

**PRZYKŁAD WYKORZYSTANIA ISTNIEJĄCYCH MAP,  
ZDJEĆ SATELITARNYCH I NARZĘDZI GIS  
DO WERYFIKACJI I AKTUALIZACJI  
MAŁOSKALOWYCH BAZ DANYCH O GLEBACH**

**AN EXAMPLE OF APPLICATION OF EXISTING MAPS,  
SATELLITE IMAGES AND GIS TOOLS  
FOR VERIFICATION AND UPDATING OF SMALL-SCALE  
SOIL DATABASES**

**Stanisław Białousz, Jerzy Chmiel, Anna Fijałkowska**

Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska

**Słowa kluczowe: GIS, wieloźródłowe dane, gleby, bazy danych**

Keywords: GIS, multisource data, soils, databases

## **Wstęp**

Realizacja różnorodnych zadań z zakresu ochrony środowiska, zarządzania i planowania przestrzeni wymaga posiadania podstawowych danych o glebach i krajobrazie. Bazy danych przestrzennych o glebach są istotnym źródłem informacji o środowisku. Bazy małoskalowe (o dokładności odpowiadającej mapom w skalach 1:1 000 000 i 1:500 000) mają zastosowanie do modelowania zjawisk na poziomie ogólnoeuropejskim i krajowym, zarówno dla oceny zagrożeń samych gleb, jak i innych elementów środowiska przyrodniczego.

Wypada również nadmienić, że gleby są wśród wymienionych 34 tematów danych przestrzennych w załącznikach dyrektywy INSPIRE, dla których należy wykonać metadane. Opracowano dla nich oddzielną specyfikację techniczną.

Gleba jest częścią składową krajobrazu, a równocześnie jej powstawanie, przemiany, właściwości fizyczne i chemiczne oraz wartość użytkowa wpływają w dużym stopniu na układ i cechy pozostałych elementów składowych krajobrazu. Dlatego zakres baz danych o glebach jest w praktyce powiększany o atrybuty środowiskowo-krajobrazowe (Białousz i in., 2010). Istnieją bazy danych (również i banki danych) o glebach, zarówno monotematyczne (np. gleby marginalne, gleby mineralne, mokradła), jak i uniwersalne, obejmujące całą tematykę glebową. Większość stworzonych baz danych (tak w kraju, jak i zagranicą) po-

wstała przez zamianę na postać cyfrową istniejących map glebowych oraz danych z opisu profili. Metodyka była więc dostosowana do charakteru zasobów archiwalnych i do aktualnych technik informatycznych (Białousz i in., 2005). Należy podkreślić, że koncepcja europejskich baz danych 1:1 000 000 oraz systemu SOTER (w tym również rozwijanej bazy EBD 1:250 000) rozszerza zakres danych o użytkowanie ziemi i dane fizjograficzne (Montanarella et al., 2005; 2001; Dobos et al., 2001). Baza danych w takim ujęciu nie jest już czystą bazą danych o glebach, a bazą danych o glebach i krajobrazie.

Potrzeba weryfikacji i aktualizacji małoskalowych baz danych o glebach wynika między innymi z faktu, że dostępne obecnie bazy danych 1:1 000 000 i 1:500 000 były wykonane, jak już wspomniano, prawie wyłącznie na podstawie materiałów kartograficznych. Poligony jednostek glebowo krajobrazowych, też były wyznaczane metodami analogowymi, takimi jakie stosowano wówczas w klasycznej kartografii, głównie na podstawie konturów na mapach glebowych. Podejście to sprawiło, że często nie ma pełnej zgodności przebiegu granic poligonów jednostek glebowo-krajobrazowych z treścią map geomorfologicznych, geologicznych, pokrycia terenu oraz z numerycznego modelu terenu (NMT, ang. DTM). Istotne są również zmiany zachodzące w krajobrazie i pokrywie glebowej. Ponadto, zakres i treść istniejących opracowań w niewystarczającym stopniu zaspokajają aktualne potrzeby polskich odbiorców. A zatem powstałe w przeszłości opracowania wymagają aktualizacji.

W artykule zawarte są krótkie rozważania na temat znaczenia małoskalowych baz danych o glebach i krajobrazie, a następnie przedstawione wybrane zagadnienia z zakresu wykorzystania wieloźródłowych danych i narzędzi GIS do weryfikacji i aktualizacji małoskalowych baz danych o glebach. Przykłady zaczerpnięto z prac przeprowadzonych przez autorów niniejszego tekstu w ramach projektu badawczego (Chmiel i in., 2010), którego szerszym celem było opracowanie i testowanie metod wykorzystania zdjęć satelitarnych oraz technologii GIS do aktualizacji małoskalowych baz danych przestrzennych o glebach i krajobrazie. Zaprezentowane przykłady dotyczą potencjalnych możliwości weryfikacji lub aktualizacji części geometrycznej analizowanych baz danych obejmującej granice wydzielen dla odpowiednich jednostek glebowo-krajobrazowych. Wykonanie testów w tej części było zainspirowane między innymi potrzebą odpowiedzi na pytanie: jaka jest dokładność poligonów wyróżnionych w analizowanych bazach danych o glebach 1:1 000 000 i 1:500 000 i jaka jest zgodność zasięgów poligonów z jednostkami morfogenetycznymi oraz granicami głównych typów pokrycia terenu. Porównanie zasięgu poligonów glebowych z wiążącymi się z nimi jednostkami na mapach geomorfologicznych, geologicznych i z wydzieleniami na różnych przetworzeniach zdjęć satelitarnych miało, w szczególności, pomóc w ocenie jakości części geometrycznej baz danych i wskazać możliwości wykorzystania technologii GIS do jej aktualizacji i zwiększenia dokładności określenia położenia.

