

*„Gleby badamy ze względu na rośliny, tylko w stosunku do tych ostatnich mogą one nas interesować — bo też są one specyficznym wytworem świata roślinnego, nie egzystującym poza jego sferą.”*

Józef Paczoski [24]

*„Gleboznawstwo pokłada duże nadzieje w przyszłym rozwoju biologii gleby i wydaje mi się, że tu oczekiwać należy opracowania jakiejś uzasadnionej klasyfikacji glebowej w miejsce dotychczasowych, jednostronnych i powierzchownych klasyfikacji.”*

Feliks Terlikowski [38]

ZBIGNIEW PRUSINKIEWICZ

## TEORETYCZNE I DYSKUSYJNE PROBLEMY NAUKOWEJ SYSTEMATYKI GLEB

Zakład Gleboznawstwa Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

### WSTĘP

Rezultaty działalności wielu gremiów powoływanych do opracowania naukowej systematyki gleb — czy to w skali świata, kontynentów, czy regionów — nie spełniają często społecznych oczekiwań mimo dużych nakładów pracy i dobrej woli. Jedną z przyczyn tego stanu rzeczy jest zwykle — poza trudnością samego zadania — głęboka rozbieżność poglądów na kwestie teoretycznych podstaw systematyki gleb, a niekiedy także, niestety, słaba znajomość zasad taksonomii niektórych członków zespołów klasyfikacyjnych [22].

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie i przedyskutowanie problemów, które wywołują zwykle najwięcej kontrowersji w nadziei, że zaprezentowane tezy staną się kanwą dla przemyśleń i przyczynią się w ten sposób do postępu prac nad systematyką gleb.

### DEFINICJA GLEBY JAKO PODSTAWA SYSTEMATYKI GLEB

Problem naukowej systematyki gleb nie doczekał się dotychczas w pełni zadowalającego rozwiązania ani w Polsce, ani nigdzie na świecie. Przyczyn tego jest wiele. Wśród najważniejszych można wymienić nie-

zwykłą petrograficzną, fizyczną i chemiczną złożoność i różnorodność gleb, ich bardzo skomplikowaną i zróżnicowaną genezę, znaczne zróżnicowanie wieku i stopnia rozwoju, trudności w precyzyjnym określaniu przestrzennych granic indywiduum glebowego, bogactwo funkcji spełnianych przez gleby w kształtowaniu warunków życia na Ziemi itd. Wymienione cechy sprawiają, że gleby są obiektami bardzo trudnymi do pełnego i jednoznacznego zdefiniowania.

Tymczasem istnienie poprawnej, wyczerpującej definicji rozpatrywanych obiektów jest wstępnym i nieodzownym warunkiem wszelkich sensownych poczynań w dziedzinie konstruowania każdej naukowej systematyki, a więc także systematyki gleb. Różne bowiem pojmowanie istoty gleby musi rzutować na wybór i rangę kryteriów diagnostycznych, a zatem i na taksonomiczną pozycję tego samego indywiduum glebowego (pedonu) w poszczególnych propozycjach systemizacyjnych.

Dokonanie pełnego przeglądu dotychczasowych prób zdefiniowania pojęcia gleby byłoby zadaniem niewykonalnym. Obszerny materiał historyczny można znaleźć u Strzemskiego [36, 37]. Było tych prób bardzo wiele nie tylko dlatego, że podejmowali je uczeni rozpatrujący glebę z różnych punktów widzenia, lecz także dlatego, że w miarę rozwoju badań naukowych wzbogacała się o nowe fakty znajomość samej istoty gleby. Nie wdając się w szczegóły i ogromnie rzecz generalizując, można jednak większość dotychczasowych definicji podzielić na trzy główne grupy.

Pierwsza z nich obejmuje definicje, w których uwaga skupia się przede wszystkim na najszerszej rozumianych geologiczno-petrograficznych charakterystykach gleb oraz na cechach (morfologicznych, fizycznych i chemicznych) wytworzonych w powierzchniowych warstwach litosfery pod wpływem ich kontaktu z atmosferą i biosferą.

Druga grupa, którą skrótowo można by nazwać grupą definicji geobotanicznych, charakteryzuje gleby przede wszystkim jako specyficzny substrat zaopatrujący naturalne i sztuczne fitocenozy w pierwiastki biofilne, wodę itp.

Istnieje także wiele mniej lub bardziej udanych prób łączenia obydwu ujęć w jednej definicji. Ujęcia tego rodzaju można traktować jako trzecią grupę definicji gleby. W ramach każdej z wymienionych grup dają się wyróżnić liczne kierunki i odcienie.

Przykładem z grupy pierwszej jest klasyczna definicja Dokuczajewa [8]: „*Pod pojęciem gleby proponuję rozumieć tylko te powierzchniowe, lub bliskie powierzchni poziomy skał (wszystko jedno jakich), które zostały w sposób mniej lub bardziej naturalny zmienione pod łącznym wpływem wody, powietrza i różnego rodzaju organizmów — żywych i martwych, co wyraża się w określony sposób w składzie, strukturze i barwie takich produktów wietrzenia*”.

Do pełniejszego zrozumienia idei D o k u c z a j e w a ważna jest jeszcze jedna, nieco wcześniejsza, jego wypowiedź [9]: „*Gleba, podobnie jak każde inne ciało przyrodniczo-genetyczne, jak wszelki organizm, ma swoje własne pochodzenie, swój skład chemiczny i właściwości fizyczne, sobie właściwą budowę, swój habitus, swoje określone rozprzestrzenienie geograficzne*”.

Podane określenie gleby, w swej oryginalnej lub nieco zmodyfikowanej postaci, wyznaczyło na długie lata główne kierunki rozwoju rosyjskiej, a następnie radzieckiej geograficzno-genetycznej szkoły gleboznawczej oraz poczynania jej przedstawicieli i zwolenników w wielu innych krajach. W dziedzinie naukowej systematyki gleb powszechne zastosowanie znalazły metody przyrodniczo-historyczne i porównawczo-geograficzne. Badaniom podlegały właściwości gleb różnych obszarów klimatyczno-roślinnych, rozpatrywane na tle bardzo szczegółowo analizowanych czynników glebotwórczych. Często uprzywilejowywano warunki klimatyczne i szatę roślinną jako elementy środowiska geograficznego (glebotwórczego) o stosunkowo najlepiej rozpoznanych prawidłowościach przestrzennej zmienności i rozmieszczenia na kuli ziemskiej.

Do podstawowych założeń szkoły geograficzno-genetycznej należy wyprowadzone z definicji Dokuczajewa prawo ścisłego uzależnienia właściwości gleb od czynników glebotwórczych. W wersji zaproponowanej przez G i e r a s i m o w a [16] ma ono postać: właściwości gleby ← procesy ← czynniki glebotwórcze.

W pracach K.D. Glinki, S.A. Zacharowa, D.G. Wileńskiego i innych pojawiały się próby sklasyfikowania genetycznych typów gleb według przeważającej roli w procesie glebotwórczym tego czy innego czynnika glebotwórczego (np. rzędy gleb klimatogenicznych, fitogenicznych, halogenicznych, hydrogenicznych D.G. Wileńskiego). W niektórych, i to bynajmniej nie odosobnionych przypadkach, doprowadziło to najbardziej skrajnych przedstawicieli omawianej szkoły w różnych krajach do tworzonych określonych szczebli hierarchii taksonomicznej nie na podstawie cech i właściwości samych gleb, lecz w oparciu o czynniki glebotwórcze, traktowane jako cechy diagnostyczne. Skutkiem tego rodzaju konwencji było między innymi częste łączenie w jeden takson gleb zupełnie różnych, a w konsekwencji generalizowanie map glebowych, nie oddające nawet w opracowaniach wielkoskalowych rzeczywistej typologicznej mozaiki glebowej. W Polsce na przykład nie tak dawno jeszcze ponad 70% wszystkich gleb zaliczano do typu gleb bielcowych<sup>1</sup> (por. Mapa Gleb Polski 1 : 300 000) i to tylko na tej podstawie, że nasz kraj ma klimat umiarkowany wilgotny i leży w strefie leśnej, w której rzekomo dominować miały procesy bielcowania.

<sup>1</sup> Ten przestarzały pogląd pokutuje do dziś w naszych podręcznikach dla szkół średnich.

Kierunek geograficzno-genetyczny, którego jedną z podstaw jest podana przez Dokuczajewa definicja gleby, utrzymuje do dziś wiodącą rolę w gleboznawstwie wielu krajów, szczególnie w Związku Radzieckim (Fridland [14], Gierasimow, Kowda, Fridland [17]).

Druga grupa definicji gleby, nazwana przeze mnie skrótowo grupą definicji „geobotanicznych”, różni się od poprzedniej przede wszystkim wyeksponowaniem roli roślinności w kształtowaniu gleb i roli gleby jako podłoża życia roślin. Grupę tę może reprezentować np. znane ujęcie Kubieny [21]: „Gleba jest to przeniknięta życiem, przetworzona warstwa skorupy ziemskiej, powstała pod wpływem życia i szczególnych warunków otoczenia w określonym siedlisku biologicznym, podlegająca ustawicznemu sezonowym zmianom i charakterystycznej ewolucji”.

