak sądzą zwolennicy teorii, jedynym rodzajem informacji obiegającej w gospodarce), która zapewnia zharmonizowanie decyzji podejmowanych przez izolowane, działające niezależnie od siebie, jednostki gospodarujące.

¹ Głębokie, krytyczne omówienie teorii równowagi ogólnej zawarte jest w książce J. Kornaia, *Anti-equilibrium*, Warszawa 1977.

W ciągu ostatnich lat teoria równowagi została zoperacjonalizowana i — dzięki wynalazkowi maszyn matematycznych — stała się ważnym narzędziem polityki gospodarczej i planowania. Najprostszą i najlepiej znaną wersją modelu równowagi ogólnej jest model przepływów międzygałęziowych Leontiefa. Powstały również bardziej złożone modele oparte na założeniu, że zależności między zmiennymi mają nieliniowy charakter².

Zaprzeczeniem analizy typu równowagi ogólnej jest analiza równowag cząstkowych. Polega ona na tym, że zamiast ogółu jednostek gospodarujących bierze się pod uwagę wyodrębniony sektor zakładając, że można wyizolować go z całej gospodarki, tzn. że zmiany zachodzące poza rozpatrywanym sektorem nie wpływają nań w sposób znaczący oraz że zmiany w tym sektorze nie wywołują w całej gospodarce poważnych zakłóceń, które mogłyby oddziaływać na niego istotnie na zasadzie sprzężenia zwrotnego. Przykładem zastosowania metody równowag cząstkowych jest analiza równowagi rynku, której graficzną ilustracją jest znany w ekonomii wykres krzywych popytu i podaży danego dobra, wyznaczających w punkcie ich przecięcia cenę równowagi.

EKONOMIA DOBROBYTU

Uzupełnieniem teorii równowagi ogólnej jest ekonomiczna teoria dobrobytu. W ramach tej teorii nie bada się w zasadzie, w jaki sposób gospodarka osiąga stan równowagi i utrzymuje się w nim. Szuka się raczej odpowiedzi na pytanie, czy stan równowagi można uznać za optymalny z punktu widzenia przyjętych kryteriów, tzn. zdolności gospodarki do zaspokojenia potrzeb konsumentów, przy zachowaniu, zgodnych ze społecznym poczuciem sprawiedliwości, proporcji podziału dochodów (zakłada się jednocześnie, że jedynie jednostki są w stanie określić swoje potrzeby i pożądaną strukturę konsumpcji).

Zgodnie z wnioskami tradycyjnej teorii dobrobytu mechanizm rynkowy w warunkach doskonałej konkurencji zapewnia optymalne wykorzystanie zasobów, tzn. wybór właściwych technik, odpowiedniej skali i struktury produkcji, a tym samym — maksymalizację dobrobytu społecznego. Ten optymistyczny wniosek został jednak zmodyfikowany w rezultacie rozwoju dwóch teorii — efektów zewnętrznych i dóbr publicznych.

Pierwotnie uwzględniano tylko rynkowe więzi między jednostkami gospodarującymi. Pomijano natomiast więzi powstające bez pośrednictwa rynku (bez transakcji kupna-sprzedaży dóbr i usług). Teoria efektów zewnętrznych zajmuje się właśnie owym bezpośrednim wzajemnym oddziaływaniem podmiotów gospodarujących. Efekty zewnętrzne są to oddziaływania niezamierzone, związane z zasadniczą działalnością podmiotów gospodarujących, np. przedsiębiorstwo przemysłowe od

² Szereg modeli tego rodzaju zostało opracowanych przez World Bank w Waszyngtonie dla potrzeb krajów rozwijających się. Do najbardziej znanych zaliczyć można modele Taylora-Lysy'ego dla Brazylii i Adelmiana-Robinsona dla Korei Południowej (por. I. Adelman, S. Robinson, *Income Distribution Policy in Developing Countries, A Case Study of Korea*, Oxford 1978).

prowadzające ścieki do rzeki powoduje obniżenie połowów przedsiębiorstwa rybackiego oraz obniżenie jakości życia ludności.

Rezultatem teorii efektów zewnętrznych są propozycje środków kontroli tego rodzaju zjawisk przez państwo, a mianowicie — obciążenie sprawców szkód zewnętrznych podatkami (podatki przekształcają się w subsydia w przypadku, gdy generowane są nie straty, lecz korzyści zewnętrzne), które zmuszą podmioty gospodarujące do utrzymania efektów zewnętrznych w optymalnych rozmiarach.

Z teorią efektów zewnętrznych wiąże się ściśle teoria dóbr publicznych stworzona przez Samuelsona w połowie lat pięćdziesiątych³. Oparta jest ona na nieco kontrowersyjnej definicji dóbr publicznych, określonych jako:

1) dobra, których podażą jest zainteresowany każdy konsument (w języku współczesnej teorii ekonomii wyrazimy tę myśl mówiąc, że podaż tych dóbr stanowi argument funkcji użyteczności każdej jednostki);

2) dobra, których spożycie przez jednostkę, nie zmniejsza ich ilości dostępnej dla innych.

Najwięcej wątpliwości zrodził drugi człon definicji. Jak zauważyło wielu ekonomistów, tylko nieliczne dobra spełniają ten warunek (np. obrona narodowa, piękne krajobrazy, muzea), i to jedynie w sytuacji, gdy intensywność ich wykorzystania nie przekracza pewnego progowego poziomu.

Samuelson określił warunki, które muszą być spełnione, aby podaż dóbr publicznych osiągnęła optymalne, ze społecznego punktu widzenia, rozmiary. Można jednak udowodnić, że rynek nie jest w stanie zapewnić spełnienia tych warunków i że w tej dziedzinie konieczna jest ingerencja państwa. Ponadto decyzje inwestycyjne w przypadku dóbr publicznych nie mogą być oparte na kryteriach, którymi kierują się przedsiębiorstwa kapitalistyczne. Jak wiadomo — kryteria te polegają na zasadzie maksymalizacji wartości bieżącej strumienia zysków, które przyniesie dany projekt inwestycyjny, w ciągu pewnego okresu.

Wydaje się, że wyżej wymienione teorie mogą okazać się przydatne dla wszystkich zajmujących się problematyką środowiska. Niektóre narzędzia i metody analizy wypracowane w ramach teorii efektów zewnętrznych mogą być wykorzystane także przez ekonomię marksistowską.

Wadą teorii efektów zewnętrznych i teorii dóbr publicznych jest próba włączenia jakościowo nowych problemów ochrony i kształtowania środowiska w zakres mało realistycznej koncepcji równowagi ogólnej, traktującej cały system gospodarczy jako system wymiany. W związku z tym rozwiązania problemu efektów zewnętrznych szuka się wyłącznie w narzędziach rynkowych (podatki, subsydia, korekty cen), które nie zawsze, naszym zdaniem, mogą przynieść oczekiwane rezultaty. Absolutyzowanie roli cen w alokacji zasobów nie jest uzasadnione ani w odniesieniu do gospodarki kapitalistycznej, ani socjalistycznej.

Na bazie teorii efektów zewnętrznych i dóbr publicznych rozwinęła się tzw. analiza kosztów i korzyści (cost-benefit analysis) — gałąź ekonomii stosowanej, która

³ P. A. Samuelson, *The Pure Theory of Public Expenditure*, Review of Economics and Statistics, 1954.

zajmuje się badaniem efektywności inwestycji państwowych w takich dziedzinach, jak: służba zdrowia, oświata, ochrona środowiska i wszędzie tam, gdzie nie znajdują zastosowania kryteria prywatno-kapitalistyczne. Prawdopodobnie szereg metod wypracowanych w ramach analizy kosztów i korzyści będzie można również zastosować w gospodarce socjalistycznej.

RÓWNOWAGA CZĄSTKOWA

Kiedy w latach sześćdziesiątych wzrosło zainteresowanie zagadnieniami środowiska, ekonomiści sięgnęli do narzędzi stworzonych przez ekonomię dobrobytu, w nadziei, że umożliwią one rozwiązanie nurtujących ich problemów. Szczególne zainteresowanie wzbudziła teoria efektów zewnętrznych. Wiążące się z tym kwestie analizowano początkowo w kontekście modeli równowagi cząstkowej. Wynikało to z dwóch zasadniczych powodów:

Po pierwsze — uważano powszechnie, że w przypadku efektów zewnętrznych występują dwie łatwe do zidentyfikowania strony: strona generująca efekty zewnętrzne i strona je przyjmująca. W stosowanej często w literaturze klasyfikacji wyróżniano efekty typu: producent-producent, producent-konsument, konsument-producent, konsument-konsument⁴. Klasyfikacja tego rodzaju oparta jest na milczącym założeniu, że można prawidłowo ustalić zarówno sprawców, jak i odbiorców efektów zewnętrznych.

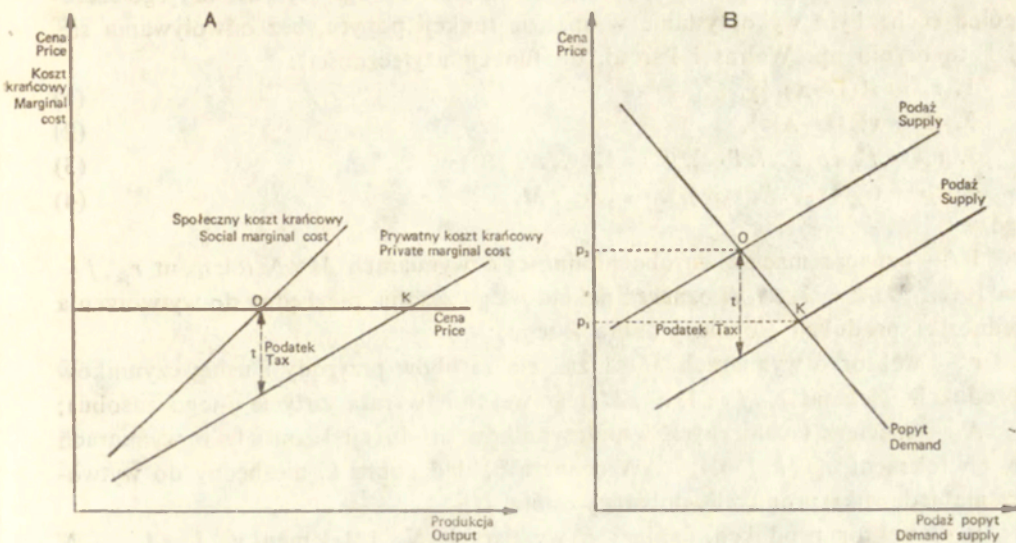
Po drugie — efekty zewnętrzne były uważane początkowo za kłopotliwą anomalie, występującą na marginesie życia gospodarczego, bez większego ogólnego znaczenia praktycznego⁵.

Przykładem ujęcia zagadnienia efektów zewnętrznych, przy zastosowaniu metody równowag cząstkowych, jest propozycja Pigou ustalenia systemu podatków korekcyjnych, utrzymujących nasilenie efektów zewnętrznych na optymalnym poziomie⁶. Koncepcję Pigou można zilustrować za pomocą wykresu (ryc. 1_{AB}). Jak wiadomo — przedsiębiorstwo działające w warunkach doskonałej konkurencji zwiększa rozmiary produkcji do punktu, w którym koszt krańcowy (koszt związany z rozszerzeniem produkcji o jednostkę), jest równy cenie danego wyrobu (ryc. 1A). Przedsiębiorstwo uwzględnia jednak w swej kalkulacji tylko koszty prywatne (tzn. koszty, które efektywnie ponosi), a pomija koszty społeczne związane z występowaniem efektów zewnętrznych. Społeczne optimum rozmiarów produkcji przedsiębiorstwa jest więc wyznaczone przez punkt równości krańcowych kosztów społecznych i ceny (punkt O), zaś optimum prywatne — przez punkt równości krańcowych kosztów prywatnych i ceny (punkt K). Według Pigou pożądane rozmiary produkcji można zapewnić, obciążając przedsiębiorstwo podatkiem (t), równym krańcowej wielkości straty

⁴ Klasyfikacja ta została zaproponowana przez T. Scitovsky'ego w artykule: *Two Concepts of External Economics*, *Journal of Political Economy*, 1954, nr 2.

⁵ Takie stanowisko spotykamy jeszcze w kolejnych wydaniach popularnego podręcznika P. A. Samuelsona *Economics*, pochodzących z końca lat sześćdziesiątych; dopiero w ostatnich wydaniach stanowisko to zostało zrewidowane.

⁶ A. C. Pigou, *Economics of Welfare*, London 1920.



