

STANISŁAW BIAŁOUSZ
Politechnika Warszawska

SYSTEM INFORMACJI O GLEBACH I ZASOBACH GRUNTOWYCH KULI ZIEMSKIEJ – SOTER

Kartografia gleb w skalach małych wchodzi obecnie w okres różniący ją zasadniczo od podejścia dotychczas stosowanego pod względem metodyki wykonywania map, zakresu przekazywanych informacji, kontaktu z dziedzinami pokrewnymi, możliwości aplikacyjnych i innych jeszcze cech.

Czynników (technicznych i ekonomicznych) sprzyjających tym zmianom jest kilka. Oto najważniejsze z nich:

1. Jesteśmy pierwszą generacją, która może badać Ziemię jako całość. Zdjęcia satelitarne dają nam zgeneralizowany obraz całości. Analizując ten obraz wybieramy regiony, które będą badane szczegółowo, lub miejsca, z których badania szczegółowe będą reprezentatywne dla większego obszaru. Odwrócona została dotychczas stosowana zasada tworzenia map większych obszarów: od szczegółu do ogółu. Samogeneralizacja zawarta w obrazie satelitarnym zastępuje żmudną kompilację z map w większych skalach, mających najczęściej niejednakową wartość merytoryczną, skalę i aktualność.

2. Możliwość łatwego przedstawiania dynamiki zjawisk. Duża częstotliwość wykonywania zdjęć satelitarnych tego samego obszaru połączona z siecią monitoringu i badaniami statystycznymi umożliwia przedstawianie zmian zachodzących w małych przedziałach czasu i ilościowe ujęcie niektórych parametrów zmieniającego się zjawiska.

3. Techniczne możliwości gromadzenia, przesyłania na odległość i szybkiego przetwarzania olbrzymiej ilości danych.

4. Wzrost zainteresowania w organizacjach międzynarodowych, we władzach wielu krajów i w terytorialnych organach samorządowych oceną wartości gruntów, szczególnie ich funkcjami rolniczymi, leśnymi, zagrożeniami degradacją i odpornością na degradację. Ten wzrost zainteresowania sprawia, że należy rozszerzać zakres informacji o glebach, jaki był zawarty w dotychczasowej inwentaryzacji zasobów gruntowych.

5. Ogólne światowe zrozumienie narastającego zagrożenia wynikającego z degradacji środowiska. Stwierdzono więc pilną potrzebę inwentaryzacji w skali globu stanu degradacji i czynników ją powodujących. Gleba jest obok roślinności jednym z elementów środowiska najbardziej dotkniętym procesami degradacji. Informacje zawarte w dotychczasowych opracowaniach gleboznawczych są za ubogie dla przeprowadzenia kompetentnych analiz. Podobnie jak w p. 4 istnieje więc potrzeba roz-

szerzenia zakresu informacji o glebach przy wykonywaniu nowych opracowań gleboznawczych.

Czynniki te nie tylko sprzyjają, ale nawet wymuszają nowe podejście do inwentaryzacji zasobów glebowych w skali świata.

Nowe podejście zmaterializowało się już w niektórych krajach szeregiem map i bankami danych o glebach. W skali międzynarodowej najwięcej inicjatywy wykazały: Międzynarodowe Towarzystwo Gleboznawcze, FAO oraz UNEP.

Oczywiście nowe podejście wykorzystuje dotychczasowe doświadczenia kartografii gleb w skali świata. Szczególnie wiele doświadczeń zgromadzono przy opracowywaniu mapy gleb świata w skali 1:5 000 000, wydanej pod egidą FAO i UNESCO.

Ponieważ wiele założeń omawianego w tym opracowaniu systemu SOTER (Global Soil and Terrain Digital Database) łatwiej będzie zrozumieć w nawiązaniu do tej mapy, przedstawimy bardzo krótko jej istotę.

Mapa gleb świata w skali 1:5 000 000 wg FAO-UNESCO

Prób opracowania mapy gleb świata (w różnych skalach) było wiele. Podejmowali je zarówno wybitni gleboznawcy, jak i szkoły naukowe niektórych krajów. Żadna z tych map nie uzyskała jednak powszechnej akceptacji międzynarodowej i nie stała się standardem, punktem odniesienia dla dalszych badań we wszystkich krajach. Wymienia się tego dwie główne przyczyny:

1. Zbyt mała wówczas rzeczywista znajomość gleb różnych regionów świata. Na wielu obszarach zaznaczono gleby, które powinny tam występować zgodnie z logiką procesów glebotwórczych, a nie gleby, które realnie tam występowały.

2. Brak jednolitej międzynarodowej nomenklatury gleboznawczej. Niektóre nazwy gleb siłą autorytetu wprowadzających te nazwy gleboznawców zostały zaakceptowane we wszystkich krajach (np. rędziny, czarnoziemy, gleby kasztanowe). Wiele gleb zachowało jednak dziesiątki nazw lokalnych w poszczególnych klasyfikacjach. Oznaczało to, że realnie istniejący ten sam twór przyrodniczy krył się pod różnymi nazwami na mapach poszczególnych krajów.