Rola gleby jako podłoża życia była bardzo mocno podkreślona także przez Williamsa [41]: „Kiedy mówimy o glebie, mamy na myśli luźny poziom powierzchniowy łądu ziemskiego, posiadający zdolność wytwarzania plonów; urodzajność jest istotną, jakościową cechą gleby, niezależnie od tego, w jakim stopniu się ona przejawia”. Według tego ujęcia zasadniczą cechą, odróżniającą gleby od innych zwietrzelin, jest zdolność zaspokajania niektórych (edaficznych) potrzeb roślin.

Przejdźmy do definicji „mieszanych”, dążących do syntezy elementów geologiczno-petrograficznych i geobotanicznych. Przykładem ich będzie ujęcie Soil Taxonomy [34]: „Gleba jest zbiorem naturalnych ciał na powierzchni Ziemi; może być częściowo zmodyfikowana lub nawet całkowicie wytworzona przez człowieka z materiałów ziemistych; zawiera żywą materię i podtrzymuje lub jest zdolna do podtrzymywania życia roślin na odkrytej przestrzeni. Gleba obejmuje przypowierzchniowe poziomy, które uległy różnicowaniu w stosunku do niżej leżącego materiału skalnego w wyniku zmiennych w czasie interakcji między klimatem, żywymi organizmami, materiałem macierzystym i rzeźbą terenu”. Autorzy Soil Taxonomy poświęcają wiele uwagi precyzyjnemu określeniu granic gleby w trójwymiarowej przestrzeni i stwierdzają, że — abstrahując od pewnych wyjątków — dolną granicę gleby wyznaczają przeważnie „ślady biologicznej aktywności, towarzyszące normalnej głębokości ukorzenia naturalnych roślin trwałych”.

W odróżnieniu od gleboznawców radzieckich, twórcy Soil Taxonomy nie podkreślają wzajemnej genetycznej więzi poziomów w profilu gleby i w konsekwencji rozpatrują tzw. „poziomy diagnostyczne” w oderwaniu od pozostałych poziomów składających się na pedon, który jest, bez wątpienia, genetyczną całością.

Typową definicją „mieszaną” jest także definicja Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego zamieszczona w Słowniku gleboznawczym [26]: „Gleba — utwór powstający w powierzchniowej warstwie zwietrzliny skalnej pod wpływem czynników glebotwórczych; posiada warunki zaspokajania potrzeb życiowych roślin. W środowisku glebowym — dzięki

*działaniu roślin i drobnoustrojów — zachodzą ciągle przemiany substancji mineralnych w organiczne i odwrotnie. Gleba jest więcżywionym tworem przyrody i rozwija się w czasie ulegając przemianom tak okresowym, jak i ciągłym*". W przytoczonym ujęciu uwypuklono silnie wpływy czynników glebotwórczych, elementy ewolucji gleby, a także niektóre jej funkcje (zaspokajanie potrzeb życiowych roślin, udział w tworzeniu i rozkładzie materii organicznej). Jednakże z treści tego sformułowania nie wynika, jak właściwie wygląda sam twór zwany glebą.

Przykłady różnego podejścia do definicji gleby można mnożyć. Wydaje się jednak, że przytoczone próby dowodzą wystarczająco, iż wyczerpujące i precyzyjne określenie istoty gleby nie jest sprawą łatwą i że przyjęty w definicji zakres pojęcia „gleba” musi mieć bezpośredni wpływ na budowę systemu taksonomicznego. Definicja, która ma służyć jako podstawa takiego systemu, powinna uwzględniać wszystkie istotne cechy gleby, zgodnie z najnowszymi osiągnięciami nauk gleboznawczych. Natomiast definicja nie może brać pod uwagę cech i właściwości gleby ważnych np. dla gruntoznawcy, geologa, sedymentologa, inżyniera drogowego, budowniczego boisk piłkarskich czy kortów tenisowych itp., lecz nie mających znaczenia z gleboznawczego punktu widzenia<sup>2</sup>.

Do istotnych cech gleby należą bez wątpienia jej rozliczne funkcje w naturalnych i sztucznych ekosystemach. Od ponad dwóch dziesięcioleci obserwuje się burzliwy rozwój nauk ekologicznych, których wyniki zwróciły uwagę przyrodników różnych specjalności na wielorakie i nie dające się niczym zastąpić funkcje gleb w ekosystemach lądowych [5]. Okazało się, że funkcji tych nie da się sprowadzić wyłącznie do udziału w produkcji biomasy — a więc do zaopatrywania roślin w pierwiastki odżywcze i wodę. Nie mniej ważną rolę odgrywa bowiem:

— stwarzanie warunków dla sprawnej mineralizacji resztek organicznych oraz uczestnictwo gleby w kształtowaniu obiegu składników i przepływie energii w całej biosferze,

— retencja wody, składników mineralnych, azotu, nośników energii itp., niezbędnych dla zapewnienia ciągłości procesów wymienionych w poprzednim punkcie,

— zdolność neutralizowania bądź łagodzenia (buforowania) ujemnych wpływów zewnętrznych,

---

<sup>2</sup> Trudno się zgodzić z tymi gleboznawcami, którzy, jak Buckman i Brady [4] twierdzą, że gleboznawstwo (soil science) powinno zajmować się zwietrzeliną, a dla rozpatrywania zagadnień wynikających z roli gleby jako podłoża życia roślin należy stworzyć nową naukę — edafologię. Również Segalen i wsp. [32] rozdzielają w przyrodniczej klasyfikacji gleb zagadnienia „naukowe” od „użytkowych”. Do pierwszej grupy zaliczają składniki oraz fizyczne i chemiczne właściwości gleby, a także układ poziomów. Druga grupa miałaby obejmować cechy decydujące o użytkowaniu gleby albo ułatwiające rozpoznawanie jej genety i ewolucji.

— zdolność realizowania procesów samoregulacyjnych.

Zrozumienie tych faktów jest coraz powszechniejsze wśród gleboznawców polskich, zwłaszcza pracujących w dziedzinie glebozonawstwa leśnego mającego najbliższe kontakty z naukami ekologicznymi (Tomaszewski [39], Adamczyk [1], Uggla, Uggla [40], Prusinkiewicz [27], Prusinkiewicz, Kowalkowski, Królikowski [29]. Dotąd jednak nie została jeszcze sformułowana pełna naukowa definicja ekopedologiczna, uwzględniająca całe bogactwo właściwości gleby i rozlicznych jej funkcji w naturalnych i sztucznych ekosystemach lądowych.

Proponuję następującą definicję [28]:

Gleba to integralny składnik wszystkich ekosystemów lądowych i niektórych wodnych, kształtowany (i stale przekształcany w sposób naturalny i/albo sztuczny) w powierzchniowych warstwach zwietrzelin skalnych przez zmienne w czasie i przestrzeni geograficznej układy czynników glebotwórczych; jest to trójfazowy produkt wzajemnego oddziaływania lito-, hydro-, atmo- i biosfery (materiał mineralny + żywa i martwa materia organiczna + roztwory glebowe + powietrze glebowe), który charakteryzuje się specyficznymi funkcjami, budową, organizacją i dynamiką wewnętrzną. Gleba jest środowiskiem życia podziemnych organów roślin oraz różnorodnej mikroflory i fauny, którym stwarza określone warunki oparcia (zakotwiczenia), odżywiania oraz warunki wodne, tlenowe, termiczne o swoistej rytmice dobowej, sezonowej, rocznej i wieloletniej. Do nieodłącznych funkcji gleby należy, oprócz udziału w produkowaniu biomasy, także jej uczestnictwo w mineralizacji i humifikacji materii organicznej, magazynowaniu próchnicy, przepływie energii oraz retencji i obiegu składników mineralnych, azotu i wody, a także udział w procesach samoregulacyjnych, zapewniających ekosystemom względną trwałość i mniejszą lub większą odporność na działanie zewnętrznych czynników destrukcyjnych. W procesie swego naturalnego rozwoju gleby ulega charakterystycznemu pionowemu zróżnicowaniu, tworząc tzw. profil glebowy, tj. system poziomów genetycznych, których liczba, morfologia, fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości oraz wzajemny układ są odbiciem minionych i współczesnych wpływów zmiennego w czasie i przestrzeni środowiska glebotwórczego i należą do kryteriów rozpoznawczych wykorzystywanych w naukowej systematyce gleb. Ze względu na zespół swych fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości duża część pokrywy glebowej Ziemi jest wykorzystywana jako podłoże do produkcji roślin uprawnych.

W podanym określeniu gleba nie została zaliczona do klasy zwietrzelin wyróżniających się żyznością. Ujęto ją szerzej, jako to, czym jest w istocie — jako jedną z integralnych części składowych ekosystemów (w zasadzie lądowych) charakteryzującą się przede wszystkim licznymi

specyficznymi funkcjami, niezbędnymi dla trwałego istnienia i ewolucji tych ekosystemów.

