

**WYKORZYSTANIE ZDJĘĆ SATELITARNYCH I TECHNOLOGII GIS
W AKTUALIZACJI JEDNOSTEK GLEBOWO-KRAJOBRAZOWYCH –
PRZYKŁADY DLA OPRACOWAŃ MAŁOSKALOWYCH**

**APPLICATION OF SATELLITE IMAGES AND GIS TECHNOLOGY
FOR UPDATING OF SOIL-LANDSCAPE UNITS – EXAMPLES FOR SMALL
SCALES MAPPING**

Stanisław Białousz, Jerzy Chmiel, Anna Fijałkowska, Sebastian Różycki

Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii,
Zakład Fotogrametrii Teledetekcji i SIP

SŁOWA KLUCZOWE: teledetekcja, GIS, atrybuty krajobrazu, gleby

STRESZCZENIE: Realizacja zadań z zakresu ochrony środowiska (w szczególności ochrony gleb), zarządzania przestrzenią i planowania wymaga posiadania podstawowych danych o glebach i krajobrazie. Ze względu na zmiany zachodzące w krajobrazie i pokrywie glebowej istniejące opracowania wymagają aktualizacji. Dotychczasowe doświadczenia wykorzystujące teledetekcję i stosowane tam metody potwierdzają wysoką przydatność zdjęć satelitarnych w omawianym obszarze zastosowań. Wciąż rozwijane są i doskonalone dla tych celów metody przetwarzania zdjęć jak też zintegrowanego podejścia do analiz przestrzennych z wykorzystaniem wieloźródłowych danych.

W artykule dokonano przeglądu wybranych zagadnień z zakresu wykorzystania zdjęć satelitarnych w analizie pokrywy glebowej i krajobrazu. Wskazano również na rosnące znaczenie danych o glebach i krajobrazie, co ma także odzwierciedlenie w różnych projektach, których celem jest często tworzenie bądź aktualizacja baz danych z tego zakresu tematycznego. Na podstawie doświadczeń z realizacji projektu badawczego, przedstawiono przykłady wykorzystania zdjęć satelitarnych i technologii GIS w procesie aktualizowania jednostek glebowo krajobrazowych.

1. WSTĘP

Podkreślane w ostatnich latach znaczenie powiązań gleb z zagadnieniami ekologicznymi i ochroną środowiska a nie tylko z rolnictwem ma przełożenie na tworzenie baz danych o glebach. Zakres tych baz danych jest powiększany o atrybuty środowiskowo-krajobrazowe.

Gleba jest z jednej strony częścią składową krajobrazu, z drugiej zaś jej powstawanie, przemiany, właściwości fizyczne i chemiczne oraz wartość użytkowa wpływają w dużym stopniu na układ i cechy pozostałych elementów składowych krajobrazu.

Realizacja zadań z zakresu ochrony środowiska (w tym ochrony gleb), zarządzania przestrzenią i planowania wymaga posiadania podstawowych danych o glebach i krajobrazie. Ze względu na następujące zmiany w krajobrazie i pokrywie glebowej dotychczas powstałe opracowania wymagają aktualizacji. Dotychczasowe doświadczenia wykorzystu-

jące teledetekcję i stosowane tam metody potwierdzają wysoką przydatność zdjęć satelitarnych w omawianym obszarze zastosowań. Wciąż rozwijane są i doskonalone dla tych celów metody przetwarzania zdjęć jak też zintegrowane podejście do analiz przestrzennych z wykorzystaniem wieloźródłowych danych.

W podobnym obszarze tematycznym mieściły się prace prowadzone przez autorów niniejszego tekstu w ramach projektu badawczego, którego celem było opracowanie i testowanie metod wykorzystania zdjęć satelitarnych oraz technologii GIS do aktualizacji małoskalowych baz danych przestrzennych o glebach i krajobrazie. W tym przypadku przez określenie małoskalowe bazy danych rozumie się dwie bazy danych, których dokładność pozycyjna części geometrycznej jest nie mniejsza niż dla map odpowiednio 1:1 000000 i 1:500000. Zarówno komputerowe bazy danych tak jak i mapy w postaci cyfrowej nie mają skali (w klasycznym znaczeniu tego słowa), dlatego trzeba tu dodać, że określenie 'baza danych w skali 1:...' jest skrótem myślowym. Pierwsze rozumienie tego skrótu jest takie: baza danych np. w skali 1:500000 to taka baza danych, w której dokładność pozycyjna części geometrycznej (poligonów) jest nie gorsza niż dla mapy 1:500000, a szczegółowość opisu zjawiska (lista atrybutów opisujących glebę) jest nie gorsza niż dla mapy 1:500000. Drugie rozumienie jest takie, że dane zawarte w bazie danych można wizualizować w skali 1:500000 z zachowaniem zasad stosowanych w kartografii (wielkość poligonów, dokładność pozycyjna).

