

WOJCIECH KUCZYŃSKI

## EKONOMICZNE ASPEKTY PROCESU DEGRADACJI I DEWASTACJI GLEB

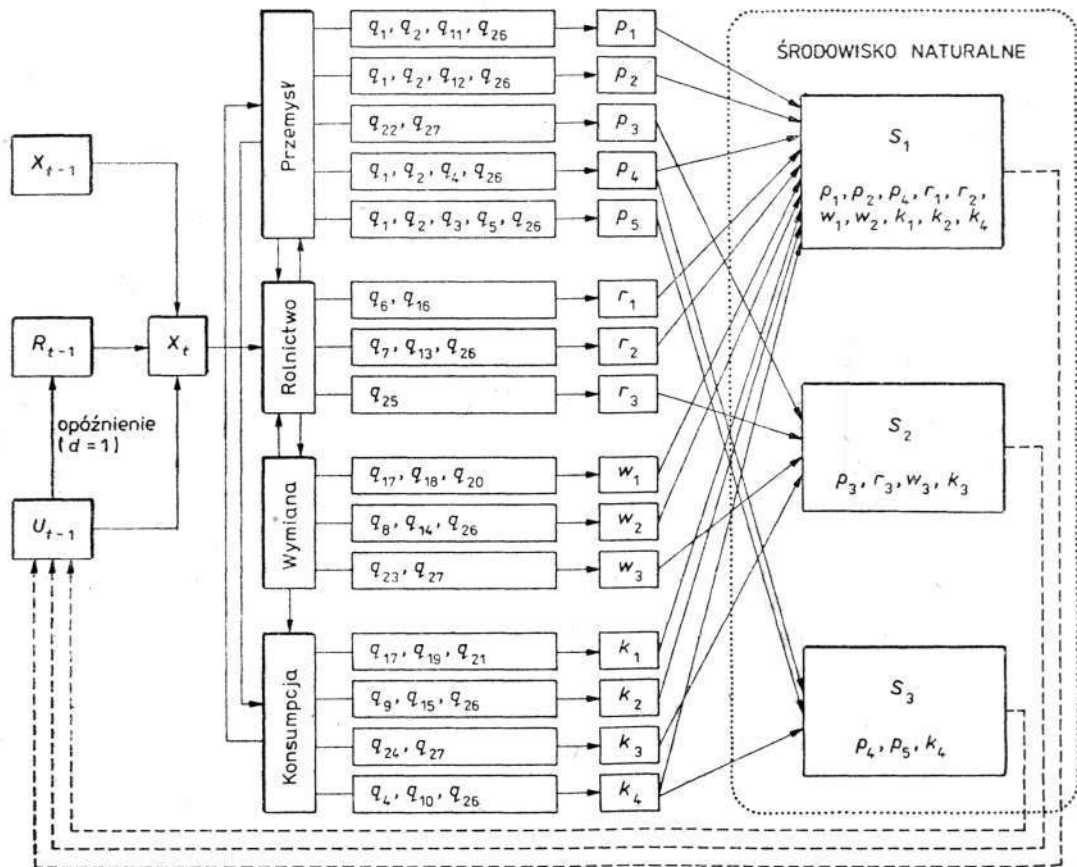
Gospodarcza działalność człowieka przynosi nie tylko wymierne efekty w postaci towarów i usług — jej ubocznym skutkiem są również pewne zjawiska niekorzystne, nie tylko dla środowiska naturalnego czy człowieka bezpośrednio, ale mające poza tym negatywny wpływ na efektywność gospodarowania. Skomplikowany system wzajemnych sprzężeń, oddziaływań pomiędzy gospodarką a środowiskiem, obraca częstokroć nieprzemysłane działania ludzi przeciw nim samym.

W dzisiejszych czasach gospodarka to ogromny system o wielkiej liczbie elementów i niesłychanie gęstej sieci wzajemnych powiązań, system o nie do końca poznanych regułach funkcjonowania. Wiedza ekonomiczna pozwala nam wprowadzić z dużym prawdopodobieństwem przewidzieć skutki konkretnych działań, ale niestety nie zawsze prognozy te się sprawdzają. Niekiedy oddziaływanie z pozoru marginalnego elementu wywołuje diametralną zmianę efektu końcowego, powodując znaczne straty ekonomiczne.

Również środowisko naturalne człowieka stanowi system o niezwykle wysokim stopniu komplikacji, wielokrotnie przewyższającym stopień złożoności gospodarki. System ten ponadto znajduje się w stanie bardzo łatwej do zakłócenia i niezwykle trudnej do odtworzenia przez człowieka równowagi ekologicznej, zwłaszcza że nasza wiedza o wewnętrznych sprzężeniach tego systemu jest uboga i fragmentaryczna. To prawda, że niektóre jego subsystemy charakteryzują się wysoką stabilnością i nawet w warunkach znacznego naruszenia równowagi, pozostawione same sobie, stosunkowo szybko wracają do stanu wyjściowego. Niestety dotyczy to nie wszystkich elementów systemu ekologicznego — jest bowiem wśród nich wiele o niskim stopniu stabilności. Lecz nawet elementy względnie stabilne nie mogą zachować stanu równowagi w warunkach nieustającej, negatywnej presji ze strony człowieka.