## **Praktyczne znaczenie małoskalowych baz danych o glebach i krajobrazie**

Małoskalowe bazy danych o glebach i krajobrazie stają się ważnym źródłem danych przydatnych w realizacji zadań wielu instytucji, zarówno na poziomie europejskim jak i krajowym. Jednocześnie, jak pokazało to przeprowadzony przez autorów przegląd literatury i dostępnych materiałów podczas realizacji wspomnianego we wstępie projektu badawczego, różne są doświadczenia i poziom zaawansowania w tworzeniu tego typu baz w krajach

europiejskich. Można zauważyć, że przydatność i rola danych z tego zakresu w poszczególnych krajach jest dostrzegana, ale nie zawsze idzie to w parze z podejmowaniem systemowych i niezbędnych działań w kierunku tworzenia nowych czy aktualizacji i rozbudowy dotychczas istniejących baz danych (Białousz i in., 2004). Jednocześnie wypada w tym miejscu podkreślić istotną rolę programów i projektów finansowanych w różnych okresach przez Komisję Europejską, które przyczyniały się do tworzenia koncepcji i inicjowania prac dotyczących małoskalowych opracowań i baz danych o glebach i krajobrazie.

Kluczową rolę w zakresie koordynacji prac dotyczących zbierania danych, tworzenia baz, harmonizacji i dystrybucji informacji o glebie w Europie pełni w ostatnich latach Europejskie Biuro Glebowe (*The European Soil Bureau – ESB*), które powstało przy Wspólnotowym Centrum Badawczym (*Joint Research Centre – JRC*) pod auspicjami Komisji Europejskiej w 1996 roku. ESB stworzyło sieć (*European Soil Bureau Network – ESBN*), która zrzesza instytucje zajmujące się gromadzeniem danych o glebie. Politechnika Warszawska, jako realizator polskiej części Europejskiej Bazy Danych o Glebach 1:1 000 000, jest członkiem ESBN.

Realizacja przez Unię Europejską Wspólnej Polityki Rolnej (w obecnej lub zmienionej formie) oraz dyrektyw z zakresu środowiska i planowania przestrzennego wymagają stworzenia baz danych i systemów informacji o glebach, ujednoczonych w skali europejskiej. Powstała więc koncepcja Europejskiego Systemu Informacji o Glebach (*EUSIS – European Soil Information System*) o różnych poziomach szczegółowości. W tych ramach mieści się zakończenie i upowszechnienie pierwszej (1.0) wersji Europejskiej Bazy Danych Geograficznych o Glebach w skali 1:1 000 000 (Montanarella et al., 2005).

Innym przykładem ważnego projektu finansowanego przez Komisję Europejską będącego aktualnie w realizacji jest *eContentplus* project „Assessment and strategic development of INSPIRE compliant Geodata-Services for European Soil Data (GS Soil)”. Projekt, w którym uczestniczy łącznie 34 instytucji z różnych krajów europejskich, wpisuje się w określone działania praktyczne z zakresu realizacji dyrektywy INSPIRE w obszarze tematycznym *Gleby*. Wśród podstawowych celów projektu wyróżnić należy: wypracowanie dobrych praktyk przy tworzeniu metadanych, zaproponowanie odpowiednich rozwiązań technicznych, zbudowanie odpowiedniego portalu oraz popularyzacja uzyskanych rezultatów i w efekcie rozszerzenie kręgu użytkowników danych przestrzennych o glebach. Podejmowane są różne aspekty organizacji danych, harmonizacji, jak również interoperacyjności technicznej i semantycznej. Zakres i charakter projektu ukazują również, że infrastruktura informacji przestrzennej danego kraju, będąc składową infrastruktury informacyjnej danego państwa, współtworzy także w określonym stopniu infrastrukturę informacji przestrzennej Unii Europejskiej. Tworzenie metadanych dla zbiorów danych o różnej postaci z różnych obszarów tematycznych przynosi wiele ogólnie znanych i niekwestionowanych korzyści, ale jednocześnie warto podkreślić, że szczególnie w mniej dotychczas „doświadczonych” obszarach tematycznych, jakim są często gleby, korzyści te są szczególnie widoczne. Poza porządkowaniem, ułatwieniami w zarządzaniu i korzystaniu z danych przestrzennych o glebach, uzyskuje się pełniejszą informację na przykład o jakości i stanie aktualności samych danych, co z pewnością ułatwia przygotowanie działań dotyczących tworzenia nowych lub aktualizacji istniejących opracowań czy baz danych.

Bazy danych o glebach i krajobrazie w skalach od 1:1 000 000 do 1:250 000 stają się więc obecnie (lub będą) niezbędnym składnikiem struktury informacji przestrzennej każdego z krajów europejskich. Realizacja wszystkich przyjętych przez Unię Europejską strategii odno-

szących się do elementów przestrzennych (strategii zrównoważonego rozwoju, ochrony gleb i wód, rozwoju regionalnego, bioróżnorodności, Natura 2000 i innych przygotowywanych strategii) będzie wymagać danych przestrzennych – aktualnych i opracowanych według jednolitych standardów, z uwzględnieniem aktualnych potrzeb użytkowników. Dla realizacji wielu zadań, dane o glebach z natury rzeczy będą uzupełniane innymi warstwami, takimi jak: pokrycie terenu, geologiczne utwory powierzchniowe, DTM, hydrografia, geomorfologia, potencjalna roślinność naturalna, elementy infrastruktury.

Na poziomie regionalnym bazy danych o glebach będą też niezbędne do realizacji Ramowej Dyrektywy Unii Europejskiej dotyczącej ochrony gleb, szczególnie do lokalizacji i określania intensywności skutków najważniejszych procesów degradacji gleb i krajobrazu. Grupa robocza Komisji Europejskiej (*Soil Information Working Group* – SIWG) opublikowała w roku 2006 wspólne dla wszystkich 27 krajów UE kryteria wyznaczania takich obszarów, a w aneksie technicznym do kryteriów wymieniono bazy danych o glebach i krajobrazie jako jeden z podstawowych materiałów źródłowych do delimitacji takich obszarów (Białousz i in., 2010).

W dotychczasowych opracowaniach, odwołujących się raczej do materiałów kartograficznych niż do baz danych, mapy glebowe i dane analityczne są traktowane jako jeden z najważniejszych materiałów źródłowych do opracowania na poziomie regionalnym:

- map przedstawiających uproszczony obraz pokrywy glebowej województw,
- map regionów produkcji rolnej,
- polityki i kierunków rozwoju rolnictwa,
- analiz i studiów dla planu zagospodarowania przestrzennego województwa,
- programu zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska,
- analiz stanu i zagrożenia erozją oraz do gospodarki wodnej w rolnictwie,
- analiz statystycznych warunków glebowych wg jednostek administracyjnych po nałożeniu warstwy „podziały terytorialne”.

