

JAN SIUTA

*Instytut Kształtowania Środowiska w Warszawie*

## POZNANIE DEGRADACJI GLEB WARUNKIEM RACJONALNEGO UŻYTKOWANIA I OCHRONY ŚRODOWISKA \*

Gleba stanowi biologicznie czynną powłokę ziemi, a jej miąższość wyznacza system korzeniowy roślin. Będąc ożywionym ciałem każda jednostka glebowa znajduje się w określonej fazie ewolucji oraz ma swoisty typ przemiany materii i przepływu energii. O fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwościach gleby decyduje wiele czynników naturalnych i antropogenicznych, których rozgraniczenie jest przeważnie trudne, a nierzadko wprost niemożliwe ze względu na długotrwałe, gospodarcze bytowanie człowieka w środowisku. Obecność i stan szaty roślinnej świadczą nie tylko o istnieniu gleby lecz także o jej metabolizmie. Analiza i ocena przemian zachodzących w środowisku glebowym nie może więc dać zadowalających rezultatów bez równorzędnego rozpoznania roślinności.

Walory gleby ocenia się głównie przez pryzmat jej przydatności do uprawy roślin o określonych wymaganiach siedliskowych i funkcjach ekologiczno-gospodarczych. Ten sam charakter modyfikacji środowiska glebowego może być oceniany pozytywnie lub negatywnie, zależnie od ekologicznej lub gospodarczej funkcji roślin na określonym terenie. Przykładem tego może być zamierzone osuszenie podmokłego gruntu w celu uzdatnienia go do uprawy polowej z jednej strony oraz niezamierzone osuszenie powodujące obniżenie (degradację) ekologiczno-gospodarczych walorów gruntu lub wymuszenie zmiany jego sposobu użytkowania. Osuszenie i prawidłowe urolniczenie rozległego bagna może być ocenione pozytywnie z punktu widzenia produkcyjnego, a negatywnie w kategoriach przyrodniczych. Oceniając pozytywnie lub negatywnie zamierzone modyfikacje w środowisku przyrodniczym należy mieć na uwadze względność kryteriów tej oceny, zwłaszcza gdy zjawiska są współzależne oraz rozciągliwe w przestrzeni i czasie. Nie wynika stąd bynajmniej brak możliwości uściślenia metod identyfikacji zjawisk oraz kryteriów oceny bezpośrednich i pośrednich następstw działań w środowisku. Konieczność doskonalenia metodyki w odniesieniu do oceny jest oczywista, ale sprosta-



F1C-2472

\* — opracowano w ramach przygotowań do III Kongresu Nauki Polskiej.

nie zadaniu wymaga dużej koncentracji zespołów badawczych z wielu dziedzin nauki. O tematycznym i specjalistycznym zakresie zagadnień identyfikacji charakteru i ekologiczno-gospodarczych następstw zniekształcenia środowiska przyrodniczego świadczy — między innymi — treść referatów, dyskusji i uchwał licznych sympozjów naukowych. A oto tytuły ważniejszych z nich:

— Ochrona środowiska glebowego. XIX ogólnopolski zjazd naukowy PTG, Katowice — Kraków 1972

— Problemy ochrony i rekultywacji powierzchni ziemi w Polsce. Komitet Kształtowania i Ochrony Środowiska NOT, Warszawa 1976

— Wpływ zanieczyszczeń atmosfery na środowisko. Komitet Kształtowania i Ochrony Środowiska NOT, Warszawa 1980

— Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi i siarką na przyrodnicze warunki rolnictwa. II konferencja krajowa, Puławy 1980

— Ochrona i rekultywacja zasobów glebowych. Komitet Kształtowania i Ochrony Środowiska NOT, Warszawa 1983

— Ochrona środowiska na terenach rolnych. SITR. Wrocław 1984

— Melioracje przeciwerozryjne podstawą racjonalnego użytkowania terenów wyżynnych. PTG-IUNG, Puławy 1984.

W miarę pełny przegląd opublikowanych i nieopublikowanych wyników badań (do 1978 r.) wpływu zanieczyszczeń przemysłowych na gleby i rośliny zawiera książka pt. „Strefy ochronne” [70]. Procesy i najważniejsze formy degradacji powierzchni biologicznej czynnej przedstawiono w opracowaniu pt. „Wytyczne do oceny jakości gleby i roślin na potrzeby ochrony środowiska” [61]. Syntezę badań i dokumentacji studialno-projektowych dotyczących zniekształcenia pokrywy glebowej i pozostałych elementów powierzchni ziemi w Polsce przedstawiono na mapie w skali 1:500000 [11] i w książce pt. „Degradacja ziemi” [11].

Pod pojęciem degradacji ziemi (powierzchni ziemi) rozumie się niekorzystne zmiany utworów geologicznych, rzeźby terenu, gleby, warunków wodnych i szaty roślinnej wskutek działalności przemysłowej, agrotechnicznej lub innej. Degradacja gleby jest bliska degradacji ziemi, ponieważ niemal cała jej powierzchnia w Polsce jest aktualnie i potencjalnie biologicznie czynna. Wyróżniono względną i rzeczywistą degradację gleby.

Degradacja względna polega na tym, że dotychczasowy układ glebowy przeobraża się stopniowo lub skalowo w układ nowy, którego aktywność biologiczna jest nie mniejsza niż w stanie wyjściowym. W okresie przejściowym następuje jednak spadek aktywności biologicznej środowiska. Degradacja rzeczywista polega na trwałym pogorszeniu (zniszczeniu) aktywności biologicznej gleby lub pogorszeniu higieny środowiska.

