

Stanisław Białousz  
Jerzy Chmiel  
Katarzyna Osińska-Skotak  
Joanna Pluto-Kossakowska

## TECHNOLOGIA TWORZENIA GEOREFERENCYJNEJ BAZY DANYCH DLA GLEB ZLEWNI ODRY\*

### Streszczenie

Georeferencyjna baza danych dla gleb zlewni Odry powstaje w ramach programu koordynowanego przez Space Applications Institute /Joint Research Centre w Isprze, którego celem jest opracowanie modelu zagrożenia powodziowego w zlewni Odry. Stanowić ona będzie jedną z kilku dostępnych już, lub opracowywanych baz danych dla tego terenu. Dokładność geometryczna danych ma odpowiadać mapie w skali 1:250 000. Koordynatorem prac ze strony polskiej jest Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Proponowana technologia, dostosowana do metodyki Europejskiej Georeferencyjnej Bazy Danych o Glebach w skali 1:250 000 i do istniejących materiałów źródłowych, wykorzystuje na każdym etapie możliwe do zastosowania metody cyfrowe, zarówno w odniesieniu do fazy przygotowywania podkładu i materiałów pomocniczych do wyznaczenia konturów jednostek krajobrazowych jak również do finalnej fazy tworzenia bazy danych.

### 1. Wstęp

Omawiana baza danych powstaje w ramach szerszego programu koordynowanego przez Space Applications Institute /Joint Research Centre w Isprze, który koncentruje się na opracowaniu i testowaniu modelu zagrożenia powodziowego w zlewni Odry. Baza danych o glebach będzie tylko jedną z kilku już istniejących, lub jeszcze opracowywanych baz danych dla tego obszaru. Dla numerycznej realizacji modelu zagrożenia powodziowego niezbędna jest znajomość przestrzennego rozkładu i natury co najmniej kilku elementów, charakteryzujących zlewnię takich jak gleby, pokrycie terenu, opady atmosferyczne, elementy infrastruktury, hydrografia, rzeźba terenu.

Obszar objęty opracowaniem to całe dorzecze Odry od jej źródeł do ujścia, zarówno po stronie polskiej jak i na terenie Niemiec i Czech, ale bez podzlewni Warty. Dokładność geometryczna danych ma odpowiadać mapie w skali 1:250 000.

\* W niniejszym referacie wykorzystano w znacznym stopniu tekst oraz materiały z referatu przedstawionego na X Konferencji PTIP w Zegrzu i uzupełniono je o doświadczenia z ostatnich miesięcy realizacji projektu.

Koordynatorem prac ze strony polskiej jest Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej. W realizacji projektu biorą również udział: Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Instytut Gleboznawstwa AR we Wrocławiu, Katedra Odnowy Środowiska Politechniki Zielonogórskiej, Katedra Gleboznawstwa AR w Poznaniu, Katedra Gleboznawstwa AR w Szczecinie.

Część geometryczna bazy danych będzie mogła powstać z maksymalnym wykorzystaniem technologii GIS, głównie dzięki życzliwości i udostępnieniu materiałów przez Zarząd Geografii Wojskowej WP.

Metodyka tworzenia omawianej bazy danych powinna korespondować z opracowaną niedawno metodyką Europejskiej Georeferencyjnej Bazy Danych o Glebach w skali 1:250 000 (Georeferenced Soil Database for Europe). Prace nad tworzeniem bazy danych przestrzennych dla gleb zlewni Odry są aktualnie w fazie wydzielenia konturów jednostek krajobrazowych. Niniejszy artykuł prezentuje przyjętą metodę tworzenia omawianej bazy, dostosowaną do metodyki europejskiej oraz do istniejących materiałów źródłowych.

## **2. Podstawowe założenia Europejskiej Georeferencyjnej Bazy Danych o Glebach w skali 1:250 000**

### **2.1. Przeznaczenie**

W roku 1995 Komisja Europejska powołała grupę ekspertów (działającą obecnie w ramach Joint Research Centre w Isprze) dla opracowania metodyki tworzenia bazy danych o glebach w skali 1:250 000. Metodykę tworzenia bazy danych przedstawiono w „Georeferenced Soil Database for Europe, Manual of Procedures, version 1”. Metodyka przedstawiona w podręczniku wyznacza ramy i standardy, do których powinny nawiązywać bazy danych o glebach w poszczególnych krajach europejskich, które to bazy będą tworzone w ramach projektów pilotowych.