Pierwszą inicjatywę unifikacyjną podjęła Komisja Klasyfikacji i Kartografii Gleb Międzynarodowego Towarzystwa Gleboznawczego w 1956 roku. Pozytywne wyniki prac nad mapami gleb poszczególnych kontynentów zachęciły do zinstytucjonalizowania tych prac i poszukiwania środków finansowych. Przy udziale trzech organizacji: Międzynarodowego Towarzystwa Gleboznawczego, FAO i UNESCO powołano w Rzymie w 1961 r. Biuro Zasobów Glebowych Świata (World Soil Resources Office), które wzięło na siebie obowiązek porównania i oceny istniejących map oraz systemów klasyfikacji gleb, opracowania uniwersalnej legendy, przygotowania i wydania mapy.

O odbyto dziesiątki terenowych konferencji korelacyjnych (w tym dwie w Polsce) i oceniono ponad 11 000 map źródłowych z różnych krajów.

Opracowano legendę (wykaz gleb świata) zawierającą 26 jednostek głównych dzielących się na 106 jednostek drugiego rzędu (jednostek glebowych). Mapę opracowano na podkładzie serii map geograficznych Amerykańskiego Towarzystwa Geograficznego w skali 1:5 000 000. Prace zakończono w 1980 roku (po 19 latach). Opublikowano w układzie regionalnym 19 arkuszy map 1:5 000 000 (Polska znajduje się na arkuszu V-1) i 10 tomów tekstów objaśniających [3].

Informacje o glebach świata, jakie możemy uzyskać z tej mapy, uzależnione są ściśle od przyjętej koncepcji legendy. Elementem głównym w legendzie jest jednostka glebowa. Kolejnymi elementami są: uziarnienie wierzchniej 30-centymetrowej warstwy gleby i dominująca wielkość spadków. Przykładowy zapis treści konturu jest następujący: Lo-2a. Duża litera oznacza jednostkę główną (w tym przypadku Luvisol = gleba płowa), o – szczegółową jednostkę glebową w ramach jednostki głównej (w tym przypadku orthic Luvisol = gleba płowa właściwa), 2 – klasę uziarnienia (w tym przypadku 2 = uziarnienie średnie, odpowiadające glinom lekkim i pyłom), a – klasę spadku (w tym przypadku teren płaski lub słabo pofałdowany o spadkach 0 do 8%). Niejednorodność konturów, naturalna w tej skali, zaznaczana jest sygnalizowaniem gleb towarzyszących (zajmujących ponad 20% powierzchni konturu) i wtrąceń (mniej niż 20% powierzchni konturu).

Procentowe zróżnicowanie jednostek glebowych w konturze, zróżnicowanie uziarnienia warstwy wierzchniej i spadków terenu sprawiają, że tylko przy trzech elementach treści (gleba, uziarnienie, spadek) powstaje wiele jednostek kartograficznych. Uwzględniając wprowadzenie w niektórych regionach wskaźników klimatycznych i pewnych specyficznych cech glebowych (faza) mających wpływ na użytkowanie gleby (kamienistość, skorupy gipsowe, węglanowe, żelaziste, zasolenie itp.), powstało około 5000 jednostek kartograficznych w skali globu.

W opisach do każdego arkusza scharakteryzowano ogólne warunki fizyczno-geograficzne, poszczególne gleby i ich ocenę rolniczą. Powstała w ten sposób po raz pierwszy jednolita informacja o glebach świata. Zakres jej wykorzystania jest oczywiście ograniczony dokładnością i zasobem informacji wynikającymi ze skali mapy, ale uzyskano też wiele korzyści pośrednich, które będą stopniowo owocować.

Wykorzystanie mapy gleb w skali 1:5 000 000 jako implikacja do tworzenia banku danych o glebach świata

Główne cele, które miała spełniać mapa w skali 1:5 000 000, były następujące [3]:

- przeprowadzić pierwszą jednolitą ocenę zasobów glebowych świata,
- stworzyć naukowe podstawy do przekazywania doświadczeń rolniczych między regionami o podobnym środowisku,
- ułatwić opracowanie powszechnie akceptowanej nomenklatury i klasyfikacji gleb świata,
- stworzyć wspólne ramy dla dokładniejszych badań glebowych w krajach rozwijających się,

- stworzyć podstawowy dokument dla nauczania gleboznawstwa, badań i projektów rozwoju rolnictwa,
- nasilić kontakty międzynarodowe w gleboznawstwie.

Część z tych celów spełniła się już w trakcie opracowywania mapy. Spełnienie innych nastąpić mogło, i postępuje nadal, w wyniku upowszechnienia samej mapy, umiejętności jej interpretowania, kojarzenia informacji zawartych w tej mapie z informacjami o innych elementach środowiska i informacjami ze sfery socjoekonomicznej.

We współpracy z Programem ONZ ds. Środowiska (United Nations Environment Programme = UNEP) mapę zdigitalizowano w systemie ARC-Info. Tworzy ona część składową Globalnej Bazy Danych o Zasobach Naturalnych (Global Resources Information Database = GRID) istniejącej w UNEP w Genewie i Systemu Informacji Geograficznej (GIS) istniejącego w FAO w Rzymie.

Na podstawie zdigitalizowanej mapy i innych danych o terenie zawartych w systemie GRID – głównie danych klimatycznych i geomorfologicznych, FAO przeprowadziła dla poszczególnych regionów ocenę przydatności terenu dla uprawy roślin typowych dla tych regionów, tzw. rejonizację agroekologiczną.

Z globalnej oceny wynikało np., że Azja Południowa i Południowo-wschodnia są (o 10 do 20%) nadmiernie eksploatowane rolniczo w stosunku do potencjału agroekologicznego; Afryka ma bardzo ograniczone możliwości rozwoju rolnictwa, a obszarem o największych rezerwach rolniczych jest Ameryka Południowa.

