

## PRZESTRZENNA CHARAKTERYSTYKA ŚRODOWISKA GLEBOWEGO POLSKI W SYSTEMIE GEOINFORMACYJNYM

*Janusz Ostrowski*  
*Instytut Melioracji i Użytków Zielonych Falenty*  
*05-090 Raszyn*

### 1. Wprowadzenie

Sporządzanie map glebowych musi być poprzedzone terenowym rozpoznaniem, na które składa się identyfikacja gleb przewidzianych do prezentacji na mapie oraz wyznaczenie zasięgów ich występowania. Identyfikacji gleb dokonuje się poprzez badania ich cech morfologicznych w specjalnie dla tego celu wykonanych odkrywkach glebowych. Zidentyfikowana gleba wraz z zasięgami jej występowania uzyskuje, w aspekcie kartograficznym, miano jednostki glebowej. W zależności od poziomu identyfikacji gleb w odniesieniu do podziału klasyfikacyjnego oraz skali mapy dla której prowadzone są badania terenowe rozróżnia się elementarne bądź zgeneralizowane jednostki glebowe.

Znacznie trudniejszym do rozwiązania zagadnieniem z zakresu kartografii gleb jest przestrzenna charakterystyka środowiska glebowego lub właściwości gleb parametryzowanych wynikami analiz laboratoryjnych. W tym celu niezbędne jest przede wszystkim pobranie w terenie odpowiedniej do zmienności badanej cechy liczby próbek glebowych oraz wykonanie analiz, często pracochłonnych i kosztownych.

Próbę rozwiązania tego problemu podjęły w połowie lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku instytuty: Agrofizyki PAN oraz Melioracji i Użytków Zielonych tworząc system geoinformacyjny — „Baza danych glebowo-kartograficznych” zasilany wynikami analiz gleb pochodzących z zasobów zgromadzonych w banku próbek glebowych (Gliński i in., 1991). Zgromadzone w tym banku próbki z 1000 profili reprezentujące mineralne gleby orne Polski tworzą serie charakteryzujące zmienność właściwości gleb w skali kraju zgodnie z wymaganiami metod statystycznych używanych do przestrzennej waloryzacji i parametryzacji środowiska glebowego.

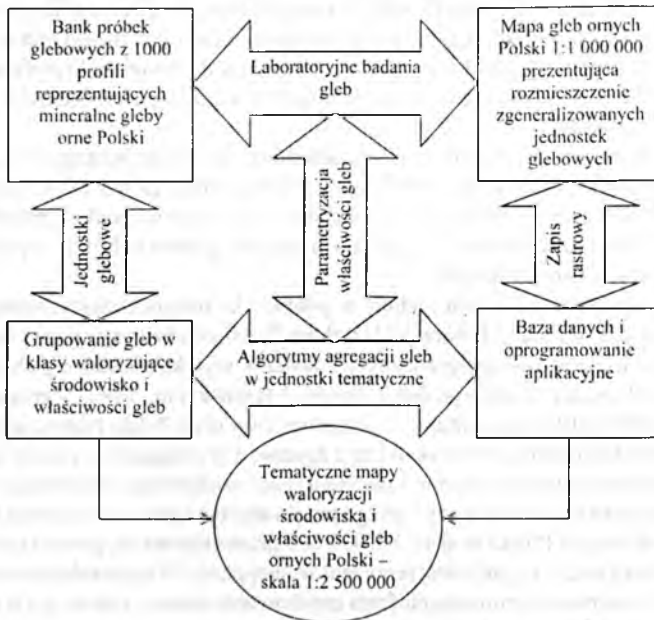
Merytoryczną podstawę do kartograficznego przetwarzania i generowania map tematycznych stanowi mapa gleb ornych Polski w skali 1:1 000 000 przetworzona do postaci rastrowej. Informuje ona o strukturze pokrywy glebowej reprezentowanej przez 29 zgeneralizowanych jednostek glebowych oraz o rozmieszczeniu innych form użytkowania terenu: lasów, użytków zielonych, akwenów, terenów zabudowanych.