Każde z województw w Polsce opracowuje i aktualizuje strategię rozwoju oraz regionalny plan zagospodarowania przestrzennego. Informacje o glebach i krajobrazie są niezbędne do opracowania tych dwóch dokumentów. Informacje o glebach i krajobrazie mają szczególne znaczenie dla określenia potencjału gospodarczego regionu, wyznaczania obszarów problemowych, opracowania polityki gospodarowania dla obszarów chronionych, oceny wpływu inwestycji na środowisko, a najogólniej – dla lepszego opracowania i wdrażania koncepcji zrównoważonego rozwoju.

Biorąc pod uwagę szerokie spektrum zastosowań, zaleca się aby bazy danych o glebach były nie tylko wynikiem inwentaryzacji pokrywy glebowej, ale stanowiły część szerszego systemu waloryzacji terenu, wykonanej dla oceny potencjału produkcyjnego obszaru i dla działań z zakresu ochrony środowiska oraz zrównoważonego rozwoju. Istnieje przy tym pilna potrzeba rozszerzenia zakresu tematycznego obecnych baz danych tak, aby były one źródłem parametrów dla modeli oceniających degradację gleb oraz wyznaczających obszary o podwyższonym ryzyku degradacji gleb.

## Przykłady wykorzystania wieloźródłowych danych i narzędzi GIS do weryfikacji i aktualizacji małoskalowych baz danych o glebach

W przypadku rozważanych opracowań małoskalowych kontury na mapach glebowych nie reprezentują 100% jednorodności, co jest konsekwencją przyjętej skali. W tym przedziale skalowym wyznaczane są tzw. „jednostki kartograficzne” (krajobrazowe) z przeważającym typem gleby, wtrąceniami gleb towarzyszących i oszacowaniem ich udziału procentowego.

Termin „jednostka kartograficzna” wywodzi się z następujących terminów stosowanych w kartografii gleb i bazach danych o glebach:

- *soilscape* – obszar zawierający podobne gleby w krajobrazie o podobnych cechach. We wcześniejszej polskiej terminologii podobne znaczenie miał termin „jednostka morfologiczna”.
- *soil mapping unit* – obszar wyróżniony na mapie o podobnym składzie jednostek glebowych. Jednostka glebowa jest definiowana przez typ gleby lub skałę macierzystą lub inne parametry charakteryzujące glebę. *Soil mapping unit* może więc mieć różny charakter.

W bazach danych o glebach *soil mapping unit* oznacza poligon (wydzielenie kartograficzne) z jedną przeważającą jednostką glebową i określonym procentowym udziałem pozostałych jednostek np. typów gleb. W rzeczywistości jest to jednostka glebowo-krajobrazowa. Jej część geometryczną w bazach danych (mało- i średnioskalowych) określa się jako glebową jednostkę kartograficzną lub krócej jako jednostkę kartograficzną. Odpowiada to np. wyróżnieniom w legendzie. Poligon zaś (kontur) przedstawia konkretną rzeczywistość, a nie wzorzec.

Każda taka jednostka kartograficzna musi mieć zbliżony skład procentowy poszczególnych typów gleb i podobne pozostałe elementy krajobrazu. Taki sposób przedstawiania pokrywy glebowej odnosi się do modelu krajobrazowego (inaczej fizjograficznego lub ekologicznego), ponieważ wydzielenie jednostek krajobrazowych bazuje na danych o litologii, morfogenezie, rzeźbie terenu, stosunkach wodnych i pokrywie roślinnej. Model ten wymaga równoczesnej analizy wielu elementów fizjograficznych, zatem łatwiej go zrealizować tworząc bazy danych przestrzennych niż w klasycznej kartografii gleb. Krajobrazowy model pokrywy glebowej przedstawia pokrywę glebową w uproszczeniu, eliminując jednostki glebowe o mniejszej powierzchni, ale dobrze „wpisuje” jednostki glebowe w inne elementy krajobrazu, takie jak formy terenu, pokrywa roślinna, litologia (Białousz i in., 2010). Mapy geologiczne i geomorfologiczne są bardzo ważnym materiałem podczas aktualizacji bądź tworzenia baz danych o glebach w ujęciu krajobrazowym. Relacje: pokrywa glebowa-geologia-geomorfologia-rzeźba terenu-roślinność są opisywane i badane od dawna. Wszyscy zajmujący się tą tematyką są świadomi, że nie można przedstawić dobrego obrazu pokrywy glebowej bez ustalenia dla badanego terenu relacji: gleba-geologia-geomorfologia-roślinność (Bałousz, 2001). Mapy przedstawiające te elementy krajobrazu służą do wyznaczenia granic konturów glebowych, są również bezpośrednim źródłem danych do zapisania takich atrybutów jak: „skała macierzysta” oraz „forma terenu”. Istotne znaczenie mają także zdjęcia satelitarne i metody pozyskiwania z tych zdjęć danych o glebach, wymaganych zakresem aktualizacji rozpatrywanych baz danych. Należy zwrócić uwagę na fakt, że użyteczność zdjęć

satelitarnych jest z reguły większa przy ustalaniu bezpośrednio zasięgów konturów, niż przy definiowaniu ich treści. Poza cechami bezpośrednimi, pod uwagę bierze się również pośrednie cechy interpretacyjne, które wynikają z zależności pomiędzy glebą i innymi elementami krajobrazu. Analizuje się również: rzeźbę terenu, roślinność, hydrografię, typ gospodarki oraz wpływy antropogeniczne (analiza rozmieszczenia terenów zabudowanych, sadów, plantacji krzewów, przebieg dróg gruntowych). Elementy takiego podejścia są wynikiem ogólnie znanych i opisanych w literaturze (np.: Andronikow, 1986; Mulders, 1987; Kuźnicki, Białousz, Skłodowski, 1979) doświadczeń teledetekcji w tym względzie.