Z takich stwierdzeń wynikają określone wnioski gospodarcze i finansowe dla organizacji międzynarodowych odpowiadających za rozwój gospodarczy i rozwój rolnictwa oraz wnioski dla zainteresowanych krajów.

Oczywiste jest, że wnioski wyciągane na podstawie przetwarzania informacji uzyskanych z map w skali 1:5 000 000 nie zadowolą wielu krajów. Dlatego też w Międzynarodowym Towarzystwie Gleboznawczym zrodził się projekt opracowania w systemie komputerowym mapy gleb świata w skali 1:1 000 000 i założenia uniwersalnej bazy danych o glebach i zasobach gruntowych.

Projekt opracowania mapy w skali 1:1 000 000 i bazy danych zrodził się nie tylko z potrzeby pójścia o krok dalej w stosunku do mapy w skali 1:5 000 000. Był on również konsekwencją prac prowadzonych w paru grupach roboczych MTG, takich jak Teledetekcja, Przetwarzanie Danych, Ocena Gruntów. Z inicjatywy sekretarza MTG, W. G. Sombroeka, powołano w 1985 r. tymczasową grupę roboczą „Digital Mapping” i przedstawiono do konsultacji specjalistom z różnych krajów pierwszy projekt wykonania mapy gleb świata w skali 1:1 000 000 i towarzyszącej jej bazy danych [8].

Zakres prac poszczególnych grup roboczych tworzy ciąg logiczny: teledetekcja jako nowe lub uzupełniające źródło informacji o glebach i terenie, przetwarzanie danych i kartografia komputerowa jako narzędzie wykonania mapy i założenia bazy danych, ocena gruntów jako zestaw metod spożytkowujących informacje teledetekcyjne, kartograficzne, bazę danych do wielowariantowej waloryzacji terenu i przewidywania zmian.

Projekt uzyskał pełne poparcie wszystkich zainteresowanych organizacji między-

narodowych. Realizacja rozłożona na 15 lat wymaga jednak znacznych nakładów centralnych, jak też udziału finansowego i rzeczowego poszczególnych krajów.

Do czasu zrealizowania tego projektu korzystać trzeba z istniejącej mapy, którą FAO systematycznie ulepsza, i z zasobów GRID. Pełna aktualizacja i ponowny druk mapy byłyby zbyt drogie. Zmodernizowano jednak wykaz jednostek glebowych wykorzystując ostatnie badania nad właściwościami gleb i postępy w klasyfikacji gleb [12]. Jednostki glebowe zrewidowanej legendy dają się łatwiej interpretować z punktu widzenia oceny przydatności gleb. Przy przeredagowywaniu fragmentów mapy wg nowej legendy uwzględnia się też nagromadzone w ostatnich 20 latach liczne badania regionalne, z reguły nawiązujące już do nomenklatury międzynarodowej.

*SOTER – uzasadnienie potrzeby stworzenia systemu i zadania,
jakie ma spełniać*

„Informacja jest cennym towarem” – to stwierdzenie pojawia się coraz częściej w kręgach specjalistów odpowiedzialnych za gospodarowanie zasobami naturalnymi. Warto przypomnieć, że z 14,9 mld ha łądów kuli ziemskiej tylko około 10,5% jest systematycznie uprawianych, 11,5% stanowią grunty potencjalnie uprawne, a pozostałe 78% nie nadaje się do uprawy. Tylko 3% ogólnej powierzchni łądów ma wrodzoną wysoką produktywność, 6% średnią, a 13% – niską [3].

Mimo tak małej powierzchni uprawnej i w większości słabej jej produktywności szacuje się, że przy racjonalnym jej zagospodarowaniu jest ona w stanie wyżywić 30 mld ludzi.

Obecnie specjaliści od zagospodarowania gruntów w krajach rozwijających się i w niektórych krajach rozwiniętych skarżą się na brak odpowiednio dokładnych i aktualnych informacji o glebach i warunkach agroekologicznych.

Wzrastający w wyniku urbanizacji nacisk na grunty rolne, masowe niszczenie lasów (szacuje się, że w strefie zwrotnikowej w roku 1987 wycięto 15 mln ha lasów, lub inaczej, że co minutę ubywa 50 ha), cała gama procesów degradacji gruntów i wynikające z tego poważne konsekwencje społeczne sprawiają, że potrzebne jest udoskonalenie metod inwentaryzacji zasobów glebowych oraz badania ich zmian jakościowych, a także stworzenie systemu informacyjnego zdolnego do dostarczania informacji potrzebnych politykom i decydom różnym dziedzin gospodarki.

Pierwsze szacunki wykazały, że realne byłoby opracowanie mapy gleb świata w skali 1:1 000 000. W wielu krajach opracowano mapy gleb w skali 1:500 000. W niektórych regionach przy udziale funduszy ONZ i organizacji regionalnych (np. kraje arabskie, Ameryka Południowa, Afryka Zachodnia) trwają prace nad mapami w skali 1:1 000 000.

Równoległe z wykonywaniem map zakładane są z reguły banki danych o glebach.

Uwzględniając dostępność zdjęć satelitarnych, istnieją materiały źródłowe pozwalające opracować mapę w skali 1:1 000 000.