### 2. Charakterystyka i zasady funkcjonowania bazy danych glebowo-kartograficznych

Baza danych glebowo-kartograficznych to zestaw plików zawierających treść mapy glebowej i oprogramowania potrzebnego do przechowywania danych i tworzenia różnego rodzaju map pochodnych związanych z pokrywą glebową. Podstawowym plikiem bazy jest plik zawierający rastrowy zapis rozmieszczenia jednostek glebowych. Zasadniczą procedurą systemu przetwarzania to grupowanie gleb w klasy o zbliżonych właściwościach a następnie pokrycie jednakową barwą konturów wszystkich gleb włączonych do danej klasy. W wyniku tej procedury powstaje barwna mapa tematyczna obrazująca rozmieszczenie wyróżnionych klas właściwości gleb.

W matematycznym ujęciu rozwiązanie polega na topologicznej agregacji konturów glebowych według zadanej funkcji przyporządkowania. Przy czym wprowadzony do bazy rastrowy obraz mapy glebowej można wielokrotnie przetwarzać otrzymując odpowiednie mapy tematyczne, poprzez zmianę algorytmu grupowania gleb w odpowiednie klasy.

Funkcjonowanie bazy danych jest ściśle powiązane z bankiem próbek glebowych (rys. 1). W banku tym zgromadzone są informacje o obliczu morfologicznym (cechach opisowych) gleb oraz próbki glebowe umożliwiające poprzez badania laboratoryjne identyfikację poszczególnych właściwości gleb. Profile gleb reprezentujące poszczególne zgeneralizowane jednostki glebowe podzielone są na grupy (serie) według ustalonego klucza klasyfikacyjnego. Jednostki te identyfikuje zestaw cech i właściwości oraz przestrzeń występowania przedstawiona na mapie gleb wprowadzonej do bazy danych glebowo-kartograficznych. W bazie tej jednostki glebowe reprezentowane są przez kontury glebowe stanowiące ich atrybuty przestrzenne, natomiast wprowadzone do niej wyniki analiz laboratoryjnych stanowią atrybuty identyfikujące charakterystyczne właściwości gleb.



Rys. 1 System geoinformacyjny „Baza Danych Glebowo-Kartograficznych” — jego funkcjonowanie i zasilanie danymi z „Banku Próbek Glebowych”

Opierające się na powyższych założeniach zasady funkcjonowania bazy danych glebowo-kartograficznych sprowadzają się do operacji interakcyjnych, które można ująć w dwustopniowy algorytm.

Pierwsza jego część to operacje na zbiorze jednostek glebowych, polegające na ich grupowaniu poprzez przyporządkowywanie według przyjętych kryteriów do tematycznych grup rodzajowych (lub klas, ocen). Grupy te określono mianem jednostek tematycznych. Ta część algorytmu dotyczy zmiany glebowej treści mapy na pochodną treść tematyczną.

Druga część algorytmu dotyczy operacji o charakterze topologicznym realizowanych przez denominację i agregację konturów glebowych w celu utworzenia nowego obrazu kartograficznego — mapy tematycznej.

Jak już wspomniano wyżej obraz mapy wynikowej uzyskiwany jest poprzez stosowanie procedury interakcyjnej. Polega on na realizacji algorytmu kwalifikacji poszczególnych konturów glebowych z oznaczeniem danej jednostki glebowej do określonej klasy (jednostki tematycznej) na podstawie uprzednio opracowanego „klucza klasyfikacyjnego” wynikającego z modelu agregacji gleb w jednostki tematyczne. Kwalifikacja ta realizowana jest poprzez nadanie konturom barw odpowiadających wyróżnionym jednostkom zbiorczym (tematycznym).

Z kartograficznego punktu widzenia mamy więc do czynienia z dwoma rodzajami działań:

- zamianą merytorycznej treści w istniejących konturach mapy bazowej (glebowej);
- tworzenie konturów o nowej treści poprzez agregację sąsiadujących ze sobą konturów mapy bazowej o jednakowym wyniku denominacji.