W pracach przywołanego wyżej projektu uwzględniano również wyniki badań z wcześniejszych projektów dotyczących koncepcji krajowego i regionalnego systemu informacji o glebach, a także doświadczenia z tworzenia bazy danych o glebach i krajobrazie dla zlewni Odry oraz Systemu Baz Danych dla województwa mazowieckiego. Baza danych o glebach 1:1 000000 to baza, która była opracowana zgodnie z metodyką Europejskiego Biura Glebowego. Istotną rolę przypisywano zdjęciom satelitarnym i metodom pozyskiwania odpowiednich informacji z tych zdjęć dla charakterystyki gleb wymaganej zakresem aktualizacji rozpatrywanych baz danych.

W dalszej części rozważań, na podstawie przeprowadzonych prac w trakcie realizacji wspomnianego wyżej projektu badawczego, przedstawiono przykładowe doświadczenia, jak i określone spostrzeżenia płynące z wykorzystania zdjęć satelitarnych i technologii GIS do pozyskania wybranych cech pokrywy glebowej i krajobrazu przydatnych w procesie tworzenia oraz aktualizacji małoskalowych (o skalach referencyjnych odpowiednio 1:1 000000 oraz 1:500000) baz danych o glebach i krajobrazie.

2. ZNACZENIE MAŁOSKALOWYCH BAZ DANYCH O GLEBACH I KRAJOBRAZIE

Bazy danych o glebach i krajobrazie w skalach od 1:1 000000 do 1:250000 są obecnie niezbędnym składnikiem struktury informacji przestrzennej każdego z krajów europejskich. Realizacja wszystkich przyjętych przez Unię Europejską strategii odnoszących się do elementów przestrzennych (strategia zrównoważonego rozwoju, ochrony gleb i wód, rozwoju regionalnego, bioróżnorodności, Natura 2000 i inne przygotowywane strategie) będzie wymagać danych przestrzennych, aktualnych i opracowanych według jednolitych standardów. Również realizacja wspólnotowej polityki rolnej (CAP), w obecnej lub zmienionej formie, będzie sięgać do danych zawartych w bazach danych o glebach.

Tworzenie baz danych o glebach i systemów informacji o glebach wpisuje się też w te zadania Krajowego Programu Ramowego, które dotyczą ochrony środowiska, produkowania zdrowej żywności oraz informatyzacji zarządzania regionami i krajem. Regionalne bazy

danych o glebach będą też niezbędne do realizacji Ramowej Dyrektywy Unii Europejskiej dotyczącej ochrony gleb, szczególnie do lokalizacji i określania intensywności skutków siedmiu najważniejszych procesów degradacji gleb i krajobrazu. Grupa robocza Komisji Europejskiej (SIWG) opracowała we wrześniu 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.

Ponadto, na poziomie krajowym każde z województw opracowuje i aktualizuje strategię rozwoju oraz regionalny plan zagospodarowania przestrzennego. Informacje o glebach i krajobrazie są niezbędne do opracowania tych dwóch dokumentów oraz mają szczególne znaczenie dla określenia potencjału gospodarczego regionu, opracowania polityki gospodarowania dla obszarów chronionych, oceny wpływu inwestycji na środowisko.

Należy również wspomnieć, że temat 'gleby' jest jednym z 33 tematów wymienionych przez dyrektywę UE „INSPIRE”, która wyznacza podstawy do tworzenia w praktyce odpowiednich warunków technicznych i organizacyjnych niezbędnych dla upowszechniania informacji geograficznej.