Oszacowano jednak, że opracowanie w klasycznej technologii i wydanie drukiem paru setek arkuszy mapy w skali 1:1 000 000 wymagałoby astronomicznych sum.

Wprowadzenie techniki komputerowej przyniesie kilka korzyści:

- 1) koszty powinny być mniejsze, choć brak dokładniejszego szacunku;
- 2) nieporównywalna z technikami klasycznymi zdolność do aktualizacji;
- 3) obok informacji zawartych w symbolice mapy można wprowadzić do bazy danych dziesiątki informacji o właściwościach gleb w poszczególnych jednostkach kartograficznych;
- 4) możliwość przeprowadzania nieskończonej ilości analiz i ocen środowiska na podstawie danych zawartych w bazie danych wraz z szybką ich kartograficzną prezentacją;
- 5) możliwość łatwego korelowania informacji tu zawartych z informacjami z dziedzin pokrewnych (roślinność, agroklimat, polityka rolna itp.).

Zaproponowano więc [8, 9] opracowanie mapy w systemie komputerowym i towarzyszącej jej bazy danych.

System powinien mieć następujące cechy:

1. Przeciętną skalę 1:1 000 000. Rządzić tu będą zasady zdrowego rozsądku i np. dla obszarów pustynnych czy górzystych wystarczy mapa 1:2,5 000 000, ale dla obszarów mających wystarczająco dokładną informację, przewidzianych do intensywnego rozwoju, lub szczególnie wrażliwych czy też zagrożonych ekologicznie, opracuje się mapy w skali 1:500 000 według tej samej metodyki bez naruszania spójności systemu.

2. Kompatybilność z globalnymi bazami danych dotyczącymi innych rodzajów zasobów naturalnych.

3. Zdolność do aktualizacji i „oczyszczania się” z danych przestarzałych lub nie związanych z tematem.

4. Dostępność dla szerokiego kręgu decydentów i polityków na szczeblu krajowym i międzynarodowym, aby dostarczać im wraz z mapami interpretacyjnymi i danymi liczbowymi informacje istotne dla zagospodarowania i ochrony zasobów środowiska.

5. Możliwość zastosowania w krajach rozwijających się dla tworzenia krajowych baz danych w skalach większych.

Tak pomyślany system ma spełniać następujące cele:

C e l o g ó l n y – wykorzystać możliwości, jakie daje informatyka, do stworzenia światowej bazy danych o glebach i zasobach gruntowych, zawierającej zdigitalizowane kontury jednostek glebowych na mapach i ich atrybuty (cechy), wspomaganą przez pliki wybranych danych punktowych. W drugim etapie (po założeniu bazy danych) główna uwaga będzie zwrócona na doskonalenie metod szybkiego dostarczania odpowiednio dokładnych i użytecznych informacji o glebach i zasobach gruntowych dla polityków i menedżerów.

Cele szczegółowe wynikają z przewidywanych potrzeb i łączą się z możliwymi zastosowaniami systemu. Oto niektóre z nich:

A. W zakresie metod inwentaryzacji i monitoringu zasobów glebowych:

1. Systematyczne uporządkowanie ilościowych i opisowych danych o glebach, w formie łatwo dostępnej dla użytkowników i zgodnej z innymi bazami danych o środowisku.

2. Udoskonalenie standaryzacji i kompatybilności niezbędnych przy przekazywaniu informacji o glebach i zasobach gruntowych.

3. Ułatwienie dostępności informacji o glebach i pokrewnych elementach środowiska. Będą opracowane udoskonalone metody łączności między bazą danych a społecznością użytkowników.

4. Stworzenie serwisu informacyjnego dla planowania gospodarowania zasobami naturalnymi w krajach rozwijających się.

5. Stworzenie modelu dla transferu technologii. Tworzenie i użytkowanie systemu może stanowić doskonałą okazję do kształcenia specjalistów, zwłaszcza w krajach rozwijających się, dla użytkowania bazy danych, dostarczania nowych danych, rozwijania nowych zastosowań bazy danych. Operacyjna światowa baza danych może również służyć jako model do projektowania i zakładania wewnątrz krajowych baz danych z dokładnością potrzebną na użytek lokalny.

B. W zakresie zastosowań rolniczych i ekologicznych:

1. Do oceny przydatności terenu dla uprawy poszczególnych roślin, oszacowania potencjału produkcyjnego przy różnych nakładach i różnych systemach gospodarowania.

2. Łącznie z danymi o innych elementach środowiska do wyznaczania stref agroekologicznych.

3. Do oceny potrzeby regulacji stosunków wodnych i zagospodarowania zlewni.

4. Do inwentaryzacji i oceny degradacji gleb, zwłaszcza takich procesów, jak: erozja, dezertyfikacja, zasolenie, alkalizacja, wylesianie. Informacje te mogą stanowić element składowy GEMS (Global Environment Monitoring System).

5. Do oceny produktywności lasów.

6. Do ułatwienia transferu technologii w rolnictwie.

7. Do lepszego poznania rozmieszczenia fizycznych i biologicznych elementów krajobrazu, co ułatwi badania współzależności między produkcją biomasy, procesami biologicznymi i obiegiem składników pokarmowych w głównych jednostkach fizyczno-geograficznych. Stanowić to powinno część składową programu IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme).

Specjalnym celem, być może mało praktycznym, ale bardzo ważnym, jest stworzenie i podtrzymywanie społecznej świadomości znaczenia zasobów glebowych.