Analiza oddziaływania jednego wielkiego systemu na drugi wielki i niezwykle złożony system oraz analiza jego reakcji nie jest sprawą prostą, ale ze względu na narastające ekonomiczne i społeczne koszty degradacji środowiska może stać się w bardzo niedalekiej przyszłości nie-

zbędną. Nie jest to problem wyłącznie teoretyczny i ustalenie siły negatywnego oddziaływania poszczególnych elementów systemu gospodarczego na środowisko oraz wpływu degradacji konkretnych elementów środowiska na sferę działalności gospodarczej i konsumpcyjnej może mieć podstawowe znaczenie dla efektywności praktycznych działań ochronnych oraz optymalizowania ich kosztów.



W zamieszczonym obok schemacie użyto następujących symboli:  $X_t$  — powierzchnia użytków rolnych (okres  $t$ ),  $X_{t-1}$  — powierzchnia użytków rolnych (okres  $t-1$ ),  $R_{t-1}$  — powierzchnia gleb zrekultywowanych i zagospodarowanych dla potrzeb rolnictwa (okres  $t-1$ ),  $U_{t-1}$  — ubytek powierzchni użytków rolnych (okres  $t-1$ ); parametry determinujące siłę negatywnych oddziaływań na środowisko:  $q_1$  — wielkość produkcji przemysłowej,  $q_2$  — rodzaj stosowanych technologii (surowcochłonność i „czystość”),  $q_3$  — stopień dostępności zasobów surowcowych,  $q_4$  — stopień wykorzystania odpadów,  $q_5$  — wolumen eksportu surowców,  $q_6$  — zużycie nawozów sztucznych i innych środków

chemicznych,  $q_7$  — ilość ścieków wymagających oczyszczenia (z gospodarstw rolnych),  $q_8$  — ilość ścieków wymagających oczyszczenia (sfera wymiany),  $q_9$  — ilość ścieków komunalnych wymagających oczyszczenia,  $q_{10}$  — ilość odpadów ze sfery konsumpcji,  $q_{11}$  — ilość i wydajność przemysłowych urządzeń redukcji gazów i pyłów,  $q_{12}$  — ilość i wydajność oczyszczalni ścieków przemysłowych,  $q_{13}$  — wielkość i przepustowość sieci kanalizacyjnej wraz z oczyszczalniami ścieków dla potrzeb rolnictwa,  $q_{14}$  — ilość i wydajność oczyszczalni ścieków dla potrzeb sfery wymiany,  $q_{15}$  — ilość i wydajność oczyszczalni ścieków komunalnych,  $q_{16}$  — prawidłowość stosowania nawozów sztucznych i innych środków chemicznych w rolnictwie,  $q_{17}$  — jakość i „czystość” paliw płynnych,  $q_{18}$  — natężenie ruchu w transporcie towarowym,  $q_{19}$  — natężenie ruchu w transporcie prywatnym,  $q_{20}$  — nowoczesność i stan techniczny bazy pojazdów silnikowych (transport towarowy),  $q_{21}$  — nowoczesność i stan techniczny bazy pojazdów silnikowych (prywatnych),  $q_{22}$  — zapotrzebowanie na tereny rozwojowe dla przemysłu,  $q_{23}$  — zapotrzebowanie na tereny rozwojowe dla jednostek sfery wymiany,  $q_{24}$  — zapotrzebowanie na tereny rozwojowe dla jednostek sfery konsumpcji,  $q_{25}$  — „starzenie się wsi” i inne czynniki wpływające na proces marnotrawienia użytków rolnych,  $q_{26}$  — skuteczność przepisów o ochronie środowiska naturalnego,  $q_{27}$  — skuteczność przepisów o ochronie gruntów rolnych;  $p_1$  — przemysłowa emisja gazów i pyłów,  $p_2$  — zrzut ścieków przemysłowych,  $p_3$  — zajmowanie użytków rolnych na cele przemysłu,  $p_4$  — niewłaściwe składowanie odpadów przemysłowych,  $p_5$  — rabunkowa gospodarka surowcowa;  $r_1$  — wypłukiwanie nawozów sztucznych i środków chemicznych,  $r_2$  — zrzut ścieków z gospodarstw rolnych,  $r_3$  — marnotrawstwo użytków rolnych;  $w_1$  — emisja spalin (transport),  $w_2$  — zrzut ścieków z jednostek wymiany,  $w_3$  — zajmowanie użytków rolnych;  $k_1$  — emisja spalin,  $k_2$  — zrzut ścieków komunalnych,  $k_3$  — zajmowanie użytków rolnych,  $k_4$  — niewłaściwe składowanie odpadów komunalnych;  $S_1$  — wzrost skażenia gleb,  $S_2$  — spadek powierzchni użytków rolnych (zajmowanie ich na inne cele),  $S_3$  — spadek powierzchni użytków rolnych degradacja i dewastacja gruntów.

Ideę prezentowanego tu modelu stanowi właśnie przedstawienie, w ujęciu systemowym wielokierunkowych powiązań występujących pomiędzy oboma systemami, a także ich wpływu na stan tych systemów. Zostało to dokonane na przykładzie ziemi jako podstawowego czynnika produkcji rolnej.

Generalnie rzecz biorąc w modelu występują dwie sfery: środowisko naturalne (ze szczególnym uwzględnieniem elementów istotnych z punktu widzenia omawianego problemu) oraz sfera szeroko pojętej działalności człowieka, obejmująca zarówno produkcję, jak i wymianę oraz konsumpcję. W ramach tej sfery uwidocznione zostały najważniejsze sprzę-

żenia, aczkolwiek ze względu na charakter opracowania uwzględniono głównie powiązania o charakterze zasileniowym. Dotyczą one przepływu materii lub energii pomiędzy elementami systemu bądź nawet całymi systemami.