Można postawić zarzut, że — jak na definicję — zaproponowane sformułowanie jest nieco przydługie. Kryterium wartości definicji nie może być jednak łatwość uczenia się jej na pamięć. Z czasem, być może, uda się opracować krótszą redakcję. Sądzę jednak, że na dzisiejszym etapie dyskusji nad istotą gleby obecna wersja nie zawiera stwierdzeń zbędnych — zwłaszcza jeśli definicja ma służyć jako podstawa dla naukowej systematyki gleb. Pamiętać bowiem należy, że głównym celem każdej naukowej systematyki, a więc także systematyki gleb, jest ułatwienie opanowania całości kształtu aktualnej wiedzy o rozpatrywanym zbiorze obiektów. W przypadku obiektów tak niezwykle złożonych i wielofunkcyjnych jak gleby jest to zadanie szczególnie trudne, ale nie wolno z niego rezygnować zadowalając się podziałami sztucznymi, biorącymi pod uwagę tylko niewielką liczbę arbitralnie dobranych cech, albo, co gorsza, wykorzystującymi eklektycznie fragmenty najrozmaitszych ujęć i koncepcji.

#### GLEBA JAKO OBIEKT NAUKOWEJ SYSTEMATYKI — „INDYWIDUUM GLEBOWE”

Po przedyskutowaniu zagadnienia definicji gleby rozważymy obecnie jej specyfikę jako obiektu systematyki. W odróżnieniu od takich obiektów, jak świat minerałów, roślin, czy zwierząt (zbiory obiektów dyskretnych), w których bez trudu można wydzielić poszczególne osobniki, pokrywa glebowa tworzy continuum o cechach zmieniających się w przestrzeni w sposób na ogół ciągły, nie ułatwiający wyróżniania indywiduów w sensie dosłownym.

Pod pojęciem indywiduów rozumie się zwykle takie policzalne obiekty, które mogą być rozpatrywane jako zamknięte w sobie niepodzielne całości. Oznacza to, że obiekt taki nie może być dzielony bez spowodowania utraty jakości jego istotnych cech lub właściwości. W gleboznawstwie warunek ten spełnia w pewnej mierze koncepcja pedonu, czyli najmniejszego, trójwymiarowego fragmentu pedosfery, który mamy prawo nazwać glebą, o rozmiarach wystarczających dla ujawnienia wszystkich typowych cech, właściwości i funkcji niezbędnych do określenia jego tożsamości na podstawie badań podobieństwa z uprzednio ustalonymi wzorcami.

Należy podkreślić, że w odróżnieniu od realnie istniejących osobników tworzących zbiory dyskretnie, „indywidua” wyróżnione przy podziale continuumów, takich jak pedosfera, są konstrukcjami czysto myślowymi i tracą sens w oderwaniu od wzorców, do których mogą być przyrównywane (Knox, [20]). Tylko w takim umownym sensie pedony mogą być traktowane jako „indywidua”, a zbiory podobnych pedonów (polipedony) — jako „populacje”.

Nie można natomiast zgodzić się z tymi gleboznawcami, którzy, jak na przykład D mitrie w [7], proponują traktowanie profilu jako indywidualium glebowego dla celów klasyfikacji. Profil glebowy, będąc tworem dwuwymiarowym (płaskim), nie może dobrze reprezentować wszystkich ważnych właściwości gleby w rozumieniu definicji podanej w poprzednim rozdziale i dlatego nie spełnia warunków „indywidualium glebowego”.

Inną specyficzną cechą, znakomicie utrudniającą prace w dziedzinie systematyki gleb, jest zmienność w czasie i wielokierunkowość procesów pedogenetycznych. Gleby są na ogół obiektami poligenetycznymi i dokonując wyboru cech diagnostycznych należy zawsze ściśle rozgraniczać cechy współczesne od reliktowych. Tak na przykład liczne elementy morfologii gleb, powszechnie uznawane jako ważne kryteria rozpoznawcze, bywają często odziedziczone po czasach minionych i nie odpowiadają współczesnemu środowisku glebotwórczemu. Rzeczą naukowej systematyki gleb jest ująć we właściwych proporcjach i w odpowiednich kategoriach taksonomicznych historię rozwoju danej gleby, nie zaciemniając równocześnie jej współczesnych funkcji. Wprowadzenie jednakże do systematyki elementu dynamicznego nie jest sprawą prostą, gdyż część najtrwalszych cech reliktowych zachowuje prawie bez zmian swój pierwotny wpływ na ekologiczne funkcje gleby (np. reliktowe poziomy orsztynowe), część traci swe znaczenie w nowych warunkach (np. niektóre pozostałości środowiska peryglacjalnego), a znaczenie jeszcze innych ulega większym lub mniejszym modyfikacjom.

Dodatkowe trudności sprawia fakt, że nauka o glebie nie zdołała dotąd jednoznacznie ustosunkować się do kwestii udziału w ewolucji gleb — obok rozwoju wymuszonego presją zmieniającego się środowiska glebotwórczego (poligeneza) — także procesów tzw. samorozwoju, które również powinny znaleźć swe odzwierciedlenie w systematyce gleb.

Przeglądając różne systematyki gleb można znaleźć pewne próby zbliżenia się do tych zagadnień. Między innymi *Systematyka Gleb Polski* [25] wyróżnia w randze klas gleby początkowego stadium rozwojowego i gleby słabo wykształcone, a w randze podtypów np. gleby brunatne bielicowane, gleby płowe bielicowane, gleby rdzawe bielicowane itd. Przytoczone nazwy podtypów sugerują ewolucję jednego typu glebowego w inny.

Zastosowane w polskiej systematyce gleb rozwiązanie problemów ewolucyjnych dotyczy niestety tylko niektórych typów i nie ma charakteru koncepcji generalnej ani wystarczającej podbudowy teoretycznej. Problem ten wymaga więc dalszych pogłębionych studiów i nowych rozwiązań.

SYSTEMATYKA NAUKOWA NA TLE INNYCH PODZIAŁÓW  
TAKSONOMICZNYCH

Ze względu na dość częste nieporozumienia terminologiczne, omawianie zagadnienia podanego w tytule niniejszego rozdziału trzeba rozpoznać od zdefiniowania znaczeń takich stosowanych tu pojęć, jak taksonomia, klasyfikacja, typologia, systematyka itp. Terminy te odnoszą się do różnych rodzajów konstrukcji podziałowych, powstałych w wyniku zgodnych z określonymi regułami pogrupowań interesującego nas zbioru obiektów (w danym przypadku gleb) dokonanych w celu ułatwienia opamiętania wiedzy o tych obiektach. **Taksonomia** (gr. taxis — rząd, szereg, porządek; nomos — prawo, zwyczaj) nauka o prawach, zasadach i regułach tworzenia klasyfikacji, systematyki itp. Dostarcza teoretycznych podstaw dla praktycznej klasyfikacji czy systematyki w dowolnej dziedzinie. Niekiedy termin taksonomia stosowany jest także jako synonim systematyki. Gleboznawcy amerykańscy (*Soil Taxonomy* [34]) stosują termin taksonomia także w znaczeniu klasyfikacji połączonej z nadawaniem nazw wyróżnianym klasom. Takie rozumienie omawianego terminu wynika z błędnego wyprowadzenia słowa „-nomia” z łacińskiego nomen, nominis — imię, nazwa, zamiast poprawnie z greckiego nomos — prawo, zwyczaj, porządek.

**Taksonomia numeryczna** obejmuje specjalnie rozwinięte metody numeryczne (matematyczno-statystyczne) w celu tworzenia systematyki za pomocą elektronicznych maszyn cyfrowych.

**Takson** — jednostka klasyfikacyjna dowolnej rangi.

**Klasyfikacja** (łac. classis — oddział, dział ludności, flota; facio — czynię) jest to każdy podział określonego zbioru obiektów na grupy (klasy), który spełnia następujące warunki:

— jest wyczerpujący — to znaczy obejmuje wszystkie bez wyjątku indywidualne obiekty należące do danego zbioru,

— jest rozłączny — to znaczy, że żaden obiekt nie może należeć jednocześnie do dwóch hierarchicznie równorzędnych klas,

— jest konsekwentny — to znaczy, że korzysta z równorzędnych kryteriów diagnostycznych przy wyznaczaniu granic poszczególnych jednostek podziałowych (taksonów) na danym poziomie hierarchii klasyfikacyjnej.

W klasyfikacjach gleboznawczych dochodzi jeszcze jeden wymóg, tak zresztą oczywisty, że nie wspomina o nim większość opracowań zawierających reguły klasyfikowania [6, 18, 42]. Chodzi mianowicie o to, aby wszystkie kryteria podziału były bezwzględnie cechami samych obiektów tworzących dzielony zbiór. Gleboznawstwo zna jednak przypadki takich opracowań klasyfikacji naukowych, w których jako kryteria zastosowano nie cechy gleb, lecz czynniki glebotwórcze, mylnie zakładając, iż istnieje absolutnie ścisła zależność pierwszych od drugich.