Te przedstawione w skrócie uwarunkowania i zależności były podstawą do zbudowania określonego schematu postępowania dla przeprowadzenia testów, dla części których wyniki są prezentowane w tym rozdziale – dla zilustrowania możliwości wykorzystania wieloźródłowych danych i narzędzi GIS do weryfikacji lub aktualizacji małoskalowych baz danych o glebach. Przedmiotem zainteresowania była istniejąca dla obszaru kraju baza danych 1:1 000 000 (powstała w ramach EUSIS) i baza danych 1:500 000 (oparta na mapie glebowo-rolniczej IUNG).

Przedstawione w dalszej kolejności przykłady powstały z wykorzystaniem następujących, pochodzących z wielu źródeł, danych: przetworzenia zdjęć satelitarnych Landsat ETM z dnia 7 maja i 7 października 2000 roku dla fragmentu pradoliny Narwi oraz Równiny Kurpiowskiej i jej otoczenia, warstwa tematyczna „geologia” (na podstawie Mapy geologicznej 1:500 000), „geomorfologia” (na podst. Mapy geomorfologicznej 1:500 000), pochodne DTM (na podst. DTM DTED Level 1 i 2) i dane hydrologiczne w postaci wektorowej z VMap Level 1. Na podstawie wymienionych danych przeprowadzono proste analizy, posługując się odpowiednimi funkcjami GIS. Prezentowane rozważania praktyczne zostały ograniczone do części geometrycznej baz danych (poligonów jednostek glebowo kartograficznych). Wspomniane proste analizy, to nakładanie za pomocą narzędzi GIS różnych warstw dla realizacji równie prostego modelu. Ów prosty model wywodzi się z podejścia dedukcyjnego stosowanego w klasycznej małoskalowej kartografii gleb. Doświadczony kartograf glebowy potrafił wydedukować jaka gleba powinna być przy określonym układzie elementów krajobrazu: skały macierzystej, morfogenezy, roślinności, warunków wodnych. Stworzony przez siebie model mentalny realizował, nakładając na siebie fizycznie lub w wyobraźni kolejne mapy. Narzędzia GIS pozwalają na automatyczne nakładanie warstw, doprowadzonych wcześniej do jednego układu, i na uzyskanie odpowiedzi co z tego nakładania wyniknie jeśli się zastosuje odpowiedni model. Takich modeli nie ma w Polsce wiele, ale kilka z nich przedstawiono i zrealizowano (Białousz i in., 2003).

### Przykład 1

Przykład dotyczy bagna Pulwy położonego w pradolinie Narwi, ograniczonej w tym miejscu od południa skarpią wysoczyzny, na północy podnoszącej się stopniowo tarasami fluwiogłajnymi. Ta część pradoliny wypełniona jest od południa głębokimi torfami, wypływającymi się ku północy i przechodzącymi dalej w gleby mineralne (rys. 1).

Pulwy są obszarem, które było bagnem do końca XIX wieku. Dawne starorzecze Narwi było od lat 30. XX w. meliorowane i osuszane, a obecnie znajdują się na tym obszarze głębokie pokłady torfu, w niektórych miejscach osiągające ponad 6 m miąższości. Południowa część terenu jest zmeliorowana i użytkowana jako łąki kośne. W zachodniej części, na obszarze dawnego PGR, kilkaset hektarów użytkowano jako grunty orne – są to ciemne plamy na przetworzeniach Tasseled Cap (TC) Wetness i Greeness, słabiej widoczne na kompozycjach barwnych.

Całość obszaru jest bardzo dobrze widoczna na zdjęciu satelitarnym (zarówno na kompozycji RGB 543 ETM, jak i na RGB 754 ETM). Trochę trudniej obszar ten okonturować na kompozycji standardowej. Najłatwiej wyznaczyć południową granicę tego konturu, gdyż w tym miejscu kończy się obniżenie terenu, na którym znajduje się torfowisko. Trudniej jest wyznaczyć granicę północną Pulw ze względu na to, że łąki porastające większą część torfowiska przechodzą w grunty rolne o urozmaiconej mozaice i niewielkich rozmiarach działek. W tym wypadku warto zastosować kanał greeness z transformacji Tasseled Cap, na którym granica wydaje się dość dobrze widoczna, wyraźniejsza niż na innych przetworzeniach. Dla tego obszaru lepiej jest wykorzystać obraz jesienny z 7 października, na którym granica między glebami organicznymi i mineralnymi jest lepiej widoczna (rys. 1).

Przedstawiony przykład dotyczy sytuacji przeciętnej – zanotowano zarówno większą zgodność przebiegu konturów, jak i różnice znacznie większe. Jak pokazały uzyskane przez autorów doświadczenia (Chmiel i in., 2010), zdecydowana większość poligonów bazy danych 1:1 000 000 spełnia kryteria dokładnościowe wynikające ze skali 1:1 000 000, z uwzględnieniem dokładności materiałów źródłowych i metod przetwarzania materiałów źródłowych. Są one mimo wcześniejszych obaw dość dobrze „wpisane” w jednostki morfogenetyczne wykazane na mapie geomorfologicznej 1:500 000 i 1:1 500 000. Kompozycje barwne zdjęć satelitarnych wykorzystujące jeden lub dwa zakresy podczerwone oraz TC greeness lub TC wetness z cieniowaną mapą rzeźby terenu umożliwiają korektę niektórych poligonów, szczególnie powiązanych z dolinami rzek i na terenach urzeźbionych.

Z ogólnych porównań testowanych przypadków wynika następujący wniosek: jeżeli się operuje bezwzględny różnicami położenia konturów wyrażonymi w metrach, to część geometryczną bazy danych 1:1 000 000 można uznać za w miarę poprawną (ze wspomnianymi wcześniej zastrzeżeniami w stosunku do materiałów źródłowych), a jako najszybszą metodę lokalizacji niepoprawności i wprowadzenia poprawek można zaproponować w pierwszym etapie metodę nakładania poligonów jednostek glebowych (SMU): 1) na kompozycję barwną RGB 543 ETM+ (lub RGB 765 MSS) lub Tasseled Cap Greeness, 2) na cieniowaną mapę rzeźby terenu wygenerowaną z numerycznego modelu rzeźby terenu DTED Level 2 (lub SRTM). Lepiej jest wykonać te dwa nałożenia oddzielnie.