Ryc. 1. Równowaga przedsiębiorstwa (A); równowaga rynku (B)

K — punkt równowagi konkurencyjnej, O — punkt optimum społecznego

Equilibrium of a firm (A); Equilibrium of a market (B)

K — competitive equilibrium, O — social optimum

ponoszonej przez inne jednostki gospodarujące. Podatek taki zmusi przedsiębiorstwo do uwzględnienia w kalkulacjach kosztów społecznych (do ich internalizacji). Obciążenie wszystkich przedsiębiorstw działających w danej gałęzi podatkiem ustalonym zgodnie z tymi zasadami powoduje ograniczenie rozmiarów produkcji (przy założeniu, że popyt nie ulega zmianie) i wzrost ceny dobra. Cena rośnie jednak z poziomu p_1 do p_2 (ryc. 1B), mniej niż o stawkę podatku (t). Część podatku zostaje zatem pokryta przez producentów⁷.

Ekonomiści doszli jednak szybko do wniosku, że wskazane jest, ze względu na charakter problemów środowiska, badanie efektów zewnętrznych za pomocą metod równowagi ogólnej. Konieczne jest uwzględnianie współzależności między różnymi działaniami gospodarki i konsumentami. To samo zanieczyszczenie może pochodzić z różnych gałęzi i wpływać na warunki produkcji i konsumpcji w przypadku wielu gałęzi i grup konsumentów. Różne rodzaje zanieczyszczeń mogą odkładać się w środowisku, reagować ze sobą na drodze synergizmu, sumowania, antagonizmu itp.

RÓWNOWAGA OGÓLNA

Interesującą próbę kompleksowego ujęcia zagadnień korzyści i strat zewnętrznych w ramach modelu równowagi ogólnej podjęli Ayres i Kneese⁸. Punktem wyjścia

⁷ W sytuacji monopolistycznej jednak producent może przerzucić znacznie większą część (a nawet całość) podatku korekcyjnego na odbiorców.

⁸ R. W. Ayres, A. V. Kneese, *Production, Consumption and Externalities*, American Economic Review 1969, 4.

modelu zbudowanego przez nich jest system równowagi ogólnej Cassela (jego szczególną cechą było wykorzystanie w analizie funkcji popytu, bez odwoływania się, jak to czynili np. Walras i Pareto, do funkcji użyteczności):

$$1. \mathbf{r} = \mathbf{R}(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}\mathbf{y}, \quad (1)$$

$$2. \mathbf{p} = \mathbf{v}\mathbf{R}(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}, \quad (2)$$

$$3. y_k = F_k(p_1, \dots, p_N), \quad k = 1, \dots, N, \quad (3)$$

$$4. r_k = G_k(v_1, \dots, v_M), \quad k = 1, \dots, M, \quad (4)$$

gdzie:

\mathbf{R} – oznacza macierz zasobochłonności o wymiarach $M \times N$ (element r_{jk} , $j = 1, \dots, M$; $k = 1, \dots, N$ oznacza nakład j -tego zasobu, niezbędny do wytworzenia jednostki produkcji globalnej dobra k -tego);

\mathbf{r} – wektor o wymiarach $M \times 1$ zużycia zasobów przyrody i usług czynników produkcji (element r_j , $j = 1, \dots, M$ tego wektora wyraża zużycie j -tego zasobu);

\mathbf{A} – macierz technicznych współczynników produkcji Leontiefa o wymiarach $N \times N$ (element a_{kl} , $k, l = 1, \dots, N$ oznacza nakład dobra k , niezbędny do wytworzenia jednostki produkcji globalnej dobra l);

\mathbf{y} – wektor produkcji finalnej o wymiarach $N \times 1$ (element y_l , $l = 1, \dots, N$ tego wektora oznacza rozmiary produkcji finalnej dobra l -tego);

\mathbf{p} – wektor cen produktów o wymiarach $1 \times N$ (element p_k , $k = 1, \dots, N$ oznacza cenę k -tego dobra);

\mathbf{v} – wektor cen zasobów przyrody i usług czynników produkcji o wymiarach $1 \times M$ (element v_j , $j = 1, \dots, M$ oznacza cenę j -tego zasobu przyrody lub usługi j -tego czynnika produkcji). Funkcje F_k ($k = 1, \dots, N$) i G_k ($k = 1, \dots, M$) określają popyt na dobra finalne (F) i podaż zasobów przyrody i czynników produkcji (G).

Do opisanego wyżej modelu autorzy wprowadzili szereg modyfikacji umożliwiających analizę efektów zewnętrznych. Podstawowa zmiana polegała na rozróżnieniu po stronie nakładów zużycia surowców i zasobów przyrody oraz usług czynników produkcji. Dodatkowo autorzy uwzględniają w modelu negatywne usługi środowiskowe (environmental disservices), związane z niepożądanymi produktami ubocznymi, powstającymi w trakcie procesu produkcji (dymy, pyły, ścieki przemysłowe). Podaż tych niepożądanych usług (\mathbf{r}'') jest funkcją rozmiarów produkcji finalnej poszczególnych dóbr:

$$r_k'' = G_k''(y_1, \dots, y_N), \quad k = 1, \dots, s, \quad (5)$$

a ich wpływ na proces produkcji wyraża się w dodatkowych kosztach, jakie ponoszą przedsiębiorstwa, w wyniku utrudnienia procesów produkcji.

Ayres i Kneese usiłowali uwzględnić również to, że zgodnie z prawem zachowania masy, przepływy materii z sektora przyrodniczego do sektora gospodarczego i z sektora gospodarczego do przyrodniczego powinny się równoważyć. Zapisali ten warunek w formie symbolicznej, przyjmując kilka upraszczających założeń. Pominięte zostały bezpośrednie przepływy z sektora przyrodniczego do sfery konsumpcji finalnej. Inwestycje (budynki, urządzenia, sieć transportowa) zostały potraktowane jako przepływ z sektora gospodarczego do przyrodniczego. Zapis symboliczny po-

mijamy, gdyż w naszej opinii ma on pewne niedociągnięcia formalne, których z braku miejsca nie możemy dokładnie omówić.

Rozbudowany przez Ayresa i Kneese'a system równowagi ogólnej możemy zapisać, modyfikując nieco wprowadzone wcześniej oznaczenia. Wektor r przyjmuje po modyfikacji postać:

$$r = \begin{bmatrix} r^m \\ \dots \\ r^s \\ \dots \\ r^u \end{bmatrix} \quad (6)$$

gdzie:

r^m — zużycie zasobów przyrody, r^s — zużycie usług czynników produkcji, r^u — niepożądane usługi środowiskowe. Macierz zasobochłonności R zostaje rozbita na bloki i przybiera postać:

$$R = \begin{bmatrix} R^m \\ \dots \\ R^s \\ \dots \\ R^u \end{bmatrix} \quad (7)$$

przy czym superskrypty są użyte w tym samym znaczeniu, jak w przypadku wektora r . Podobnie modyfikujemy wektor cen czynników produkcji:

$$v = [v^m : v^s : v^u]. \quad (8)$$

Układ równań systemu równowagi ogólnej możemy zapisać obecnie jako:

$$1. \begin{bmatrix} r^m \\ \dots \\ r^s \\ \dots \\ r^u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R^m \\ \dots \\ R^s \\ \dots \\ R^u \end{bmatrix} [I-A]^{-1}y, \quad M \text{ równań} \quad (9)$$

$$2. p = [v^m : v^s : v^u] \begin{bmatrix} R^m \\ \dots \\ R^s \\ \dots \\ R^u \end{bmatrix} [I-A]^{-1}y, \quad N \text{ równań} \quad (10)$$

$$3. y_k = F_k(p_1, \dots, p_n), \quad k = 1, \dots, N, \quad N \text{ równań} \quad (11)$$

$$4. r_k^m = G_k^m(v_1, v_2, \dots, v_m), \quad k = 1, \dots, L, \quad L \text{ równań} \quad (12)$$

$$r_k^s = G_k^s(v_1, v_2, \dots, v_m), \quad k = 1, \dots, P, \quad P \text{ równań} \quad (13)$$

$$r_k^u = G_k^u(Y_1, \dots, Y_n), \quad k = 1, \dots, S, \quad S \text{ równań} \quad (14)$$

$$L+P+S = M.$$

Interpretacja elementów macierzy R^m (R^s) nie nastęrcza większych trudności. Współczynnik r_{ij}^m (r_{ij}^s) oznacza nakład i -tego zasobu (usługi i -tego czynnika produkcji) niezbędny do wytworzenia jednostki produkcji globalnej j -tego dobra. Równanie 9 wyznacza popyt na czynnik produkcji r_i^m (r_i^s) w związku z realizacją planu produkcji finalnej, określonego przez wektor y .

Natomiast interpretacja elementów macierzy R^n , pominięta milczeniem przez autorów, budzi szereg wątpliwości. Otóż z formalnego punktu widzenia r_{ij}^n oznacza wielkość i -tej negatywnej usługi środowiskowej przypadającą na jednostkę produkcji globalnej j -tego dobra. Równanie 9 ma sens ekonomiczny, choć zestawianie popytu na czynniki produkcji z emisją negatywnych usług, związanych z efektami zewnętrznymi, wydaje się nieuzasadnione. W przypadku innych rodzajów efektów zewnętrznych, związanych np. z promieniowaniem cieplnym lub zagęszczeniem ruchu na drogach publicznych, ujęcie problemu proponowane przez autorów sprowadza się do czystego formalizmu.

Liczba niewiadomych wynosi $2N+2M-1$ $r_i(M)$, $y_i(N)$, $p_i(N)$, $v_i(M)$, przy czym przyjmujemy, że cena jednego z zasobów lub jednego z dóbr równa jest jedności. Liczba niezależnych równań wynosi także $2N+2M-1$ (jedno z równań systemu 9-14 odrzucamy, jako że zgodnie z tzw. prawem Walrasa może być ono wyprowadzone z równań pozostałych; nie zawiera więc niezależnej informacji). Zakładamy, wobec równości liczby równań i liczby niewiadomych, że układ ten ma rozwiązania.

Artykuł Ayresa i Kncese'a nie jest wolny od niedociągnięć, które polegają przede wszystkim na operowaniu wieloma niejasnymi pojęciami. Trudno zrozumieć, co autorzy mają dokładnie na myśli, mówiąc o sektorze przyrodniczym, a interpretacja ekonomiczna szeregu współczynników modelu budzić może poważne wątpliwości. Poza tym założenie, że podaż „negatywnych usług środowiskowych” jest funkcją rozmiarów produkcji finalnej poszczególnych dóbr, stanowi ograniczenie modelu. Oznacza ono, że jakość środowiska można regulować wyłącznie przez manipulowanie rozmiarami i strukturą popytu finalnego i nie pozwala na analizę możliwości, jakie stwarza w tym względzie modyfikacja istniejących technologii.

W sumie jednak badania Ayresa-Kncese'a można potraktować jako ciekawy przykład teoretycznych konstrukcji, których celem jest poszerzenie modelu równowagi ogólnej o problematykę środowiska.

W literaturze można znaleźć również wiele innych prób uwzględnienia efektów zewnętrznych w modelach równowagi. Szczególnie dużo uwagi poświęcono modyfikacjom modelu Leontiefa. Zajmiemy się tymi zagadnieniami w dalszej części artykułu.

WZROST GOSPODARCZY A ŚRODOWISKO

TEORIA WZROSTU

Teoria wzrostu jest dziedziną ekonomii, której celem jest określenie czynników determinujących stopę wzrostu dochodu narodowego i jego głównych składników, tj. akumulacji i konsumpcji, zatrudnienia i zasobu kapitału, a w gospodarce otwartej

dodatkowo eksportu i importu. Teoria ta, naszym zdaniem, nie przyczyniła się w większym stopniu do wyjaśnienia mechanizmów działania gospodarki. Zasluguje ona na uwagę raczej z racji rozbudowanego, wysoce złożonego aparatu matematycznego (który nie został jeszcze w pełni wykorzystany), służącego do rozwiązywania problemów o praktycznym charakterze.

Modele wzrostu klasyfikowane są najczęściej w zależności od stopnia szczególności, z jakim opisują gospodarkę. Wyróżnia się modele agregatowe i wielosektorowe. W modelach agregatowych gospodarka jest traktowana jak wielka gałąź wytwarzająca jeden produkt o uniwersalnym zastosowaniu, który może być przeznaczony zarówno na cele konsumpcyjne, jak i inwestycyjne. Do modeli agregatowych należą np. modele R. Harroda i E. Domara (dla gospodarki kapitalistycznej) i model M. Kaleckiego (dla gospodarki socjalistycznej). W modelach wielosektorowych, np. w modelu dynamicznym W. Leontiefa lub w modelu J. v. Neumanna, gospodarka ujmowana jest jako system o złożonej strukturze, składający się z wielu gałęzi, wzajemnie ze sobą powiązanych i od siebie uzależnionych. Modele wzrostu są często klasyfikowane w zależności od metody opisu technologii. Dla przykładu można wyróżnić modele liniowe, oparte najczęściej na funkcji produkcji typu Leontiefa (o stałych współczynnikach) i modele neoklasyczne oparte na funkcji produkcji, dopuszczającej możliwość substytucji między różnymi czynnikami wytwórczymi.