Zaproponowana skala 1:250 000 jest pośrednią między istniejącą już bazą danych o glebach Europy w skali 1:1 000 000 a szczegółowymi mapami gleb wykonywanymi dla małych obszarów. Odpowiada ona potrzebom regionalnym i będzie przyjęta również dla inwentaryzacji innych elementów środowiska. Dodatkowym argumentem dla przyjęcia tej skali jest istniejąca w tej skali powszechnie dostępna mapa topograficzna.

Baza danych o glebach w skali 1:250 000 traktowana jest jako jeden z elementów Europejskiego Systemu Informacji o Glebach (European Soil Information System = EUSIS). Celem tej bazy danych jest dostarczenie potrzebnych charakterystyk gleb, połączonych z danymi o terenie, klimacie, roślinności i litologii, o rozdzielczości przydatnej do planowania regionalnego i przedstawionych w postaci zapewniającej wymiennosc i porównywalność zbiorów danych między instytucjami na poziomie regionalnym, lub krajowym.

Przewidywane zastosowania bazy danych przestrzennych o glebach w skali 1:250 000 wynikają zarówno z postulatów innych dyscyplin, jak i z dotychczasowych doświadczeń.

Najważniejszym z nich jest planowanie użytkowania gruntów spełniającego warunki zrównoważonego rozwoju. Inne równie ważne aplikacje to ochrona jakości wód podziemnych, ocena zagrożenia erozją, ocena zagrożenia posuchą, ocena przydatności terenu na różne cele, określanie terenów podatnych na wymywanie związków azotu, ocena zanieczyszczeń geochemicznych, monitoring ekosystemów leśnych.

## 2.2. Definicje wyróżnianych jednostek

Georeferencyjna Baza Danych o Glebach jako podstawowy element przyjmuje *jednostkę glebową* (ang. soil body). Wychodząc od tego pojęcia, wprowadzono na kolejnych poziomach agregacji terminy: *krajobrazowa jednostka glebowa* (krajobraz glebowy, ang. soilscape) oraz *region glebowy* (ang. soil region). Mają one umożliwić lepsze zrozumienie przestrzennej zmienności gleb i ułatwić zarządzanie danymi w skali kontynentalnej.

**Jednostka glebowa** stanowi część pokrywy glebowej i ma właściwe sobie cechy diagnostyczne wynikające z podobnych procesów glebotwórczych. Przyjęte w tej bazie danych cechy diagnostyczne jednostek glebowych nawiązujące do legendy dla Mapy Gleb Świata FAO z roku 1990 rozszerzono o trzy dodatkowe kryteria: skalę macierzystą, skład granulometryczny i głębokość do warstwy stanowiącej przeszkodę dla korzeni. *Jednostka glebowa stanowi część rzeczywistej pokrywy glebowej, ale jej granice nie muszą być określone.*

Według powyższego rozumowania jednostkę glebową (soil body) można utożsamiać z glebową jednostką typologiczną (STU) w bazie danych 1:1 000 000 i porównać do typu gleby (czasami podtypu) w Systematyce Gleb Polski, wytworzonego ze skał macierzystych o podobnej granulometrii.

**Krajobrazowa jednostka glebowa** jest definiowana jako część pokrywy glebowej obejmująca jednostki glebowe mające obecnie, lub wytworzone w przeszłości zależności funkcjonalne i dająca się przedstawić w skali 1:250 000. **Głównym kryterium dla wyznaczania krajobrazowych jednostek glebowych jest rzeźba terenu.** Pierwszeństwo mają takie atrybuty morfologiczne jak wysokość n.p.m., nachylenie i długość stoku, rozczłonkowanie krajobrazu. Atrybuty te można uzyskać z numerycznego modelu rzeźby terenu. Dodatkową zaletą tych atrybutów jest to, że rzeźba terenu jest również wskaźnikiem materiału geologicznego, który jest równie ważnym kryterium diagnostycznym dla krajobrazowej jednostki glebowej. Dla wyznaczania krajobrazowych jednostek glebowych mogą być również użyteczne informacje o pokryciu terenu uzyskane ze zdjęć satelitarnych.