Należy zdecydowanie stwierdzić, że żaden podział, który nie spełnia choćby jednego z wymienionych wyżej wymogów, nie zasługuje na miano klasyfikacji. Tymczasem gleboznawcy stale stykają się z opracowaniami, które noszą tę nazwę, choć wyraźnie naruszają podane zasady. Świadczy to z jednej strony o nieprzejętnych trudnościach, na jakie napotyka klasyfikowanie gleb, z drugiej zaś strony, być może, o stosunkowo małym spopularyzowaniu wśród członków różnych zespołów i komisji klasyfikacyjnych podstawowych reguł taksonomii, czyli nauki o zasadach poprawnego klasyfikowania.

Klasyfikowanie obejmuje tworzenie określonych przedziałów (klas) z podaniem kryteriów diagnostycznych (rozpoznawczych) oraz identyfikację, tj. zaszeregowanie konkretnych przedmiotów lub zjawisk do utworzonych klas.

Klasyfikacje mogą być s t u c z n e, gdy podstawą podziału jest jakaś jedna cecha wybrana arbitralnie (albo niewiele takich cech), lub mogą być n a t u r a l n e, gdy podstawą jest zespół cech istotnych dla danej grupy przedmiotów lub zjawisk. Przykładem klasyfikacji sztucznej może być klasyfikacja leksykalna (alfabetyczna), np. książka telefoniczna, a przykładem klasyfikacji naturalnej — Mendelejewa układ okresowy pierwiastków. Podziałami sztucznymi są też np. klasyfikacja bonitacyjna gleb, kompleksy rolniczej przydatności gleb, podział gleb według kwasowości, zasobności w dostępne składniki itp.

Jedną z trudnych do pokonania przeszkód w skrupulatnym przestrzeganiu reguł taksonomii w klasyfikacji gleb jest problem precyzyjnego określania granic między taksonami. Wybór dla jakiejś cechy rozpoznawczej (diagnostycznej) granicznych wartości liczbowych, dzielących jedną grupę gleb od pozostałych, jest prawie zawsze sprawą konwencji. Trudności rosną niewspółmiernie, gdy dąży się do uwzględnienia przy podziale nie pojedynczych cech lub tylko niewielkiej ich liczby, ale możliwie jak największej liczby „istotnych” kryteriów diagnostycznych. Dość pospolite są na przykład przypadki, kiedy wartość pewnej cechy wskazuje na przynależność danej gleby do jednej grupy, a równocześnie wartość drugiej, trzeciej lub dziesiątej cechy może odpowiadać innym klasom podziału.

Mnóstwo interesujących materiałów na ten temat dostarczyły m.in. doświadczenia ze stosowaniem amerykańskiej *Soil Taxonomy* [34], mimo że ambicją jej twórców było, jak wiadomo, wyznaczenie jak najbardziej ostrych linii podziałowych między taksonami.

W związku z omówioną wcześniej naturą continuum glebowego, w którym regułą są nieostre przejścia między taksonami, jednoznaczne wyznaczenie między nimi granic w wielowymiarowej przestrzeni taksonomicznej jest możliwe tylko w ujęciu statystycznym, przy zastosowaniu odpowiednich metod taksonomii numerycznej, np. metod analizy dyskryminacyjnej (S o k a l, S n e a t h [35]).

Wiążąca się z tą sprawą kwestia ewentualnej hierarchizacji cech diagnostycznych będzie przedyskutowana w dalszej części pracy.

**Typologia** (gr. typos — uderzenie, czcionka, obraz, wzorzec, model; logos — słowo, nauka) — podział zbioru przedmiotów na grupy według zasady największego podobieństwa do z góry ustalonych wzorców (typów) realnych lub idealnych. Dobrym przykładem skutecznego zastosowania zasad typologii (ściślej — systematyki typologicznej) do continuum świata kolorów jest atlas barw Munsella. W odróżnieniu od klasyfikacji, typologia nie musi być wyczerpująca: wyróżnienie z jakiegoś zbioru choćby jednego tylko typu może być przydatnym narzędziem badań naukowych. Typologia nie musi być też rozłączna. Jednostki rozpatrywanego zbioru podobne pod jakimś względem do jednego wzorca, a pod innym do drugiego, traktuje się zwykle jako podtypy.

Pojęcie typu stosowane jest w gleboznawstwie w jeszcze jednym znaczeniu. Może mianowicie oznaczać nie tylko wzorzec, lecz także całą populację pedonów podobnych pod względem istotnych cech do jednego z wcześniej zdefiniowanych wzorców.

Wielu trudności związanych ze stosowaniem do gleb zasad klasyfikacji można uniknąć dokonując podziału continuum glebowego w oparciu o zasady typologii, czyli grupując indywidua glebowe według podobieństwa do uprzednio zdefiniowanych wzorców. Już sama nazwa podstawowej kategorii taksonomicznej gleb — „typ gleby”, przyjęta przez większość szkół gleboznawstwa europejskiego, zdaje się świadczyć o tym, że pierwotne poczynania systemizacyjne twórców współczesnej nauki o glebie szły w kierunku typologii, a nie klasyfikacji. Głównym zadaniem typologii gleb nie jest definiowanie jak najbardziej ostrych granic między taksonami (jak w klasyfikacji), lecz wyróżnianie wśród nieskończonego bogactwa utworów, składających się na continuum glebowe, takich obiektów, które ukształtowane są niejako modelowo i mogą służyć jako wzorce reprezentujące w sposób syntetyczny wszystkie rozpoznane przez naukę, nieprzypadkowe (powtarzalne) cechy i właściwości konkretnych fragmentów pedosfery. Stwarzają też szczególnie dogodne warunki do studiowania genezy poszczególnych pedonów i polipedonów oraz ich wzajemnych relacji z pozostałymi składnikami odpowiednich ekosystemów.

Wzorce mogą, ale nie muszą istnieć realnie w postaci na przykład wybranych w terenie klasycznych utworów zasługujących na ochronę rezerwatową. Odszukanie w terenie takich rzeczywistych obiektów musiałoby być i tak poprzedzone stworzeniem modeli abstrakcyjnych, to jest opisów, wyrażających syntezę wszystkich dotychczasowych osiągnięć nauki na temat określonych, powtarzalnych form pokrywy glebowej. Tak na przykład podręcznikowe opisy czy rysunki typowych biellic, czarnoziemów, rędzin itd. rzadko przedstawiają konkretne profile glebowe, lecz są zwykle opisami ujmującymi syntetycznie najbardziej charakterystyczne cechy i właściwości większej liczby przedstawicieli danej grupy gleb

Bardzo ważnym, lecz teoretycznie trudnym problemem jest określenie przesłanek, którymi należy się kierować przy tworzeniu dla jakiegoś obszaru (np. kraju, kontynentu) zestawu wzorców dla potrzeb typologii gleboznawczej. Gleboznawcy radzieccy mają na przykład tendencję do bardzo szerokiego traktowania typów (np. gleb darniowo-bielicowych), natomiast służba gleboznawcza USA wydzieliła na terenie swego kraju tysiące regionalnych „serii”, różniących się między sobą często tylko drugorzędnymi cechami. Także z historii polskiej taksonomii gleboznawczej znane są koncepcje wyróżniania np. gleb „nowotomyskich”, „krotoszyńskich”, „szamotulskich”, „gniewskich” itp. (odpowiedniki amerykańskich serii) oraz okresy, w których ponad 3/4 gleb naszego kraju zaliczano do jednego typu gleb bielicowych. Dopiero przecież po ostatniej wojnie wyodrębniono z dawnego typu gleb bielicowych gleby brunatne, płowe, opadowoglejowe, rdzawe itd. uwzględniając m.in. pomijane przedtem kryteria ekologiczne.

Nie rozwijając szerzej tego trudnego tematu, ograniczę się tylko do stwierdzenia, że do zestawu wzorców pretendować powinny jedynie utwory o cechach powtarzalnych nie tylko lokalnie, o wyjaśnionej genezie (choćby tylko w głównych zarysach) i o dobrze rozpoznanej roli w określonych ekosystemach. Wydaje się też, że typologia gleb i typologia zespołów roślinnych powinny się wzajemnie wspierać przy rozwiązywaniu poruszonych tu zagadnień, wykorzystując istnienie silnych sprzężeń zwrotnych między glebami a fitocenoząmi.

Jak już wspomniano poprzednio, określenie przynależności danego pedonu do tego czy innego typu rozstrzyga się w typologii na zasadzie badań podobieństwa do wcześniej zdefiniowanych wzorców. Chodzi oczywiście o podobieństwo pod względem zespołu skwantyfikowanych cech uznanych za taksonomicznie ważne.

Jeśli przy definiowaniu wzorców przyznano pierwszeństwo jakiegokolwiek grupie cech, np. wiążących się z genezą, morfologią, funkcjami lub rozmieszczeniem przestrzennym (geograficznym) gleb, wówczas można mówić [31] o typach gleb izogenicznych, izomorficznych, izofunkcyjnych albo izotopowych (topos — gr. miejsce).