Szczególną uwagę zwrócono na jeden z podstawowych elementów zasilających dla rolnictwa, a mianowicie ziemię uprawną rozpatrywaną jako wielkość powierzchni gleb nie zdewastowanych i nie zdegradowanych w stopniu uniemożliwiającym ich rolnicze wykorzystanie. (Przez pojęcie „dewastacja” rozumiem tu całkowite zniszczenie powierzchni glebowej, zaś przez pojęcie „degradacja” — stopniową utratę żyzności gleby). Wyszczególnione zostały również elementy mające wpływ na wielkość owej powierzchni w danym okresie.

Środkową część schematu wypełniają, omówione dokładniej w dalszej części artykułu, elementy negatywnej presji człowieka na środowisko (z uwzględnieniem źródła jej pochodzenia) wraz z parametrami decydującymi o sile tej presji. Schemat obrazuje też stopień skoncentrowania negatywnych oddziaływań na wybranych elementach ŚRODOWISKA NATURALNEGO.

Skutki zmian następujących w środowisku przenoszone są poprzez dodatnie sprzężenie zwrotne (oznaczone w schemacie linią przerywaną) na elementy decydujące o produkcji rolnej, w tym na element podstawowy jakim jest areał użytków rolnych. O wadze tego problemu niech świadczy choćby to, że w przeciągu około 15 lat ubyło w Polsce 656 tys. hektarów użytków rolnych. Jeszcze w 1970 r. stanowiły one 62,6% powierzchni kraju, a w 1985 r. już tylko 60,5% tej powierzchni<sup>1</sup>.

Jeszcze mniej optymistycznie przedstawia się wskaźnik areału użytków rolnych, przypadającego na jednego mieszkańca, który spadł w tych latach z 0,60 do 0,51 ha, a więc o 15%<sup>2</sup>. Oczywiście całą tę sytuację można częściowo wyjaśnić naturalnym rozwojem osadnictwa i komunikacji, ale jednocześnie trudno negować, że ma na nią znaczny wpływ również postępująca degradacja środowiska.

W prezentowanym schemacie, będącym wycinkiem większego modelu obejmującego całość gospodarki, jej wszechstronne oddziaływanie na wszystkie elementy środowiska oraz wpływ ich degradacji na efektywność wszystkich czynników produkcji, uwzględniono kilkanaście typów negatywnego oddziaływania człowieka na gleby, powodującego w efekcie zmniejszanie się powierzchni użytków rolnych. Wzięto również pod uwagę ponad dwadzieścia głównych parametrów determinujących siłę presji na środowisko. Są to parametry bardzo różnorodne, od ściśle ekonomicznych aż po prawno-socjologiczne, często trudne do ujęcia w postaci liczbowej.

<sup>1</sup> *Rocznik Statystyczny 1986*, Warszawa 1986, tab. 398, s. 290.

<sup>2</sup> *Ibidem*, tab. 64, s. 39; tab. 398, s. 290.

Jeśli chodzi o zmiany w środowisku gleb, to rozpatrzone zostały trzy ich rodzaje, prowadzące do spadku powierzchni użytków rolnych. Są to:

$S_1$  — wzrost skażenia gleby w stopniu uniemożliwiającym jej wykorzystanie w celach rolniczych bez uprzedniego dokonania zabiegów rekultywacyjnych,

$S_2$  — zmniejszenie się powierzchni użytków rolnych wskutek zajmowania ich na inne cele,

$S_3$  — zmniejszenie się powierzchni użytków rolnych wskutek przemysłowej degradacji i dewastacji gruntów (np. zmiany stosunków wodnych na obszarze eksploatacji górniczej).

Nie uwzględniono natomiast zmian polegających na częściowym spadku produktywności gleby wskutek skażenia i nieodpowiednich metod uprawy, gdyż nie wpływając bezpośrednio na zmniejszenie się areału upraw nie mieszczą się w ramach rozpatrywanego modelu. Uwzględnia je oczywiście wspomniany już pełny model, obejmujący wszystkie oddziaływania obu systemów.

Całkowitą powierzchnię użytków rolnych w danym okresie można rozpatrywać jako wynik następującego prostego równania;

$$X_t = X_{t-1} - U_{t-1} + R_{t-1},$$

gdzie:

- $X_t$  — powierzchnia użytków rolnych w okresie  $t$ ,
- $X_{t-1}$  — powierzchnia użytków rolnych w okresie  $t-1$ ,
- $U_{t-1}$  — ubytek powierzchni użytków rolnych w ciągu ostatniego okresu,
- $R_{t-1}$  — przyrost powierzchni użytków rolnych na skutek ich rekultywacji i zagospodarowania dla celów rolnictwa w ciągu ostatniego okresu.

Bezpośrednie, dające się wyliczyć straty gospodarcze, wynikające z tego rachunku to: wartość produkcji rolnej, jaką potencjalnie można by otrzymać z areału  $U_{t-1}$  oraz związany ze zmienną  $R_{t-1}$  koszt rekultywacji i zagospodarowania obszarów gleb zdegradowanych. A jest to wielkość znacząca — w 1981 r. obszar ten wynosił 3145 ha (rekultywacja) i 2477 ha (zagospodarowanie)<sup>3</sup>.