Podsumowując: **definiowanie i wyznaczanie granic krajobrazowych jednostek glebowych jako obszaru grupującego sąsiadujące jednostki glebowe jest oparte na rzeźbie terenu, geomorfologii, skale macierzystej i podzlewniach.**

Krajobrazową jednostkę glebową można porównać do kartograficznej jednostki glebowej SMU (soil mapping unit) stosowanej przy tworzeniu bazy danych 1:1 000 000 i do wyróżnień w legendzie mapy glebowej w skalach średnich i małych. Podejście proponowane w metodyce europejskiej nie stwarza problemów koncepcyjnych ani warsztatowych z uwagi na istniejące analogie do znanego w metodyce polskiej kartografii gleb

pojęcia jednostki morfolitogenicznej, jako jednostki krajobrazowej obejmującej teren o podobnej morfologii, litologii i genezie. Stanowi to również nawiązanie do koncepcji systemu SOTER (Soil and Terrain Digital Database).

**Regiony glebowe** obejmują tereny o podobnych warunkach kształtowania się gleb (podobnych czynnikach glebotwórczych). Dopuszczalna zmienność właściwości jednostek glebowych powinna się zamykać wewnątrz regionu. Regiony glebowe są jednostkami nadrzędnymi wewnątrz których mieszczą się jednostki krajobrazowe (z wyznaczonymi granicami) i jednostki glebowe (opisane, ale bez wyznaczania granic).

W skali Europy przyjęto 3 kryteria wydzielenia regionów glebowych: dane klimatyczne, skały macierzyste gleb, wysokość n.p.m. i główne formy terenu. Z kombinacji tych czynników wynikły 172 regiony glebowe. Na obszarze Polski wyróżniono 12 regionów. Po weryfikacji ich liczba zwiększyła się niewiele. Natomiast będą wyznaczone dokładniej granice regionów.

### 3. Technologia tworzenia bazy danych dla zlewni Odry

Stworzenie pełnej (na wszystkich poziomach) bazy danych o glebach według metodyki europejskiej jest czasochłonne i kosztochłonne. Przykładowo, każda jednostka glebowa musi mieć opisane w terenie i zbadane laboratoryjnie profile glebowe (co najmniej dwa) oraz pozyskane dane z innych źródeł. Dane z pomiarów i obserwacji terenowych na poziomie jednostki glebowej obejmują 16 atrybutów, kod jednostki oraz współrzędne lokalizujące profil. Dodatkowo do bazy wprowadzane są dane oszacowane, czyli dane uśrednione dla całej np. jednostki glebowej. Na pozostałych poziomach bazy danych również wprowadzane są dane z pomiarów i uśrednienia. Widać zatem, że koszty pozyskania danych do części opisowej są znacznie większe niż koszty stworzenia części geometrycznej.

Ze względu na ograniczony czas (1 rok) i ograniczone środki nie będzie możliwe wykonanie pełnej bazy danych dla zlewni Odry. Będzie to baza danych pełna jedynie w części geometrycznej, natomiast w zakresie danych opisowych uproszczona. W uzgodnieniu z koordynatorem ze strony Komisji Europejskiej przyjęto, że część opisowa będzie zawierać atrybuty charakteryzujące glebowe jednostki krajobrazowe (22 atrybuty obligatoryjne i 2 fakultatywne) oraz atrybuty oszacowane (średnie) dla jednostek glebowych (17 atrybutów obligatoryjnych i 10 fakultatywnych). Część z tych atrybutów można pozyskać z istniejących map glebowych i tematycznych oraz z danych analitycznych. Niektóre trzeba będzie wydedukować ze składu granulometrycznego i z innych znanych właściwości.

#### 3.1. Materiały źródłowe

Podstawowe materiały źródłowe stanowią: numeryczny model rzeźby terenu, numeryczna mapa topograficzna 1:250 000, mapa glebowo-rolnicza 1:100 000, mapa pokrycia terenu wykonana w ramach programu CORINE Land Cover, zdjęcia satelitarne Landsat TM, mapa geologiczna 1:200 000, mapa geomorfologiczna 1:500 000.

Jako materiały pomocnicze będą użyte: archiwalna mapa gleb 1:300 000, mapa potencjalnej roślinności naturalnej 1:300 000, lokalne opracowania gleboznawcze i fragmentaryczne bazy danych (do pozyskania danych dla części opisowej bazy danych).