Sposób wykonania

Przy tak wielkim zamierzeniu, rozłożonym na około 15 lat i obejmującym całość obszarów lądowych kuli ziemskiej, potrzebna jest jednolita metodyka i harmonogram o różnych poziomach szczegółowości.

Propozycje takie przygotowano, ale ze świadomością już w momencie ich tworzenia, że w miarę postępu będą one modyfikowane głównie z dwóch powodów:

1. Ujawnienie niedostatków metodyki przy wykonywaniu pierwszych arkuszy mapy.

2. Brak funduszy na systematyczne wykonywanie mapy, arkusz po arkuszu. Zmusza to do lokalizacji wykonywanych arkuszy tam, gdzie znajdują się instytucje finansujące prace.

Projekt ma być finansowany częściowo przez zainteresowane nim organizacje o zasięgu światowym lub regionalnym i częściowo przez poszczególne kraje. Organizacje najbardziej zainteresowane projektem, tj. Międzynarodowe Towarzystwo Gleboznawcze i FAO, niestety nie dysponują odpowiednimi środkami finansowymi.

W 1986 roku udało się pozyskać dla sprawy UNEP. Ustalono, że przy udziale środków UNEP:

a) będzie się rozwijać metodykę SOTER jako część składową GEMS,

b) dane gromadzone w systemie SOTER będą miały taki zakres treści, że opracuje się z nich mapy degradacji gleb. Zwłaszcza:

1. Opracuje się mapę degradacji gleb świata w skali 1:10 000 000.

2. Opracuje się mapy degradacji gleb w skali 1:1 000 000 i towarzyszące im bazy danych dla pięciu obszarów testowych, odpowiednich dla pięciu najważniejszych typów degradacji gleb (erozja wodna, erozja wietrzna, zasolenie, alkalizacja, wyjałowienie ze składników pokarmowych). Dane z obszarów testowych wejdą do systemu SOTER/GEMS i będą stanowić pierwszą fazę realizacji systemu SOTER.

Mapa w skali 1:10 000 000 wykonana została w ramach specjalnego projektu GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation) i jest adresowana głównie do polityków odpowiedzialnych za rozwój rolnictwa i ochronę środowiska w skali globalnej i regionalnej. Mapa ukazała się drukiem w 1990 roku [15].

Pierwszy arkusz mapy w skali 1:1 000 000 zlokalizowano u zbiegu granic trzech krajów: Argentyny, Brazylii i Urugwaju. Prace redakcyjne i tworzenie bazy danych wzięły na siebie instytucje gleboznawcze wymienionych trzech krajów. Udział ekspertów programu SOTER ograniczał się do korelacji i czuwania nad jednolitością metodyki.

Prace nad redakcją mapy i stworzeniem bazy danych zostały zakończone. Testowane są metody nad eksploatacją bazy danych i generowaniem różnych map tematycznych. Na tym, niestety, skończyło się na razie sponsorowanie projektu przez UNEP.

Zaangażowanie funduszy regionalnych pozwoliło uruchomić prace nad dwoma innymi arkuszami nie planowanymi w umowie z UNEP: NASOTER (North America, na granicy USA i Kanady), BRASOTER (Centralna Brazylia).

Czynione są przygotowania do rozpoczęcia paru innych arkuszy, m.in. arkusza CESOTER = Central European [18], obejmującego fragmenty obszarów Austrii, Węgier, Czecho-Słowacji, Polski i Słowenii. To ostatnie zamierzenie będzie przedmiotem oddzielnej publikacji.

W tworzeniu i doskonaleniu metodyki biorą udział dwie grupy specjalistów: eksperci SOTER skupieni wokół instytucji koordynującej, jaką jest ISRIC (International Soil Reference and Information Centre) w Wageningen w Holandii oraz wykonawcy poszczególnych arkuszy. Owocem tego są ulepszenia metodyki przedstawione w czterech kolejnych edycjach podręcznika-instrukcji (Procedures Manual).

W kolejnych przybliżeniach rozwiązano m.in. następujące zagadnienia:

1. Uniwersalna legenda dla opracowania mapy w skali 1:1 mln i bazy danych.
2. Zasady korelacji gleb i jednostek kartograficznych w celu ich translacji z klasyfikacji krajowych do uniwersalnej legendy.
3. Minimalny zakres funkcji, jakie ma spełniać baza danych.
4. Jakie cechy glebowe i cechy opisujące teren powinny wejść do bazy danych.

Kolejne zagadnienie „wybór systemu GIS najodpowiedniejszego dla tego projektu” jest jeszcze przedmiotem prac ekspertów, ponieważ wiążą się z nim późniejsze duże nakłady finansowe, a co najważniejsze, skuteczność upowszechniania informacji wynikająca z łatwości dostępu do systemu. Na obszarach testowych stosowano m.in. Arc-Info i kanadyjski system PAMAP.

Prowadzone są też badania nad metodami analizy i interpretacji informacji wprowadzonych do bazy danych. Za najważniejsze uznano:

- a) opracowanie algorytmów modelowania analiz i ocen syntetycznych, np. potencjalnej produkcji biomasy, gospodarki wodą w glebie oraz kartograficznej prezentacji wyników modelowania i analiz,
- b) opracowanie algorytmów pozwalających na podstawie danych z różnych okresów wyznaczyć zmiany zachodzące w glebie i ich szybkość.