Należy nadmienić, że dla opracowań średnio i małoskalowych nie jest możliwe, ze względu na skalę, wydzielenie konturów glebowych o 100% jednorodności. Zatem dla map w skali 1:25000 i mniejszych zadanie polega na wyznaczeniu jednostek kartograficznych (krajobrazowych) z przeważającym typem gleby, wtrąceniami gleb towarzyszących i oszacowaniem ich udziału procentowego. Każda taka jednostka musi mieć zbliżony skład procentowy poszczególnych typów gleb. Taki sposób przedstawiania pokrywy glebowej nazwano modelem krajobrazowym (inaczej fizjograficznym lub ekologicznym), 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.

Reprezentacją tego modelu na mapie lub w bazie danych będzie jednostka kartograficzna reprezentująca wydzielony kontur. Każda taka jednostka składa się z jednostek typologicznych bez prezentacji graficznej (podawany jest tylko ich udział procentowy w jednostce kartograficznej).

Część opisowa takiego modelu jest realizowana na dwóch poziomach szczegółowości. Poziom pierwszy, bardziej ogólny, ma swoją prezentację kartograficzną w postaci konturu, a jego charakterystyka obejmuje poza ogólnymi danymi o glebach, również dane o krajobrazie. Rola danych analitycznych w takim modelu jest ograniczona i nie ma tak jak w modelu profilowym tożsamości profilu gleby i konturu, z którego pochodzi. Drugi poziom części opisowej jest bardziej szczegółowy i dotyczy opisu jednostki typologicznej gleby.

3. STOSOWANIE ZOBRAZOWAŃ TELEDETEKCYJNYCH DLA CELÓW GLEBOZNAWCZYCH

Próby rozpoznawania gleb na zdjęciach lotniczych podejmowano już w latach 30-tych XX wieku. W kolejnych latach, szczególnie po roku 1960, wielu autorów opisuje metody

interpretacji wizualnej zdjęć (Buringh P. 1970, Andronikow V. L. 1986, Girard M. C. 1978, Mulders M. A. 1987, Cierniewski J. 1977, Białousz S. 1978).

Interpretacja dotyczyła zarówno wyznaczenia zasięgów jednostek glebowych, jak też klasyfikacji treści konturów glebowych wyznaczonych na podstawie zdjęcia. Spośród wspólnych spostrzeżeń wymienionych powyżej autorów przytoczone zostaną tylko następujące:

- z punktu widzenia potrzeb klasycznej kartografii gleb i systemów informacji o glebach najczęściej danych można uzyskać w paśmie widzialnym i bliskiej podczerwieni,
- najważniejszymi czynnikami wpływającymi na relacje gleba-energia (odbita, lub wypromieniowana) są właściwości fizyczne powierzchniowej warstwy gleby i warunki geometryczne rejestracji (wysokość i kierunek oświetlenia, położenie osi geometrycznej urządzenia rejestrującego),
- część powierzchni glebowych jest na stałe (lasy, użytki zielone) przykryta roślinnością, a część okresowo w ciągu sezonu wegetacyjnego. Dla tych powierzchni jedyną możliwość uzyskania informacji o glebach istnieje poprzez interpretację roślinności i związków zachodzących między glebami i roślinnością,
- interpretacja pokrywy roślinnej wykorzystuje zróżnicowanie typów zbiorowisk roślinnych (lasy iglaste, liściaste, mieszane, łąki) i zróżnicowanie intensywności roślinności wynikające z warunków siedliskowych (zasobność w składniki pokarmowe, wilgotność, lokalny mikroklimat). Pomocne są w tym wskaźniki roślinności takie jak np. NDVI obliczane z wartości radiometrycznych,
- istnieje różnica podejścia przy interpretacji zdjęć satelitarnych dla celów klasycznej kartografii gleb i dla tworzenia systemów informacyjnych. W kartografii gleb ustala się zasięg konturu jednostki glebowej i nazwę tej jednostki. Użyteczność zdjęć satelitarnych jest większa przy ustalaniu zasięgów konturów niż przy definiowaniu ich treści. Przy tworzeniu systemów informacyjnych generalnie też ustala się granice i atrybuty każdej jednostki powierzchniowej. W skali regionalnej jednostki powierzchniowe (poligony) są z reguły niejednorodne i zawierać mogą kilka jednostek glebowych. Odpowiednio przetworzone i z odpowiedniej daty zdjęcie satelitarne jest pomocne w ustaleniu procentowego udziału jednostek glebowych w powierzchni poligonu. W systemach informacyjnych istnieje techniczna możliwość scharakteryzowania poligonu większą liczbą cech niż to jest możliwe na mapie. Ta większa liczba cech zwykle się przenosi na atrybuty tzw. krajobrazowe. Zdjęcie satelitarne może pomóc w zdefiniowaniu niektórych z tych atrybutów,
- w przypadku interpretacji gleb, ton konturu nie jest jedyną cechą rozpoznawczą. Pod uwagę bierze się również pośrednie cechy interpretacyjne, które wynikają z zależności pomiędzy glebą i innymi elementami krajobrazu. Pod uwagę bierze się rzeźbę terenu, roślinność, hydrografię, typ gospodarki oraz wpływy antropogeniczne (analiza rozmieszczenia terenów zabudowanych, sadów, plantacji krzewów, przebieg dróg gruntowych). Dlatego materiałami uzupełniającymi do interpretacji gleb powinny być mapy topograficzne, geologiczne, geomorfologiczne, mapy roślinności i roślinności potencjalnej (Białousz, 1999).