## Przykład 2

Przykład ten przedstawia fragment Międzyrzecza Łomżyńskiego, dla którego istotne jednostki glebowo-krajobrazowe nie zostały wykazane: 1) na mapie gleb 1:500 000, 2) na mapie geomorfologicznej 1:500 000, 3) w bazie danych o glebach 1:500 000 (Białousz i in., 2010). Na mapie geologicznej 1:500 000 obszar ten oznaczony jest jako piaski, mułki i żwiry ozów (rys. 2). Widoczne wzniesienia porośnięte są lasami, w przewadze iglastymi i mieszanymi (roślinność potencjalna tego obszaru to kontynentalne bory mieszane sosnowo-dębowe i grań subatlantycki). W poprzek wzniesień zaznaczona jest działalność erozyjna trzech przecinających je cieków wodnych wpadających do Narwi. Ciąg wzniesień jest dobrze widoczny na wszystkich wykonanych przetworzeniach zdjęć satelitarnych i na warstwie wygenerowanej z DTED Level 2. Prawdopodobnym powodem opuszczenia zidentyfikowanej jednostki glebowo-krajobrazowej w bazie danych o glebach mogło być przypisanie większej wagi mapie geomorfologicznej na etapie tworzenia określonych jednostek wydzieleń.

### Przykład 3

Przykład ilustruje wykorzystanie różnych warstw tematycznych do korekty, uzupełnień lub generowania poligonów jednostek glebowo-krajobrazowych dla skali 1:1 000 000 (rys. 3). Analiza wykorzystuje widok perspektywiczny utworzony przez nałożenie kompozycji barwnej Landsat ETM+ RGB 543, cieniowanej mapy rzeźby terenu i cieków na DTM. Poligony z bazy danych 1:1 000 000 zostały nałożone odpowiednio na mapę geologiczną 1: 500 000 oraz mapę geomorfologiczną 1: 500 000. Omawiany przypadek pokazuje możliwości jakie daje analiza oparta na danych wieloźródłowych w weryfikacji, a w szczególności uściśleniu przebiegu granic jednostek glebowo-krajobrazowych.

### Przykład 4

Przykład ten ilustruje podobny schemat warstw jak przykład 3, ale odniesiony do weryfikacji, uzupełnień lub generowania poligonów jednostek glebowo-krajobrazowych dla skali 1:500 000 (rys. 4).

### Porównanie przykładów

Przykłady 2 i 4 uwidaczniają pojawiające się niezgodności przebiegu granic poligonów jednostek glebowo-krajobrazowych bazy danych 1:500 000, natomiast przykład 3 w skali 1:1 000 000, w zestawieniu z innymi warstwami istotnymi z metodologicznego punktu widzenia dla wydzielenia jednostek glebowo-krajobrazowych. W przypadku jednostek glebowo-krajobrazowych bazy danych 1:500 000 przyczyna tego rodzaju nieścisłości leży w dużym stopniu u źródeł pochodzenia tej bazy, ponieważ część geometryczna powstała na zasadzie „od szczegółu do ogółu”, tj. przez agregację konturów z map w skalach większych, bez wystarczającego uwzględnienia jednostek morfolitogenetycznych. Uzyskane szersze doświadczenia we wspomnianym projekcie badawczym wskazują na uzasadnioną możliwość wykorzystania:

- dla terenów rolnych – poligonów z mapy glebowo-rolniczej 1:500 000, z poddaniem ich weryfikacji w oparciu o zdjęcia satelitarne oraz warstwy tematyczne GIS;
- dla terenów o dużym zróżnicowaniu glebowym – mapy glebowo-rolniczej 1:100 000 i Atlasu Gleb 1:300 000;
- dla terenów leśnych – bardziej zaawansowanego modelowania dla jednego z wariantów wygenerowania poligonów jednostek glebowo-krajobrazowych.

## Podsumowanie

Przedstawione dla fragmentów obszaru testowego próby wykorzystania różnych warstw tematycznych do weryfikacji, korekty, uzupełnień lub generowania poligonów jednostek glebowo-krajobrazowych wskazują na dużą przydatność zastosowanych danych wieloźródłowych w przeprowadzonych analizach. Jednocześnie, wykonane testy uwidaczniają pojawiające się niezgodności przebiegu granic poligonów jednostek glebowo-krajobrazowych w rozpatrywanych bazach danych. Z uwagi na naturalne relacje pokrywa glebowa-geologia-geomorfologia, znaczenie danych z map geologicznej i geomorfologicznej, w rozpatrywanym w artykule kontekście, jest niekwestionowane.

Wypada także wyraźnie podkreślić zalety zdjęć satelitarnych Landsat ETM+ do weryfikacji i korekty przebiegu granic poligonów (jednostek wydzielenia). Istotnym czynnikiem jest



kompletności pokrycia całego obszaru kraju tymi zdjęciami, jak również ich dostępność. W dużym stopniu przesądza to o celowości sięgania po nie, pomimo iż rozdzielczość przestrzenna zdjęć znacznie przewyższa minimalne wymagania małoskalowych baz danych o glebach. Przetworzenia ze zdjęć satelitarnych, w ogólności, mogą być wykorzystywane głównie do: 1) aktualizacji zasięgów jednostek glebowo-krajobrazowych, 2) uzyskania danych o glebach na terenach leśnych, dla których nie ma odpowiednich map glebowych, 3) pozyskiwania atrybutów glebowych i krajobrazowych przewidzianych do umieszczenia w bazach danych.

Oceniając użyteczność numerycznego modelu rzeźby terenu, w rozpatrywanym kontekście, warto zauważyć jego rolę jako czynnika wspomagającego weryfikację i wyznaczenie konturów jednostek glebowo-krajobrazowych, ze szczególnym podkreśleniem cieniowanej mapy rzeźby terenu. Z kolei sieć hydrograficzna stanowi szkielet, wokół którego występują określone jednostki glebowo-krajobrazowe i raczej nie można sobie wyobrazić modelowania pokrywy glebowej bez warstwy „hydrografia”. Sieć rzeczna (w postaci liniowej i powierzchniowej) dobrze jest umieścić na materiałach pomocniczych, takich jak mapa cieniowana rzeźby terenu. Umożliwia to bardzo szybką kontrolę dokładności wygenerowanej mapy cieniowanej rzeźby terenu, a także pomaga w delimitacji poligonów jednostek glebowych.