Zakłada się ogólną dostępność metod i algorytmów opracowanych w tym projekcie łącznie ze szkoleniami w różnych krajach. Wyjątkiem są systemy komercyjne, na które należy zakupić licencję, np. Arc-Info.

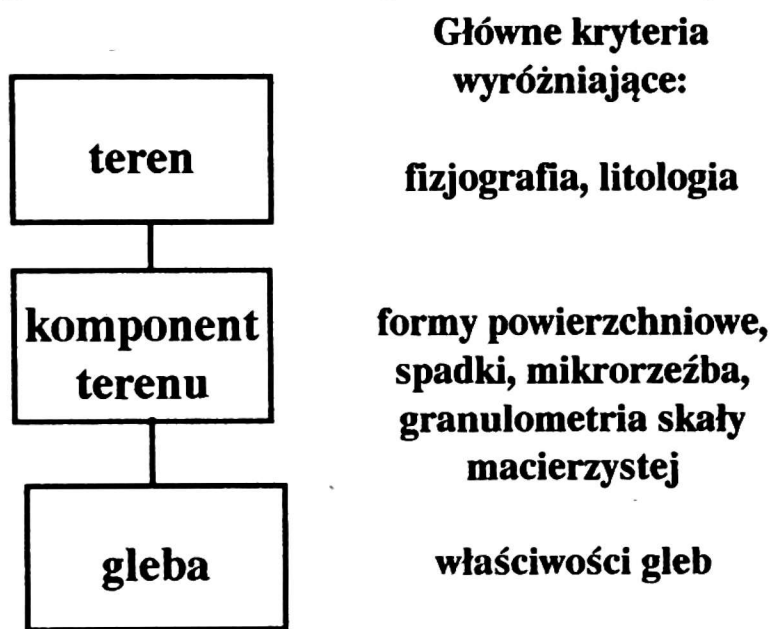
Zakres informacji o glebach i terenie – ujęty w systemie SOTER

Zakres informacji przyjęty w 1988 roku dla rozpoczęcia prac nad pierwszym arkuszem mapy w skali 1:1 000 000 i bazą danych w Ameryce Południowej oparty był głównie na doświadczeniach zrealizowanego kanadyjskiego systemu GSLM (Generalized Soil Landscape Map) zawierającego mapę w skali 1:1 000 000 i towarzyszącą jej bazę danych oraz na doświadczeniach systemów holenderskich. Uwzględniał potrzeby GEMS i wymienione wcześniej cele systemu SOTER ze szczególnym uwzględnieniem oceny degradacji gleb.

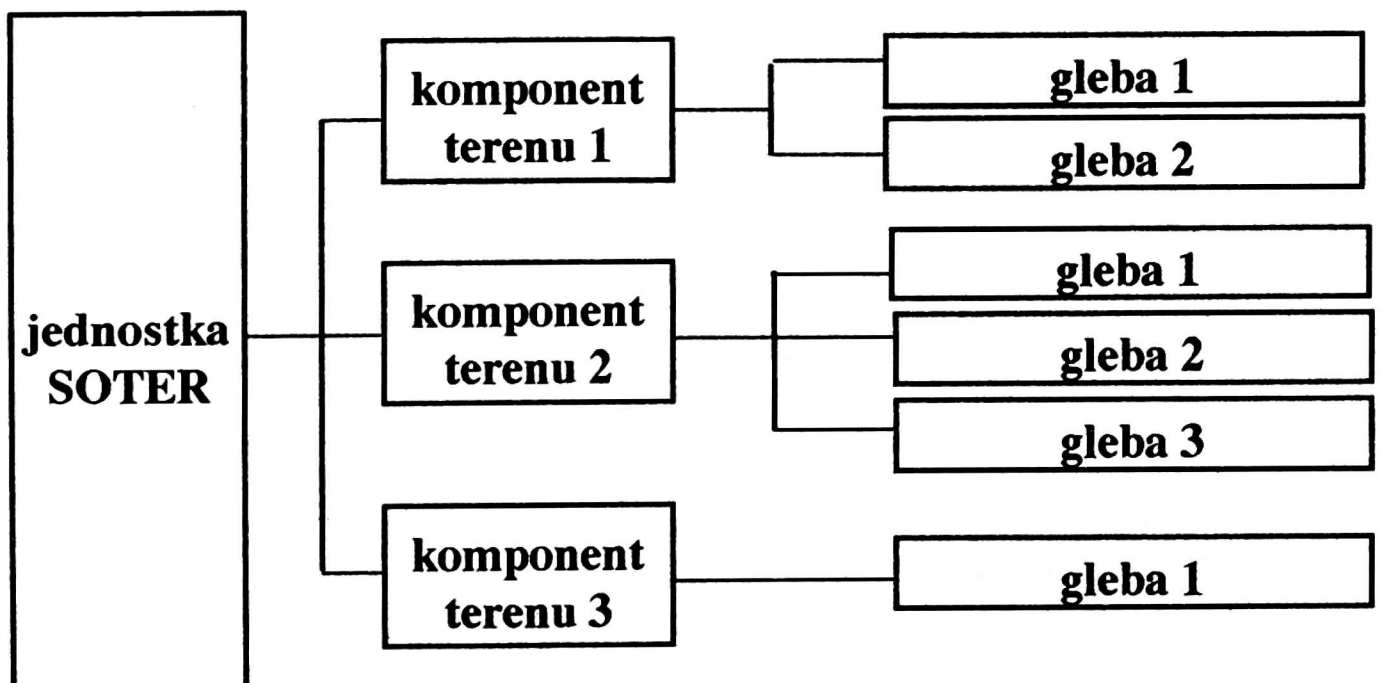
Mając na uwadze przyjęte wcześniej założenie, że głównym celem systemu jest dostarczenie informacji potrzebnych do racjonalnego gospodarowania gruntami i ich ochrony, a nie informacji czysto gleboznawczych o geograficznym rozmieszczeniu gleb i poszczególnych właściwościach gleb, wyeksponowano w legendzie informacje o zróżnicowaniu form terenu, pochodzeniu i właściwościach skał macierzystych gleb oraz informacje potrzebne do przeprowadzenia ocen i analiz ułatwiających podjęcie decyzji o zagospodarowaniu i ochronie gleb.