Badania nad zależnościami między wzrostem gospodarczym a środowiskiem rozwijają się w kilku kierunkach, z których można wyodrębnić trzy podstawowe: pierwszy — polega na próbach modyfikacji tradycyjnych modeli wzrostu przez uwzględnienie w nich problematyki środowiska; drugi — dotyczy prób zrewidowania samej definicji wzrostu gospodarczego oraz poszukiwania nowych jego mierników; trzeci — to próby ustalenia długookresowego wpływu, jaki wywrze wyczerpywanie się zasobów naturalnych i obniżenie jakości środowiska na wzrost gospodarczy, jego tempo i strukturę.

MODYFIKACJE MODELI WZROSTU

Przykładem modelu wzrostu, w którym uwzględniony został problem ochrony środowiska jest model d'Arge'a⁹, będący modyfikacją modelu typu Harroda-Domara. Zakłada on, że oszczędności (S) stanowią stałą część dochodu narodowego (F):

$$S = sF, \quad (15)$$

gdzie:

s — stopa oszczędności; przyjmuje się, że oszczędności równe są inwestycjom (I), które dzielą się na część przeznaczoną na zwiększanie zdolności produkcyjnych (I_p) i na ochronę środowiska przyrodniczego (I_e); zmiany dochodu narodowego możliwe są dzięki inwestycjom produkcyjnym I' :

⁹ R. C. d'Arge, *Essay on Economic Growth and Environmental Quality*, [w:] *The Economics of Environment*, pod red. P. Bohma i A. V. Kneese'a, London 1971.

$$\dot{F} = \sigma I_f, \quad (16)$$

gdzie

F — pochodna względem czasu (dF/dt);

σ — efektywność inwestycji¹⁰.

Stopa wzrostu dochodu narodowego $G_f = \dot{F}/F$ jest równa:

$$F/F = \sigma\alpha - \sigma(I_f/F) \quad (17)$$

(inwestycje w sferze ochrony środowiska obniżają stopę wzrostu dochodu narodowego, co nie znaczy jednak, że obniżają dobrobyt społeczny).

Emisja jednorodnych zanieczyszczeń (W) jest wprost proporcjonalna do rozmiarów dochodu narodowego i konsumpcji. Oznacza to, że zanieczyszczenia powstają nie tylko w trakcie wytwarzania dóbr, ale i ich spożywania. Mamy więc:

$$W = g_c(F - S) + g_f E, \quad (18)$$

gdzie:

g_c i g_f — współczynniki natężenia strumienia zanieczyszczeń odpowiednio na jednostkę konsumpcji i dochodu narodowego (zauważmy, że różnica F i S jest równa konsumpcji).

Ogólną ilość zanieczyszczeń nagromadzonych w środowisku w przeliczeniu na jednostkę pojemności środowiska oznaczono przez D . Pojęcie pojemności środowiska nie zostało bliżej wyjaśnione przez autora. Można przyjąć, że pojemność środowiska jest wprost proporcjonalna do obszaru i daje się zatem mierzyć umownie w jednostkach powierzchni. Zmiany poziomu zanieczyszczeń w czasie wyrażone są przez \dot{D} ($D = dD/dt$). Są one uzależnione od natężenia strumienia nowych zanieczyszczeń oraz od tempa procesu rozkładu zanieczyszczeń w środowisku, w wyniku naturalnej zdolności środowiska do samooczyszczania się i dzięki inwestycjom w sferze ochrony środowiska:

$$\dot{D} = \frac{1}{V} W - h I_r - \delta, \quad (19)$$

gdzie:

V — pojemność środowiska;

h — efektywność inwestycji w sferze ochrony środowiska;

δ — szybkość samooczyszczania się środowiska.

Na przykład można przyjąć, że V oznacza powierzchnię danego obszaru w km², D — przeciętną ilość nagromadzonych w środowisku odpadów produkcyjnych i konsumpcyjnych, mierzonych np. w t/km², δ — procent nagromadzonych zanieczyszczeń asymilowanych przez środowisko w jednostce czasu. Zmiany zasobu odpadów (D)

¹⁰ Efektywność inwestycji określa liczbę jednostek rocznego przyrostu dochodu narodowego dzięki wyłożeniu jednej jednostki inwestycji. Na przykład, jeśli efektywność inwestycji równa się 0,25, oznacza to, że jedna złotówka inwestycyjna przynosi 25 groszy przyrostu dochodu narodowego w ciągu jednego roku.

zależą od natężenia strumienia nowych odpadów odprowadzanych do środowiska (w przeliczeniu na jednostkę powierzchni) W/V oraz tempa, w jakim nagromadzone odpady ulegają rozpadowi (δ) tak samorzutnie, jak i w wyniku świadomej działalności człowieka (hI_s). Przekształcając otrzymujemy:

$$\dot{D} = \left(\frac{g_c}{hV} (1-s) + \frac{g_f}{hV} - hs \right) F + \frac{h}{\delta} \dot{F} - \delta F. \quad (20)$$

Po dalszych przekształceniach otrzymujemy równanie różniczkowe postaci (przyjmując $\dot{D} = 0$):

$$F + \alpha F - \eta = 0, \quad (21)$$

gdzie α, η są to współczynniki równania dane przez:

$$\alpha = \sigma \left(\frac{g_c}{hV} (1-s) + \frac{g_f}{hV} - s \right), \quad (22)$$

$$\eta = \frac{\sigma \delta}{h}, \quad (23)$$

którego rozwiązanie pozwala na wyznaczenie ścieżki zmian dochodu narodowego w czasie, na której jakoś środowiska jest stała:

$$F(t) = He^{-\alpha t} + \eta/\alpha, \quad (24)$$

gdzie H oznacza pewną stałą ($H = F_0 - \eta/\alpha$, przy czym F_0 jest to dochód narodowy w punkcie wyjścia).

Z modelu tego wynika, że stopa wzrostu dochodu narodowego, oznaczająca powstrzymanie procesu dalszej degradacji środowiska jest tym wyższa, im wyższe są stopa oszczędności (s), efektywność inwestycji w ochronie środowiska (h) i pojemność środowiska (V) oraz im mniejsza jest ilość zanieczyszczeń emitowanych na jednostkę produkcji (g_f) i konsumpcji (g_c). Szczególne znaczenie ma stopa oszczędności, która rosnąc hamuje wzrost konsumpcji i tym samym redukuje ilość zanieczyszczeń emitowanych w trakcie spożycia oraz umożliwia zwiększenie inwestycji na cele ochrony środowiska. Z modelu wynika także wniosek, że w przyszłości kraje o większym obszarze i większym potencjale asymilacyjnym środowiska będą mogły osiągnąć wyższe stopy wzrostu gospodarczego.

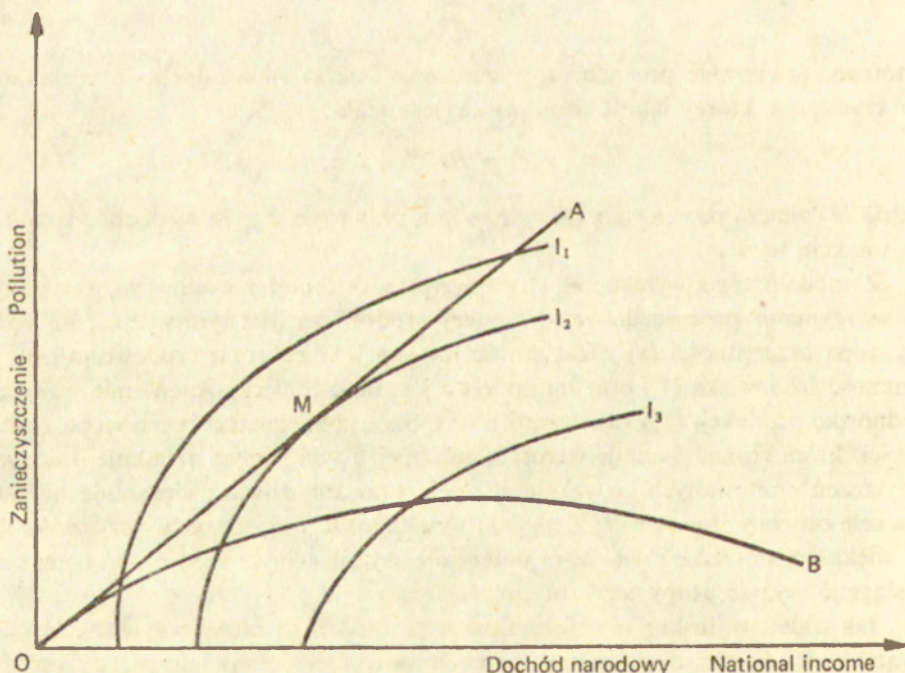
Jak widać, wnioski z tak sformułowanego modelu są raczej oczywiste. Nie ulega wątpliwości, że na tym poziomie abstrakcji wartość modelu polega przede wszystkim na sformalizowanym zapisie pewnych zależności.

POSZUKIWANIA DEFINICJI WZROSTU

Drugi nurt poszukiwań w teorii wzrostu gospodarczego łączy się z próbami zrewidowania samej definicji wzrostu gospodarczego. Do niedawna wzrost gospodarczy był utożsamiany ze zmianami takich agregatów, jak dochód narodowy,

konsumpcja, inwestycje, których nieustanne powiększanie miało umożliwić rozwiązanie wszystkich nabrzmiałych problemów społecznych i zapewnić nieprzerwany postęp gospodarczy. Ostatnio wielu ekonomistów uznało, że nawet bardzo szybki wzrost gospodarczy może doprowadzić do spadku zaspokojenia potrzeb społecznych, jeżeli łączy się z daleko idącą degradacją środowiska. Rozumowanie to można zilustrować za pomocą wykresu¹¹, na którym przedstawione są tzw. krzywe jednakowego dobrobytu społecznego (ryc. 2). Każda krzywa stanowi miejsce geometryczne punktów reprezentujących takie kombinacje dochodu narodowego i ilości zanieczyszczeń znajdujących się w środowisku, które w odczuciu społecznym umożliwiają zaspokojenie potrzeb w jednakowym stopniu. Kształt krzywych sugeruje, że dla zachowania określonego stopnia zaspokojenia potrzeb kolejne, jednakowe przyrosty zanieczyszczeń należy rekompensować coraz większymi przyrostami dochodu narodowego. Dodajmy, że dobrobyt rośnie w miarę przechodzenia od krzywych leżących wyżej ku krzywym położonym coraz niżej.

Wzrost dochodu narodowego, połączony z akumulacją znacznych ilości zanieczyszczeń w środowisku (ścieżka OA), zwiększa początkowo dobrobyt (do punktu M).



Ryc. 2. Krzywe jednakowego dobrobytu społecznego (I_1, I_2, I_3)

OA — ścieżka wzrostu dochodu narodowego, bez potrzeby uwzględniania ochrony środowiska, OB — ścieżka wzrostu dochodu narodowego połączona z ochroną środowiska

Curves of constant social welfare (I_1, I_2, I_3)

OA — the growth path of national income without measures to protect the environment, OB — the growth path of national income when measures to protect the environment
(The source: P. A. Victor, *Economic of Pollution*, London 1972, p. 46.)

¹¹ P. A. Victor, *Economics of Pollution*, London 1972.

Po przekroczeniu pewnego maksymalnego poziomu dobrobytu zaczyna spadać, wzrasta natomiast np. w przypadku ścieżki *OB*, przy której poziom zanieczyszczeń jest stopniowo redukowany.

Wielu ekonomistów uważa, że degradacja środowiska, jaka nastąpiła w ostatnich latach, jest wynikiem fetyszyzacji wzrostu gospodarczego, traktowanego jako główny cel polityki gospodarczej i sprawdzian jej powodzenia¹². Przeświadczenie to zrodziło skrajną reakcję w postaci modeli wzrostu zerowego, które postulowały obniżenie stopy wzrostu dochodu narodowego do zera lub do bardzo niskiego poziomu¹³.