Ponadto jako stratę należy zakwalifikować wartość produkcji rolnej potencjalnie możliwej do otrzymania z powierzchni  $Z$ , stanowiącej sumę powierzchni gruntów zdewastowanych i nie zrehabilitowanych w ciągu poprzednich okresów. Można tę powierzchnię wyrazić prostym wzorem:

$$Z_{t-1} = \sum_{i=2}^n U_{i-1} - \sum_{i=2}^n R_{i-1}$$

<sup>3</sup> *Ochrona środowiska i gospodarka wodna*, Materiały GUS, Warszawa 1982, s. 31.

W 1984 r. według danych GUS wyniosła ona 109 260 ha i od wielu lat wykazuje stałą tendencję wzrostową.

Straty związane z ubytkiem powierzchni U i Z możliwe są do oszacowania jako część wartości produkcji rolnej proporcjonalna do ubytku, jaki stanowią w całkowitym areale użytków rolnych wielkości U i Z. Koszt rekultywacji i zagospodarowania można oczywiście potraktować jako iloczyn powierzchni gleb uszkodzonych i średniego kosztu zabiegów na obszarze 1 hektara.

Jeśli chodzi o uwidocznione w submodelu elementy negatywnej presji na środowisko, to można podzielić je na trzy grupy o różnych zakresach oddziaływania. Grupę pierwszą stanowią elementy wpływające na degradację gleby poprzez skażenie powietrza atmosferycznego ( $p_1$ ,  $w_1$ ,  $k_1$ ). Różnią się one typem skażenia będącego ich następstwem. Przemysł i energetyka emitują do atmosfery głównie związki siarki w postaci gazowej, reagujące w atmosferze z tlenem i wodą a następnie powracające na ziemię w formie bezwodników kwasu siarkowego lub tzw. kwaśnych deszczów. Straty z tego tytułu nie są w naszym kraju szacowane nawet w przybliżeniu, aczkolwiek wiadomo, że obok RFN, NRD, Czechosłowacji i Austrii znajdujemy się w niechlubnej czołówce jeśli chodzi o ilość takiego opadu. O skali strat z tego wynikających może świadczyć fakt, iż np. w Holandii ocenia się je już na 1100 mln guldenów rocznie oraz przewiduje się wzrost tej kwoty do 1670 mln rocznie w najbliższych latach. Ponad połowę tej liczby stanowią straty powstałe na skutek zmniejszenia się zbiorów płodów rolnych<sup>4</sup>. Przykładowo, elektrownia o mocy 1000 MW może wyemitować rocznie około 120 tys. ton dwutlenku siarki ( $SO_2$ ). Na 1 km<sup>2</sup> terytorium PRL opada w ciągu roku przeciętnie 8 ton  $SO_2$  i innych związków siarki. Wskaźnik ten<sup>5</sup> dla około 10% powierzchni kraju wynosi jednak ponad 50 t/km<sup>2</sup>. W latach siedemdziesiątych w USA straty wynikające z emisji 1 tony  $SO_2$  szacowano na 300 dolarów. W warunkach polskich wyniosłyby one ponad 750 mln dolarów rocznie.

Związki siarki nie są jedynymi wypuszczanymi do atmosfery gazami pochodzenia przemysłowego, emisja zawiera ponadto związki m.in. fluoru, chloru, azotu i wiele innych. W 1985 r. wyemitowano do atmosfery około 5 mln ton gazów. „Specjalnością” przemysłu jest również emisja pyłów, w tym pyłów cementowych i metalicznych (Pb, Zn, Cu i inne), często aktywnych chemicznie i po opadnięciu wzbogacających glebę w niepożądane w tej ilości fitotoksyczne pierwiastki śladowe. Przemysłowa emisja pyłów w 1984 r.<sup>6</sup> wyniosła około 1,8 mln ton. Pewne, acz-

<sup>4</sup> J. van der Straaten, *The Possibilities and Impossibilities for National States in Reducing Acid Rain* (maszynopis), Katolicki Uniwersytet w Talburgu.

<sup>5</sup> *Chemiczne zagrożenie środowiska w Polsce. Raport — Ekspertyza*, Materiały z Konferencji, Lublin 1984.

<sup>6</sup> *Rocznik Statystyczny 1986*, tab. 15, s. 13.

kolwiek niewielkie znaczenie na skażenie środowiska może mieć wywiezanie pyłów przemysłowych, zgromadzonych na hałdach. Jednak zasięg ich oddziaływania jest z reguły niewielki.

Drugi element omawianej grupy stanowią spaliny samochodowe. Zawierają one głównie tlenek węgla, dwutlenek azotu ( $\text{NO}_2$ ), węglowodory aromatyczne ( $\text{C}_n\text{H}_m$ ) oraz związki metali ciężkich (ołów). Powodują one nie tylko uszkodzenie gleb, lecz także zagrażają gospodarce rolnej na obszarach o ich znacznym stężeniu, będąc bezpośrednio wchłaniane i gromadzone przez rośliny i w ten sposób włączane w łańcuch troficzny.

Według E. H. Ademy pochodzenie substancji kwasotwórczych w powietrzu nad terytorium Holandii przedstawiało się następująco<sup>7</sup>:

$\text{NH}_3$  — gospodarka rolna 80 - 90%,

$\text{NO}_2$  — ruch samochodowy 55%, elektrownie i ciepłownie 15%,

$\text{SO}_2$  — przemysł przetwórczy 50%, elektrownie i ciepłownie 36%.