Do głównych form degradacji gleby zalicza się: 1) wyjałowienie ze składników pokarmowych i naruszenie równowagi jonowej, 2) zakwaszenie i alkalizację środowiska, 3) zanieczyszczenie składnikami o charakterze toksycznym, 4) zasolenie, 5) nadmierny ubytek próchnicy, 6) przesuszenie, 7) zawodnienie, 8) erozję, 9) zniekształcenie struktury, 10) zniekształcenie rzeźby terenu, 11) mechaniczne zniszczenie lub uszkodzenie poziomu próchnicznego, 12) zanieczyszczenie mechaniczne, 13) techniczno-przestrzenne rozdrobnienie powierzchni biologicznie czynnej, 14) zanieczyszczenie (skażenie) biologiczne (Siuta 1980, 1982).

### *Wyjałowienie gleby ze składników pokarmowych i naruszenie równowagi jonowej*

Ostry niedobór lub duży nadmiar składnika(ów) niezbędnego(ych) do życia i prawidłowego rozwoju roślin to powszechnie występująca forma degradacji środowiska glebowego i roślinności w Polsce. Ta forma degradacji najbardziej zagraża luźnym i słabogliniastym glebom piaskowym ze względu na ich naturalne ubóstwo oraz minimalną chłonność w stosunku do wody i rozpuszczonych w niej składników. W miarę intensyfikacji nawożenia mineralnego dotyka ona także coraz bardziej gleb zwięźlejszych, zwłaszcza będących w uprawie polowej. Jednostronne (niepełnoskładnikowe) nawożenie mineralne degraduje środowisko dwukierunkowo: 1) intensyfikując vegetację roślin zwiększa pobieranie pozostałych (nienawozowych) składników, których zasoby są minimalne, 2) poprzez koncentrację soli i zakwaszające działanie nasila wymywanie nienawozowych (pokarmowych) składników z gleby. Wystarczy, że ujawni się ostry niedobór jednego składnika, powodowany chociażby przez względny nadmiar innego, aby nastąpił gwałtowny spadek vegetacji i plonowania roślin, pod które zastosowano nawożenie mineralne. Niedobór magnezu w glebach piaskowych jest powodem masowego żółknięcia roślin uprawy polowej w okresie wiosny i jesieni [21, 58]. Objawy te można traktować jako wyraz daleko idącej chemicznej degradacji środowiska. W istocie rzeczy gleby piaskowe już z natury swej są bardzo mało przydatne dla rolnictwa, zwłaszcza współczesnego. Nadają się natomiast doskonale dla roślinności leśnej. Oznacza to, że już sama zmiana leśnego na orne użytkowanie gruntu stanowi zasadniczy czynnik degradacji jałowej gleby piaskowej i środowiska w ogóle. Prawidłowezalesienie wyjałowionych gruntów ornych jest natomiast działaniem rekultywacyjnym. Skutecznym zabiegiem rekultywacyjnym będzie też trwałe (melioracyjne) użyźnienie gleby — dostosowując jej fizyczne (głównie wodne) i chemiczne właściwości do wymagań roślin i efektywności uprawy polowej.

Wadliwość struktury przestrzennej lasów i gruntów ornych, na tle klimatyczno-glebowych warunków w Polsce (zwłaszcza w środkowej części dorzecza Wisły i Warty) i wynikający stąd postęp degradacji środowiska są znane od dawna [33, 04, 41, 75, 86, 87]. Niewiele jest jednak doniesień ujmujących ekologiczno-gospodarczą skalę zagadnienia oraz programujących profilaktyczne i korygujące działania [58, 60]. Nie udało się natomiast ustanowić znaczącego programu badawczego w celu udokumentowania i kompleksowej oceny ekologiczno-gospodarczych skutków wadliwej struktury rolno-leśnej przestrzeni oraz opracowania programu racjonalnego jej kształtowania, łącznie z melioracyjnym użyciem i rekultywacją gleb wyjałowionych. Podjęcie takiego programu jest konieczne i bardzo pilne.

### *Zakwaszenie i alkalizacja środowiska glebowego*

Odczyn decyduje w bardzo dużym stopniu o aktywności biologicznej środowiska glebowego. Wiadomo, że dla większości gatunków roślin optymalne pH mieści się w granicach 6,0—7,5. Bardzo kwaśny i zasadowy odczyn gleby pomniejsza jej aktywność biologiczną — wynikającą z fizycznych, chemicznych i klimatycznych właściwości środowiska. Stawowi więc istotny, a nierzadko decydujący czynnik degradacji gleby. Naturalna (nieprzemysłowa) geneza silnego zakwaszenia większości gleb w Polsce w niczym nie zmienia jego degradującego charakteru, zwłaszcza gdy wbrew ekologicznym uwarunkowaniom zlikwidowano roślinność naturalnąa rzecz uprawy gatunków o odmiennych wymaganiach siedliskowych. Przez pryzmat wymagań ekologicznych, określonych gatunków lub zespołów roślin, ocenia się pozytywnie lub negatywnie odczyn środowiska glebowego.

Rozpoznanie i udokumentowanie stanu kwasowości gleb użytkowanych rolniczo jest bardzo dobre. Olbrzymią dokumentację analityczną zgromadziły okręgowe stacje chemiczno-rolnicze oraz biura geodezji i terenów rolnych — pod kierunkiem Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa. Niewspółmiernie małe jest natomiast teoretyczne wykorzystanie tej dokumentacji. Naturalnego i agrotechnicznego, choć często bardzo silnego zakwaszenia gleby, nie traktowano jako przejawu jej degradacji. Stąd też prawie zupełnie nie poszukiwano radykalnych (melioracyjnych) sposobów odkwaszenia (detoksykacji) gleby, zwłaszcza poniżej jej warstwy ornej. Opublikowanie w 1965 r. artykułu pt. „Wapnowanie a neutralizacja głębszych warstw profilu w glebach kwaśnych” [63] oraz przeprowadzenie wstępnych doświadczeń z wapnowaniem typu melioracyjnego [58] dały początek obszernemu studium odwęglanowie-



nia i zakwaszenia pokrywy glebowej w Polsce [25, 26, 27] oraz badaniom ekologiczno-produkcyjnej efektywności melioracyjnego (rekultywacyjnego) wapnowania gleb zakwaszonych intensywnie do znacznej głębokości [36].