Ocena stopnia podobieństwa do wzorców może być subiektywnym aktem intelektualnym, dokonywanym przez specjalistów na podstawie doświadczenia. Ocena taka może być też zobiektywizowana i sprowadzona przy użyciu metod taksonomii numerycznej (metod rozpoznawania obrazów) do obliczeń na przykład euklidesowych odległości (lub odległości Mahalanobisa) między rozpatrywanym pedonem a poszczególnymi wzorcami, których miejsce w hiperprzestrzeni taksonomicznej wyznaczają liczbowe wartości każdej z cech, traktowanych jako współrzędne w tym wielowymiarowym układzie [30, 19].

Formalnie rzecz biorąc, przestrzeń taksonomiczna powinna być n-wymiarowa, tzn. mieć tyle wymiarów, ile cech uwzględniono w charakterze

rystyce obiektów. W związku jednakże z istnieniem korelacji między niektórymi cechami można badać wzajemne odległości obiektów w przestrzeni o mniejszej liczbie wymiarów, tracąc stosunkowo niewiele z pierwotnego zakresu informacji. Istnieją specjalne procedury obliczeniowe, pozwalające na kolejne odrzucanie cech „najmniej istotnych” i równoczesne śledzenie procentowych ubytków informacji w stosunku do informacji pełnej, uwzględniającej cały zestaw cech taksonomicznych [30].

Wydaje się, że naszkicowany tu w najogólniejszym zarysie tok pracy maszyny cyfrowej, realizującej program rozpoznawania obrazów, przypomina w jakiejś mierze intelektualną działalność doświadczonego gleboznawcy określającego typologiczną przynależność pokazanej mu gleby.

Podstawowym zadaniem zarówno klasyfikacji, jak i typologii jest sensowny podział (pogrupowanie) rozpatrywanego zbioru, przy czym wyodrębnione grupy nie muszą podlegać uporządkowaniu. Porządkowanie jest czynnością polegającą na uszeregowaniu poszczególnych grup (lub indywidualów) według jakiejś cechy lub właściwości przysługującej im w różnych ilościach albo stopniach. Grupowanie obiektów połączone z porządkowaniem utworzonych grup jest zadaniem systematyki.

S y s t e m a t y k a (gr. *systema* — coś uporządkowanego, całość) polega na łączeniu (grupowaniu) i porządkowaniu przedmiotów lub zjawisk w zespoły o określonej strukturze, według pewnego systemu zasad poprawnych metodologicznie i uzasadnionych teoretycznie. Ideałem, do którego dąży systematyka w dowolnej dziedzinie, jest utworzenie systemu naturalnego, tj. uwzględniającego możliwie wszystkie istotne cechy i właściwości elementów danego zbioru. Postulat ten, głoszony już w drugiej połowie XVIII wieku przez francuskiego biologa A d a n s o n a [2], był uważany początkowo jako utopijny. Dopiero zastosowanie komputerów przy tworzeniu systemów dla zbiorów wielocechowych bardzo przybliżyło jego realizację.

Tylko system naturalny może spełnić nadrzędny cel, któremu powinna służyć każda systematyka, a mianowicie ułatwić opanowanie całości kształtu aktualnej wiedzy o rozpatrywanym zbiorze.

W każdej żywej, a więc rozwijającej się dziedzinie nauki, a do takich należy gleboznawstwo, suma tej wiedzy nieustannie rośnie. Nieodzwonne stają się więc okresowe korekty i uzupełnienia samej systematyki. Stąd też zgłaszane czasem postulaty żądające spetryfikowania systematyki gleb na długie okresy czasu, rzekomo w imię dobrej współpracy z praktykami, należy traktować jako przejaw niechęci do ciągłego aktualizowania i wzbogacania swej wiedzy. Rozsądny jest natomiast postulat domagający się utworzenia systemu jak najbardziej otwartego, którego zasadnicza konstrukcja nie będzie rujnowana przy każdej próbie aktualizacji.

Istnieje możliwość różnych ujęć systemowych dla jakiegoś zbioru. Potrzebne są więc testy, które umożliwiłyby porównywanie i ocenę war-

tości różnych systematyk tego samego zbioru. Jako obiektywne kryterium oceny wartości takiej czy innej systematyki gleb (przy założeniu, że jest ona absolutnie poprawna pod względem formalno-logicznym) można uznać:

- ilość ważnych informacji uzyskiwanych na podstawie znajomości miejsca określonej jednostki w systemie,
- przydatność do rozwiązywania różnych problemów teoretycznych i praktycznych,
- zdolność do wchłaniania nowych odkryć naukowych bez obawy zniszczenia zasadniczej struktury systemu.

Konstruując systemy porządkujące (systematyki) można im nadawać różne struktury, np. strukturę monokategoryjną, tj. niehierarchiczną, strukturę dendrytową lub groniastą (cluster), strukturę wielokategoryjną, czyli hierarchiczną, strukturę koordynacyjną, tj. w układzie współrzędnych itp. Systematyki gleb tworzone współcześnie mają przeważnie struktury hierarchiczne, a niekiedy także groniaste lub dendrytowe (w przypadku stosowania metod numerycznych). Te ostatnie należą jednak zwykle do bardzo labilnych i często wprowadzenie tylko jednego nowego taksonu powoduje zupełne zrujnowanie dotychczasowej konstrukcji.

Wydaje się, że gleboznawstwo za mało uwagi poświęcało dotąd systemom o strukturze koordynacyjnej. Bardzo dobrymi przykładami, dającymi pojęcie o zaletach systemów o tej strukturze, może być Mendelejewski okresowy układ pierwiastków lub system (atlas) barw Munsella. Układ okresowy ma wszelkie właściwości systemu naturalnego, gdyż bazuje na najbardziej istotnych cechach pierwiastków chemicznych. Dzięki temu ilość ważnych informacji uzyskanych o każdym z nich na podstawie samej tylko znajomości jego miejsca w układzie jest większa, niż byłoby to możliwe przy jakimkolwiek innym uporządkowaniu.

Na szczególną uwagę zasługuje system barw Munsella ze względu na pewne rozwiązania, które na zasadzie analogii mogłyby być wykorzystane w systematyce pedosfery. Świat barw stanowi, podobnie jak pedosfera, continuum, a atlas Munsella to w istocie nic innego jak zbiór wzorców (typów) uporządkowany według określonych zasad w trójwymiarowej przestrzeni wyznaczonej przez 3 współrzędne: hue, value i chroma.

Należy stwierdzić, że gleboznawcy nie przeanalizowali jeszcze w dostatecznym stopniu wszystkich możliwości, jakie w sobie kryje zastosowanie w systematyce gleb różnych struktur systemów porządkujących.

#### CECHY TAKSONOMICZNE I KRYTERIA DIAGNOSTYCZNE (ROZPOZNAWCZE) TAKSONÓW. GLEBOWYCH

Bez uprzedniego ustalenia listy cech taksonomicznych nie można dokończyć ani sensownego podziału, ani uporządkowania jakiegokolwiek zbioru. W przypadku gleb wybór tych cech jest szczególnie trudny ze względu

du na charakter continuum glebowego, na złożoność genezy, składu, struktury i funkcji oraz na wiążące się z tym bogactwo cech i właściwości, które mogą być brane pod uwagę jako cechy taksonomiczne. Współczesny rozwój metod instrumentalnych oraz ich zastosowań w badaniach gleboznawczych prowadzi do odkryć coraz to nowych cech i właściwości gleb. Toteż z góry należy uznać za nierealne tendencje maksymalistyczne, postulujące uwzględnianie dla celów naukowej systematyki absolutnie wszystkich aktualnie oznaczalnych cech utworów glebowych. Realizacja takiej tendencji nie byłaby korzystna, nawet gdyby była możliwa. Włączanie do charakterystyki gleb cech mało istotnych stwarza tylko szum informacyjny, nie wzbogacając w zasadzie naszej wiedzy o rozpatrywanych obiektach.

Dochodzimy w ten sposób do węzłowej dla naukowej systematyki gleb kwestii wyboru cech taksonomicznych oraz oceny ich względnej istotności (wagi). Jeśli nie brać pod uwagę czysto formalnych algorytmów taksonomii numerycznej, sprawy tej nie można dobrze rozwiązać bez odwołania się do przyjętej definicji gleby. Jako istotne należy uznać te cechy, które wynikają z treści definicji, a więc, zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami, wiążą się bezpośrednio lub pośrednio z miejscem i rolą gleby w różnych ekosystemach: współdecydują o wielkości i rodzaju produkowanej biomasy, o warunkach mineralizacji martwej materii organicznej, o ilościach i intensywności obiegu pierwiastków biogennych, o kierunkach i szybkości ewolucji ekosystemów, o ich odporności na zewnętrzne czynniki destrukcyjne, o ich zróżnicowaniu przestrzennym itd.

Nie ulega więc wątpliwości, że w systematyce gleb powinny być uwzględniane na wysokim szczeblu hierarchii taksonomicznej takie cechy decydujące o funkcjach gleby, jak np. troficzność, uziarnienie, stosunki wodne itp. W dotychczasowych systemach cechy te bywały jednak traktowane różnie. Tak na przykład w polskiej systematyce z 1974 roku uziarnienie gleb uwzględnia się, wzorem gleboznawców radzieckich, dopiero na niższych szczeblach hierarchii, troficzność nie jest uwzględniona prawie wcale, a stosunki wodne — tylko pośrednio.