Wypada dodać istotną uwagę, że w przypadku pokrywy glebowej klasyczna interpretacja zdjęcia satelitarnego, również interpretacja wspomagana komputerowo, ma w dalszym ciągu przewagę nad klasyfikacją zdjęcia. W szerszym ujęciu problematyki wykorzystania zdjęć satelitarnych w omawianym zakresie trzeba także nadmienić o konieczności stosowa-

nia w określonych sytuacjach odpowiednio dobranych metod korekcji radiometrycznej, w szczególności jeśli przewidziane są np. analizy o charakterze ilościowym a wykorzystywane są zdjęcia z różnych terminów.

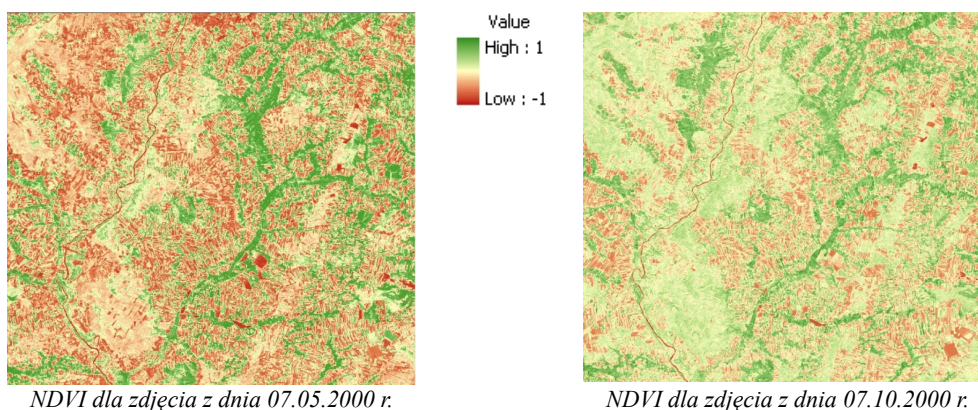
Oczekuje się, że wspomaganie wiedzą dodaną i technologiami GIS (łączenie zdjęcia satelitarnego z warstwami tematycznymi GIS, z numerycznym modelem terenu, z danymi opisowymi) zwiększą dokładność zarówno interpretacji jak i klasyfikacji zdjęć satelitarnych. Wykorzystanie technologii GIS jest szczególnie użyteczne w modelach predykcyjnych pozwalających przewidzieć, lub zweryfikować występowanie określonych gleb lub ich właściwości (Białousz i in, 2003).