Kluczowym, zasługującym na podkreślenie, elementem metodyki jest uzyskiwana za pomocą odpowiednich funkcji GIS możliwość równoczesnej analizy wielu warstw tematycznych wspomaganą wiedzą ekspercką, co pozwala na lepszą weryfikację występowania określonych gleb lub ich właściwości czy też bezpośrednio dokonywanie aktualizacji.

### Literatura

- Andronikow W.L., 1986: Teledetekcja gleb, Warszawa.
- Białousz S., Chmiel J., Fijałkowska A., Różycki S. 2010: Wykorzystanie zdjęć satelitarnych i technologii GIS w aktualizacji jednostek glebowo-krajobrazowych – przykłady dla opracowań małoskalowych. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 21, 21-32.
- Chmiel J., Białousz S., Fijałkowska A., Różycki S., Pluto-Kossakowska J., 2010: Opracowanie i testowanie metod wykorzystania zdjęć satelitarnych oraz technologii GIS do aktualizacji małoskalowych baz danych przestrzennych o glebach i krajobrazie. Raport końcowy z projektu badawczego nr R09 005 02, Politechnika Warszawska, Warszawa, 205 s.
- Białousz S., Chmiel J., Mróz M., Osińska-Skotak K., Pluto-Kossakowska J., Różycki S., Wyszynska A., 2003: Koncepcja regionalnego systemu informacji przestrzennej o glebach. Raport końcowy z projektu naukowo-badawczego KBN nr 9T 12E 020 16, Politechnika Warszawska, Warszawa, 350 s.
- Białousz S. i zespół, 2004: System Baz Danych Przestrzennych dla Województwa Mazowieckiego. Projekt pilotowy „Gleby”. Warszawa.
- Białousz S., Marcinek J., Stuczyński T., Turski R., 2005: Soil Survey, Soil Monitoring and Soil Database in Poland. European Soil Bureau Research Report No. 9, Luksemburg.
- Białousz S., 2001: Development of soil digital database for the area of the Odra basin at the scale 1: 250 000. (Final Report) Raport końcowy z projektu. Warszawa.
- Dobos E. et al., 2001: A regional scale soil mapping approach using integrated AVHRR and DEM data. JAG, Volume 3,.
- Kuźnicki F., Białousz S., Skłodowski P., 1979: Podstawy gleboznawstwa z elementami kartografii i ochrony gleb. PWN, Warszawa.
- Montanarella L., Finke P. and others, 2001: Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of Procedures version 1.1. European Soil Bureau, Scientific Committee, Włochy.
- Montanarella L., Jones Robert J.A., Dusart J., 2005: The European Soil Bureau Network. European Soil Bureau Research Report no. 9. JRC.
- Mulders M. A., 1987: Remote Sensing in Soil Science, Elsevier, Amsterdam,

**Abstract**

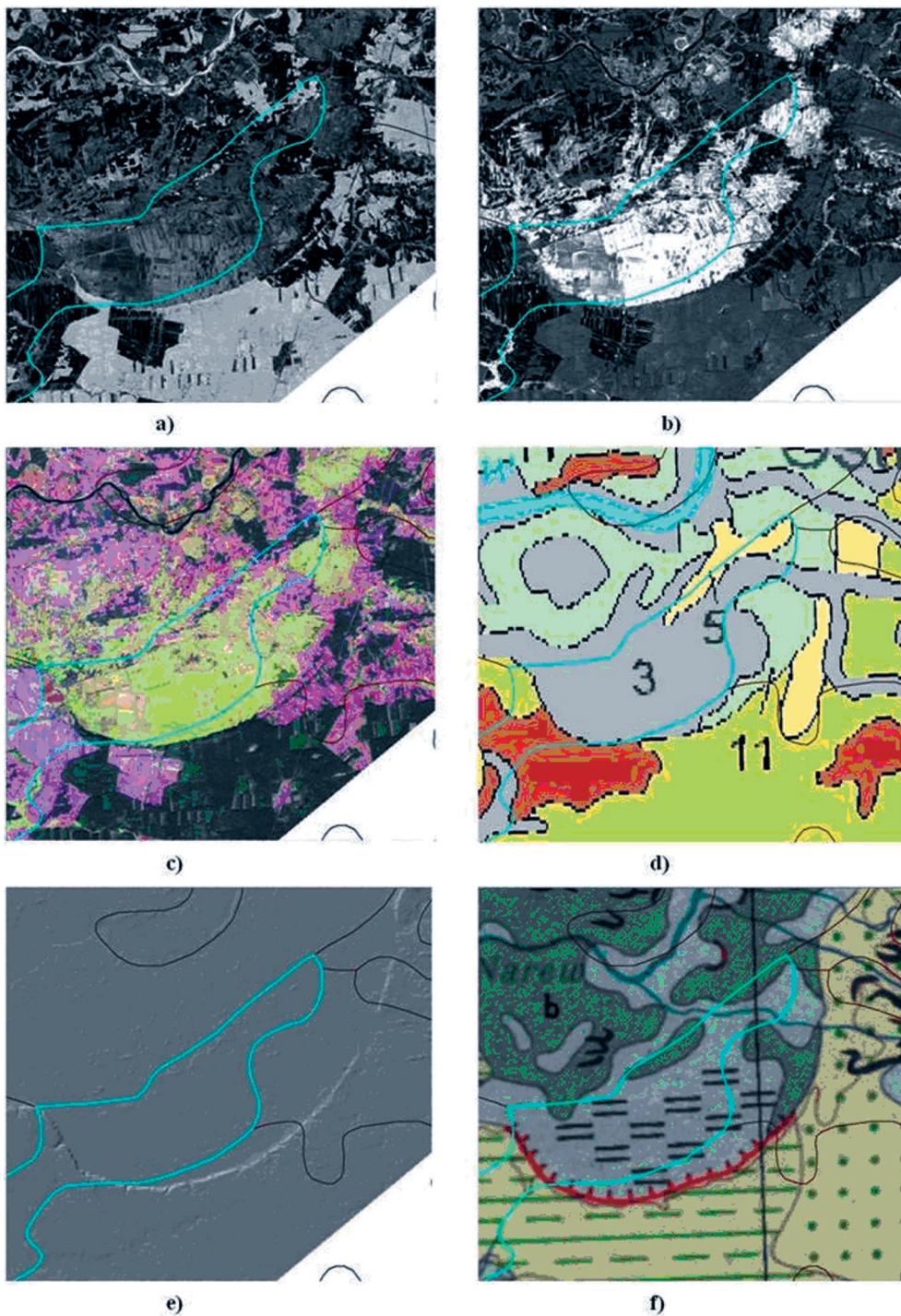
*Soil spatial databases are crucial source of information about environment. Small scale databases (accuracy corresponding to scale 1:1 000 000 and 1:500 000) are used in modeling phenomena on European and national level, both for soil risk evaluation and other elements of environment. The need for updating small scale soil databases follow from the fact that presently available soil databases 1:1 000 000 and 1:500 000 were done almost exclusively with the use of cartographic materials. The polygons of soilscape units were also generated by analogue methods which were used in classic cartography in the past. In such an approach there is no conformity when comparing soilscape polygons with the content of a geomorphological map, a geological map, land cover, and with digital terrain model (DTM).*