Ogólnie można powiedzieć, że najlepszymi cechami taksonomicznymi są takie cechy gleby, które wykazują wysoki stopień skorelowania z jak największą liczbą innych ważnych (w wyżej podanym sensie) cech i właściwości gleby i są przy tym stosunkowo łatwo uchwytnie prostymi metodami, najlepiej bezpośrednio w terenie. Natomiast kryteria diagnostyczne mogą (i to jest sytuacja optymalna), ale nie muszą, odgrywać same bezpośrednią rolę w funkcjonowaniu gleby w ekosystemie. Przykładem w tym względzie mogą być kolorystyczne cechy gleby, których bezpośrednio znaczenie na przykład dla rozwoju fitocenozy jest znikome lub żadne; są one natomiast wyjątkowo dobrymi i łatwo dostępnymi wskaźnikami wielu właściwości bardzo ważnych pod względem ekologicznym.

Tak na przykład charakterystyczne, powszechnie znane zróżnicowanie barw profilu bielicy nie ma żadnego bezpośredniego wpływu na rozwój roślin, pośrednio jednakże mówi o tym, że gleba o takim właśnie następstwie różniących się barwami poziomów genetycznych jest w swych górnych partiach przepuszczalna dla wody i odznacza się przemywną gospodarką wodną, ma niską polową pojemność wodną i jest przewiewna; ponadto gleba o takiej morfologii ma ubogi skład mineralny (ogromna przewaga kwarcu nad innymi minerałami), zawiera bardzo małe ilości minerałów ilastych i jest, zwłaszcza w górnych poziomach, silnie zubożona w przyswajalne dla roślin pierwiastki biogenne. Mineralny kompleks sorpcyjny bielicy jest z reguły bardzo mało pojemny, natomiast stosunkowo duże może być znaczenie organicznego kompleksu sorpcyjnego; stopień wysycenia kationami o charakterze zasadowym jest niski, a odczyn gleby, szczególnie w poziomach powierzchniowych, silnie kwaśny. Zdolność buforowa tej gleby w zakresie kwaśnym jest zawsze niska, lecz względnie duża w zakresie zasadowym. Wskutek nagromadzenia znacznych ilości toksycznych jonów glinu, szczególnie w środkowej części profilu, bielica jest biologicznie płytka. Kwaśny odczyn, toksyczny glin i niedobory składników odżywczych sprawiają, że gleba jest biologicznie mało aktywna. To z kolei jest powodem gromadzenia się pokaźnych ilości słabo zhumifikowanej materii organicznej w postaci próchnicy nadkładowej, o bardzo szerokim stosunku C/N, dużej zawartości bituminów oraz przewadze kwasów fulwowych i ruchliwych frakcji kwasów huminowych nad innymi frakcjami kwasów humusowych. Ponadto taka gleba charakteryzuje się prawie zupełnym brakiem procesów nitrifikacyjnych, wykazuje małą odporność na czynniki degradacji, jest zwykle elementem siedlisk borowych, odznacza się niską żyznością i niewielką produktywnością. Gleby o wymienionych właściwościach są dla intensywnego rolnictwa nieprzydatne.

W analogiczny sposób jak bielice można interpretować właściwości innych typów gleb o odmiennych zestawach cech morfologicznych. Zależności umożliwiające wykorzystanie drugorzędnych cech morfologicznych dla celów diagnostyki taksonomicznej wyjaśnił trafnie *Strzemiński* na podstawie pewnych analogii z medycyną: „*Postępowa medycyna zwalcza leczenie objawowe na rzecz leczenia przyczynowego, ale docenia znaczenie objawów dla wykrywania przyczyn*” [37].

Przedmiotem sporów bywa często kwestia, czy dla poszczególnych cech diagnostycznych powinny być podawane po dwie wartości graniczne, wyznaczające zakres wartości rejestrowanych w całej populacji indywidualów należących do danego taksonu, czy lepsze jest podawanie pojedynczych wartości przeciętnych, typowych dla pedonu traktowanego jako wzorzec. Pierwsze postępowanie jest charakterystyczne dla procedury klasyfikacyjnej, a drugie — dla typologii. Zgodnie z uprzednio podanymi argumentami, wymagany przez zasady klasyfikacji postulat

rozłączności zakresów cech diagnostycznych jest w zastosowaniu do continuum glebowego nierealny i logicznie poprawniejsze jest postępowanie typologiczne.

Innym zagadnieniem dość często dyskutowanym wśród specjalistów zajmujących się systematyką gleb, jest możliwość wykorzystania roślin dla celów diagnostycznych. Ortodoksyjni wyznawcy tezy, w myśl której obiekty można klasyfikować wyłącznie na podstawie ich własnych cech, odrzucają z góry taką możliwość stwierdzając, że rośliny, nie będące częścią gleb, nie mogą w danym przypadku służyć jako kryteria rozpoznawcze. Należy jednak pamiętać, że naturalna roślinność porastająca określoną glebę (a także zbiorowisko chwastów na polu) może być traktowana jako bardzo czuły instrument analityczny (bioindykator), zdolny do wykrywania i ilościowego charakteryzowania cech (i to cech z reguły istotnych) uykających często najbardziej wyrafinowanym metodom laboratoryjnym.

Skład florystyczny naturalnych zbiorowisk roślinnych lub zbiorowisk chwastów na glebach uprawnych, obecność lub brak określonych gatunków wskaźnikowych jednorocznych lub trwałych, ich stan rozwojowy itp. dostarczają odpowiednio przygotowanemu gleboznawcy uśrednionych informacji również o takich ekologicznie ważnych cechach gleby, które podlegają znacznym sezonowym wahaniom (Ellenberg [11], Zarzycki [43], Borowiec [3]). Nie ma więc absolutnie żadnych podstaw do rezygnowania w systematyce gleby z informacji, które o glebach można uzyskać dzięki analizie porastającej je roślinności. Wprost przeciwnie — ten dość zaniedbany kierunek badań gleboznawczych (bioindykacja) należy intensywnie rozwijać.

Jest na przykład wysoce prawdopodobne, że odpowiednie wykorzystanie wskaźnikowych roślin lub ich zespołów umożliwi pokonanie trudności, które pojawiły się i pojawiają przy dotychczasowych próbach uwzględniania klimatu glebowego w systematyce gleb. O konieczności brania pod uwagę kryteriów pedoklimatycznych przekonani są obecnie najwybitniejsi przedstawiciele wszystkich głównych szkół gleboznawczych świata [10, 15, 33].

Jedynie bardzo wąscy specjaliści, nie rozumiejący różnicy między próbką materiału glebowego w słoiku laboratoryjnym a glebą w naturze, mogą nie dostrzegać, iż pominięcie charakterystyki stosunków wodnych, tlenowych i termicznych (wraz z ich sezonową dynamiką) uniemożliwia ekologiczną ocenę poszczególnych utworów glebowych oraz zaciiera wiele najważniejszych prawidłowości w geograficznym rozmieszczeniu gleb na Ziemi. Trudności wprowadzania dynamicznych charakterystyk klimatu glebowego do systematyki gleb biorą się głównie z następujących przyczyn:

1) bezpośrednie instrumentalne pomiary wszystkich elementów klimatu glebowego, choć teoretycznie możliwe, są jednak bardzo kosztowne i wymagają długich okresów;

2) skorelowanie parametrów klimatu glebowego z wynikami pomiarów klimatu ogólnego nie jest wystarczająco ścisłe i nie pozwala na dostatecznie precyzyjne wnioskowanie o klimacie glebowym na podstawie danych uzyskiwanych przez normalne stacje meteorologiczne;

3) cechy materiału glebowego utworzone pod wpływem określonych warunków klimatycznych mogą być cechami reliktowymi, nie korespondującymi z klimatem aktualnym;

4) nie stworzono jeszcze ogólnie przyjętej klasyfikacji klimatu umożliwiającej porównanie między różnymi częściami świata:

5) wprowadzenie zbyt wielkiej liczby jednostek klasyfikacyjnych komplikuje legendy map glebowych i nazewnictwo jednostek kartograficznych.

Wymienione trudności sprawiły, że w opracowanej przez międzynarodowe zespoły mapie gleb świata FAO-UNESCO nie wprowadzono elementów klimatycznych do definicji jednostek kartograficznych. Yermosole i Xerosole<sup>3</sup> można traktować jako wyjątki z reguły. Niektórzy twórcy tej mapy (Dudał, Pecrot [10]) sądzą natomiast, że jakimś wyjściem z sytuacji mogłoby być nałożenie mapy klimatu na mapę gleb.