Kwaśny odczyn, wyrażony wielkością pH, nie daje pełnego obrazu stopnia degradacji gleby wskutek jej zakwaszenia. Dopiero wysycenie kompleksu sorpcyjnego jonami wodorowymi, stopień ten odzwierciedla. Według podziału Siuty [59, 60] 25—40% udział jonów  $H^+$  w kompleksie sorpcyjnym stanowi o bardzo słabej a ponad 85%  $H^+$  o bardzo silnej degradacji gleby. Odnośny podział może, a nawet powinien być zweryfikowany w najbliższych latach — na podstawie wnikliwych badań wszystkich podstawowych jednostek glebowych. Praktycznym efektem tych badań powinny być 1) pełniejsza ocena ekologiczno-gospodarczych skutków aktualnego i potencjalnego zakwaszenia pokrywy glebowej w kraju, 2) sposoby oraz program melioracyjnego (rekultywacyjnego) i profilaktycznego wapnowania. Przemysłowe źródła zanieczyszczeń kwaśnych (i potencjalnie kwaśnych), w tym głównie siarki elementarnej i jej utleniających związków, szybko i silnie degradują środowisko glebowe — do całkowitego zaniku roślinności włącznie [31, 65]. Przykładem tego są obszary otworowego górnictwa siarki, tereny przyległe do baz składowania i przeładunku siarki, składowiska pirytów, zwałowiska zasiarczonych odpadów górniczych. Gazowe związki siarki, a także mgły kwasu siarkowego, są przenoszone na odległe (od rejonów przemysłowych) tereny rolno-leśne, gdzie współdziałają z naturalnymi i agrotechnicznymi czynnikami kwasotwórczymi. Z tego względu ważniejsze jest rozpoznanie skali zagrożenia i opracowanie stosownych sposobów zapobiegania degradacji niż dociekanie genezy i udziału poszczególnych czynników sprawczych, aczkolwiek ostatnie inie można pomijać w procesie badawczym.

Alkaliczność zagraża środowisku glebowemu na stosunkowo małej powierzchni, głównie w otoczeniu cementowni oraz suchych i mokrych składowisk odpadów alkalicznych — zawierających znaczne ilości tlenków, wodorotlenków i węglanów metali jedno- i dwuwartościowych. Alkaliczność stanowi też poważną trudność w ukształtowaniu gleby i szaty roślinnej na składowiskach odnośnych odpadów [3, 84].

### *Zanieczyszczenie gleb składnikami o charakterze toksycznym*

Pojęcie „składniki toksyczne” jest czysto umowne. Odnosi się ono do tych pierwiastków lub związków, których nadmierna koncentracja w środowisku pogarsza warunki wegetacji oraz obniża plony i wartość

użytkową roślin. Szkodliwa (toksyczna) koncentracja składników może nie mieć ujemnego wpływu na wielkość plonu, ale pomniejsza lub dyskwalifikuje jego wartość pokarmową (paszową). Dotyczy to głównie pierwiastków śladowych, których nadmierna koncentracja zaburza metabolizm u roślin i zwierząt. Nadmierna koncentracja azotu, zwłaszcza wobec niedostatku innych składników pokarmowych, może działać „toksycznie na rośliny i spożywające je organizmy zwierzęce.

Ocena charakteru i stopnia zanieczyszczenia gleb składnikami o charakterze toksycznym jest bardzo trudna a niezmiernie ważna z punktu widzenia ekologiczno-sanitarnego i gospodarczego. Oznaczenie zawartości składnika w glebie dostarcza bardzo istotnej ale tylko wstępnej informacji. Analiza chemiczna roślin informację tę znacznie poszerza. Brak adekwatnej (do złożoności zagadnienia) procedury poboru materiału glebowego i roślinnego, intrykacyjnej oraz zasad interpretacji jest powodem zbytnej różnorodności podejść badawczych i wnioskowania. Stąd stosunkowo mała przydatność wyników badań dla profilaktyki ekologiczno-sanitarnej i racjonalizacji produkcji roślinnej na obszarach chemicznie zanieczyszczanych.

Chemicznie zanieczyszczenie gleby i roślin w rejonach przemysłowych, aglomeracjach miejskich i wzdłuż szlaków komunikacji zmotoryzowanej jest badane od wielu lat przez liczne zespoły i ośrodki naukowe. Do najlepiej rozpoznanych i udokumentowanych zalicza się obszary:

- Zakładów Azotowych „Puławy” [1, 17, 47, 50, 60, 64];
- Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” [18, 48, 69];
- Huty Aluminium „Konin” [2, 14, 15, 42, 67, 71, 79];
- Huty im. Lenina [51, 76];
- Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego [13, 28, 53, 54];
- Mazowieckich Zakładów Rafineryjnych i Petrochemicznych [56];
- Zakładów Chemicznych „Police” [4];
- Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego [32, 53, 77, 80, 81].

Zadaniem najważniejszym dla nauki w latach przyszłych jest ujednoczenie metodyki oznaczeń i zasad oceny chemicznego zanieczyszczenia gleby i roślin oraz agroekologicznych sposobów zapobiegania ujemnym skutkom.