Uzyskany obraz mapy tematycznej jest następnie skalowany, lokalizowany geometrycznie na arkuszu edycyjnym oraz, po uzupełnieniu tytułu i legendy, generowany w formie analogowej poprzez urządzenie rysujące lub drukujące.

### 3. Parametryzacja i waloryzacja rozpatrywanych właściwości gleb

Istotnym elementem przetwarzania danych i kartograficznej wizualizacji waloryzacji gleb jest parametryzacja ich właściwości. Liczbowe mierniki właściwości gleb uzyskiwane są poprzez wykonanie badań laboratoryjnych. Zakłada się, że statystycznie uśrednione wyniki tych badań, przeprowadzonych na serii próbek pobranych z danej jednostki glebowej w różnych regionach kraju, mogą być traktowane jako próba z populacji tej gleby, a uzyskana charakterystyka liczbowa (ilościowa) może być przypisana do wszystkich konturów tej jednostki glebowej na terenie Polski. Uzyskiwane parametry zwykle mają formę statystycznie określonych przedziałów zmienności badanej cechy.

Zdarza się często, że przedziały te ustalone dla poszczególnych jednostek glebowych nie różnią się istotnie i część tych jednostek może być scharakteryzowana wspólnym przedziałem. W ten sposób 29 rozpatrywanych jednostek glebowych może być połączonych w kilka grup waloryzacyjnych o zbliżonych właściwościach. Oczywiście, w przypadku badania różnych właściwości różny może być efekt łączenia gleb w grupy waloryzacyjne.

Inna metoda waloryzacji środowiska glebowego może być oparta na działaniu dwustopniowym. Pierwszym jej stopniem będą badania właściwości gleb i ustalanie relacji między parametrami tych właściwości wyrażonych w formie wskaźników liczbowych (ilościowych). Drugi stopień to łączenie jednostek glebowych w grupy o zbliżonych wartościach wskaźników, a następnie denominacja konturów glebowych i kartograficzne przetworzenie uzyskanych atrybutów przestrzennych według ustalonej funkcji przyporządkowania.

### 4. Koncepcja przetwarzania danych glebowo-kartograficznych

Generowanie różnego rodzaju map tematycznych realizowane jest automatycznie przy pomocy specjalnie opracowanego programu „GLEBY”. Wejściem do programu jest odpowiednio przygotowany plik zawierający numeryczny zapis mapy gleb w skali 1:1 000 000. Powstał on w wyniku skanowania dwukolorowej (czarno-białej) mapy zawierającej osymbolizowane kontury glebowe poprzez interakcyjne pokolorowanie tych konturów przy pomocy specjalnie opracowanego programu. Przy pomocy tego programu została również ustalona tablica indeksowa zawierająca przyporządkowania poszczególnym konturom barw odpowiadających symbolom zgeneralizowanych jednostek glebowych. Barwna mapa gleb i indeks stanowią podstawowe dane do przetwarzania.

Tworzenie mapy tematycznej polega na zaliczeniu każdej gleby do odpowiedniej klasy (jednostki tematycznej) oraz przetworzeniu w taki sposób, aby kontury gleb należące w wyniku przyporządkowania do tej samej klasy i leżące obok siebie zostały połączone w jeden kontur jednostki tematycznej.

Przyporządkowanie barw odbywa się na podstawie specjalnie dobranej i wydrukowanej 256-kolorowej palety. Każda barwa w paletcie ma nadany numer i przy jego pomocy użytkownik zamienia barwę dane wyróżnienie na mapie tematycznej oraz używa go przy przekształcaniu i łączeniu jednostek glebowych w jednostki tematyczne.

Wyjściem z programu (wynikiem przetwarzania) jest plik zawierający barwną mapę tematyczną w postaci rastrowej mapy bitowej i obraz tej mapy wydrukowany na drukarce. Mapa (w skali 1:2 500 000) może być drukowana wielokrotnie na drukarce w dowolnym czasie.