W amerykańskiej *Soil Taxonomy* klimat glebowy jest częściowo uwzględniany, lecz na różnych szczeblach hierarchii taksonomicznej. Tak na przykład sylaba „trop”, oznaczająca klimat wilgotny gorący, jest wprowadzona do Inceptisoli na poziomie podrzędu, do Alfisoli i Ultisoli — na poziomie wielkiej grupy, a do Mollisoli i Vertisoli na poziomie rodziny. Musi to oczywiście sprawiać kłopoty przy opracowywaniu legend do map w różnych skalach i o różnym stopniu generalizacji.

W najnowszej próbie gleboznawców radzieckich stworzenia tzw. „bazowej” klasyfikacji gleb (Fridland [14]) wprowadzono kryteria termiczne i wilgotnościowe do wydzielenia w randze typu glebowego. Istnieją pewne przesłanki przemawiające za tym, aby klimat glebowy uwzględniać równolegle na dwóch poziomach hierarchii taksonomicznej: raz na poziomie jednostek najniższych, umożliwiając przez to ekologiczną interpretację poszczególnych taksonów, i po raz drugi — w jednostkach wysokiej rangi pozwalających przedstawić strefowe zależności rozmieszczenia gleb na mapach w małych podziałkach.

---

<sup>3</sup> Yermosole (yermo hiszp. pustynia) — gleby terenów pustynnych o bardzo słabo wykształconym poziomie akumulacyjnym A; Xerosole (xeros gr. suchy) — gleby klimatu suchego mają względnie dobrze ukształtowany poziom próchniczny A — ochric.

SYSTEMATYKA GLEB A PROBLEMY KARTOGRAFII GLEBOZNAWCZEJ  
I NOMENKLATURY

Stosunek kartografii do systematyki gleb trafnie określił Fridland [13]: „Kartografia gleboznawcza nie jest niczym innym, jak nałożeniem systematyki gleb, przetransponowanej na umowne znaki legendy, na określone arealy powierzchni Ziemi”. Stąd też pojęcia glebowych jednostek taksonomicznych i glebowych jednostek kartograficznych, choć nie są identyczne, są sobie bliskie. Mapy gleb — to odwzorowanie na płaszczyźnie rysunku konturów jednostek taksonomicznych systematyki gleb przyjętej dla danego obszaru.

Sprawą podstawową dla wzajemnych relacji systematyki i kartografii gleb jest kwestia generalizacji map glebowych stosownie do wymagań skali. Jest oczywiste, że mapy przeglądowe lub średnioskalowe nie mogą prezentować tylu wydzieleni, ile ich zawiera mapa wielkoskalowa.

Najprostszym i najpowszechniej stosowanym sposobem generalizacji mapy jest likwidowanie małych konturów przez „mechaniczne” włączenie do sąsiadujących z nimi na mapie dużych wydzieleni, niezależnie od stopnia podobieństwa łączonych taksonów. Takie postępowanie nie prowadzi do upraszczania legendy, gdyż zwykle nie usuwa z arkuszy mapy wszystkich konturów danego taksonu, lecz tylko kontury o najmniejszych powierzchniach, nieuchwytnych graficznie w danej podziałce. Likwidowanie małych konturów podyktowane koniecznością zachowania czytelności mapy i wymaganiami techniki graficznej jest, oczywiście, nieodzowne przy przechodzeniu z dużej skali do małej. Jednakże obok takiego „mechanicznego” eliminowania konturów istnieje też konieczność generalizacji mapy przez redukcję jej legendy. Polega to na łączeniu taksonów niższej rangi w jednostki należące do kolejnych wyższych szczebli hierarchii taksonomicznej. Takie postępowanie jest jednak możliwe tylko przy poprawnie zbudowanej systematyce.

Tak na przykład, jeśli wymaga tego podziałka mapy, jest ekologicznie uzasadnione łączenie typów gleb brunatnych i pływych w jeden kontur klasy gleb brunatnoziemnych; analogicznie typy gleb rdzawych i bielcowych można połączyć pod jednym znakiem legendy ustalonym dla klasy gleb bielicoziemnych.

Z gruntu fałszywe byłoby natomiast łącznie gleb bielcowych z płowymi (zwanymi dawniej pseudobielcowymi) lub gleb rdzawych z brunatnymi tylko dlatego, że barwy pewnych poziomów genetycznych są w obu przypadkach na pierwszy rzut oka dość podobne.

Przytoczone przykłady wskazują jasno na rodzaj powiązań między kartografią a hierarchiczną systematyką gleb. Chodzi o to, aby przy przechodzeniu od skal dużych do map przeglądowych w małych skalach i od najniższych do najwyższych jednostek hierarchii taksonomicznej nie

zatracać najbardziej istotnych cech pokrywy glebowej Ziemi — na przykład strefowego rozmieszczenia gleb na kontynentach.

Konsekwencją wzajemnych związków między systematyką gleb a kartografią w różnych skalach jest kolejna grupa problemów, wymagająca uzgodnień międzynarodowych. Tak na przykład systematyczny wykaz gleb będący podstawą legendy mapy gleb świata, musi, ze względów oczywistych, zawierać więcej taksonów niż spisy lokalne. Równocześnie jednak wymagania skali narzucają konieczność redukcji legendy. Powstaje kwestia wyboru, która może być racjonalnie rozwiązana jedynie na podstawie poprawniej zbudowanej i na wszystkich kontynentach akceptowanej hierarchicznej systematyki gleb. Równocześnie rodzi się konieczność międzynarodowych uzgodnień w zakresie korelacji i nazewnictwa poszczególnych taksonów.

O tym, że nie są to sprawy ani proste, ani łatwe, świadczą np. doświadczenia międzynarodowego zespołu ekspertów uzgadniających legendę do mapy gleb świata FAO-UNESCO [12], a także koncepcja amerykańskiego zespołu, który, opracowując *Soil Taxonomy*, uznał za konieczne całkowite zerwanie z tradycją i stworzenie systemu zupełnie nowych, sztucznych nazw dla wszystkich taksonów poszczególnych szczebli hierarchii taksonomicznej.

#### ZAKOŃCZENIE

Przedstawiony przegląd teoretycznych i dyskusyjnych problemów naukowej systematyki gleb nie jest z pewnością pełny; wolno jednak sądzić, że daje pewne wyobrażenie o obiektywnych i subiektywnych przeszkodach utrudniających osiągnięcie rzeczywistego postępu w tej dziedzinie. Można mieć nadzieję, że doświadczenia nagromadzone w ciągu ostatnich lat, między innymi w zakresie metod taksonomii numerycznej oraz w wielkoskalowej i przeglądowej kartografii gleb, a także nowe osiągnięcia ekopedologii, umożliwią rychłe pokonanie dotychczasowych trudności i zapewnią prawidłowy rozwój naukowej systematyki gleb.

#### LITERATURA

- [1] Adamczyk B.: Rola gleby w kształtowaniu środowiska przyrodniczego terenów górskich. *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej* Kraków 1984, 12: 9—47.
- [2] Adanson M.: *Familles des plantes*. Vol. 1, Vincent, Paris 1763, 515 p.
- [3] Borowiec S.: Przydatność i możliwość stosowania dla potrzeb rolnictwa ekologicznej oceny czynników siedliskowych metodą Ellenberga. *Biuletyn Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN*, 71, Warszawa 1972.
- [4] Buckman H.C., Brady N.C.: *Gleba i jej właściwości*. PWRiL, Warszawa, 1971, 529 s.