### *Zasolenie gleby*

Ten czynnik degradacji zagraża najbardziej środowisku glebowemu wzdłuż szlaków komunikacji zmotoryzowanej i pieszej na terenach miejskich [5, 9, 12], w dolinach rzek o dużym zasoleniu wody, w otoczeniu osadników i zbiorników ścieków, składowisk odpadów przemy-

słowych — składowanych na mokro [5, 8, 10] na łąkach i polach nawadnianych ściekami przemysłowymi i gnojowicą. W miarę upływu czasu także intensywne (zwłaszcza nieprawidłowe) nawożenie mineralne może nasilać zagrożenie. Stan rozpoznania zasolenia gleby jest niezły na terenach miejskich, niedostateczny na terenach rolnych.

### *Pomniejszenie zawartości próchnicy w glebie*

Glebotwórcze i żyznościowe walory próchnicy są cenione od dawna. Rola próchnicy glebowej w warunkach intensywnego nawożenia mineralnego, a nawet wprost dolistnego żywienia roślin, została jednak poważnie zmodyfikowana w stosunku do lat pięćdziesiątych i wcześniejszych. Postawiono więc liczne znaki zapytania, czy rola substancji organicznej w glebie nie jest przeceniana i czy należy zabiegać o przywrócenie glebie substancji organicznej, zwłaszcza gdy wyprowadzono ją już poza obręb gospodarstwa rolnego. Dopiero w latach ostatnich zaczyna się akcentować potrzebę naturalizacji obiegu materii organicznej w agrocenozach, negując coraz bardziej ekologiczno-produkcyjną zasadność nawożenia mineralnego. Są to zjawiska niepokojące, bo w obliczu braku dogłębnej analizy naukowej i odpowiednich autorytetów nietrudno jest upowszechnić poglądy, których ekologiczno-gospodarcze skutki mogą być zupełnie odmienne od intencji autorów i propagatorów. Glebotwórcza, biochemiczna i sanitarna (higieniczna) funkcja próchnicy (substancji organicznej) w glebie powinna być badana z uwzględnieniem postępu agrotechnicznego — mając na względzie bezpośrednie i odległe w czasie następstwa. Wstępną klasyfikację degradacji i rekultywacji gleby według zawartości próchnicy [60, 62] należałoby rozwinąć lub zweryfikować na podstawie pogłębionych badań.

### *Przesuszenie gleby*

Nadmierne odwodnienie ziemi i wynikające stąd przesuszenie to jedna z poważniejszych form degradacji środowiska glebowego. Ten rodzaj zagrożenia sygnalizowano od dawna pod pojęciem stepowienia (krajobrazu). Osuszenie bagien i drenowanie gleb mineralnych miały niemały w tym udział.

Dostosowanie warunków powietrzno-wodnych gleby do wymogów rolniczego użytkowania nie stanowi degradacji środowiska (z punktu widzenia racjonalnej gospodarki zasobami przyrody). Odwodnienie, tak jak każda ingerencja techniczna w środowisku, nie ogranicza się jednak

do obszaru, na którym działanie przeprowadzono [57]. Ponadto radykalna i zasadnicza zmiana kierunków procesów glebowych może prowadzić z czasem do daleko posuniętej degradacji.

Negatywne następstwa radykalnego i ewolucyjnego przesuszenia niektórych rodzajów gleby są mniej lub bardziej rozpoznane. Najwięcej uwagi poświęcono glebom torfowym [46], ale odczuwa się wyraźny brak opracowań ujmujących kompleksowo zagadnienie w skali obiektu, zlewni czy rejonu. Próbę zorganizowania badania ekologiczno-gospodarczych efektów drenowania gleb na wybranych obiektach w różnych rejonach kraju podjęto w drugiej połowie lat sześćdziesiątych, ale ich zakres malał w miarę upływu czasu i narastania wagi ochrony gruntów rolnych. Opracowane wówczas wskaźniki reakcji gleb na odwodnienie [46] nie zostały zweryfikowane do dnia dzisiejszego. Leje depresyjne kopalń odkrywkowych i podziemnych oraz dużych ujęć wód podziemnych przesuszają, a tym samym degradują coraz większe obszary gleb. Niemalże znaczenie mają też prace budowlane, instalowanie różnego rodzaju przewodów podziemnych. Wystarczy wspomnieć o fundamentowaniu oraz instalowaniu urządzeń podziemnych Gdańskich Zakładów Rafineryjnych, które posadowiono na glebach wodno-gruntowych. Stan badań degradującego działania leja depresyjnego jest znikomy. Dotychczasowe kryteria oceny i prognozowania negatywnych skutków przesuszającego odwodnienia mają przeważnie charakter teoretyczny [30, 68, 74]. Brak wymiernych kryteriów utrudnia poważnie nie tylko prognozowanie lecz także zaistniałych szkód ekologiczno-produkcyjnych.

### *Zawodnienie gleby*

Wzrost uwodnienia gleby do stanu ograniczającego warunki wegetacji roślin — względem stanu wyjściowego — nazwano zawodnieniem. Może być ono oddolne lub odgórne. Zależnie od stopnia nasilenia zawodnienie oddolne podzielono na: podmokłość, podtopienie i zatopienie, a zatopienie odgórne na: sporadyczne, sezonowe i permanentne [60].

Najczęstszymi przyczynami zawodnienia są: osiadanie gruntu na obszarach górnictwa podziemnego i otworowej eksploatacji siarki, spiętrzenia wody w zbiornikach zaporowych i rzekach, kanały nadpoziomowe, osadniki odpadów przemysłowych, laguny osadów z oczyszczalni ścieków, mokre składowanie popiołów elektrowniowych. Nie bez znaczenia są też duże składowiska odpadów suchych, nasypy kolejowe i drogowe, obwałowania cieków oraz inne duże obiekty inżynierskie, których ciśnienie zniekształca podłoże i uniemożliwia naturalny odpływ wód podziemnych, powodując ich lokalne spiętrzenie.