### **3.2. Technologia**

Opracowywana baza danych jest uproszczona w stosunku do wymagań metodyki tworzenia Europejskiej Bazy Danych o Glebach w skali 1:250 000. W części geometrycznej zawiera granice regionów glebowych i granice jednostek krajobrazowych. W części opisowej podaje atrybuty dla jednostek krajobrazowych i dla wchodzących w ich skład jednostek glebowych.

Część geometryczna jest opracowywana na podstawie map pochodnych od DTM, map glebowo rolniczych, map geologicznych i geomorfologicznych, mapy pokrycia terenu, wybranych elementów z mapy topograficznej 1:250 000. Przetworzenie danych źródłowych do skali 1:250 000 i do odwzorowania UTM zostało wykonane numerycznie.

Część opisowa bazy danych jest wykonywana przez ekspertów (gleboznawców) którzy szacują parametry glebowe i krajobrazowe dla poszczególnych jednostek krajobrazowych i jednostek glebowych.

Niektóre przyjęte rozwiązania wynikają również z faktu, że mapy glebowo rolnicze nie zawierają informacji o glebach terenów leśnych. Dane dla gleb terenów leśnych będą uzyskane drogą dedukcji ze zdjęć satelitarnych, map geologicznych, geomorfologicznych, archiwalnych map glebowych 1:300 000 oraz mapy potencjalnej roślinności naturalnej.

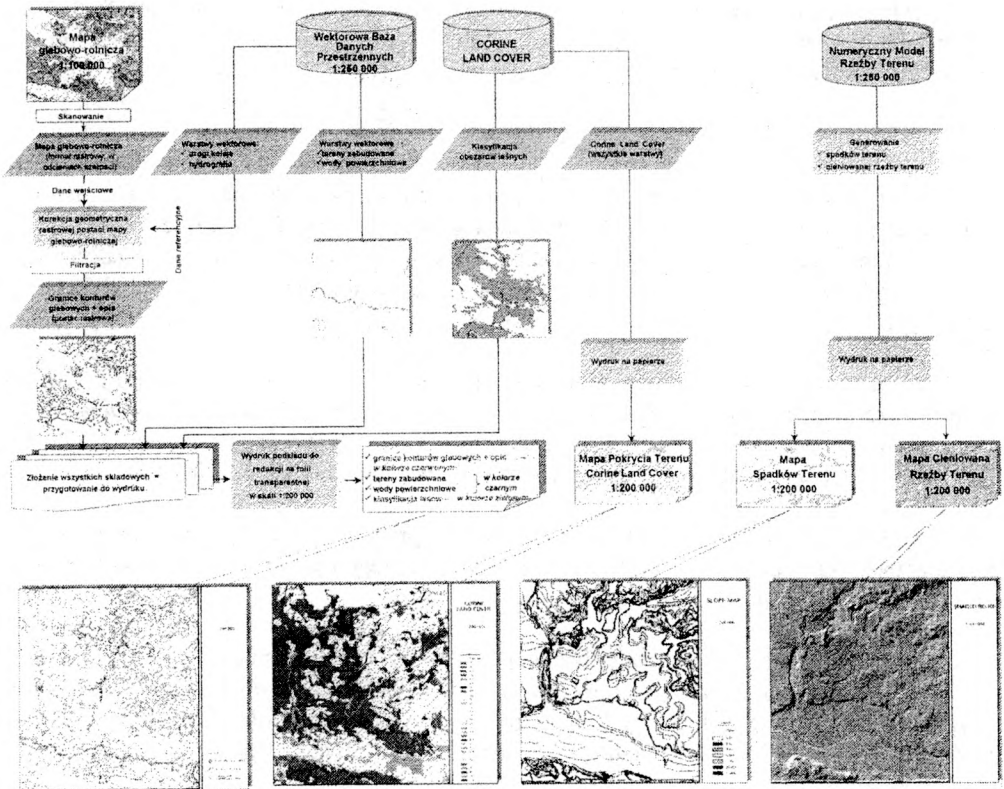
W proponowanej technologii można wyodrębnić następujące etapy:

1. Przygotowanie materiałów do opracowania części geometrycznej bazy danych (Rys. 1);
2. Wyznaczenie konturów jednostek krajobrazowych (Rys. 2);
3. Przeniesienie zredagowanej treści do postaci numerycznej i utworzenie bazy danych przestrzennych (Rys. 3).