Główne substancje zanieczyszczające powietrze atmosferyczne wraz, z orientacyjnym wskaźnikiem zagrożenia (obliczanym jako wielokrotność zagrożenia wynikającego z emisji do otoczenia analogicznej ilości dwutlenku siarki —  $\text{SO}_2$ ), jakie stanowią dla środowiska, podaje poniższa tabela. Zagrożenie, jakie stanowi  $\text{SO}_2$ , przyjęto jako 1,0.

Tabela 1

Związek	Wskaźnik zagrożenia	Związek	Wskaźnik zagrożenia
Dwutlenek siarki ( $\text{SO}_2$ )	1,0	Fluor ( $\text{F}_2$ )	100,0
Trójtlenek siarki ( $\text{SO}_3$ )	10,0	Fluorowodór (HF)	20,0
Kwas siarkowy — mgła ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	10,0	Amoniak ( $\text{NH}_3$ )	0,5
Chlor ( $\text{Cl}_2$ )	10,0	Tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ )	2,0
Chlorowodów (HCl)	2,0	Pył (20 $\mu\text{m}$ )	0,1

Źródło: T. Skawina, *Ochrona gleb*, Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej 1971, nr 21 (Zeszyt Specjalny)

Drugą grupę uwzględnionych tu elementów stanowią te, które oddziałują negatywnie na gleby poprzez skażenie wód ( $p_2$ ,  $p_4$ ,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $w_2$ ,  $k_2$ ,  $k_4$ ). Są to głównie zrzuty nieoczyszczonych lub niedostatecznie oczyszczonych ścieków przemysłowych, komunalnych oraz pochodzących z gospodarstw rolnych, a także tzw. odcieki z niedostatecznie zabezpieczonych składowisk odpadów — tak przemysłowych, jak i komunalnych. Warto wspomnieć, że w 1985 r. do wód polskich odprowadzono ponad 2000 hm<sup>3</sup> nieoczyszczonych ścieków, czyli ponad 43% ogólnej ilości ścieków wytworzonych<sup>8</sup>, zaś spośród przebadanych w 1931 r. składowisk odpadów ko-

<sup>7</sup> E. H. Adema, J. van Ham, *Zure regan, oorzaken, effecten en beleid*, Haga 1984, s. 42.

<sup>8</sup> *Rocznik Statystyczny 1986*, tab. 15, s. 13.

munalnych, zawierających około 40 mln m<sup>3</sup> odpadów, aż 1/3 znajdowała się w złym stanie<sup>9</sup>.

Wody powierzchniowe ulegają również zanieczyszczeniu wskutek opadania na ich powierzchnię pyłów pochodzenia przemysłowego. Elementem, który powinno się również zaliczyć do omawianej grupy, jest prowadzące do skażenia wód i gleby wypłukiwanie stosowanych nieprawidłowo lub w nadmiarze nawozów sztucznych (głównie azotowych) oraz środków chemicznej ochrony roślin. Wynikające z tego straty są trojakiego rodzaju:

po pierwsze — straty wynikające z degradacji środowiska (dotyczy to nie tylko strat w rolnictwie, lecz także np. w hodowli ryb);

po drugie — stosowane nieprawidłowo lub w zbyt dużej dawce środki chemiczne mogą przynieść, na dłuższą metę więcej szkody niż pożytku, powodując w pewnych przypadkach nawet spadek plonów;

po trzecie — straty wynikające z marnotrawstwa tych środków w sytuacji, gdy zostaną nieprawidłowo użyte lub gdy ich stężenie w glebie przekroczy poziom skutecznego działania, bądź poziom tzw. pojemności nawozowej gruntu.

Wiele oddziaływań z grupy pierwszej i drugiej prowadzi zarówno do bezpośrednich strat ekonomicznych, jak i do strat w gospodarce, będących wynikiem uszkodzenia środowiska. Powiązania te są często bardziej skomplikowane niż to się wydaje na pierwszy rzut oka. Na przykład emisja pyłów (lub zrzut ścieków) powoduje degradację środowiska jako efekt bezpośredni, lecz wartość substancji nie odzyskanych w procesie oczyszczania należy uznać za stratę *stricto* gospodarczą. Ich nieodzyskiwanie powoduje ponadto wzrost zapotrzebowania na surowce powyżej niezbędnego poziomu, co w pewnych warunkach może prowadzić do rozwoju rabunkowego systemu eksploatacji złóż, tworząc pośredni, negatywny dla środowiska efekt działania pierwotnego, jakim było emitowanie pyłów (lub zrzut ścieków).

Rabunkowa gospodarka surowcowa wywołuje nie tylko znaczne straty bezpośrednie (np. ostrożnie ocenia się straty wynikające ze stosowanego w Polsce systemu wydobywania węgla kamiennego na około 30% jego wartości), powoduje ona również lekceważenie tzw. złóż towarzyszących i bezzwrotną utratę ich zasobów. A trzeba pamiętać, że są to często surowce o podstawowym znaczeniu gospodarczym, w znacznej części importowane. Ponadto prowadzenie wydobywania systemem rabunkowym, bez należytego rozpoznania i zabezpieczenia środowiska, staje się często przyczyną zakłócenia stosunków wodnych danego obszaru oraz przesuszenia bądź zatopienia gruntów rolnych. Obszar gleb przesuszonych na terenie naszego kraju ocenia się na około 100 tys. ha, a gruntów zatopionych na ponad 20 tys. ha, co stanowi około 0,6% ogólnej powierzchni

<sup>9</sup> *Ochrona środowiska*, s. 49.