Prognozowanie i indentyfikacja zmian warunków glebowo-wodnych na terenach niecek osiadania oraz innych obszarach zagrożonych ma duże znaczenie ekologiczne, społeczne i gospodarcze. Niezbędna jest więc pogłębiona analiza przyczyn i skutków, opracowanie zasad prognozowania degradacji ziemi i sposobów jej przeciwdziałania.

### *Erozja gleb*

Erozji wodnej poświęcono znacznie więcej badań naukowych niż każdej innej formie degradacji pokrywy glebowej w Polsce [17, 34, 37, 38, 85]. Niedostatek badań odczuwa się natomiast w zakresie erozji wietrznej, zwłaszcza współdziałania jej z erozją wodną oraz jej udziału w zanieczyszczaniu atmosfery i nadziemnych części roślin. W ostatnim dziesięcioleciu procesom erozji wodnej poświęcono mniej uwagi niż wcześniej. Nasilono natomiast prace badawczo-wdrożeniowe w zakresie melioracji przeciwerozyjnych i rekultywacji terenów zdewastowanych przez erozję wąwozową [22, 23, 35]. Ten kierunek badań należy kontynuować na pilotowych obiektach wdrożeniowych.

### *Zniekształcenie struktury gleby*

Grunty bezglebowe wykazują zwykle strukturę jednorodną, a procesy glebowe nadają im strukturę gruzelkową, w czym próchnica gra rolę pierwszorzędą. Im gleba jest lepiej wykształcona, tym ma korzystniejszą agregację i strukturę przestrzenną porów. Degradacja gleby daje efekt odwrotny, niezależnie od charakteru czynników degradujących. Porowatość jest więc dobrym wskaźnikiem degradacji gleby, jeżeli wyniki jej pomiaru można odnieść do stanu wyjściowego tej samej gleby lub innej o analogicznych właściwościach.

Mechaniczne zagęszczenie gleby, powodowane przez sprzęt techniczny, składowanie materiałów, ludzkie i zwierzęce deptanie, uderzenia kropel deszczu, zeskalanie się gruntu wskutek nadmiernego przesychnienia, jest równoznaczne zniekształceniu struktury, która regeneruje się stosunkowo szybko, jeżeli przyczyna nie trwała długo. Silne ugniecenie podpowierzchniowej warstwy gleby, do której nie sięgają robocze części agrotechnicznego sprzętu, może być powodem trwałego pogorszenia się struktury, a tym samym pogorszenia biologicznej aktywności środowiska.

Przejawy daleko idącej degradacji gleby, wskutek zniekształcenia jej struktury, występują na zdeptanych trawnikach osiedlowych i przyulicznych, w lasach wypoczynkowych [55], wzdłuż nieutwardzonych dróg

polnych itp. Uproszczone systemy agrotechniczne i wadliwe wykonawstwo zniekształcają coraz bardziej strukturę gleby [39, 43].

### *Zniekształcenie rzeźby terenu*

Wyróżnia się następujące czynniki zniekształcenia rzeźby terenu (i degradacji gleby):

— lokalne przemieszczanie gruntu, będące niepożądanym skutkiem robót ziemnych, składowania odpadów i pracy ciężkiego sprzętu mechanicznego;

— przemieszczanie z zewnątrz oraz bezładne składowanie mas ziemnych i odpadów;

— ubytek masy ziemnej wskutek pozyskiwania jej na inne cele;

— osiadanie i ubytek masy torfowej na zmeliorowanych gruntach bagiennych (Zmiany w glebach torfowych 1973);

— osiadanie gruntów na obszarach górnictwa podziemnego, otworowego i odkrywkowego [16];

— osiadanie gruntów technicznie ukształtowanych (w tym zniekształconych), głównie na terenach miejskich, przemysłowych, komunikacyjnych i rekreacyjnych;

— osiadanie gruntu pod wpływem erozji podziemnej;

— solifunkcyjnego przemieszczania ziemi na stokach;

— osuwiskowego przemieszczania gruntu;

— erozji wąwozowej i żłobinowej;

— małoobszarowej, bezładnej eksploatacji torfu i surowców mineralnych;

— wypiętrzanie i fałdowanie gruntu na przedpolach zwałowisk nadpoziomowych;

— zamulenia i rozmywania gruntu przez wysokie stany wód w dolinach rzecznych oraz awarie zbiorników i osadników nadpoziomowych.

Degradacja gleb nie sprowadza się do miejsc bezpośredniego zniekształcenia, lecz dotyczy całego obszaru, na którym zniekształcenia te występują. Określenie stopnia degradacji gleby i szaty roślinnej nie są więc łatwe, tym bardziej że kryteria oceny muszą być odmienne dla gruntów ornych, łąk i pastwisk, terenów zieleni miejskiej i przemysłowej, lasów i zarośli naturalnych.

### *Mechaniczne zniszczenie lub uszkodzenie poziomu próchnicznego*

Niszczenie próchnicznego poziomu gleby wiąże się ściśle ze zniekształceniem rzeźby terenu, ale obie formy nie pokrywają się w całości. Wyróżniono następujące formy niszczenia poziomu próchnicznego:

- zniekształcenie budowy i miąższości (bez ubytku zasobu próchnicy);
- zmniejszenie zasobu próchnicy;
- likwidacja poziomu próchnicznego (ukształtowanie gruntu bezglebowego);
- przykrycie gruntem bezglebowym (w tym odpadami);

Zmniejszenie miąższości poziomu próchnicznego może być małe, średnie i duże. Każdy kolejny stopień odpowiada redukcji o około 1/4 zasobu próchnicy [61].