Przyjętym układem odniesienia jest prostokątny układ współrzędnych UTM.

Ze względu na nieczytelność opisów konturów glebowych z mapy glebowo-rolniczej w skali 1:100 000 przy wydruku podkładu do skali 1:250 000 przyjęto jako skalę roboczą dla materiałów podkładowych, skalę 1:200 000. Nie odbiega ona zbyt wiele od przyjętej skali końcowego opracowania, a ułatwia znacznie wyznaczenie jednostek krajobrazowych dla opracowywanej bazy danych z zachowaniem przyjętych kryteriów dotyczących wielkości wydzielanych jednostek.





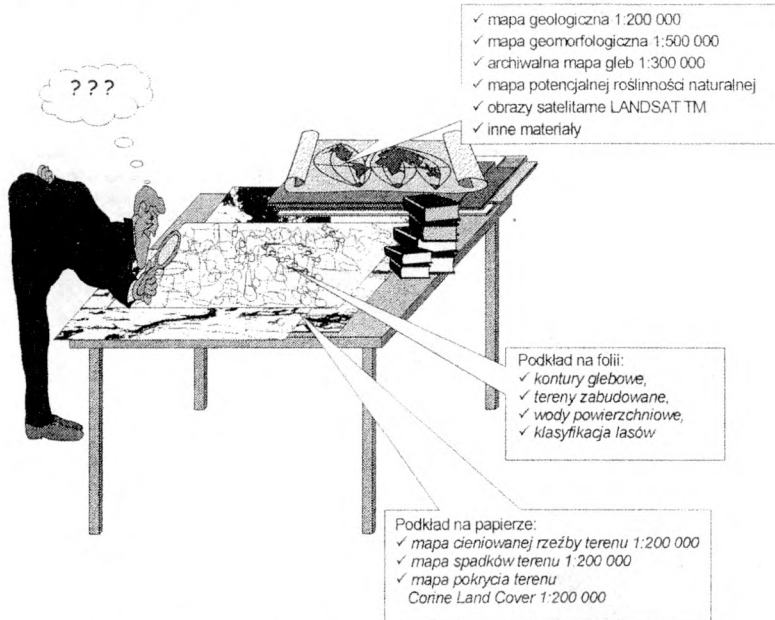
Rys. 1. Przygotowanie materiałów do opracowania części geometrycznej bazy danych

Podstawowym materiałem podkładowym do redakcji konturów krajobrazowych jednostek glebowych jest folia transparentna zawierająca trzy podstawowe kategorie informacji wyróżnione odmiennymi kolorami:

1. kolorem czarnym wydrukowano elementy wchodzące bezpośrednio do tworzonej bazy danych, takie jak: tereny zabudowane oraz wody powierzchniowe, które pozyskano z wektorowej bazy danych przestrzennych 1:250 000;
2. w kolorze czerwonym wyróżniono granice konturów glebowych wraz z opisem, stanowiące treść mapy glebovo-rolniczej 1:100 000;
3. kolorem zielonym wyodrębniono tereny leśne według klasyfikacji CORINE Land Cover.

Materiałami pomocniczymi (w postaci wydruków na papierze) są: pochodne DTM w postaci mapy spadków i mapy cieniowanej rzeźby terenu oraz mapa pokrycia terenu CORINE Land Cover. Wszystkie wymienione powyżej materiały wydrukowano w skali 1:200 000. Biorąc pod uwagę wspomniane na wstępie podstawowe kryteria dla wyróżnienia krajobrazowych jednostek glebowych, produkty pochodne numerycznego modelu rzeźby terenu stanowią jedno z istotniejszych źródeł danych na etapie wyznaczania granic jednostek krajobrazowych.

Przetworzenia danych cyfrowych wykonane zostały przy pomocy dwóch systemów: ARC/Info oraz Erdas Imagine.