Większość ekonomistów stoi jednak na stanowisku, że prawdziwą przyczyną degradacji środowiska jest nie tyle sam wzrost, ile jego struktura i strategia oraz sposób, w jaki jest on osiągany. Wzrostu gospodarczego nie można mierzyć dochodem narodowym, który nie uwzględnia wielu ubocznych, niepożądanych skutków działalności gospodarczej i który można powiększyć stosunkowo najłatwiej, prowadząc politykę gospodarczą ignorującą zagadnienie ochrony i kształtowania środowiska. Konieczne jest więc skonstruowanie nowego, alternatywnego miernika stopnia zaspokojenia potrzeb, w którego polu percepcji znajdowałyby się działania powodujące degradację lub rewaloryzację środowiska.

Poszukiwania takiego miernika idą w dwóch kierunkach. Z jednej strony podejmowane są próby skonstruowania mierników wartościowych, których podstawą jest wielkość dochodu narodowego. Najlepiej znanym przykładem takiego miernika jest MEW (measure of economic welfare), zbudowany przez dwóch amerykańskich ekonomistów — Tobina i Nordhaua¹⁴. MEW obejmuje, obok pewnych komponentów produktu narodowego brutto (GNP), wycenę strumienia usług czerpanych z zasobów dóbr konsumpcyjnych trwałego użytku, wycenę pieniężną czasu wolnego oraz szacunek strat wynikający z obniżenia jakości środowiska¹⁵. Podobne badania prowadzone są między innymi w Japonii, gdzie zbudowano nieco odmienny miernik nazwany NNW (net national welfare) i we Włoszech (la misura del benessere economico — MBE)¹⁶. Z drugiej strony podejmowane są również próby zbudowania mierników będących średnią ważoną cząstkowych wskaźników zaspokojenia potrzeb, wyrażonych w jednostkach fizycznych. Mierniki takie budowane są przy zastosowaniu powszechnie znanej metody genewskiej, której twórcą jest polski ekonomista Drewnowski¹⁷. Wydaje się, że możliwe jest uwzględnienie w tych miernikach

¹² Por. E. J. Mishan, *The Costs of Economic Growth*, London 1967.

¹³ Por. *Toward a Steady-State Economy*, pod red. H. E. Daly'ego, San Francisco 1973.

¹⁴ Por. W. Nordhaus, J. Tobin, *Is Growth Obsolete?*, [w:] *Economic Growth*, pod red. M. Abramowitza, National Bureau of Economic Research, New York 1972.

¹⁵ Zasady konstrukcji MEW omówione są w: W. Kamiński, *Poszukiwania mierników dobrobytu w zachodniej literaturze ekonomicznej*, [w:] *O teoriach rozwoju współczesnego kapitalizmu*, pod red. M. Nasitowskiego, Warszawa 1978.

¹⁶ Por. Antonio Giannone, *Verso una misura del benessere economico?* i W. Scheppach, *Supplementation of GNP with NNW*, Rivista Internazionale di Scienze Economiche e Commerciali, 1975, nr 9.

¹⁷ Por. J. Drewnowski, W. Scott, *The Level of Living Index UNRiSD*, Report No 4, Geneva 1966. W Polsce badania w tej dziedzinie prowadzi A. Luszniwicz. Por. W. Kamiński, *op.cit.* przyp. 15.

dotatkowo problematyki środowiska przez dodanie takich wskaźników, jak np.: BZT₅, ilość pyłów opadających na dany obszar, relacja długości odcinków rzek zawierających wodę I klasy czystości do ogólnej długości rzek. Wskaźniki te odzwierciedlałyby stan środowiska, który nie jest bez znaczenia dla stopnia zaspokojenia potrzeb społecznych.

DLUGOOKRESOWE PROGNOZY WZROSTU

Najbardziej znanym opracowaniem z tej dziedziny jest pozycja pt. *Granice wzrostu*, która została wydana na początku lat siedemdziesiątych i przyczyniła się w wielkim stopniu do wzrostu zainteresowania problemami środowiska¹⁸. Model tam przedstawiony uwzględnia 5 głównych współzależnych zmiennych: liczbę ludności, produkcję żywności, produkcję przemysłową, eksploatację nieodnawialnych zasobów i degradację środowiska przyrodniczego. W modelu zakłada się dalsze postępowanie wykładniczego wzrostu tych zmiennych. Uwzględnia się zarówno liczne sprzężenia zwrotne i samosprzężenia, jak również opóźnienia w występowaniu skutków szeregu zjawisk, wynikające z istoty procesów ekologicznych.

Mechaniczna ekstrapolacja trendów przy założeniu, że nie nastąpią większe zmiany w historycznych zależnościach fizycznych, ekonomicznych i społecznych, wykazuje szybki wzrost wykładniczy wszystkich trendów do mniej więcej początku XXI w., kiedy to gwałtowne zmniejszenie się rezerw zasobów naturalnych spowoduje załamanie się wzrostu produkcji przemysłowej, a później — produkcji żywności i wzrostu ludności. Przyjmowanie różnych założeń co do poszczególnych zmiennych nie zmienia w sposób istotny sytuacji. Jednak wcześniej czy później (w XXI w.) wykładniczy wzrost prowadzi do nieuniknionego załamania wywołanego bądź zanieczyszczeniem środowiska bądź niedostatkami żywności, co w obydwu przypadkach daje w efekcie nieopanowany wzrost współczynnika zgonów. Dopiero przejście od wzrostu wykładniczego do „zerowego” — zdaniem autorów modelu — umożliwi zażegnanie groźącego niebezpieczeństwa.

Powstał również szereg pochodnych modeli, w których wprowadzono nieco inne założenia, zweryfikowano dane i zależności pomiędzy zmiennymi, uwzględniono zróżnicowanie przestrzenne rozwoju gospodarczego, aplikując inne modele dla poszczególnych części świata, regionów, krajów. Sami autorzy książki opracowali już kolejne wersje modelu.

Model przedstawiony w „*Granicach wzrostu*” jest dobrze znany i nie ma potrzeby, by omawiać go tu bardziej szczegółowo¹⁹. Należy jednak stwierdzić, że dyskusja nad zagadnieniami poruszonymi w książce była prowadzona w atmosferze sensacji, która przyniosła więcej szkody niż korzyści postępowi badań w tej dziedzinie. Przyczynili się do tego sami autorzy książki, wykazujący skłonność do formułowania

¹⁸ D. M. Meadows, D. L. Meadows, J. Randers, W. W. Behrens, *Granice wzrostu*, Warszawa 1973.

¹⁹ Dyskusja nad *Granicami wzrostu* została omówiona w książce: *O teoriach rozwoju współczesnego kapitalizmu*, pod red. M. Nasitowskiego, Warszawa 1978.

krańcowych, katastroficznych wniosków. Być może, przyjęty przez nich sposób prezentacji wyników badań wynikał z przeświadczenia, że konieczne jest przebudzenie opinii publicznej, lekceważącej zagadnienia ochrony środowiska. Bez względu jednak na ich intencje, spory dotyczyły głównie prawdopodobieństwa katastrofy lub możliwości osiągnięcia stanu globalnej równowagi dynamicznej, zalecanego przez autorów jako jedyne rozsądne rozwiązanie. Z pola widzenia zniknęły na pewien czas istotniejsze zagadnienia, mieszczące się między skrajnymi rozwiązaniami. Chodzi tu o wpływ stopniowego wyczerpywania się zasobów naturalnych na strukturę i dynamikę wzrostu gospodarczego poszczególnych krajów oraz o możliwość przekształcenia się środowiska w barierę wzrostu gospodarczego (sposób, w jaki rozumiemy słowo bariera, wyjaśnimy w dalszej części artykułu).

Tabela 1, którą podajemy za D. W. Pearce'em²⁰, zawiera dane dotyczące przewidywanego światowego (skumulowanego) popytu na różne surowce w okresie

Tabela 1. Rezerwy i zużycie wybranych zasobów w latach 1968—2020

Zasoby (pierwiastki)	Popyt globalny w latach 1968-2020 (mln t)		Rezerwy (mln t)	Nadwyżka popytu	
	minimalny	maksymalny		popyt minimalny	popyt maksymalny
Żelazo	35000	48457	97000	—	—
Chrom	5,4	10,2	775	—	—
Magnez	360	608	2580	—	—
Fosfor	1942	3950	21800	—	—
Potas	2421	3804	110000	—	—
Azot	5965	10269	b.d.	—	—
Wanad	3,13	4,36	10,11	—	—
Kobalt	1,54	2,27	2,4	—	—
Nikiel	52,6	76,0	73,5	—	+
Siarka	5867	9329	2767	+	+
Tytan	153	386	147	+	+
Mangan	853	1195	797	—	+
Miedź	975	2073	808	+	+
Molibden	11,62	16,48	5,41	+	+
Wolfram	4,23	5,57	1,41	+	+
Ołów	296	377	95	+	+
Aluminium	2277	4974	1168	+	+
Cyna	15,18	26,27	4,91	+	+
Cynk	581	774	124	+	+
Rtęć*	8,8	13,6	3,34	+	+

* Rezerwy rtęci i jej zużycie mierzone w milionach anglosaskich jednostek określanych mianem kolb (flasks)

b.d. — brak danych

Źródło: D. W. Pearce, *Environmental Economics*, London, 1976, s. 158.

²⁰ D. W. Pearce, *Environmental Economics*, London 1976. Większość szacunków dotyczących popytu na surowce mineralne została zaczerpnięta przez autora z pracy L. Fishmana i H. Landsberga, *Adequacy of non fuel minerals and forest reserves*, 1972, którzy wykorzystali w swych obliczeniach model ekonometryczny organizacji Resources for the Future. Reszta szacunków popytu pochodzi od autora. Dane dotyczące rezerw zasobów są wynikiem szacunków US Bureau of Mines.

1968—2020, minimalnego i maksymalnego, szacowanego w zależności od założonej stopy wzrostu dochodu światowego. Znak „-” oznacza, że różnica popytu (D) i rezerw (R) jest ujemna:

$$D - R < 0, \text{ czyli } D < R, \quad (25)$$

co znaczy, że rezerwy przewyższają łączny przewidywany popyt z okresu 1968—2020. Znak „+” oznacza, że różnica popytu i rezerw jest dodatnia, a zatem w którymś momencie badanego okresu rezerwy wyczerpią się. Jeżeli przyjmie się, że obecne rezerwy zostaną, w wyniku nowych odkryć geologicznych i wzrostu cen (które umożliwią zaliczenie do rezerw złóż surowców obecnie nie nadających się do eksploatacji) powiększone pięć razy, braki wystąpią tylko w przypadku cynku i cyny (cyny jedynie przy maksymalnym popycie).

Założenie, że rezerwy zostaną powiększone pięć razy, wydaje się w pełni dopuszczalne. Jednak przewaga rezerw nad popytem w ciągu całego okresu rozpatrywanego łącznie nie oznacza zbilansowania podaży i popytu w każdym momencie. Należy się spodziewać, że okresowo będą następowały braki poszczególnych surowców, dopóki wzrost cen nie spowoduje powrotu do równowagi na rynku. Oscylacje cen mogą poważnie zakłócić gospodarkę światową.

Znaczny wzrost rezerw nie odsuwa w bardzo daleką przyszłość niebezpieczeństwa ich całkowitego wyczerpania. Tezę tę ilustrujemy za pomocą rysunku (ryc. 3)²¹.

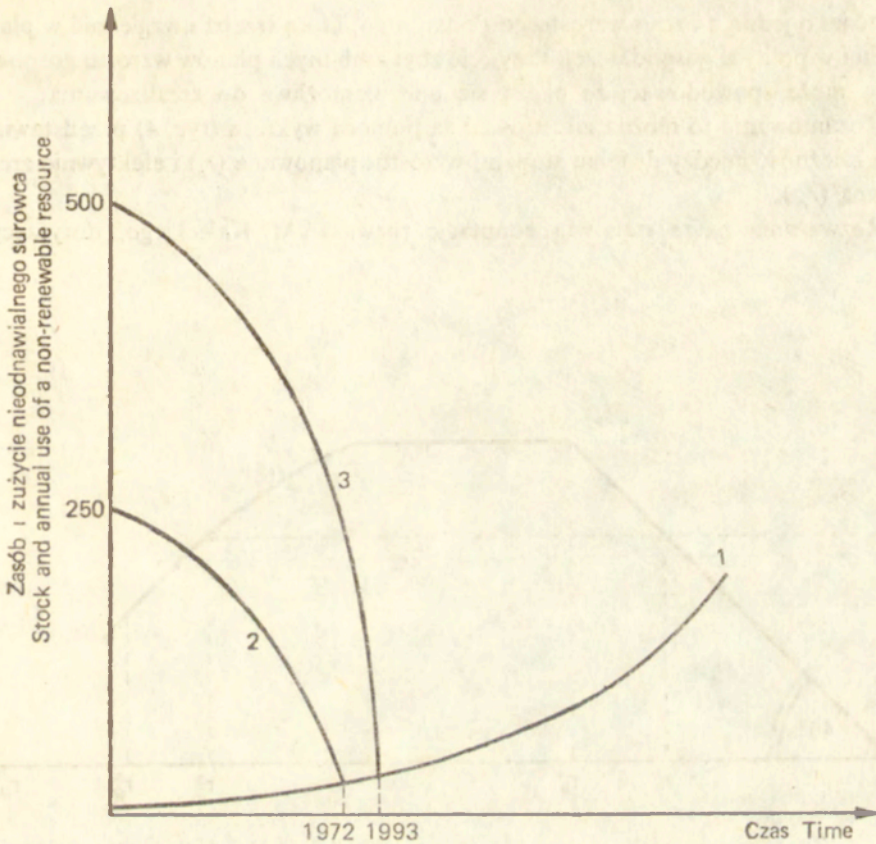
Zakładamy, że zużycie surowca rośnie wykładniczo w tempie 3% rocznie. Jego zasoby, wynoszące w punkcie wyjścia 250 jednostek, wyczerpują się po upływie około 70 lat (punkt przecięcia krzywych 1 i 3). Podwojenie zasobów surowca do 500 jednostek pozwala na przedłużenie okresu eksploatacji zaledwie o około 20 lat (punkt przecięcia krzywych 1 i 3).