### *Mechaniczne zanieczyszczenie gleby*

Wprowadzenie do gleby lub na jej powierzchnię słabo rozkładalnych ciał stałych stanowi zanieczyszczenie mechaniczne. Zalicza się tu głównie:

- gruz zrujnowanych budynków i nawierzchni utwardzonych;
- odpady budownictwa naziemnego i podziemnego;
- odpady rozproszone w toku poszukiwania i eksploatacji surowców skalnych;
- nieorganiczne odpady gospodarstw wiejskich oraz części maszyn i narzędzi rolniczych;
- części środków lokomocji oraz materiały pozostawione (w tym zgubione) wzdłuż szlaków komunikacji naziemnej.

Degradacja środowiska glebowego polega na: zmniejszeniu biologicznie czynnej powierzchni, zajęciu określonej objętości gleby, utrudnieniu uprawy i zbioru płodów, pogorszeniu estetycznych walorów krajobrazu, ujemnym wpływie zanieczyszczeń na wielkość i jakość plonów. Mechaniczne zanieczyszczenie gleby stanowi coraz większe zagrożenie. Powinno mieć więc swe miejsce w badaniach naukowych i praktyce ochrony środowiska.

### *Techniczno-przestrzenne rozdrobnienie powierzchni biologicznie czynnej*

Techniczna zabudowa powierzchni ziemi ogranicza i zniekształca biochemiczny obieg materii i przepływ energii. Dotyczy to głównie krążenia wody i składników pokarmowych oraz wymiany gazów pomiędzy ziemią i atmosferą. Im większy udział ma techniczna zabudowa terenu, tym degradacja gleby i szaty roślinnej osiąga wyższy stopień. Nie ma tu jednak arytmetycznej zależności, ponieważ niemniej ważnym czynnikiem jest struktura przestrzenna zabudowy technicznej, decydująca o wielkościach i formach geometrycznych powierzchni biologicznie czyn-

nej. Przy tym samym procentowym udziale zabudowy technicznej, pokrywa glebowo-roślinna może być mniej lub bardziej zdegradowana. Zależy to od stosunku powierzchni biologicznie czynnej (w m<sup>2</sup>) do długości linii zabudowy technicznej (w m bieżących). Omawiana forma degradacji występuje powszechnie na terenach mieszkaniowych, przemysłowych i wypoczynkowych.

### *Biologiczne zanieczyszczenie gleby*

Pod tym pojęciem rozumie się obecność chorobotwórczych organizmów w glebie, zagrażających zdrowiu ludzi, zwierząt i roślin. Sanitarne aspekty biologicznego zanieczyszczenia gleby interesują głównie medyczną i weterynaryjną służbę zdrowia, ale jej rozpoznanie aktualnego i potencjalnego zagrożenia jest znikome. Nie wypracowano metodyki badań i oceny stanu higienicznego gleb użytkowanych rolniczo w warunkach stosowania obornika, gnojowicy, fekalii, ścieków i osadów ściekowych [66, 72]. Odpowiednie placówki resortów zdrowia, rolnictwa i gospodarki żywnościowej, PAN oraz szkół wyższych powinny podjąć kompleksowe badania biologiczne w celu wypracowania metodyki i zasad kontroli stanu sanitarnego gleby.

### *Niezbędne badania naukowe i opracowania metodyczno-systemowe w latach 1986—1990*

Racjonalna gospodarka zasobami glebowymi jest koniecznością wynikającą z rozwoju kraju. Będzie ona jednak uwarunkowana dokładnym rozpoznaniem stanu aktualnego, potencjalnych zagrożeń, przyrodniczo-technicznych możliwości ochrony, odnowy i kreowania nowych ekologiczno-gospodarczych walorów powierzchni ziemi. Tylko zintegrowana analiza i dokumentacja podstawowych czynników modyfikujących współzależnie jakość i użytkowanie ziemi może dać rękojmię powodzenia. Należałoby więc ustanowić centralny program badawczo-rozwojowy „ochrona powierzchni ziemi” o poniższej lub zbliżonej strukturze tematycznej:

1. Czynniki skutki
  - chemicznej degradacji gleb i roślin,
  - zniekształcenia stosunków wodnych w pokrywie glebowej i krajobrazie,
  - zniekształcenia rzeźby terenu,
  - degradacji lasów



2. Ekologiczno-gospodarcza optymalizacja struktury przestrzennej użytkowania terenu
3. Sposoby i program zapobiegania degradacji gleb i rzeźby terenu
4. Ochrona i rekultywacja gruntów na terenach górniczych
5. Sposoby rekultywacji gleb zdegradowanych chemicznie oraz kształtowania gleby i szaty roślinnej na gruntach toksycznych
6. Biologiczne sposoby oczyszczania (higienizacji) atmosfery, gleby i płodów rolnych w rejonach przemysłowych i zurbanizowanych
7. Zasady i sposoby gospodarowania odpadami w środowisku przyrodniczym
8. Opracowanie biologicznych, chemicznych i fizycznych metod in-dykacji oraz kryteriów oceny zanieczyszczenia i degradacji powierzchni ziemi
9. System dokumentowania i kontroli funkcjonowania powierzchni ziemi.