4. PRZYKŁADY WYKORZYSTANIA ZDJĘĆ SATELITARNYCH I TECHNOLOGII GIS DO POZYSKANIA WYBRANYCH CECH POKRYWY GLEBOWEJ I KRAJOBRAZU

Przedstawione przykłady przetworzeń powstały z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych Landsat ETM z dnia 07.05.2000 r. oraz 07.10.2000 r. dla fragmentu Równiny Kurpiowskiej i jej otoczenia (Międzyrzecze Łomżyńskie, Wysoczyzna Ciechanowska, Wysoczyzna Kolneńska i Kotlina Biebrzańska). Obok danych teledetekcyjnych wykorzystano warstwy tematyczne takie jak geologia, geomorfologia i pochodne DTM. Przeprowadzono również stosowne analizy, posługując się odpowiednimi funkcjami GIS.

Przykład 1 przedstawia wartości wskaźnika NDVI dla fragmentu sceny Landsat ETM+ z dnia 07.05.2000 r. i z dnia 07.10.2000 r.

Z porównania tych wartości widać zmianę w rozwoju roślinności, co jest typowe pomiędzy majem i październikiem danego roku. W chwili wykonania zdjęcia majowego, cały obszar był dość dobrze uwilgotniony (wskazują na to niższe wartości NDVI dla odkrytych gleb – barwa brązowa i ciemnobrązowa). Niższe wartości NDVI w maju w porównaniu z październikiem mają również lasy. Wskaźnik NDVI można wykorzystać pośrednio do identyfikacji gleb (Rys. 1).



Rys. 1. Porównanie wartości wskaźnika NDVI dla fragmentu sceny Landsat ETM+ z dwóch dat: maja i października 2000 r.

Przykład 2 przedstawia fragment Międzyrzecza Łomżyńskiego, na którym istotne z punktu widzenia jednostki krajobrazowe i glebowe nie zostały wykazane na mapie gleb 1:500 000, mapie geomorfologicznej 1:500 000 i w bazie danych o glebach 1:500 000. Obszar ten oznaczony jest na Mapie Geologicznej 1:500 000 jako piaski, mulki i żwiry ozów. W poprzek wzniesień zaznaczona jest działalność erozyjna trzech przecinających je cieków wodnych wpadających do Narwi. Wzniesienia porośnięte są lasami w przewodzie iglastymi i mieszanymi (roślinność potencjalna tego obszaru to kontynentalne bory mieszane sosnowo-dębowe i grąd subatlantycki).

Ciąg wzniesień jest dobrze widoczny na wszystkich wykonanych przetworzeniach zdjęć satelitarnych i na mapie hipsometrycznej wygenerowanej z DTED Level 2. Jest to przykład całkowitego opuszczenia jednostki glebowo-krajobrazowej w bazie danych o glebach w wyniku zbyt dużego zaufania mapie geomorfologicznej (Rys. 2).

Przykład 3 pokazuje możliwości teledetekcji w uściśleniu i poprawie granic jednostek glebowo-krajobrazowych poprzez uszczegółowienie granic wydzielonego poligonu. Kształt poligonu jednostki glebowo-krajobrazowej zawierającej w przewodzie gleby płowe w ogólnym zarysie pokrywa się z wydzieleniami na Mapie Geologicznej 1:500000 i Przeglądowej Mapie Geomorfologicznej 1:500000. Jest to obszar porośnięty lasem (głównie iglastym, we wschodniej części poligonu – mieszanym). W tym przypadku zdjęcie satelitarne pozwala na skorygowanie granicy poligonu i na wydzielenie ze wschodniej jego części drugiego poligonu, jak i na skorygowanie jednostek typologicznych. Przyczyną obecnego stanu rzeczy była prawdopodobnie zbyt mała rozdzielczość przestrzenna mapy geomorfologicznej (Rys. 3).

Przykład 4 przedstawia zastosowanie podejścia klasyfikacji obiektowej do wyznaczania przebiegu granic poligonów glebowych. Zakłada się, że podejście obiektowe pozwoli na wydzielenie segmentów o przebiegu granic bardziej zbliżonych do granic jednostek glebowo krajobrazowych niż kontury otrzymane w wyniku klasyfikacji pikselowej. Zdecydowano się tu zastosować nie tyle klasyfikację obiektową, ale poprzedzający ją etap – segmentację zdjęcia satelitarnego i wykorzystać otrzymane granice segmentów do aktualizacji granic poligonów w bazie danych. Przyjęto, że rozmiary segmentów powinny być podobne do rozmiarów poligonów w bazie danych 1:1 000000.