*The paper presents results of research carried out on certain test areas applying multisource data, and in particular image satellite Landsat ETM+, digital terrain model, geomorphological and geological maps at a scale of 1:500 000. The results of the tests show some discrepancy which appeared concerning the polygons of soilscape units. The processed satellite images and layers derived based on DTM show significant usefulness for verification and correction of soilscape units polygons.*

prof. dr hab. inż. Stanisław Białousz  
s.bialousz@gik.pw.edu.pl

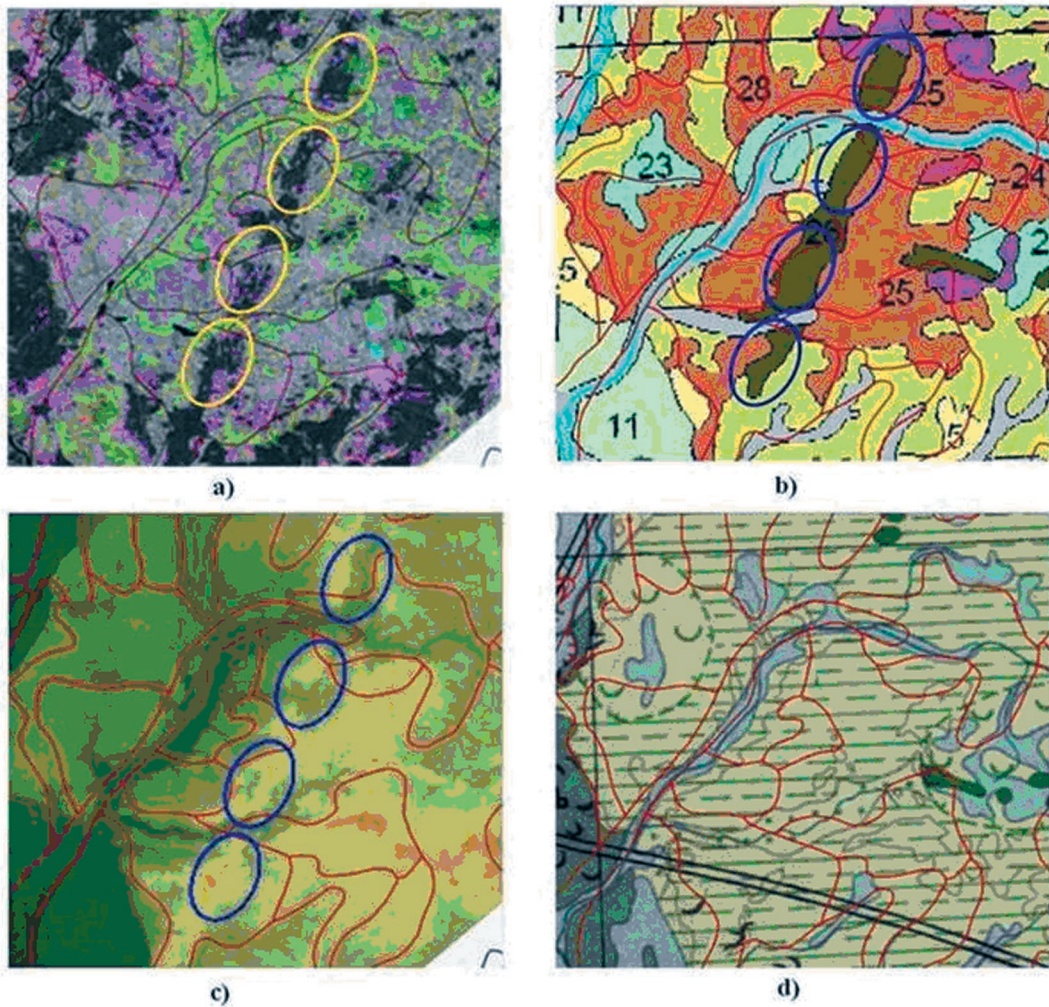
dr inż. Jerzy Chmiel  
j.chmiel@gik.pw.edu.pl

mgr inż. Anna Fijałkowska  
a.fijalkowska@gik.pw.edu.pl

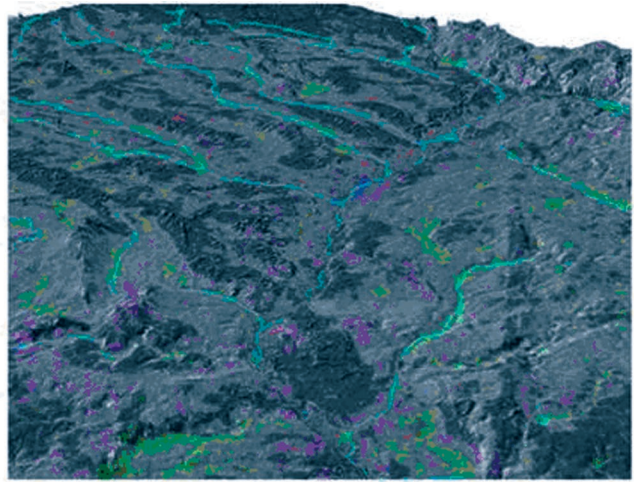


**Rys. 1.** Nałożenie przebiegu granic konturów glebowych 1:1 000 000 na różne warstwy: a – TC wetness z 07.10.2000 r., b – TC greenness z 07.10.2000 r., c – kompozycja Landsat ETM+ RGB\_543, d – mapa geologiczna 1:500 000, e – cieniowana mapa rzeźby terenu na podstawie DTM DEDED Lev. 2, f – przeglądowa mapa geomorfologiczna 1:500 000; możliwość uściślenia przebiegu granic poligonu glebowego