Reasumując, można przyjąć, że w ciągu najbliższych 40—50 lat zasoby podstawowych surowców mineralnych nie ulegną wyczerpaniu (poza cynkiem i cyną). W wielu przypadkach wyczerpane zostaną jednak najkorzystniej położone złoża surowców, a ceny ich gwałtownie wzrosną, nie tylko z powodu wzrostu kosztów wydobycia, ale i w wyniku polityki karteli kontrolujących zarówno podaż, jak i ceny. Tworzenie takich karteli będzie szczególnie ułatwione w okresach przejściowych lub trwałych nadwyżek popytu nad podażą.

Wzrost cen surowców spowoduje zmiany w strukturze międzynarodowego podziału pracy, obniży dynamikę rozwoju jednych krajów, a zwiększy drugich.

Nie bez wpływu na dynamikę wzrostu gospodarczego będzie ogół środków służących ochronie i rewaloryzacji środowiska. Instalacja różnych urządzeń oczyszczających, stosowanie specjalnych technologii, rezygnacja z wytwarzania pewnych dóbr, konieczność terytorialnej separacji i rozproszenie zakładów produkcyjnych spowodują na ogół obniżenie stopy wzrostu dochodu narodowego w krótkim czasie. Nie wiadomo jednak, jak decyzje te mogą wpłynąć na stopę wzrostu gospodarczego

²¹ R. Lecomber, *Economic Growth versus the Environment*, London 1975.



Ryc. 3. Czas wyczerpania zasobu nieodnawialnego surowca w warunkach wykładniczego wzrostu jego zużycia

1 — roczne zużycie surowca; zmiany zasobu surowca przy początkowym poziomie równym: 2 — 250, 3 — 500

Time of exhaustion of a non-renewable resource under conditions of exponential growth of its use

1 — annual use; stock of a non-renewable resource; 2 — initial level = 250, 3 — initial level = 500

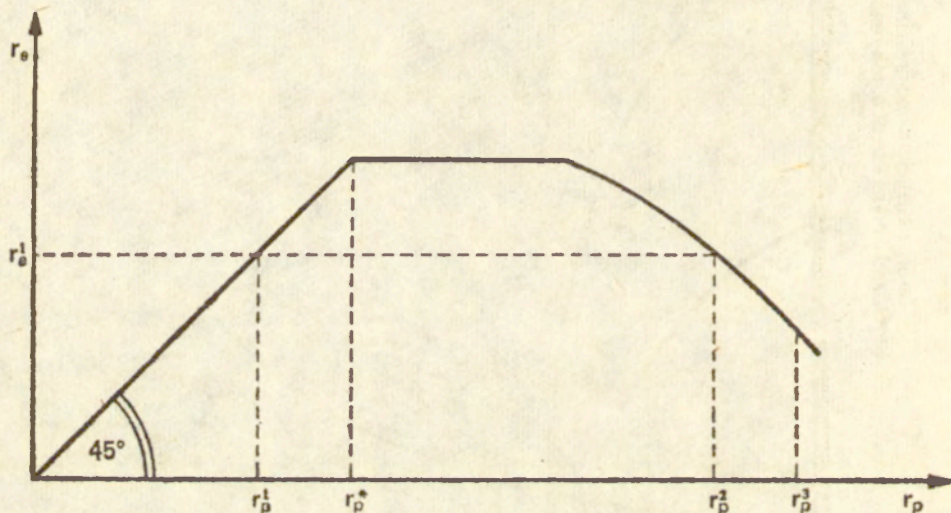
(The source: R. Lecomber, *Economic growth versus the environment*, London 1975, p. 39.)

mierzonego nie dochodem narodowym, lecz opisanymi wyżej alternatywnymi wskaźnikami. Ponadto jakość środowiska oddziałuje na dynamikę wzrostu gospodarczego na zasadzie sprzężenia zwrotnego. Daleko idące obniżenie jakości środowiska powoduje, że utrzymanie wysokiej dynamiki wzrostu gospodarczego przez dłuższy okres jest niemożliwe. Obniżenie jakości wody, powietrza, drzewostanu itd. stwarza konieczność poniesienia dodatkowych nakładów w celu przystosowania ich do wymogów produkcji. Nakłady te hamują tempo wzrostu gospodarczego. Podobnie obniżenie stanu zdrowotności ludności powoduje spadek produkcji, wynikający ze zmniejszenia stopy wzrostu wydajności pracy itd. W świetle tych przykładów i wielu innych uzasadniona wydaje się hipoteza, że jakość środowiska należy trak-

tować jako jedną z barier wzrostu gospodarczego, którą trzeba uwzględnić w planowaniu i w polityce gospodarczej. Przyjęcie zbyt ambitnych planów wzrostu gospodarczego może spowodować, że okażą się one niemożliwe do zrealizowania.

Rozumowanie to można zilustrować za pomocą wykresu (ryc. 4) przedstawiającego zależność między dwiema stopami wzrostu: planowaną (r_p) i efektywnie zrealizowaną (r_e).

Rozważania nasze stanowią adaptację rozważań M. Kaleckiego, dotyczących



Ryc. 4. Zależność między planowaną stopą wzrostu (r_p) i efektywnie osiągniętą stopą wzrostu (r_e) dochodu narodowego

Relationship between a planned rate of growth (r_p) of national income and an effective rate of growth of national income (r_e)

obniżenia dynamiki wzrostu gospodarczego w rezultacie przyjęcia nadmiernie ambitnych planów rozwoju²².

Podniesienie planowanej stopy wzrostu (r_p) pociąga za sobą początkowo wzrost stopy zrealizowanej (r_e). Po przekroczeniu jednak pewnego krytycznego poziomu stopy planowanej (r_p), stopa efektywna stabilizuje się, a następnie nawet spada. Wynika stąd, że obniżenie jakości środowiska wpływa hamująco na wzrost gospodarczy. Jak wynika z wykresu, ta sama efektywna stopa wzrostu (r_e^1) odpowiada dwóm różnym planowanym stopom wzrostu (r_p^1 i r_p^2). Dążenie do realizacji planu zakładającego stopę wzrostu r_p^2 powoduje tak daleko idące obniżenie jakości środowiska, że faktyczna stopa wzrostu spada do poziomu r_e^1 . Okazuje się, iż lepiej jest planować stopę wzrostu na niższym, lecz realistycznym poziomie, niż podejmować próbę realizacji planów ambitnych, których nie można w danych warunkach wykonać i które przynoszą w rezultacie bardzo niską efektywną stopę wzrostu (porównaj r_p^1 i r_p^3).

²² M. Kalecki, *O wąskich gardłach planu perspektywicznego*, Nauka Polska, 1, 1959.

Oczywiście zjawisko załamania zbyt ambitnych planów może wynikać także z oddziaływania innych barier wzrostu (np. bariery handlu zagranicznego, transportu, siły roboczej, organizacyjnej). Wydaje się jednak, że w nadchodzących latach bariera środowiska będzie coraz bardziej odczuwalna i stanie się jednym z najważniejszych czynników hamujących wzrost gospodarczy. Z tego względu zagadnienie to powinno stać się przedmiotem intensywnych badań.

MODELE PRZEPLYWÓW (INPUT-OUTPUT)

Postulat uwzględnienia środowiska w modelach równowagi i wzrostu został spełniony w wielu nowych konstrukcjach pochodnych modelu przepływów międzygałęziowych Leontiefa w wersji statycznej (modele równowagi) i dynamicznej (modele wzrostu).

MODEL LEONTIEFA

Jak wiadomo, klasyczny, otwarty, statyczny model Leontiefa wyglądał następująco:

$$AX + Y = X, \quad (26)$$

$$Y = (I - A)X, \quad (27)$$

$$X = (I - A)^{-1}Y. \quad (28)$$

W modelu tym macierz $A = [a_{ij}]$ (gdzie: $i, j = 1, \dots, n$) opisuje dostępne techniki produkcji. Każdy jej element a_{ij} informuje, jaki nakład i -tego produktu jest niezbędny do wytworzenia jednostki produkcji globalnej w j -tej gałęzi (zakładamy, że każda gałąź wytwarza tylko jeden produkt); X – wektor produkcji globalnej (wektor o wymiarach $n \times 1$); Y – wektor produkcji finalnej (o wymiarach $n \times 1$); I – macierz jednostkowa o wymiarach $n \times n$.

Leontief²³ zaproponował poszerzenie modelu o zagadnienia środowiska. Założył on, że produkcja jednostki każdego dobra jest związana z określonymi zanieczyszczeniami środowiska i wymaga, obok nakładów innych dóbr (i siły roboczej), również nakładów na ochronę środowiska. Dla uwzględnienia współczynników tych nakładów Leontief poszerzył macierz strukturalną A o kolejne macierze: A_{12} , A_{21} i A_{22} (macierz A oznaczył w nowym układzie przez A_{11}). Schemat poszerzonej macierzy A przedstawia się następująco:

$$\left[\begin{array}{cc|cc} A_{11} & A_{12} & & \\ A_{21} & A_{22} & & \end{array} \right] = \left[\begin{array}{cc|cc} a_{11} \dots a_{1m} & a_{1m+1} \dots a_{1n} & & \\ a_{m1} \dots a_{mm} & a_{mm+1} \dots a_{mn} & & \\ a_{m+11} \dots a_{m+1m} & a_{m+1m+1} \dots a_{m+1n} & & \\ a_{n1} \dots a_{nm} & a_{nm+1} \dots a_{nn} & & \end{array} \right]. \quad (29)$$

²³ W. W. Leontief, *Environmental Repercussions and the Economic Structure, an Input-Output Approach*, The Review of Economics and Statistics, 1970, 52; W. W. Leontief, D. Ford, *Air Pollution and the Economic Structure: Empirical Results of Input-Output Computation*, [w:] *Input-Output Techniques*, eds. A. Bródy, A. P. Carter, Amsterdam 1972.

$A_{12} : a_{ig}$ — nakład i -tego dobra niezbędny do wyeliminowania jednostki g -tej substancji zanieczyszczającej (liczba substancji zanieczyszczających wynosi $r-n$);

$A_{21} : a_{gi}$ — ilość g -tej substancji zanieczyszczającej wydzielonej w związku z wytworzeniem jednostki produkcji globalnej i -tego dobra;

$A_{22} : a_{gk}$ — ilość g -tej substancji zanieczyszczającej emitowanej w związku z wyeliminowaniem jednostki k -tej substancji zanieczyszczającej.

W macierzy, w jednostkach fizycznych (w odróżnieniu od macierzy w jednostkach monetarnych), ze względu na niemożność sumowania różnych wielkości, stosuje się najczęściej założenie, że każdy sektor wytwarza jedno i tylko jedno dobro. W przypadku substancji zanieczyszczających zastosowano jednostki fizyczne, stąd w poszerzonej macierzy A trzeba założyć, że istnieją jakoby dodatkowe, samodzielne sektory wytwarzające zanieczyszczenia oraz sektory je eliminujące.

Jak wiadomo, elementy a_{ij} macierzy $(I - A_{11})^{-1}$ (równanie [28]) informują o ile musi wzrosnąć produkcja globalna i -tego sektora w związku z przyrostem produkcji końcowej j -tego dobra o jednostkę. Mnożąc macierze A_{21} i $(I - A_{11})^{-1}$ otrzymujemy macierz:

$$H = A_{21}(I - A_{11})^{-1}, \quad (30)$$

o wymiarach $(r-n) \times n$, której element h_{gi} informują, o ile wzrośnie emisja g -tej substancji zanieczyszczającej w związku ze zwiększeniem produkcji końcowej dobra i -tego o jednostkę. Znajomość poszczególnych współczynników umożliwia więc określenie wpływu gospodarki na środowisko i zbadanie konsekwencji zmian struktury produkcji.