W związku z tym informacje o genezie gleb i właściwościach gleb związanych z tym kierunkiem interpretacyjnym nie stanowią w legendzie jednostek wyższego rzędu.

Zakres informacji o glebach i terenie, jakie zawiera system, należy rozpatrywać w powiązaniu z jego strukturą. Jest ona przedstawiona na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1 Główne kryteria wyróżniające jednostki hierarchiczne systemu



Rys. 2. Schemat jednostek hierarchicznych systemu SOTER

Podstawowym wyróżnieniem jest jednostka terenu (jednostka SOTER). Stanowi ona jednostkę kartograficzną. Może się ona składać z komponentów terenu (nie zaznaczanych na mapie, ale charakteryzowanych w bazie danych).

W każdym z komponentów terenu wyróżnia się charakterystyczne gleby, których kontury też nie są znaczone na mapie. Charakterystyki gleb są zapisywane w bazie danych.

Całość obszaru dzieli się na jednostki terenu wg kryteriów fizjograficznych (główne formy terenu, ich wysokości i intensywność rzeźby) i litologicznych. Po początkowym podziale obszaru na fragmenty o podobnych formach terenu i intensywności rzeźby dokonuje się następnego podziału wewnątrz nich wg litologii. Otrzymuje się w ten sposób jednostki fizjograficzne, nazwane w tym systemie jednostkami terenu. Tworzą one jednostki kartograficzne (jednostki SOTER) jednolicie numerowane dla całego globu. Wewnątrz jednostki terenu wyróżnia się komponenty terenu. Komponent terenu jest definiowany jako część składowa jednostki terenu wyróżniająca się podobną mikrorzeźbą i podobnym uziarnieniem skał macierzystych gleb.

W każdym z komponentów terenu wyróżnia się gleby, jedną lub więcej. Nazwa gleby jest zapisana przez numer reprezentatywnego pedonu i odniesienie do krajowej bazy danych o glebach. Informacje o ewolucji (rozwoju profilu glebowego) są zapisane wg klasyfikacji MTG w atrybucie nr 47 (soil development).

Brak tu miejsca na szczegółowe wyjaśnienia, dlaczego przyjęto takie podejście kartograficzne, w którym nie oznacza się na mapie zasięgów gleb charakteryzowanych w bazie danych. Jakakolwiek by była liczba gleb wyróżnionych w konturze jednostki terenu (może być ich od 1 dla bardzo jednorodnego konturu do 7–10 dla bardzo zróżnicowanego), to każda z nich ma w geometrycznej części bazy danych taką samą lokalizację jak jednostka terenu. Wynika z tego trudność w kartograficznej prezentacji rozmieszczenia gleb. Natomiast w opisowej (tablicowej) części bazy danych wyspecyfikowany jest procentowy udział gleb i poszczególne ich właściwości.

Wybrano takie rozwiązanie jako kompromis między rozdzielczością mapy w skali 1:1 mln (najmniejszy dopuszczalny kontur na mapie może mieć powierzchnię $0,25 \text{ cm}^2$, tj. $5 \times 5 \text{ km}$ w terenie) a ilością informacji o glebach, którymi obecnie dysponujemy. To rozwiązanie uznano za lepsze niż tradycyjne kompleksy gleb w konturach na mapie o tej skali, w których to kompleksach lokalizacja poszczególnych gleb też nie jest znana.

W części opisowej bazy danych znajdują się charakterystyki jednostek wyróżnionych na trzech poziomach (jednostka terenu, komponent terenu, gleba). Jednostka terenu jest charakteryzowana 12 cechami, komponent terenu 20 cechami, gleba 69. Daje to razem 101 atrybutów.

Przy założeniu, że mamy jednorodny kontur (jeden komponent terenu w jednostce terenu i jedna gleba), to jest on opisany 87 cechami (14 pozycji zajmują dane identyfikacyjne) charakteryzującymi fizjografię i bardzo szczegółowe właściwości gleb. W konturach niejednorodnych liczba charakterystyk zwielokrotnia się.

W oddzielnych zbiorach będą zapisane informacje o roślinności i dane klimatyczne.

W całości jest to bogaty materiał do modelowania i przewidywania zjawisk zarówno wewnątrz samej gleby, jak i zjawisk ekologicznych, rolniczych dla większych obszarów.

Dużo dyskusji budzą nadal opisowe kryteria wydzielenia dwóch najwyższych jednostek: jednostka terenu i komponent terenu, zwłaszcza że gleboznawcy wykształceni na profilowym, a nie krajobrazowym podejściu do gleby mają tendencję do przeceniania szczegółów i trudności z generalizacją informacji dla większego obszaru.