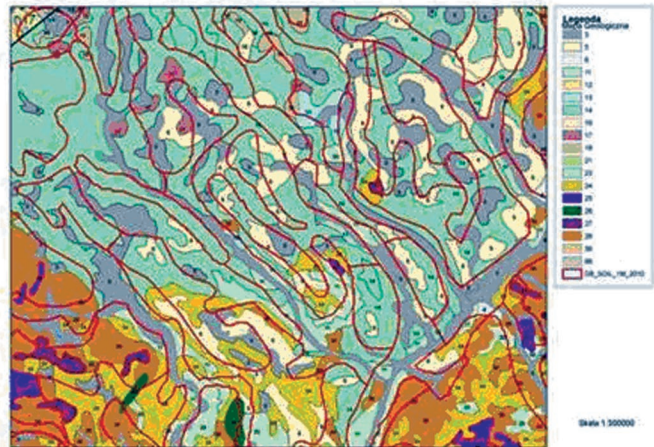




**Rys. 2.** Propozycja nowego wydzielenia przez nałożenie i porównanie przebiegu granic konturów glebowych (1:500 000) z warstwami odpowiednio:  
 a – kompozycja Landsat ETM+ RGB\_543,  
 b – mapa geologiczna 1:500 000,  
 c – cieniowana mapa rzeźby terenu na podstawie DTM DETED Lev. 2,  
 d – przeglądowa mapa geomorfologiczna 1:500 000 (na podst. Białousz i in., 2010)



a)



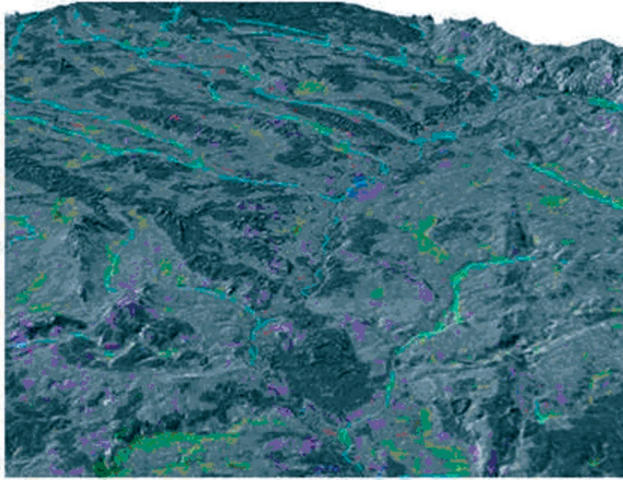
b)



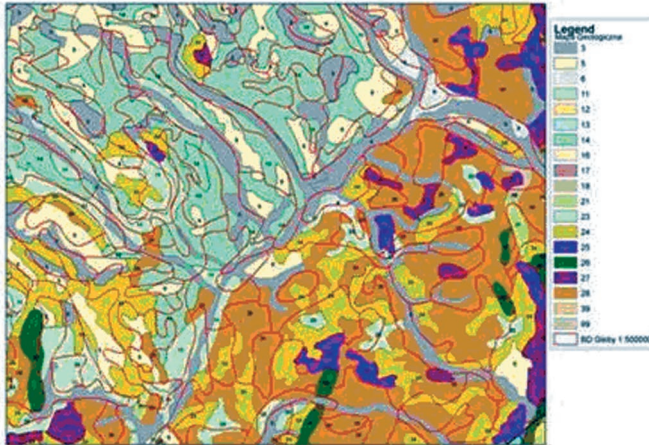
c)

**Rys. 3.** Wykorzystanie różnych warstw tematycznych do korekty, uzupełnień lub generowania poligonów jednostek glebowo-krajobrazowych dla skali 1:1 000 000:  
 a – widok perspektywiczny – nałożenie kompozycji barwnej Landsat ETM+ RGB 543, cieniowanej mapy rzeźby terenu i cieków na DTM,  
 b – fragment mapy geologicznej 1: 500 000 w postaci wektorowej z nałożonymi konturami mapy glebowej 1:1 000 000,  
 c – fragment mapy geomorfologicznej 1: 500 000 w postaci wektorowej z nałożonymi konturami mapy glebowej 1:1 000 000

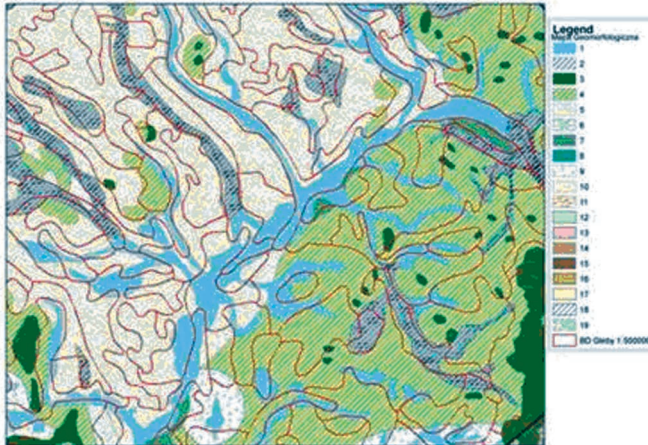




a)



b)



c)

**Rys. 4.** Wykorzystanie różnych warstw tematycznych do korekty, uzupełnień lub generowania poligonów jednostek glebowo-krajobrazowych dla skali 1:500 000:

- a – widok perspektywiczny – nałożenie kompozycji barwnej Landsat ETM+ RGB 543, cieniowanej mapy rzeźby terenu i cieków na DTM,
- b – fragment mapy geologicznej 1: 500 000 w postaci wektorowej z nałożonymi konturami mapy glebowej 1:500 000,
- c – fragment mapy geomorfologicznej 1: 500 000 w postaci wektorowej z nałożonymi konturami mapy glebowej 1:500 000