Użytków rolnych<sup>10</sup>. Wartość potencjalnie możliwej do otrzymania z tej powierzchni produkcji można oszacować proporcjonalnie w stosunku do produkcji na całym areale na ok. 6 mld złotych rocznie.

Powierzchnia użytków rolnych zmniejsza się również wskutek bezpośredniego zajmowania terenów rolnych na odienne cele, czego wyrazem w schemacie jest oddziaływanie elementów  $p_3$ ,  $r_3$ ,  $w_3$ ,  $k_3$ . I tak, w 1985 r. w ramach obowiązujących przepisów nabyto i przeznaczono na cele nierolnicze 6676 ha, z czego około 14% stanowiły najlepsze grunty I - III klasy bonitacyjnej, a ponad połowę (52%) grunty klas IV i V. Areal ten wykorzystano na różne cele w następujących proporcjach<sup>11</sup>:

	ha	%
tereny osiedlowe	2697	31,3
przemysł	883	10,3
drogi i komunikacja	703	8,2
wydobycie kopalin	1123	13,1
zalesienia	1586	18,5
inne	1594	18,6

Siła presji każdego elementu na środowisko uzależniona jest od szeregu parametrów, oznaczonych w modelu symbolem  $q_i$ . Od tego, na ile świadomie i rozważnie kształtować będziemy owe parametry oraz na ile dokładnie poznamy powiązania pomiędzy nimi a stopniem zmian w środowisku, zależeć będzie nie tylko stan tego środowiska, ale również — do pewnego stopnia — pomyślność gospodarza kraju. Dobrym przykładem tej zależności może być problem odpadów: do 1985 r. nagromadzono ich na składowiskach łącznie aż 1324 mld ton, a stopień ich gospodarczego wykorzystania wykazuje niestety stałą tendencję malejącą. W latach 1980-1985 wynosił on kolejno: 52,3, 51,3, 48,8, 49,5, 48,2 i 50,2%<sup>12</sup>. Poziom gospodarczego wykorzystania odmiennych typów odpadów jest różny ilustruje go poniższa tabela.

Tabela 2

Odpady	Wytworzone (mln ton)	Wykorzystane (%)	Składowane (%)
Ogółem	141,2	51,3	48,7
Odpady poflotacyjne	24,8	3,3	96,7
Popioły i pyły	17,2	27,2	72,8
Żużle	14,3	67,4	32,8
Odpady skalne	69,8	77,0	33,0

Źródło: *Ochrona środowiska i gospodarka wodna*, GUS, 1982.

<sup>10</sup> T. Skawina, *Rezultaty badań nad modelem rekultywacji terenów pogórnich w Polsce*, Geodezja 1969, z. 12.

<sup>11</sup> *Rocznik Statystyczny 1986*, tab. 17, s. 14.

<sup>12</sup> *Ibidem*, tab. 19, s. 15.

Jak widać z powyższego zestawienia, najwyższy jest stopień wykorzystania odpadów skalnych, stosunkowo najmniej zagrażających środowisku. W niewielkim stopniu wykorzystuje się dosyć niebezpieczne i trudne do składowania popioły i pyły, zaś niezwykle groźne odpady poflotacyjne pozostają w olbrzymiej części niezagospodarowane, co poza zagrożeniem dla środowiska powoduje również utratę zawartych w nich cennych pierwiastków. Jednocześnie społeczeństwo ponosi koszty składowania odpadów i rekultywacji terenów składowisk. W 1985 r. nakłady inwestycyjne na ten cel wyniosły 7 mld zł, co stanowiło blisko 14% całkowitych nakładów inwestycyjnych na ochronę środowiska<sup>13</sup>. Koszty rekultywacji gruntów, w ten czy inny sposób zdewastowanych, stanowią znaczny odsetek kosztów ponoszonych jako skutek nie zawsze wszechstronnie przemyślanych decyzji oraz działań gospodarczych. W wspomnianym już 1981 r. wydatki samego tylko Funduszu Ochrony i Rekultywacji Gruntów wyniosły około 5,8 mld zł, zaś obszar gruntów zdegradowanych i wymagających rekultywacji oraz zagospodarowania oceniany był przez GUS na 108 tys. ha (w tym około 74% stanowiły tereny zdewastowane wskutek działalności przemysłowej). Jednocześnie rekultywacją objęto około 3 tys. ha, przeznaczając 70% tego areału na potrzeby produkcji rolnej oraz zagospodarowano 2,5 tys. ha, w tym około 75% na potrzeby rolnictwa. Tym samym powierzchnia gruntów zrehabilitowanych wyniosła 2,9% powierzchni gruntów wymagających rekultywacji<sup>14</sup>. Przytoczone dane dotyczą tylko gleb zdewastowanych i zdegradowanych geomechanicznie, na skutek tworzenia tzw. powierzchni bezglebowych lub mechanicznego uszkodzenia powierzchni glebowych (np. zapadliska górnicze).

Poruszono już także problem terenów o zakłóconych stosunkach hydrologicznych, pozostaje więc jeszcze do rozpatrzenia kwestia gleb przekształconych chemicznie. Według prof. T. Skawiny można wyróżnić pięć typów chemicznego przekształcenia gleby<sup>15</sup>. Są to:

- zakwaszenie — wywoływane głównie takimi związkami siarki, jak:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeS}_2$  oraz związkami chloru i fluoru;
- alkalizacja — powodowana głównie przez pyły przemysłowe zawierające takie substancje, jak:  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ . Ich emisja na obszarach zakwaszenia gleb neutralizuje częściowo działanie związków wymienionych w poprzednim punkcie. W innych przypadkach mogą one jednak okazać się wysoce szkodliwe;
- zasolenie — występuje przeważnie wokół obszarów górniczej eksploatacji surowców. Skażenie następuje wskutek przeniknięcia do gleby

<sup>13</sup> Ibidem, tab. 49, s. 29.