## LITERATURA

1. Adamczyk-Winiarska Z.: Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez Zakłady Azotowe w Puławach na chemiczne właściwości gleb. IUNG R (154) Puławy, 1980.
2. Bender J., Szalonek I.: Archiwum ochrony środowiska, 1980.
3. Biernacka E.: Zesz. Nauk. SGGW-AR, Warszawa, 1976.
4. Borowiec S., Zabłocki Z.: Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, 1984.
5. Brogowski Z., Czerwiński Z., Tuszyński M.: Roczn. glebozn. t. 26, nr 3, 1975.
6. Brogowski Z., Czerwiński Z., Prac z J.: Roczn. Nauk. rol. Ser. A, 102, 2, 1977.
7. Chojnacki A.: IUNG. R (149) Puławy, 1980.
8. Cieśla W., Dąbrowska-Naskręt H.: Roczn. glebozn. t. 25, z. 2, 1984.
9. Czerwiński Z.: Rozprawy Naukowe SGGW-AR, 104, 1978.
10. Czerwiński Z., Prac z J., Piątek A.: Roczn. glebozn. t. 35. nr 3—4, 1984.
11. Degradacja ziemi. Mapa Polski w skali 1:500000. IKŚ (druk PPGK), Warszawa 1983.
12. Dobrzański B. i in.: Roczn. glebozn. t. 22, 1971.
13. Dutkiewicz T., Kulka E., Sokołowska D.: Ocena sytuacji zdrowotnej w strefie pilotowej LGOM ze szczególnym uwzględnieniem zachorowalności i umieralności związanej z czynnikami środowiskowymi określonej w punktach 4 i 5. Program UNDP (WRO Pol) ROE—003 (powielone). Katowice, 1981.
14. Dziubek T.: Prace Kom. Nauk. Rol. i Kom. Nauk Leś. PTPN XX, 1966.
15. Dziubek i in.: Prac. Kom. Nauk Rol. i Nauk Leś. PTPN XXIX, 1970.
16. Geodezyjne pomiary odkształceń w górnictwie odkrywkowym. Kom. Geodezji PAN-SITG, Bełchatów 1976.
17. Gerlach T.: Przegląd geograficzny t. XXXIX, z. 3, 1967.

18. Greszta J., Godzik S.: Roczn. glebozn., t. XX, z. 1, 1969.
19. Jaśkowski Z.: Pamiętnik Puł. z. 24, 1967.
20. Jaśkowski Z.: Pamiętnik Puł., z. 35, 1968.
21. Jaśkowski Z.: Pamiętnik Puł. z. 42, Pamiętnik Puł. z. 50, 1971.
22. Józefaciuk A.: IUNG R(169) Puławy, 1982.
23. Józefaciuk Cz., Józefaciuk A.: Zasady rekultywacji i zagospodarowania wąwozów. IUNG Puławy, 1980.
24. Karweta S.: Zesz. probl. Post. Nauk roln., z. 206, 1978.
25. Kern H., Pietras B.: Określenie stopnia odwęglanowienia gleb Polski przy zastosowaniu ETO. Materiały sesji naukowej PTGleb. i KGCHR PAN w Jabłonnej, 1980.
26. Kern H.: Geographia Polonica 50, 1984.
27. Kern H.: Odczyn i zawartość węglanu wapnia w glebach użytków rolnych Polski IUNG R (201) Puławy, 1985.
28. Kowaliński S. i in.: Wstępne badania nad wpływem zanieczyszczeń przemysłowych huty miedzi „Legnica” na zmiany niektórych właściwości gleb. XIX Zjazd PTGleb, Katowice—Kraków—Puławy, 1972.
29. Kozacki L.: Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Seria Geograficzna 21, 1980.
30. Krajewski R., Skawina T., Żuławski Cz.: Ochrona Terenów Górniczych nr 9, 1969.
31. Król M., Maliszewska W., Siuta J.: Polish Journal of Science. V(1) 1972.
32. Marchwińska E.: Wykorzystanie niektórych zależności fitoekologicznych do oceny wpływu zanieczyszczenia powietrza na plon. IKŚ Katowice, 1982.
33. Maruszczak H.: Stan i zmiany lesistości województwa lubelskiego w latach 1830—1930. Lublin, 1951.
34. Mazur Z.: Zesz. prob. Postępów Nauk Rol. z. 119, 1971.
35. Melioracje przeciwerozyjne podstawą racjonalnego użytkowania terenów wydzielonych. PTGleb. — IUNG. Puławy 1984.
36. Motowicka-Terelak T.: Wskaźniki zakwaszenia gleb gliniastych i pyłowych oraz zwiększenie ich produktywności na drodze wapnowania IUNG R (199) Puławy, 1985.
37. Niewiadomski W.: Badania nad erozją gleb na północy Polski (okres 1950—1967). Wyższa Szkoła Rolnicza w Lublinie, 1968.
38. Niewiadomski W., Grabarczyk S.: Wiadomości IMUZ, t. VI, z. 3, 1966.
39. Niewiadomski W.: Postępy Nauk rol. nr 5, 1973.
40. Obmiński Z.: Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, nr 460, 1973.
41. Obmiński Z.: Ekologia lasu. PWN Warszawa, 1977.
42. OBIKS Konin 1982 i 1983: Wyniki badań prób glebowych i roślin pobranych w rejonie strefy przemysłowej Konina.
43. Ochrona środowiska glebowego. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTGleb. Katowice—Kraków. Puławy, 1972.
44. Ochrona i rekultywacja zasobów glebowych. Sympozjum Polskiego Komitetu Kształtowania Środowiska NOT. Warszawa 1983.
45. Ochrona środowiska na terenach rolnych. Konferencja naukowa SITR, Wrocław 1984.
46. Okruszko H.: Ochrona torfowisk. Sympozjum NOT „Ochrona i rekultywacja zasobów glebowych” Warszawa, 1983.
47. Ostrowska A.: Roczniki Gleboznawcze, t. XXXI, nr 2, 1980.