- [5] Chirita C.D.: Ecopedologie cu baze de pedologie generale, Ceres Bucuresti 1974, 590 s.
- [6] Czeżowski T.: Logika. PWN 1968, 281 s.
- [7] Dmitrijew E.A.: O poczwicznych gorizontach. Poczwowiedienije 1933, 7: 100—107.
- [8] Dokuczajew W.W.: Materiały k ocenkie ziemel Niżegorodskoj guberni (jestestwenno-istoriczeskaja czast'). Wyp. 1, Petersburg 1884, 226 s.
- [9] Dokuczajew W.W.: Soczinienija. T. II. Moskwa 1950, 303 s.
- [10] Dudal R., Pecrot A.: Soil climate in the FAO/UNESCO legend. (in:) Third International Soil Classification Workshop. Damascus 1981: 11—20.
- [11] Ellenberg H.: Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas. Göttingen. E. Golze Verl., Scripta Geobotanica 9, 1974, 97 s.
- [12] FAO-UNESCO: Soil map of the world 1 : 5 000 000. Vol. I, legend, Paris 1974, 59 s.
- [13] Friedland W.M.: Logika nowej sistiemy. Poczwowiedienije 1964, 6: 20—21.
- [14] Fridland W.M.: Osnovy profilno-geneticzeskogo komponienta bazowej klassifikacji poczw. Poczwowiedienije 1982, 6 : 106—118.
- [15] Fridland W. M., (ed.): Osnownyje principy i elementy bazowej klassifikacji poczw i programma raboty po jejo sozdaniju. Moskwa 1982, 149 s.
- [16] Gierasimow I.P.: Sowremienij dokuczajewskij podchod k klassifikacji poczw i jejo primienienije na poczwicznych kartach SSSR i mira. Poczwowiedienije 1964, 6: 1—14.
- [17] Gierasimow I.P., Kowda W.A., Fridland W.M.: Konsultatiwnoje sowieszczanije po problemie sozdanija miedzunarodnoj mirowoj klassifikacji poczw. Poczwowiedienije 1980, 10: 149—152.
- [18] Gilmour J.S.L.: The development of taxonomic theory since 1851. Nature 1951, 168, 4271: 400—402.
- [19] Jurs P.C., Isenhour T.L.: Metody rozpoznawania obrazów w chemii. PWN, Warszawa 1983, 178 s.
- [20] Knox E.G.: Soil individuals and soil classification. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1965, 29: 79—84.
- [21] Kubiena W.L.: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. 1953 Stuttgart, 392 s.
- [22] Liwerowski J.A.: O niekotorych nierieszennych woprosach klassifikacji i sistiematiki poczw. Poczwowiedienije 1969, 2: 119—130.
- [23] Mapa gleb Polski w skali 1 : 300 000. Warszawa 1961, Wyd. Geolog.
- [24] Paczowski J.: Lasy Białowieży. Poznań 1930.
- [25] Polskie Towarzystwo Gleboznawcze: Systematyka gleb Polski. Roczn. glebozn. 1974, 25, 1, 148 s.
- [26] Polskie Towarzystwo Gleboznawcze: Pięćojęzyczny słownik gleboznawczy. PWN, Warszawa 1976, 264 s.
- [27] Prusinkiewicz Z.: Vorschlag einer ökologischen Gliederung der wichtigsten Waldböden des mitteleuropäischen Flachlandes. Spomenica uz 70 god prof. M. Gracanina, Zagreb, 1971: 155—159.
- [28] Prusinkiewicz Z.: Znaczenie definicji gleby dla naukowej systematyki gleb. Zesz. nauk. Akad. Roln. w Olsztynie, 1984 (w druku).
- [29] Prusinkiewicz Z., Kowalkowski A., Królikowski L.: Ochrona i rekultywacja gleb leśnych. Roczn. glebozn. 1983, 34, 3: 185—201.

- [30] Ryzin J. Van (ed.): Classification and clustering. Proceedings of an advanced seminar conducted by the Mathematics Research Center, The University of Wisconsin at Madison, May 3—5, 1976. Academic Press Inc. 1977, 339 s.
- [31] Schroeder D., Lamp J.: Prinzipien der Aufstellung von Bodenklassifikationssystemen. Z. Pflanzenern. Bodenk. 1976, 5: 617—630.
- [32] Segalen P., Fauck R., Lamouroux M., Pervand A., Quantin P., Roederer P., Vieillefont J.: Project de classification des sols. O.R.S.T. O.M. Bondy, 1982. 235 s.
- [33] Smith G.D.: Soil climate in soil taxonomy. Proceedings third International soil science classification workshop. Damascus 1981: 1—10.
- [34] Soil Survey Staff: Soil Taxonomy — A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Soil Conservation Service. US Department of Agriculture. Agriculture Handbook 436, Washington 1975, 754 s.
- [35] Sokal R.R., Sneath P.H.A.: Principles of numerical taxonomy. San Francisco 1963, Freeman a.Co., 375 s.
- [36] Strzemeski M.: Zarys rozwoju naukowej systematyki gleb. Puławy 1947. Pamiętnik P.I.N.G.W w Puławach 18, seria A, 340 s.
- [37] Strzemeski M.: Myśli przewodnie systematyki gleb. IUNG Puławy, seria P(16), PWRiL, Warszawa 1971, 579 s.
- [38] Terlikowski F.: Roślinność jako czynnik glebotwórczy. Prace wybrane z dziedziny gleboznawstwa, chemii rolnej i nawożenia. PWRiL, Warszawa 1958: 326—347.
- [39] Tomaszewski J.: The bio-ecological trend in soil science. Prace Wrocławskiego Tow. Nauk. seria B, 102, Wrocław 1961, 36 s.
- [40] Ugglä H., Ugglä Z.: Gleboznawstwo leśne. PWRiL, Warszawa 1979, 526 s.
- [41] Williams W.R.: Gleboznawstwo — Podstawy rolnictwa. PWRiL, Warszawa 1950, 648 s.
- [42] Wójcik T.: Zarys teorii klasyfikacji. PWN, Warszawa 1965, 184 s.
- [43] Zarzycki K.: Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. PAN, Kraków 1984, 46 s.

### З. ПРУСИНКЕВИЧ

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ДИСКУССИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУЧНОЙ СИСТЕМАТИКИ ПОЧВ

### Резюме

В работе обсуждается влияние, оказываемое принятым определением понятия „почва“ на форму и содержание научной систематики почв. Примеры, взятые из польской и мировой литературы, обнаруживают недостатки современных дефиниций почвы. Предлагается новое определение, учитывающее последние результаты исследований функционирования наземных экосистем.

Обсуждается специфика почвы как объекта классификации и обращается внимание на затруднения, связанные с обособлением почвенных индивидуумов в таком континууме как педосфера. Представлены тоже трудности, связанные с тем, что почвы в общем являются полигенетическими объектами, из чего вытекает необходимость тщательно разграничивать их современные и реликтовые признаки.

Имея в виду частые терминологические недоразумения уточняются в работе такие понятия, как: таксономия классификация, типология и систематика. Доказывается, что требуемое теорией классификации точное установление предельных значений для различ-

ных диагностических признаков и отдельных таксонов не дается применить к такому специфическому и сложному объекту как педосфера. Для систематики почв значительно более пригодными являются типологические методы, состоящие в определении сходства конкретных объектов (педонов) с установленными и характеризованными раньше эталонами (типами). Оценка степени сходства с эталонами может производиться специалистами на основе опыта; она тоже может быть объективизирована применением методов цифровой таксономии к подсчетам евклидовых расстояний или же расстояний Магаланобиса между рассматриваемым педоном и отдельными эталонами, распределенными в таксономическом гиперпространстве.

Особое внимание посвящается таксономическим признакам и диагностическим критериям, какие должны учитываться в систематике почв. Самыми важными признаются те признаки и свойства, которые непосредственно или посредственно влияют на функционирование почвы в экосистеме.

Подчеркивается тоже роль диагностических признаков, которые сами по себе не имеют непосредственного экологического значения (нпр. колористические признаки почвы), но хорошо коррелируют с другими экологически важными свойствами почвы и легко определяются в полевых условиях.

В конечной части работы обсуждаются связи между систематикой и картографией почв. Устанавливается, что правильно построенная иерархическая система должна облегчать рациональную генерализацию карты и редуцировать легенды при переходе от крупномасштабных карт к картам мелкого масштаба.

Выражается надежда, что представление и обсуждение наиболее спорных проблем, относящихся к систематике почв, поспособствует объединению взглядов и успехам дальнейших работ в этой области.

Z. Prusinkiewicz

## THEORETICAL AND CONTROVERSIAL PROBLEMS OF SCIENTIFIC SYSTEMATICS OF SOILS

### Summary

It has been pointed out in the paper how the choice of definition of the term „soil” affects both the form and the contents of the scientific systematics of soil. The deficiencies of the present-day definitions of soil, are demonstrated on examples from Polish and world literature. A new definition is proposed, taking into account the latest results of research on the functioning of land ecosystems. The specificity of soil as object of classification is discussed and the difficulty of distinguishing soil individua in such continuum as the pedosphere is pointed out. Also the difficulties are presented stemming from the fact that soils are generally polygenetic objects, which makes it necessary to strictly distinguish their contemporary from their relict characteristics.

Considering frequent confusion in terminology, precise meanings are given of the concepts: taxonomy, classification, typology and systematics. It has been demonstrated that exact definition of limit values for different diagnostic features and individual taxonomic units, required by the theory of classification, cannot be applied to such a specific and complex object as the pedosphere. Much more useful for soil systematics are methods of typology, consisting in defining the similarity of concrete objects (pedons) to set and formerly characterized standard patterns (types). The evaluation of the degree of similarity to standard can be done by experts on the basis of experience, or else it can be objectified by applying

methods of numerical taxonomy for calculating Euclidian distances or Mahalanobis' distances between the pedon in question and the particular standard patterns distributed in the taxonomic hyperspace.

Particular attention is given to taxonomic characteristics and diagnostic criteria which should be considered in soil systematics. As most important are regarded those characteristics and properties which affect directly or indirectly the functioning of soil in the ecosystem. The role of index characteristics is pointed out, which though not directly ecologically significant (e.g. the colour of soil) correlate well with other, ecologically important properties of soil and are easily recognizable under field conditions.

The last part of the paper brings a discussion of the relationship between the systematics and the cartography of soils. It is claimed that a correctly constructed hierarchic system should facilitate a rational generalization of the map and a reduction of the legend in passing from large-scale to small-scale maps.

It is hoped that the presentation and discussion of the most controversial problems of soil systematics will contribute to finding generally acceptable ideas and promoting studies in this field.

*Prof. dr Zbigniew Prusinkiewicz*  
*Zakład Gleboznawstwa UMK*  
*Toruń, ul. Sienkiewicza 30*

*Wpłynęło do redakcji w styczniu 1985*