Model Leontiefa ma niewątpliwie szereg wad. Pomimo modyfikacji jest nadal typowym modelem ekonomicznym, w którym środowisko jest traktowane w sposób marginesowy. Leontief interesuje się przede wszystkim gospodarką, kosztami oczyszczania, wpływem norm ekologicznych (norm dopuszczalnych zanieczyszczeń) na koszty produkcji, strukturę gospodarki narodowej itd. Nie uwzględniono w modelu aspektów przestrzennych oraz zmian w czasie. Środowisko występuje jako jedna homogeniczna całość i jest „reprezentowane” w modelu tylko przez zanieczyszczenia.

MODEL DALY EGO

Kolejną próbą konstrukcji modelu równowagi ogólnej, uwzględniającego szeroko problematykę środowiska, była koncepcja Daly'ego²⁴.

Daly traktuje ekonomię jako dział ekologii — jednej z nielicznych nauk biologicznych, badających „outside skin life process”. Analizując liczne analogie w procesach biologicznych i gospodarczych dochodzi do wniosku, że gospodarka, podobnie jak żywy organizm, pobiera z otoczenia materię i energię, które przetwarza w procesie produkcji (anabolizmu) i konsumpcji (katabolizmu) oraz wydala do otoczenia zdegradowaną materię i energię. Podobnych analogii Daly znajduje znacznie więcej. Formuluje on równanie bilansowe procesu życiowego. W jednostkach wartości-

²⁴ H. E. Daly, *On Economics as a Life Science*, The Journal of Political Economy, 1968, 76.

wych wygląda ono następująco: wartość przyjemności (korzystności, użyteczności) życia (the value of life enjoyment) + wartość materialnych odpadów (material waste) = suma wartości zużytej na potrzeby życiowe materii i energii. Równanie bilansowe procesu życia w jednostkach fizycznych opiera się na prawie zachowania materii — energii. Jak widać, przepływy w równaniach Daly'ego są traktowane znacznie szerzej niż u Leontiefa.

Koncepcja macierzy nakładów-wyników według Daly'ego jest przedstawiona w tabeli 2. Współczynniki gospodarka i przyroda tworzą w modelu jeden jednorodny system, którego elementy są połączone przez przepływy materii. Prostokąt 2 tabeli to pole tradycyjnej ekonomii, prostokąt 4—ekologii. W koncepcji Daly'ego prostokąt 2 zawiera dobra o dodatnich cenach, pozostałe części tabeli — dobra wolne o cenach zerowych lub dobra negatywne (zanieczyszczenia) o cenach ujemnych. Współczynniki q_{ij} są miarami przepływu w jednostkach fizycznych z i -tego do j -tego sektora. Równanie bilansowe dla każdego wiersza wygląda następująco:

$$\sum_{j=1}^n q_{ij} = Q_i \text{ dla } i = 1, 2, \dots, n. \quad (31)$$

W związku z tym, że wielkości q_{ij} należące do poszczególnych kolumn macierzy są wyrażone w różnych jednostkach fizycznych, sumowanie kolumnami nie ma większego sensu. Można wielkości te sumować w zasadzie tylko wierszami.

Możliwe jest również wprowadzenie współczynników strukturalnych:

$$a_{ij} = \frac{q_{ij}}{Q_j}, \quad (32)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} Q_j = Q_i. \quad (33)$$

W prostokącie 2 występują zwykle współczynniki techniczne, w pozostałej części macierzy — ich odpowiedniki w sferach związanych z przyrodą. Jeżeli na przykład $a_{ij} = -3$, znaczy to, że potrzeba trzech jednostek i na powstanie jednostki j .

Zdaniem autora, aby tabela spełniła swoje zadania poznawcze powinna mieć około 100 sektorów, a więc około 10 tys. pól.

Macierz nakładów-wyników w koncepcji Daly'ego stanowi ciekawą konstrukcję badawczą. Obejmuje ona szeroko cały system człowiek-środowisko, stanowi podstawę do kompleksowej, jednolitej metodycznie, analizy różnych zjawisk, procesów i elementów materialnych, które, choć w zasadzie heterogeniczne, zostają przez Daly'ego sprowadzone niejako do wspólnego mianownika.

Koncepcja ta ma jednak wiele słabych punktów. Podobnie jak w modelu Ayresa-Kneese'a niezgodne z rzeczywistością jest założenie o stałości „technologii”, tzn. o niezmienności współczynników strukturalnych. Można się jednak zgodzić z Dalym, że założenie to jest bliższe prawdzie w wolno zmieniającym się subsystemie przyrodniczym niż w ulegającym szybkim zmianom, dzięki postępowi technicznemu, subsystemie

Tabela 2. Schemat macierzy input-output (według Daly'ego)

Wyjście z:	Wejście do:		
	1. Rolnictwo 2. Przemysł 3. Gospodarstwa domowe	4. Zwierzęta 5. Rośliny 6. Bakterie 7. Atmosfera 8. Hydrosfera 9. Litosfera 10. Odpady	RAZEM
1. Rolnictwo			
2. Przemysł	q_{22}	... q_{27} ...	Q_2
3. Gospodarstwa domowe	(2)	(1)	
4. Zwierzęta	(3)	(4)	
5. Rośliny			
6. Bakterie			
7. Atmosfera
8. Hydrosfera			
9. Litosfera			
10. Słońce			

ekonomicznym. A więc jest ono uzasadnione co najmniej w tym samym stopniu w modelu Daly'ego, co w modelu Leontiefa. Założenie o liniowości relacji jest chyba bliższe prawdzie w subsystemie ekonomicznym. W procesach przyrodniczych jest ono niejednokrotnie zbyt daleko idącym uproszczeniem. Poza tym budowa macierzy o 100 sektorach, z uwagi na szeroki jej zakres, oznacza pozostanie pomimo wszystko na bardzo wysokim poziomie agregacji. Wydaje się, że przy operowaniu takimi agregatami jest bardzo utrudnione, jak to proponuje Daly, stosowanie zwykłych jednostek fizycznych. Dalsza dezagregacja doprowadziłaby model do takich rozmiarów, że trudno byłoby się nim posługiwać. Bardzo poważnym problemem jest też uzyskanie danych. Sam autor stwierdza, że współczynniki dla 1, 3 i 4 bloku macierzy nigdy na większą skalę w zasadzie nie były liczone. Są one jednak, jego zdaniem, mierzalne lub przynajmniej obliczalne pośrednio. W każdym razie obecnie praktyczne wykorzystanie modelu Daly'ego nastrocza wiele trudności.

MODEL ISARDA

Koncepcja Isarda²⁵ jest bliska koncepcji Daly'ego. Isard również bada związki w subsystemie ekonomicznym i subsystemie przyrodniczym oraz między nimi.

Wraz ze współpracownikami opublikował szereg opracowań poświęconych zastosowaniu modeli przepływów do problematyki środowiska (rozdziela dwie kategorie tych modeli: modele oparte na „Input-Output Analysis” oraz modele oparte na „Activity Complex Analysis”). Isard uważa, że modele przepływów dobrze

²⁵ W. Isard i in., *Ecologic-Economic Analysis for Regional Development*, New York 1972.

nadają się do opisu zależności człowiek-środowisko i powinny znaleźć szerokie zastosowanie w praktyce, a szczególnie — w planowaniu regionalnym. Stosuje on modele przepływów do opisu zarówno krążenia substancji abiotycznych w przyrodzie (np. fosforu) żywych organizmów, czyli ekologicznego łańcucha pokarmowego, jak i tzw. dóbr ekonomicznych — jak w klasycznych modelach leontiefowskich.

Macierze Isarda wyglądają następująco: w wierszach umieszczone są wszelkie dobra zarówno ekonomiczne (stal, papier, śmieci, ścieki itd.), jak i ekologiczne (zwierzęta, rośliny, osady dna morskiego itd.). W kolumnach przedstawione są procesy, podzielone również na ekonomiczne (przemysł, rolnictwo, rekreacja itd.) oraz ekologiczne (reprodukcja organizmów żywych, tworzenie osadów dennych itd.). Ponadto Isard dekomponuje całość na regiony. Mogą to być tradycyjne regiony administracyjne, ekonomiczne, fizycznogeograficzne lub takie „regiony”, jak ląd, morze, powietrze.

Na przecięciu odpowiednich wierszy i kolumn znajdują się w macierzach wielkości nakładów oznaczone znakiem „-” lub wyników — ze znakiem „+”.

Efektem badań jest konstrukcja całościowej macierzy ekonomiczno-ekologicznej dla badanego obszaru. Ogólny schemat takiej macierzy przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Schemat macierzy ekonomiczno-ekologicznej (według Isarda)

		DZIAŁALNOŚĆ GOSPODARCZA						PROCESY EKOLOGICZNE		
		Rolnictwo	Przemysł włókienniczy	Przemysł rafineryjny	Wędkarstwo, rybołówstwo	Produkcja planktonu	Produkcja śledzi	Produkcja dorszy		
DOBRA EKONOMICZNE	Zboża									
	Odzież									
	.									
	.									
	.									
	Ropa naftowa									
	Pobór wody									
	Alkaliczność									
DOBRA EKOLOGICZNE	.									
	.									
	.									
	Detritus									
	Plankton									
	Śledź									
	Dorsz									

W rezultacie badań, przeprowadzonych w rejonie Salem, na wybrzeżu atlantyckim w stanie Massachusetts (USA), opracowano macierz, w której wydzielono 2 „regiony”: ląd i morze. Macierz składa się zatem z czterech podstawowych bloków:

$$\begin{bmatrix} A_{LL} & A_{LM} \\ A_{ML} & A_{MM} \end{bmatrix};$$

- A_{LL} — macierz współczynników przepływu dóbr lądowych dla potrzeb lądowych procesów (działalności);
- A_{LM} — macierz współczynników przepływu dóbr lądowych dla potrzeb morskich procesów (działalności);
- A_{ML} — macierz współczynników przepływu dóbr morskich dla potrzeb lądowych procesów (działalności);
- A_{MM} — macierz współczynników przepływu dóbr morskich dla potrzeb morskich procesów (działalności).

W każdym z powyższych czterech bloków wyodrębnia się kolejne dwie części: ekonomiczną i ekologiczną (abiotyczną i biotyczną), tak że każdy blok zawiera kolejne subbloki:

- 1) nakłady dóbr ekonomicznych na procesy ekonomiczne,
- 2) nakłady dóbr ekonomicznych na procesy ekologiczne,
- 3) nakłady dóbr ekologicznych na procesy ekonomiczne,
- 4) nakłady dóbr ekologicznych na procesy ekologiczne.

W modelu Isarda nie wszystkie relacje wprowadzone są do rachunku macierzowego. Te zależności, które mają charakter wyraźnie nieliniowy, a są istotne dla badanego systemu, uwzględnia się za pomocą dodatkowych obliczeń poza macierzami, czyli wprowadza się uzupełniające „mini-submodele” nieliniowe.

Model Isarda jest bodaj najbardziej wszechstronny. Łączy on w sobie różne podejścia: ekonomiczne (typu leontiefowskiego), ekologiczne (podobnie jak w koncepcjach Daly’ego), społeczne (jak w niżej opisanych koncepcjach B. Bergmann) i wreszcie regionalne (typu amerykańskiej „Regional Science”, której Isard jest czołowym przedstawicielem).

MODEL AVENHAUSA-HÄFELE GO

Model Avenhausa-Hafele’go²⁶ (tab. 4) jest przykładem zastosowania modelu przepływów do konstrukcji bilansów krążenia różnych substancji między człowiekiem a przyrodą. W przedstawionym przypadku chodzi o opis obiegu siarki, która dostaje się wraz z paliwem do przemysłu, po czym krążąc wraca do środowiska (najczęściej w postaci SO₂). Analogiczne modele można konstruować dla wielu innych substancji.

²⁶ R. Avenhaus, W. Häfele, *System aspects of environmental accountability*, [w:] *System Analysis and Modelling Approaches in Environment System*, Warszawa 1974.

Tabela 4. Obieg siarki (wg Avenhausa i Hafele'go). Macierz input-output w jednostkach masy (w jednostce czasu)

	Rafinerie Konsumenci ropy naftowej	Przemysł	Konsumenci siarki	Środowisko
Szyby naftowe				
Kopalnie węgla	a_{11}	—	—	—
Rafinerie				
Konsumenci ropy naftowej	—	a_{22}	—	a_{24}
Kopalnie siarki	—	a_{32}	—	—
Przemysł	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}
Konsumenci siarki	—	—	—	a_{54}

MODEL CUMBERLANDA

Model Cumberlanda²⁷ powstał na bazie badań regionalnych. Autor analizując różne przepływy w regionie o charakterze w zasadzie wyłącznie ekonomicznym (tab. 5) wprowadza do swoich obliczeń bilans korzyści i kosztów środowiskowych.