Wydzielanie jednostek krajobrazowych będzie łatwiejsze w tych przypadkach, w których korzysta się nie tylko z map, ale również ze zdjęć satelitarnych. Samogeneralizacja zawarta w obrazie satelitarnym, podkreślona nieraz przetworzeniem obrazu, ułatwia wydzielenie podstawowych jednostek kartograficznych.

Należy się też odwołać do zapomnianych nieco koncepcji map morfologiczno-gleboznawczych i krajobrazowego, a nie tylko profilowego podejścia w kartografii gleb. W Polsce znana jest koncepcja hierarchicznego podziału krajobrazu (Kondracki, Richling) i jednostek morfolitogenicznych jako jednostek nadrzędnych w stosunku do wyróżnień glebowych.

Zrealizowanie koncepcji SOTER w warstwie krajobrazowej nie będzie więc nastrożać trudności. W części czysto glebowej istnieje bardzo dużo danych analitycznych, ale dość starych i nie zawsze jednorodnych. Istnieje też kompletne pokrycie mapami w skalach średnich.

Prace nad arkuszem w skali 1:1 000 000 i związaną z nim bazą danych należy traktować jako testowanie systemu dla obszaru Polski, tak aby w kolejnym przybliżeniu można było zgodnie ze standardami europejskimi przejść do skali 1:500 000 dla kraju i do skal większych dla regionów.

LITERATURA

- [1] M. F. Baumgardner, R. F. van de Weg: Space and time dimensions of a world soils and terrain digital database. Proceedings of a Symposium „Land qualities in space and time” p. 35–44. Wageningen, August 1988.
- [2] M. F. Baumgardner: The SOTER Project, Phase 1. Proceedings of the First Regional Workshop on a Global Soils and Terrain Digital Database, Montevideo 1988. Ed. ISRIC Wageningen, p. 15–27, 1988.
- [3] Carte mondiale des sols at Scale 1:5 M FAO-UNESCO, UNESCO-Paris, 1975.
- [4] Directives pour une evaluation générale de l'état de la degradation des sols par l'homme. Evaluation globale de la degradation des sols (GLASOD). ISRIC Wageningen, April p. 1–12, 1988.
- [5] R. Oldeman: Global Assessment of Soil Degradation. Proceedings of the First Regional Workshop on a Global Soils and Terrain Digital Database. Montevideo 1988. Ed. ISRIC Wageningen p. 5–7, 1988.
- [5a] Project Proposal World Soils and Terrain Database at Scale 1:1 M. ISRIC Wageningen, October, p. 1–23, 1986.
- [6] J. A. Shields: Legend Concepts for a World Soils and Terrain Digital Database. Proc. Second Int. Workshop Global Soils and Terrain Digital Database. R. F. van de Weg ed. Nairobi, May 1987, SOTER Report 2. ISSS Wageningen p. 8–10, 1987.

-
- [7] J. A. Shields, D. R. Coote: SOTER Procedures Manual for Small Scale Map and Database Compilation. ISRIC Wageningen. Working Paper and Preprint Nr 88/2. Wageningen 1988.
- [8] W. G. Sombroek: Toward a Global Soil Resources Inventory at Scale 1:1 M. ISSS, ISRIC Wageningen p. 1–11, 1984.
- [9] W. G. Sombroek: Establishment of an International Soil and Land Resources Information Base. Proceedings of an International Workshop on the Structure of a Digital International Soil Resources Map annex Database. Wageningen, January, p. 118–125, 1986.
- [10] W. G. Sombroek: A new step in the mapping and assessment of the World's Soil Resources. Proceedings of the First Regional Workshop on a Global Soils and Terrain Digital Database, Montevideo 1988, Ed. ISRIC Wageningen, p. 2, 1988.
- [11] World Soil and Terrain Digital Database at Scale 1:1 M (SOTER). Project Proposal. Wageningen, p. 1–23, 1986.
- [12] FAO-UNESCO Soil map of the world. Revised Legend. World Soil Resources Report 60, FAO, Rome, p. 1–119, 1988.
- [13] Proceedings of the Second Regional Workshop on a Global Soils and Terrain Digital Database and Global Assessment of Soil Degradation. Porto Alegre, Brazil 1988. SOTER Report 4e, ISSS, p. 98, Wageningen 1989.
- [14] V. W. P. van Engelen: Selection Procedure of Geographic Information System Software for SOTER. ISRIC Working Paper and Preprint 89/5 Wageningen, p. 1–38, 1989.
- [15] L. R. Oldeman, R. T. A. Hakkeling, W. G. Sombroek: World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation. An Explanatory Note, ISRIC, UNEP, Wageningen 1990.
- [16] V. W. P. van Engelen, I. H. M. Pulles: SOTER Procedures Manual for Small-Scale Map and Database Compilation, 4th Edition, April 1991. Working Paper and Preprint, ISRIC Wageningen 1991.
- [17] World Soils and Terrain Digital Database (SOTER). A computerized Land Resource Development and Conservation System. Docum. 14th Int. Congress of Soil Science, Kyoto – Japan, p. 1–10, 1990.
- [18] G. Varallyay, W. G. Sombroek: Central European Soil and Terrain Digital Database at Scale 1:1 M – CESOTER. Project Proposal, Budapest, p. 1–9, 1990.