48. Paluch J., Karweta S.: Ochrona powietrza, nr 6, 1970.
49. Physical factors of soil environment. Zeszyty prob. Postępów Nauk Rol., z. 220, 1979.
50. Piotrowska M., Kabata-Pendias A.: Roczn. Nauk Rol., seria A, t. 100, z. 4, 1975.
51. Prace Rady Naukowo-Technicznej Huty im. Lenina. Kraków, 1985.
52. Problemy ochrony i rekultywacji powierzchni ziemi w Polsce. Sympozjum Polskiego Komitetu Kształtowania i Ochrony Środowiska NOT. Warszawa, 1976.
53. Raport końcowy: Ocena skutków działań w środowisku. Projekt UNDP WHO Pol-RCE-003. Instytut Kształtowania Środowiska. Katowice, 1982.
54. Roszyk E., Roszyk S.: Roczn. glebozn. t. 26, nr 3, 1975 i t. 27 nr 4, 1976.
55. Róg Z.: Zesz. nauk. ART w Olsztynie. Geodezja i Urządzenie Rolne nr 11, 1982.
56. Siewniak M.: Zesz. nauk. SGGW-AR w Warszawie, z. 53, 1975.
57. Siuta J.: Postępy Nauk Rol. nr 1, 1966.
58. Siuta J.: Kształtowanie przyrodniczych warunków rolnictwa w Polsce. PAN Warszawa, 1974.
59. Siuta J.: Znaczenie odporności gleb (na degradację) w gospodarce zasobami środowiska przyrodniczego. Komentarz do mapy odporności gleb na regradację. IKS Warszawa, 1976.
60. Siuta J.: Postępy Nauk Roln., nr 3, 1980.
61. Siuta J.: Wytyczne do oceny jakości gleby i roślin na potrzeby ochrony środowiska. IKS Warszawa, 1980.
62. Siuta J.: Ochrona ziemi. LSW 1982.
63. Siuta J., Adamczyk Z.: Pam. puł. z. 18, 1965.
64. Siuta J., Chojnacki A., Żórawska B.: Wiadomości ekol. t. 17, z. 4, 1971.
65. Siuta J., Lekan S., Żórawska B.: Ochr. Ter. Górniczych nr 15, 1971.
66. Siuta J., Wasiaś G., Pasińska Cz.: Człowiek i Środowisko, 6/1—2, 1982.
67. Siuta J., Łączka-Pilaszek B. i in.: Plan gospodarowania na gruntach rolnych położonych w strefie ochronnej rejonu przemysłowego m. Konina (powielone) IKS Warszawa, 1984.
68. Siuta J. i in.: Studium ochrony, rekultywacji i zagospodarowania użytków rolnych w strefie oddziaływania projektowanego Kombinatu Paliwowo-Energetycznego Bełchatów. IUNG Puławy, 1972.
69. Siuta J. i in.: Oddziaływanie huty cynku na plonowanie i jakość roślin oraz określenie kierunku produkcji roślinnej w rejonie Miasteczka Śląskiego. IUNG Puławy, 1973.
70. Siuta J. i in.: Strefy ochronne. IKS Warszawa, 1983.
71. Siuta J. i in.: Zasady urządzania stref ochronnych w zakresie inżynierii ekologicznej. IKS Warszawa, 1984.
72. Siuta J. i in.: Ekologiczne skutki uprzemysłowienia Puław (w druku) IKS Warszawa, 1986.
73. Siuta J. i in.: Przyrodnicze zagospodarowanie osadów ściekowych. PWN Warszawa, 1986.
74. Skawina T., Trafas M., Żuławski Cz.: Klasyfikacja stosunków wodnych dla potrzeb oceny i prognozy szkód górniczych. XIX Ogólnopolski zjazd naukowy PTG. Puławy, 1972.
75. Ślaski K.: Studia dziejów gospodarstwa wiejskiego, t. 8, 1966.

76. Sozologia i Sozotechnika. Zeszyty Naukowe AGH Kraków, z. 20, 1985.
77. Strzyszczyk Z.: Oddziaływanie przemysłu na środowisko glebowe i możliwości jego rekultywacji. Zakł. Nar. im. Ossolińskich, 1982.
78. Szalonek I.: Zesz. Probl. Postępów Nauk Roln., z. 206, 1978.
79. Szalonek I., Warteresiewicz M.: Arch. Ochr. Środowiska, nr 3—4, 1979.
80. Warteresiewicz M.: Wpływ gazowych zanieczyszczeń powietrza na rośliny w rejonie hut cynku. Materiały VI Międzynarodowej Konferencji „Wpływ zanieczyszczeń powietrza na lasy”, Katowice, 1968.
81. Warteresiewicz M.: Archiwum Ochrony Środowiska, z. 1, 1979.
82. Wpływ zanieczyszczenia atmosfery na środowisko. Sympozjum Polskiego Komitetu Kształtowania i Ochrony Środowiska NOT, Warszawa, 1980.
83. Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi siarką na przyrodnicze warunki rolnictwa. Materiały II Konferencji krajowej, Puławy 1980.
84. Wysocki W.: EPA-600/7—79—128, 1979.
85. Ziemiński S.: Badania nad erozją gleb wyżyn Polski południowo-wschodniej. Wyższa Szkoła Rolnicza w Lublinie, 1968.
86. Żabko-Potopowicz A.: Sylwan, t. 103, 1959.
87. Żabko-Potopowicz A.: Studia z Dziejów Gospodarstwa Wiejskiego, t. 8, 1966.
88. Żórawska B.: Wpływ związków azotu w atmosferze na plonowanie roślin w Puławskim Rejonie Przemysłowym (praca doktorska). IUNG R(128), Puławy 1977.