Cumberland utrzymuje, że funkcje opisujące zależności w środowisku są często nieliniowe i nieciągłe, stąd nie należy ich wprowadzać do liniowego modelu, jakim jest macierz przepływów. Powinny być one obliczane poza modelem, po czym wprowadzane do modelu w postaci bilansu środowiskowego, tzn. zestawienia nakładów na ochronę środowiska i oszacowanych strat w środowisku z efektami (pozytywnymi).

Środowisko w modelu Cumberlanda uwzględnione jest więc w bardzo wąskim zakresie.

MODEL BARBARY BERGMANN

Koncepcja Barbary Bergmann²⁸ przekracza ramy środowiska przyrodniczego. W jej modelu mogą być uwzględniane w zasadzie wszelkie efekty zewnętrzne działalności człowieka pod warunkiem, że są w jakiś sposób policzalne.

W macierzy M , nazwanej przez autorkę „Social Impact Matrix”, w wierszach wymienione są różne działalności gospodarcze, w kolumnach — efekty uboczne, takie jak odpady, wypadki przy pracy itp. Elementy m_{ij} macierzy M są zwykłymi współczynnikami strukturalnymi. Informują one na przykład o masie odpadów stałych na jednostkę produkcji w poszczególnych sektorach gospodarki, liczbie wypadków przy pracy na jednostkę produkcji, liczbie kobiet zatrudnionych w danym sektorze i przypadającej na jednostkę produkcji itp.

²⁷ J. Cumberland, *A Regional Interindustry Model for Analysis of Development Objectives*, Papers of the Regional Science Association, 1966, 17.

²⁸ B. R. Bergmann, *The Urban Crisis and the „Urban Crisis”*, American Economic Review, 1969, 4; B. R. Bergmann, *Assessing the impact of alternative economic outcomes on social objectives*, [w:] *Input-Output Techniques*, eds. A. Bródy, A. P. Carter, Amsterdam 1972.

Tabela 5. Schemat modelu regionu (według Cumberlanda)

Dostawca (producent)	Odbiorca (konsument)	Przeptywy międzygałęziowe					Popyt finalny				Całkowite zakupy regionu	Całkowity eksport	Produkt brutto regionu	Saldo środowiskowe
		1	2	j	n	w	C	I	G	Y				
Rolnictwo		X_{11}					C_1	I_1	G_1	Y_1	D_1	E_1	X_1	B_1
Przemysł			X_{21}				C_2	I_2	G_2	Y_2	D_2	E_2	X_2	B_2
Usługi				X_{ij}			C_j	I_j	G_j	Y_j	D_j	E_j	X_j	B_j
Handel					X_{nm}		C_n	I_n	G_n	Y_n	D_n	E_n	X_n	B_n
Inne						X_{nw}	C_w	I_w	G_w	Y_w	D_w	E_w	X_w	B_w
Razem (przeptywy)		X_{11}	X_{21}	X_{ij}	X_{nm}	X_{nw}	C_w	I_w	G_w	Y_w	D_w	E_w	X_w	B_w
Place i wynagrodzenia		L_1	L_j	L_j	L_n	L_w	C_1	I_1	G_1	Y_1	D_1	E_1	X_1	B_1
Inne dochody ludności		R_1	R_j	R_j	R_n	R_w	C_r	I_r	G_r	Y_r	D_r	E_r	X_r	B_r
Razem (dochody ludności)		H_1	H_j	H_j	H_n	H_w	C_h	I_h	G_h	Y_h	D_h	E_h	X_h	B_h
Akumulacja przedsiębiorstw		F_1	F_j	F_j	F_n	F_w	C_f	I_f	G_f	Y_f	D_f	E_f	X_f	B_f
Dochody rządu		T_1	T_j	T_j	T_n	T_w	C_t	I_t	G_t	Y_t	D_t	E_t	X_t	B_t
Razem (wartość dodana)		V_1	V_j	V_j	V_n	V_w	C_v	I_v	G_v	Y_v	D_v	E_v	X_v	B_v
Całkowita produkcja regionu		S_1	S_j	S_j	S_n	S_w	C_s	I_s	G_s	Y_s	D_s	E_s		
Całkowity import		M_1	M_j	M_j	M_n	M_w	C_m	I_m	G_m	Y_m	D_m	E_m		
Całkowita sprzedaż dla regionu		Z_1	Z_j	Z_j	Z_n	Z_w	C_z	I_z	G_z	Y_z	D_z	E_z		
Środowiskowe zyski (+) koszty (-) bilans		Q	A_1	A_j	A_n	A_w	A_c	A_i	A_g	A_y	A			

W przypadku macierzy zaproponowanej przez Bergmann, można stosować cały rachunek macierzowy — jak w klasycznym modelu Leontiefa:

$$X = (I - A)^{-1} Y, \quad (34)$$

$$S = MX, \quad (35)$$

$$Q = M(I - A)^{-1} Y, \quad (36)$$

$M = [m_{ij}]$ — macierz społeczna (Social Impact Matrix);

$S = [s_i]$ — wektor, którego elementy $s_i = m_{ij} \cdot x_j$;

$Q = [q_{ij}]$ — macierz, której elementy informują, jak zmieni się i -ty efekt uboczny, gdy produkcja końcowa j -tego dobra wzrośnie o jednostkę. Pozostałe oznaczenia — jak w modelu Leontiefa.

Model Bergmann stanowi kolejną, bardzo interesującą propozycję wykorzystania koncepcji leontiefowskiej do badań nad oddziaływaniem działalności gospodarczej na środowisko — nie tylko przyrodnicze, lecz również społeczne. Za pomocą takiego modelu można w pewien sposób kwantyfikować wszelkie efekty zewnętrzne, które dadzą się przedstawić liczbami.

KRÓTKA ANALIZA PORÓWNAWCZA

Powyższy przegląd konstrukcji modelowych „człowiek-środowisko”, opartych na analizie nakładów-wyników miał na celu przedstawienie możliwości badawczych związanych z tą prostą, powszechnie stosowaną w planowaniu gospodarczym metodą.

Aby dokonać próby porównania tych modeli, można przyjąć 3 kryteria:

- 1) porównanie według elementów systemu, uwzględnianych w modelu;
- 2) porównanie według relacji między elementami;
- 3) porównanie według sposobu uwzględnienia subsystemu „środowisko”.

Elementy systemu

Elementy systemu wyodrębnione w wierszach macierzy nazwijmy „dawcami” (D), a w kolumnach — „biorcami” (B).

Model Leontiefa:

D — sektory gospodarki wytwarzające produkty dla produkcji i konsumpcji oraz zanieczyszczenia;

B — sektory gospodarki zużywające owe produkty oraz oczyszczające zanieczyszczenia.

Model Daly’ego:

D — sektory gospodarki i „sfery” środowiska;

B — sektory gospodarki i „sfery” środowiska.

Model Isarda:

D — dobra;

B — działalności — procesy.

Model Avenhausa—Häfele’go:

- D* — kopalnie, przemysł, konsumenci;
B — przemysł, konsumenci, środowisko.

Model Cumberlanda:

D — sektory gospodarki, gospodarstwa domowe, rząd, import, korzyści i koszty środowiskowe;

B — sektory gospodarki, gospodarstwa domowe, rząd, eksport, nakłady na oczyszczanie i ochronę.

Model Barbary Bergmann:

D — sektory gospodarki;

B — efekty uboczne.

Jak widać, można wyodrębnić trzy podejścia:

— proces x proces (Stone określił je jako *industry-by-industry analysis*), stosowali je: Leontief, Daly, Avenhaus-Hafele oraz Cumberland;

— dobro x proces (wg terminologii Stone'a: *commodity-by-industry analysis*), stosował je Isard;

— proces x zjawisko (efekty zewnętrzne), na tej zasadzie była skonstruowana macierz Barbary Bergmann.

W pierwszym przypadku konieczne jest założenie, że dany proces wytwarza jedno i tylko jedno dobro lub też konieczne jest posługiwanie się jednostkami syntetycznymi typu jednostek pieniężnych, kalorii itp.

W modelu Isarda (na tej samej zasadzie opiera się pominięty w tym opracowaniu model Victora-Rosenblutha²⁹) takie założenie nie jest konieczne. W macierzy typu: dobro x proces jedno dobro może być produktem wielu procesów, a jeden proces może wytwarzać wiele dóbr.

W ostatnim przypadku możliwa jest analiza różnorodnych związków — niekoniecznie przepływów.

Relacje między elementami

W modelach Leontiefa, Daly'ego, Isarda i Avenhauusa-Hafele'go relacje te są wielkościami przepływów lub współczynnikami nakładów na jednostkę produkcji. W modelu Leontiefa są to współczynniki nakładów na jednostkę produkcji lub na eliminację jednostki zanieczyszczeń, albo też współczynniki zanieczyszczeń związanych z wytworzeniem (wyeliminowaniem) jednej jednostki. Dały w swoim modelu rozpatruje nakłady materii (energii) na wytwarzanie dóbr w gospodarce i przyrodzie. W macierzy Avenhauusa-Hafele'go są to miary wielkości przepływu substancji. Isard uwzględnia zarówno nakłady (ze znakiem „-”), jak i efekty (ze znakiem „+”) w ramach tej samej „szachownicy” pól.

W macierzy Cumberlanda nie ma przepływów — jeśli chodzi o środowisko. Są tam tylko wyniki bilansu nakładów i wyników środowiskowych, przeprowadzonego w jednostkach monetarnych.

²⁹ P. Victor, 1972, *op.cit.* (przyp. 11).

Bergmann operuje zaś raczej jednostkami fizycznymi dla miar związków: i -ty sektor gospodarki — j -ty efekt zewnętrzny.

Sposób uwzględniania w modelu subsystemu „środowisko”

Omówione zostaną modele począwszy od tych, które najszerzej uwzględniają środowisko, a skończywszy na modelach, w których środowisko jest traktowane w sposób marginesowy.

W modelu Daly’ego i Isarda środowisko przyrodnicze ujmowane jest jako „pełnoprawny” subsystem. Jest ono dekomponowane, podobnie jak gospodarka, na sektory (Isard wzoruje nawet swoją klasyfikację ekologiczną na oficjalnie obowiązującej w Stanach Zjednoczonych Ameryki klasyfikacji gałęziowej gospodarki narodowej). W modelach tych chodzi o zapewnienie równowagi nie tylko częściowej dla gospodarki lub środowiska, ale również równowagi globalnej całego systemu.

W modelu Avenhausa-Häfele’go analizuje się przepływy wybranej materii (siarki) zarówno w ramach podsystemu gospodarczego, jak i przepływy środowisko-gospodarka-środowisko. Gospodarka jest reprezentowana przez te sektory, które mają specjalnie duże znaczenie dla badanego procesu. W środowisku nic wydzielono żadnych części. Oczywiście istnieje możliwość uszczegółowienia modelu i dekompozycji jego elementów.

W modelu Bergmann środowisko może być uwzględnione bardzo szeroko. Wszystkie mierzalne lub w jakiś sposób kwantyfikowalne efekty zewnętrzne działalności człowieka mogą być wprowadzone do macierzy. Środowisko jest tu reprezentowane właśnie przez owe efekty zewnętrzne w nim powstające.

Leontief w swoim modelu środowisko jako takie uwzględnia w wąskim zakresie. Jak już podkreślano, interesuje się on gospodarką oraz wpływem ochrony środowiska (kosztów oczyszczania, norm ekologicznych) na strukturę i koszty produkcji. Abstrahuje od przepływów ze środowiska do gospodarki. Pomija również rozdysponowanie produkcji sektorów oczyszczających, czyli cały problem surowców wtórnych. Środowisko jest reprezentowane w modelu tylko przez przepływy zanieczyszczeń z gospodarki, które zresztą muszą pozostawać w zgodzie z normami ekologicznymi, wyznaczonymi przez władze administracyjne. Normy te są dane — egzogeniczne dla modelu. Leontief nie interesuje się zasadami ich wyznaczania. Nic poszukuje optymalnych wielkości zanieczyszczeń. Pomija skutki różnych poziomów zanieczyszczeń dla środowiska (i pośrednio dla produkcji).