Rys. 2. Wyznaczenie konturów jednostek krajobrazowych – etap redakcyjny

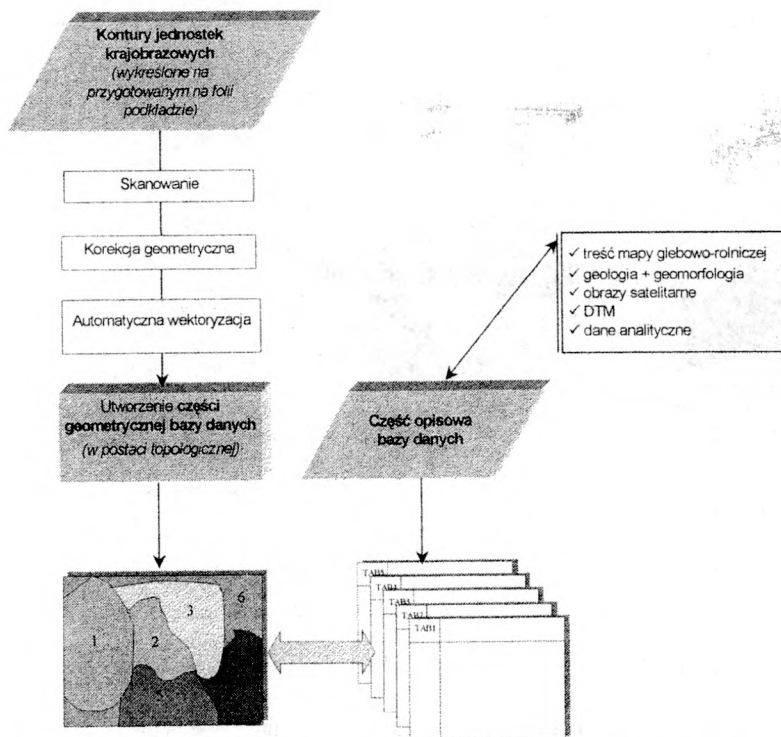
Na etapie redakcji jako najmniejszą powierzchnię krajobrazowej jednostki glebowej przyjmuje się  $6 \text{ km}^2$ , co daje na mapie w skali 1:250 000 prostokąt  $12 \times 8 \text{ mm}$ . Między innymi z tego powodu wewnątrz krajobrazowej jednostki glebowej nie podaje się granic tworzących ją jednostek glebowych. W części semantycznej podaje się jedynie % powierzchni zajmowanej przez poszczególne jednostki glebowe.

Postać wektorowa konturów krajobrazowych jednostek glebowych (wykreślonych kolorem czarnym na folii) powstaje poprzez kolejne etapy obróbki cyfrowej (skanowanie, geometryzacja, automatyczna wektoryzacja). Po zbudowaniu topologii w ARC/Info następuje powiązanie z częścią opisową bazy danych, powstałą na etapie redakcji.

#### 4. Konkluzje

Proponowana technologia wykorzystuje na każdym etapie możliwe do zastosowania metody cyfrowe, aby uwolnić redaktorów poszczególnych arkuszy od instrumentalnego i ręcznego przenoszenia konturów z różnych map źródłowych na mapę, na której będą wyznaczone granice jednostek krajobrazowych.

W całości technologii na podkreślenie zasługuje duża rola numerycznego modelu rzeźby terenu w tworzeniu części geometrycznej bazy danych. Można więc powiedzieć, że ta technologia otwiera nowy etap zarówno w kartografii gleb w skalach średnich, jak i w tworzeniu baz danych o glebach.



Rys. 3.: Przeniesienie zredagowanej treści do postaci numerycznej i utworzenie bazy danych przestrzennych

## Literatura

1. Białousz S., Chmiel J., Głazewski A., Osińska-Skotak K., Pluto-Kosaakowska J., 2000, *Baza Danych Przestrzennych dla gleb zlewni Odry*. Mat. Konferencji PTIP „Systemy Informacji przestrzennej”, Zegrze 2000;
2. *Development of the Soil Digital database for the area of the Odra basin at the scale 1:250 000*, Technical Annex. SAI-JRC Ispra, 1999;
3. *Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of Procedures, version 1.0*. European Soil Bureau, SAI-JRC Ispra, 1998;
4. Mróz M., Białousz S., 2000, *Application of SPOT images and forest vegetation maps for creation of the database for forested soils using GIS modelling*, Proc. ISPRS Congress Amsterdam 2000, Vol. XXXIII Arch. ISPRS.

Recenzował: dr inż. Stanisław Mularz