<sup>14</sup> *Ochrona środowiska*, s. 44.

<sup>15</sup> T. Skawina, *Ochrona gleb*, Zeszyty Naukowe AGH 1971, z. 21 Zeszyt Specjalny, s. 37 i n.

zbyt dużych dawek NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> i innych soli w postaci roztworów wodnych (tzw. wody kopalniane);

— wzbogacenie gleby w fitotoksyczne pierwiastki śladowe takie jak: Zn, Pb, Cu, As, F, Ba — dokonuje się ono wskutek działania wielu wymienionych już wyżej przyczyn;

— inne typy przekształcenia — np. skażenie gleby ropą naftową lub jej pochodnymi, dokonujące się najczęściej (ale nie wyłącznie) w wyniku ludzkiej nieostrożności bądź bezmyślności,

Wielkość obszaru gleb przekształconych chemicznie w stopniu wyłączaającym je z produkcji rolnej jest niezwykle trudna do oszacowania ze względu na to, że na sporej ich części produkcję taką prowadzi się nadal, pomimo że otrzymywane plony zawierają szkodliwe substancje w ilościach przekraczających wszelkie dopuszczalne normy.

T. Skawina już wiele lat temu oszacował obszar zagrożony skażeniem gleb na 1 mln ha, co stanowiłoby około 5% powierzchni użytków rolnych<sup>16</sup>. Przeprowadzenie dokładnych badań, umożliwiających poznanie aktualnych i wiarygodnych danych w tym zakresie (chodzi tu głównie o kompleksowy monitoring powietrza, wody i gleb), stanowi niezbędny warunek sporządzenia realistycznego rachunku ekonomicznego w tej dziedzinie.

Równie trudnym problemem jest wycena strat gospodarczych wynikających z degradacji środowiska. Działający przy prezydium PAN komitet „Człowiek i Środowisko” wycenił je w 1979 r. na 61,8 mld złotych, w tym straty wynikłe z przekazania na inne cele oraz degradacji gruntów rolnych na 13,1 mld zł<sup>17</sup>. Inne źródła szacują globalne straty nawet na ponad 200 mld, z czego około 20% stanowią straty w rolnictwie (dotyczy to roku 1980).

Warto również wspomnieć, że w wyniku przeprowadzonych w latach siedemdziesiątych we Francji badań stwierdzono, że straty wynikające ze skażenia wód i gleby stanowią aż 41% wszystkich strat<sup>18</sup> mających swe źródło w skażeniu środowiska.

Kraje wysoko rozwinięte przeznaczają na inwestycje, związane z ochroną środowiska od 4 do 6% dochodu narodowego podzielonego, podczas gdy w Polsce wielkość ta w 1985 r. wyniosła 0,58%. Owe 49,1 mld stanowiło zaledwie 2,8% wszystkich nakładów inwestycyjnych w tym roku<sup>19</sup>. Tym istotniejszą staje się kwestia prawidłowej i bardziej precyzyjnej alokacji tych nakładów, tak by przyniosły one możliwie jak największy efekt.

<sup>16</sup> Ibidem, s. 35.

<sup>17</sup> A. Ginsbert-Gebert i in., *Ekonomiczne i socjologiczne problemy ochrony środowiska*, Wrocław 1985, s. 122.

<sup>18</sup> *Chemiczne zagrożenie środowiska w Polsce*, Materiały seminaryjne, Lublin 1984, s. 60.

<sup>19</sup> *Rocznik Statystyczny 1986*, tab. 49, s. 28; tab. 249, s. 187.

Podstawą ustalenia takiej struktury nakładów musi się stać przeprowadzona analiza systemowa oparta na wynikach kompleksowych badań. Zaprezentowany w artykule schemat, będący zaledwie jej wstępnym szkicem, pozwoli być może na wyciągnięcie interesujących wniosków.

Oczywiście istnienie określonej, takiej a nie innej sieci powiązań pomiędzy sferą szeroko pojętej gospodarki a fragmentem otoczenia, jakim są gleby, jest zaledwie pewną hipotezą i pozostanie nią tak długo, jak długo nie uda się jej zweryfikować konkretnymi danymi liczbowymi. Niestety dotychczasowe opracowania poruszające tę kwestię są z reguły oparte bądź na danych szacunkowych (które niekiedy bardzo znacznie się różnią w zależności od źródeł, do których udało się dotrzeć autorom oraz od przyjętej metody estymacji), bądź na wysoce fragmentarycznych i sporządzanych często dla innych niż ekologiczne celów zbiorach danych. Te ostatnie nie dają się scalić w jedną, pełną i kompleksową bazę danych dotyczących interakcji gospodarki i środowiska, pozostawiając luki wynikające nie tylko z braku zainteresowania określoną dziedziną, ale również z nieporównywalności danych zbieranych i organizowanych dla różnych celów.