## 5. Przykłady rozwiązań aplikacyjnych

Jak już wspomniano opracowanie map tematycznych wymaga pozyskania danych parametrycznych poprzez przeprowadzenie badań laboratoryjnych. W banku próbek glebowych gleby orne Polski charakteryzuje 3000 próbek pobranych z 1000 reprezentatywnych profili glebowych. Rozpoznanie i sparаметryzowanie każdej właściwości gleby wymaga więc przeprowadzenia wielotysięcznej serii analiz laboratoryjnych co jest przedsięwzięciem pracochłonnym, długotrwałym i kosztownym.

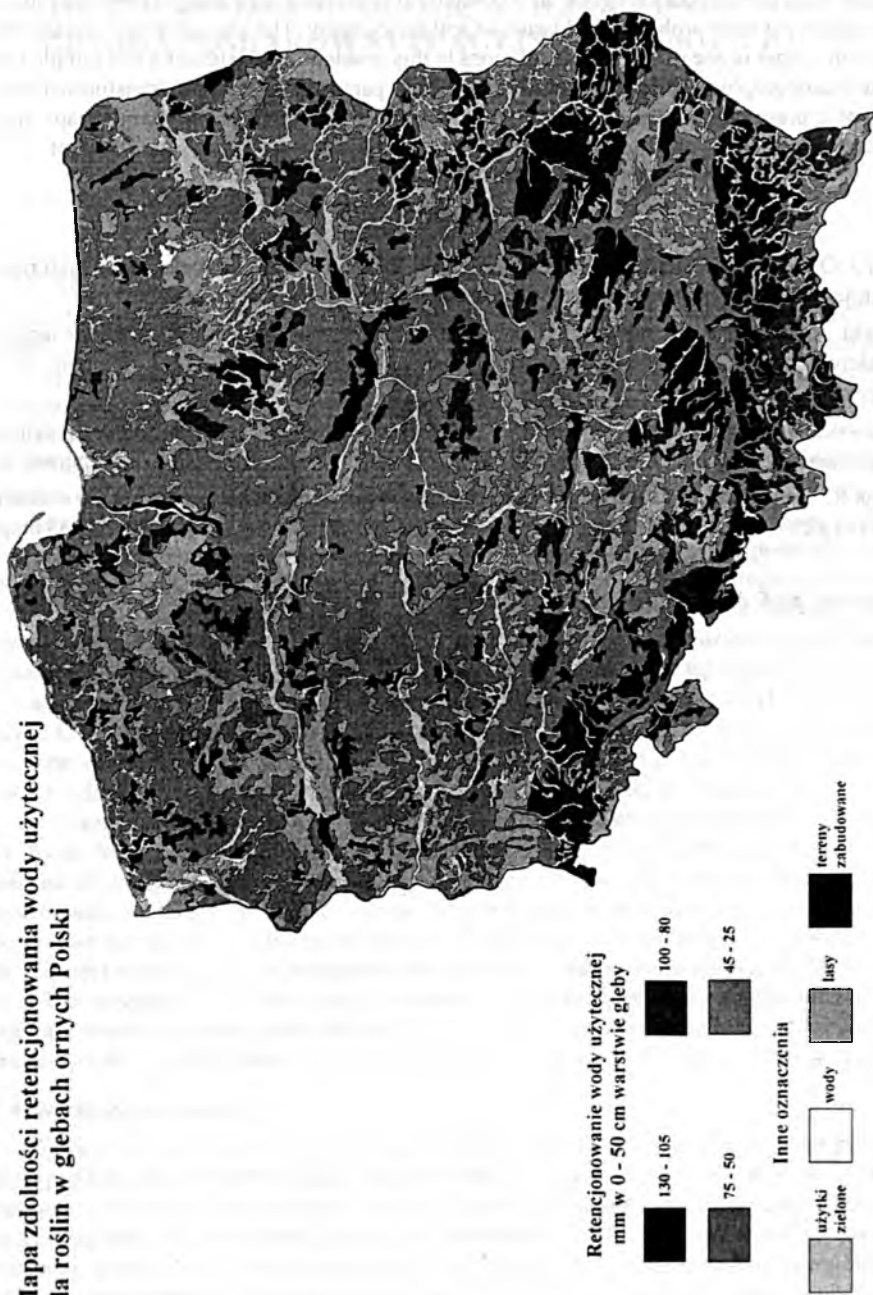
Dotychczas udało się pozyskać środki i przeprowadzić badania trzech grup właściwości gleb. Są to:

- odporność oksydoredukcyjna gleb i standaryzowany potencjał oksydoredukcyjny opublikowane w formie „Atlasu oksydoredukcyjnych właściwości gleb ornych Polski” (Stępniewska i in., 1997) zawierającego kilkadziesiąt map tematycznych;
- powierzchnia właściwa gleb zaprezentowana na czterech mapach tematycznych opublikowanych w monografii (Stawiński i in., 2000);
- hydrofizyczne charakterystyki mineralnych gleb ornych Polski przedstawione na trzydziestu trzech mapach zamieszczonych w monografii (Walczak i in., 2002).

Dla zilustrowania funkcjonowania prezentowanego systemu geoinformacyjnego sporządzono przedstawioną na rys. 2 mapę tematyczną obrazującą przestrzenne rozmieszczenie gleb o zróżnicowanych potencjalnych zapasach wody dostępnej dla roślin. Jest to mapa kompilacyjna do sporządzenia której wykorzystano parametr wyrażonej w procentach objętościowych zawartości wody dostępnej dla roślin w ornej i podornej warstwie gleb oraz miąższości tych warstw w odniesieniu do poszczególnych jednostek glebowych. Pozwoliło to na wyliczenie zapasów wody wyrażonej w milimetrach tak jak to jest przyjęte w rolnictwie.

Merytoryczna interpretacja tej mapy pozwala na sformułowanie stwierdzenia, że obszarowo w Polsce dominują gleby orne retencjonujące w 50. centymetrowej warstwie (w której występuje przeważająca część korzeni roślin uprawnych) 50–75 mm wody dostępnej dla roślin, natomiast najwyższymi potencjalnymi zasobami (105–130 mm) tej formy wody glebowej charakteryzują się gleby lessowe i lessowate występujące w pasie przedgórz oraz wyżyn Polski południowej.

Mapa zdolności retencjonowania wody użytecznej  
dla roślin w glebach ornymch Polski



Rys. 2. Przykład mapy tematycznej

### Abstract

The spatial characterisation of soil environment parameterised according to laboratory analyses belongs to the most problematical issues of soil cartography. The geo-informatic system presented in the paper is one of few Polish solutions to this problem. It consists of a soil sample bank and a soil cartographic database, in which soil quality parameters are being transformed into a cartographic presentation. Resulting cartographic applications are redox resistance maps, maps of surface area of soil types and maps of hydro-physical features of the soil environment.

### Literatura

- Gliński J., Ostrowski J., Stępniewska Z., Stępniewski W., 1991: Bank Próbek Glebowych reprezentujących gleby mineralne Polski. *Problemy Agrofizyki* 66, Ossolineum,
- Stawiński J., Gliński J., Ostrowski J., i in., 2000: Przestrzenna charakterystyka powierzchni właściwej gleb ornych Polski. *Acta Agrophysica*, monogr. 33, IA PAN, Lublin, str. 46 i 4 mapy.
- Stępniewska Z., Stępniewski W., Gliński J., Ostrowski J., 1996: Atlas oksydoredukcyjnych właściwości gleb ornych Polski. IA PAN, IMUZ, Lublin – Falenty, 33 mapy i 11 diagramów.
- Walczak R., Ostrowski J., Witkowska-Walczak B., Sławiński C., 2002: Hydrofizyczne charakterystyki gleb ornych Polski. *Acta Agrophysica*, monogr. 79, IA PAN, Lublin, str. 64 i 33 mapy.

Recenzował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Koreleski