W modelu Cumberlanda środowisko reprezentowane jest przez bilans nakładów i efektów, przy czym metodą służącą do przeprowadzenia takiego bilansu jest analiza kosztów i korzyści. Chociaż Cumberland, w odróżnieniu od Leontiefa, interesuje się reperkusjami działań gospodarczych w środowisku, wszelkich szacunków i obliczeń dokonuje poza modelem. W samym modelu przepływów znajdują się tylko wyniki tych obliczeń w postaci „saldo środowiskowego”. Cumberlanda interesuje jednak tylko jednostronne oddziaływanie: gospodarka-środowisko. Podobnie jak Leontief abstrahuje od wpływu środowiska na gospodarkę. Jego model pozwala

na ocenę — z punktu widzenia środowiska — różnych wariantów planu (projektu) rozwoju gospodarczego, zagospodarowania przestrzennego itp.

* * *

Modele przepływów mają szereg słabości. Podstawową z nich jest, jak już wyżej podkreślono, założenie o liniowości relacji między badanymi elementami. W rzeczywistości większość związków zarówno w gospodarce, jak i w przyrodzie ma charakter nieliniowy, tak że w wielu przypadkach prowadzenie analizy w ramach macierzy przepływów nie ma sensu. Wiąże się z tym bezpośrednio problem współczynników strukturalnych, które w omówionych wyżej modelach są stałe, a w rzeczywistości ulegają ciągłym zmianom. Przyczyną tego są zmiany jednostkowych nakładów wraz ze zmianami skali produkcji, postęp techniczny zmieniający strukturę nakładów, a w przypadku przepływów międzyregionalnych — zmienność ich kierunków itd. Ponadto, jeśli chodzi o procesy przyrodnicze, to nawet nieznaczna zmiana pewnych wielkości w systemie może zmienić w dużym stopniu wszystkie współczynniki strukturalne (np. zmiana temperatury wody w ekosystemie morskim). Stąd konieczność przyjmowania wielu założeń, które w zasadzie nigdy nie są spełniane w praktyce. Inna wada — to konieczność posługiwania się wielkościami na ogół wysoce zagregowanymi, co utrudnia wykrycie wielu konkretnych związków. Poza tym z powodu braku danych lub trudności w mierzeniu szeregu związków zbyt często trzeba uciekać się do grubych szacunków.

Jak wynika z analizy E. Borkowskiej, praktyczne wykorzystanie modelu w warunkach polskich (w poszerzonej wersji Leontiefa) jest bardzo trudne³⁰. Większość potrzebnych danych nie jest w ogóle centralnie ewidencjonowana.

Pomimo szeregu wad i trudności modele przepływów są na pewno bardzo użytecznym narzędziem służącym do opisu zależności w systemie człowiek-środowisko. Ich zalety to prostota konstrukcji i łatwość obliczeń. Spajają one różnorodne cząstkowe badania w pewną jednolitą całość. Stanowią swego rodzaju pomost pomiędzy badaniami w mikro- i makroskali. Umożliwiają one mierzenie i ocenę związków między elementami badanego systemu. Pozwalają na wyodrębnienie zależności pośrednich i bezpośrednich. W znacznym stopniu ułatwiają zrozumienie i wyjaśnienie opisywanych przez nie procesów.

³⁰ E. Borkowska, *Zastosowanie metody przepływów międzygałęziowych do analiz zagadnień środowiskowych — koncepcje W. Leontiefa*, Biuletyn IKŚ, 1972, 2.

ПРИРОДНАЯ СРЕДА В ИЗБРАННЫХ ТЕОРИЯХ И МОДЕЛЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ И РОСТА

Резюме

Одной из основных задач, предстоящих перед экономическими науками является оценка с экономической точки зрения связей между хозяйственной деятельностью и природной сферой. В макроэкономическом масштабе это, в частности, вопросы расширения теорий и моделей равновесия проблематикой окружающей среды, а также исследования среды как основного фактора и, одновременно, барьера экономического роста.

Теория равновесия играет в буржуазной политической экономии такую же роль, как теория функционирования в политической экономии социализма. В западной литературе можно найти попытки расширения этой теории проблематикой окружающей среды, которая принята во внимание, в моделях как, так называемые, свободные блага или внешние эффекты, т.е. результаты непосредственного (без посредства рынка) взаимодействия хозяйствующих субъектов — предприятий и домашних хозяйств. Примером подхода к проблемам окружающей среды при применении метода частичного равновесия, является предложение Пигу определить систему поправочных налогов, сохраняющих внешние эффекты на оптимальном уровне (рис. 1а и б). Попытку комплексного подхода к вопросам внешних польз и убытков в рамках модели общего равновесия предпринимали Айрес и Книс.

Теория роста является областью экономики, цель которой заключается в определении факторов детерминирующих уровень роста национального дохода и его главных составных частей. Исследование зависимостей между экономическим ростом и окружающей средой развивается в нескольких направлениях, из которых можно выделить три основных: первое состоит в попытках изменений в традиционных моделях роста — на пример модель Д'Арджа, являющаяся модификацией модели типа Харрод-Домара, второе касается попыток пересмотра самого определения роста, а также поиска новых его измерителей, третье — это долгосрочные прогнозы где природную среду трактуется как барьер экономического роста, например, очередные рапорты Римского Клуба. Приспособляя рассуждения Калецкого можно отметить, что учёт в плане слишком высокого уровня экономического роста приведёт к большому ухудшению качества окружающей среды и одновременно к понижению эффективного темпа роста (рис. 4).

Требование учёта окружающей среды в моделях равновесия и роста было принято во внимание во многих новых конструкциях производных модели „затраты — выпуск” Леонтьева. Известны уже разные предложения применить модель (в статической версии) к проблематике окружающей среды (в частности: Леонтьева, Дэли, Айзарда, Авенхауса-Хэфеле, Камберланда, Бергман.) У моделей „затраты-выпуск” много недостатков. Основным является положение о линейности связей между исследуемыми элементами не только в рамках экономической системы, но также и в природной среде. Кроме этого во всех вышеупомянутых моделях предполагается постоянство структурных коэффициентов, часто выступает необходимость использования высоко агрегированных величин, а также, ввиду отсутствия данных или трудноизмеримости ряда связей, применения грубых оценок. Основные положительные черты моделей „затраты-выпуск” — это простота конструкции и исчислений. Они связывают разнородные частичные исследования в общее единство. Они являются своего рода мостом между исследованиями в микро- и макромасштабе.

Перевела Регина Писарек

NATURAL ENVIRONMENT IN SELECTED THEORIES AND MODELS OF ECONOMIC EQUILIBRIUM AND ECONOMIC GROWTH

Summary

One of the most urgent tasks of economic science is evaluation of relationships between human activities (in the sphere of production and consumption) and the natural environment. In the field of macroeconomic theory the research objectives include expansion of the model of economic equilibrium in order to account for environmental variables and examination of the environment as a principal factor of, and as a barrier to, economic growth. Input-output models are relatively simple and very popular analytical technique used in research projects carried out in this field. For this reason the authors decided to include in the paper a short review of applications of input-output models to environmental problems, in addition to analysis of selected models of economic equilibrium and growth.

The theory of economic equilibrium plays in the bourgeois economy the role comparable to that of the theory of functioning of economy in the political economy of socialism. In the literature of the capitalist countries one can find many examples of attempts to expand this theory by inclusion of the environment represented in the models by free goods or external effects, i.e. the results of indirect (taking place outside the market mechanism) interdependencies between the economic units — enterprises and households. As an example of the partial equilibrium approach to the problems of the environment one can quote A.C. Piquou's proposals of setting up a system of corrective taxes in order to maintain intensity of external effects on the optimal level (diagram 1a and 1b). The example of a complex approach to the problem of external benefits and losses in the context of the general equilibrium model one can find in the paper by Ayres and Kneese.

The theory of economic growth seeks to explain the factors determining the rate of growth of national income and of its principal components. Researches over relationships between economic growth and the environment develop in several directions. The three basic directions include:

- revision of the traditional models of economic growth (for example, d'Arge's model which is a modified Harrod — Domar model of economic growth),
- the attempts to modify the definition of economic growth and to design new measures of economic growth,
- long-term forecasts of economic dynamics including the natural environment as a barrier to growth (for example, the successive reports of the Club of Rome). Adapting analysis of M. Kalecki one can find that too ambitious planned rates of growth lead both to degradation of environment and to effective rates of economic growth falling short of the target (diagram 4).

The postulation of accounting for the environment in the models of economic equilibrium and growth was satisfied in many theoretical constructions based on Leontief's input-output model, both in its static (models of equilibrium) and dynamic (models of growth) versions. Applications of the static version of Leontief's model to environmental problems were presented, among others, by Leontief, Daly, Isard, Avenhaus-Hafele, Cumberland, Bergmann. The input-output models suffer from many shortcomings. The basic shortcoming is the assumption of linear character of relationships among included variables, not only in the framework of the economic system but also within

the natural environment. Besides, in all the papers of the above-mentioned authors the structural coefficients were assumed to be constant. It is often necessary to use highly aggregated variables and rough approximations of the coefficients (due to shortage data or difficulties of measurement of many relationships). The simplicity and ease of computation is the basic advantage of input — output models. They unite various partial researches in the uniform whole. These models are a specific bridge between macroeconomic and microeconomic researches, make it possible to measure and evaluate relationships among the elements of a given systems to isolate direct and indirect dependencies. They facilitate to a large extent the explanation of the processes they describe.

Translated by the authors

121. Wójcicki Z., *Charakterystyka siedlisk polnych na pogórzcu Beskidu Niskiego metodami biologicznymi*, 1976, s. 111, 3 il., zł 25,—
122. Gerlach T., *Współczesny rozwój stoków w polskich Karpatach fliszowych*, 1976, s. 116, 22 il., 8 fot., zł 30,—
123. Hess M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., *Stosunki termiczne Beskidu Niskiego (metoda charakterystyki reżimu termicznego gór)*, 1977, s. 101, 32 il., zł 25,—
124. Banach M., *Rozwój osuwisk na prawym zboczach doliny Wisły między Dobrzyniem a Włocławkiem*, 1977, s. 101, 36 il., 38 fot., 3 zał., zł 27,—
125. Praca zbiorowa pod redakcją L. Starkła, *Studia nad typologią i oceną środowiska geograficznego Karpat i Kotliny Sandomierskiej*, 1978, s. 165, 35 il., zł 36,—
126. Kozłowski S. J., *Zielona Góra — baza ekonomiczna i powiązania zewnętrzne*, 1977, s. 98, 24 il., zł 22,—
127. Praca zbiorowa pod redakcją J. Kostrowickiego, *Przemiany struktury przestrzennej rolnictwa Polski 1950—1970*, 1976, s. 512, 304 il., zł 120,—
128. Rykiel Z., *Miejsce aglomeracji wielkomiejskich w przestrzeni społeczno-gospodarczej Polski*, 1978, s. 77, 21 il., zł 20,—
129. Rogalewska B., *Tendencje lokalizacyjne zakładowych ośrodków wczasowych w Polsce do 1971*, 1978, s. 109, 17 il., 5 zał., zł 34,—
130. Grześ M., *Termika osadów dennych w badaniu jezior*, 1978, s. 96, 38 il., zł 22,—
131. Krawczyk B., *Bilans cieplny ciała człowieka jako podstawa podziału bioklimatycznego obszaru Iwonicza*, 1979, s. 71, 11 il., zł 15,—
132. Drozdowski E., *Deglacjacja dolnego Powiśla w środkowym Würmie i związane z nią środowiska depozycji osadów*, 1979, s. 103, 12 il., 25 fot., zł 30,—
133. Rozłucki W., *Modernizacja rolnictwa tradycyjnego na przykładzie zielonej rewolucji w Indiach*, 1979, s. 97, 20 il., zł 21,—
134. Szyrmer J. H., *Przemiany struktury przestrzennej produkcji towarowej rolnictwa indywidualnego w Polsce w latach 1960—1970*, 1980, s. 95, 25 il., zł 20,—
135. Dębski J., *Integracja wielkich miast w Polsce w zakresie powiązań towarowych*, 1980, s. 125, 11 il., zł 30,—
136. Praca zbiorowa pod redakcją K. Klimka i L. Starkła, *Vertical zonality in the Southern Khangai Mountains (Mongolia)*, 1980, s. 107, 22 il., 10 fot., zł 38,—
137. Praca zbiorowa pod redakcją L. Starkła i A. Kowalkowskiego, *Environment of the Sant Valley (Southern Khangai Mountains)*, 1980, s. 87, 26 il., 21 fot., zł 45,—
138. Krzymowska-Kostrowicka A., *Terytorialny system rekreacyjny. Analiza struktury i charakteru powiązań*, 1980, s. 121, 34 il., zł 30,—

Cena zł 30,—

WYBRANE ZAGADNIENIA TEORII I METOD OCENY ODDZIAŁYWANIA CZŁOWIEKA NA ŚRODOWISKO