Pomimo panującej u nas od kilku lat „mody” na tematykę ekologiczną, pomimo pojawienia się setek publikacji naukowych i popularnonaukowych i wreszcie pomimo powstania wielu oficjalnych instytucji mających za zadanie ochronę środowiska (z urzędem odpowiedniego ministra włącznie) nie udało się dotychczas stworzyć szerokiego, kompleksowego systemu monitoringu środowiska, systemu mogącego dostarczyć danych niezbędnych dla opracowywania decyzji dotyczących kształtowania środowiska. Monitoring gleb jest tutaj dziedziną najbardziej chyba zaniedbaną, gdyż badania — aczkolwiek niepełne i wrywkowe — dotyczą przeważnie powietrza atmosferycznego i wód. Oczywiście można przyjąć, że tak powietrze, jak i woda stanowią ogniwo pośrednie w łańcuchu przenikania zanieczyszczeń do gleb i na tej podstawie estymować wielkość skażenia gleb, ale trudno oprzeć jakikolwiek program badawczy, nie mówiąc już o decyzyjnym na tak niepewnych danych szacunkowych.

Odmienny problem, aczkolwiek również związany z kwestią dostępności danych, dotyczy tych charakterystyk działalności gospodarczej, które wpływają pośrednio lub bezpośrednio na stan środowiska. Wiele z nich publikowanych jest w ogólnie dostępnych źródłach dopiero od kilku lat, a inne, takie jak np. efekty i rozmiary stosowania w przemyśle tzw. „czystych technologii” — nie są dotychczas nawet badane.

Wraz z rozwojem systemu informacji dotyczących środowiska i wpływu gospodarki na to środowisko możliwe będzie zweryfikowanie zaprezentowanego w artykule schematu powiązań systemu gospodarczego z podsystemem ekosystemu, jaki stanowią gleby. Schemat ten — jak już wspomniano — stanowi fragment większej całości pomyślanej docelowo jako model sieci powiązań międzysystemowych. W postaci zweryfikowa-

nej model ten (pod warunkiem porównywalności danych) może zostać przedstawiony jako numeryczny i stać się, zwłaszcza w wersji dynamicznej, przydatnym narzędziem poznawczym.

Pewne powiązania (aczkolwiek trudno z góry ocenić ich siłę) ujawniają się już we wstępnej wersji modelu. Do takich należy np. wpływ systemu prawnego na stan środowiska, a więc oddziaływanie trudne do ujęcia w kryteriach ilościowych. Uwzględnić tu należy nie tylko zbiór obowiązujących przepisów, ale również istniejącą w zakresie ich egzekwowania praktykę oraz skuteczność, a także aspekt finansowy stosowania prawa w zakresie ekologii. Kary z tytułu naruszania środowiska przyczyniają się wprawdzie do powiększania się tzw. Funduszy Ekologicznych, ale przy obecnym stanie przepisów o finansowaniu przedsiębiorstw nie stanowią one specjalnej dolegliwości dla winnych takich naruszeń. Wiele przedsiębiorstw uznaje nawet ponoszenie kar finansowych (co odpowiednio manewrując przepisami i tak można sprowadzić do przewlekania państwowych pieniędzy z jednego konta na drugie) za bardziej opłacalne niż inwestowanie w drogie i energochłonne urządzenia prewencyjne. Ponieważ jednocześnie, pomimo że przepisy przewidują w niektórych przypadkach nawet kary pozbawienia wolności, z reguły nie orzeka się kar innych niż finansowe a ponadto funkcjonuje nadmiernie rozbudowany system ulg i zwolnień obejmujących znaczny odsetek przedsiębiorstw, w sytuacji takiej trudno mówić o skuteczności systemu prawnego. Należy mieć nadzieję, że w warunkach reformy przepisy z zakresu ochrony środowiska stosowane będą z większą niż dotychczas konsekwencją gdyż w przeciwnym razie środowisko, potraktowane jako element najmniej istotny z punktu widzenia poprawy sytuacji ekonomicznej zarówno w skali przedsiębiorstwa jak i gospodarki narodowej zostanie zdevastowane w stopniu nieodwracalnym. Trzeba zaznaczyć, że podstawą do podejmowania szeroko zakrojonych działań na rzecz ochrony środowiska i ustanowienia prawidłowych relacji pomiędzy nim a gospodarką musi stanowić pogłębiona analiza systemowa oparta na pełnych i wiarygodnych informacjach pochodzących z monitoringu, i że nawet w trudnych warunkach wychodzenia z kryzysu muszą się na to znaleźć odpowiednie środki. W takiej sytuacji model, którego fragment został w zarysie zaprezentowany w tym artykule, podbudowany odpowiednimi danymi liczbowymi mógłby się stać podstawą takiej analizy.

## ECONOMIC ASPECTS OF THE PROCESS OF DEGRADATION AND DEVASTATION OF SOIL

### Summary

In the article the author undertakes an attempt to formulate the conception of research into economic consequences of the process of degradation and devastation of rural environment in Poland, especially the degradation and devastation

of soil. „Devastation” is understood as the destruction of the layer of soil, **and** „degradation” is conceived as a gradual loss of its fertility.

The considerations have led the author to the conclusion that the most adequate research method is the system analysis; its scheme is included in the article.

The said scheme was the basis for multidirectional analysis of relations between the sphere of natural environment and the sphere of human activity. Several types of negative influence of human activity on rural environment, especially on soil, have been taken into account, i.e. detrimental activity connected with industry, agriculture, exchange and consumption. Most of negative influences are reflected in the increase of soil pollution, and — in consequence — in the decrease of arable land area.

A separate paper will be devoted to the formulation of a mathematical model of relations between man and environment; the above findings and the scheme will be used for that purpose.