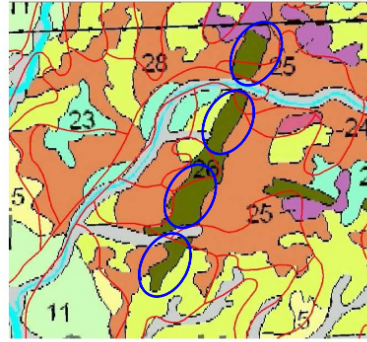
Podany przykład zawiera porównanie wyników segmentacji na podstawie tylko zdjęcia satelitarnego oraz segmentacji na podstawie zdjęcia satelitarnego i wysokości z DTM. Dodanie wysokości z DTM powoduje zmianę przebiegu granic segmentów. Powstają wydzielenia z uwzględnieniem wysokości terenu, bardziej przypominające przebieg granic poligonów bazy danych o glebach 1:1 000000, co jest zrozumiałe bo w tej skali w granicach poligonu jednostki glebowo krajobrazowej znajdują się jednocześnie np. gleby bielcowe pod lasami i gleby gruntów ornych.

Powstałe segmenty nie są jednorodne pod względem pokrycia terenu. Lepiej zostają oddzielone np. lasy z dużą ilością zrębów od lasów jednorodnych, zwartych, o zbliżonej wysokości koron drzew. Często segmenty obejmują, oprócz samego lasu, teren do lasu przylegający, właśnie na podstawie wysokości z DTM, co może częściowo wynikać z niedostatecznej rozdzielczości przestrzennej DTM. W wielu miejscach nowy kształt przebiegu granic segmentów lepiej odpowiada wydzieleniom w bazie danych o glebach 1:1 000 000, niż w przypadku segmentacji bez wykorzystania DTM (Rys. 4).

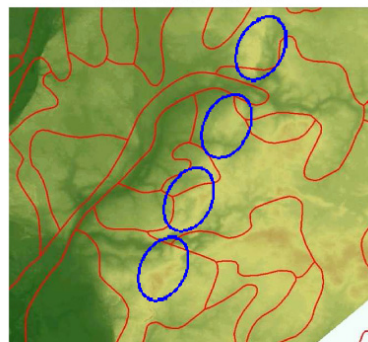
Przykład 5. Interpretacja wyników segmentacji z wykorzystaniem wyników transformacji Tasseled Cap – składowej Greenness pozwala na wyciągnięcie wniosku, że zastosowanie tych danych na niektórych obszarach może zmienić przebieg granic segmentów. Granica segmentu biegnie nie po granicy pokrycia terenu jak w segmentacji na podstawie oryginalnych zakresów spektralnych, a po linii, która może być granicą jednostki glebowo krajo-brazowej (Rys. 5).



Przykład2 – nowe wydzielenie – kompozycja Landsat ETM+ RGB 543



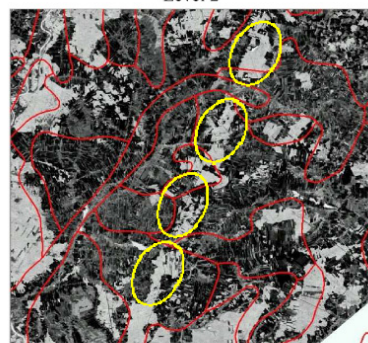
Przykład2 – nowe wydzielenie – Mapa Geologiczna 1: 500 000



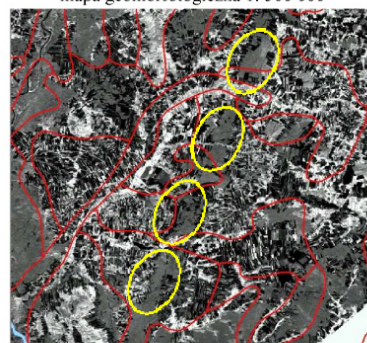
Przykład2 – nowe wydzielenie – DTM DTED Level 2



Przykład2 – nowe wydzielenie – Przeglądowa mapa geomorfologiczna 1: 500 000



Przykład2 – nowe wydzielenie – kanał Tasseled Cap Wetness z 07.10.2000 r.

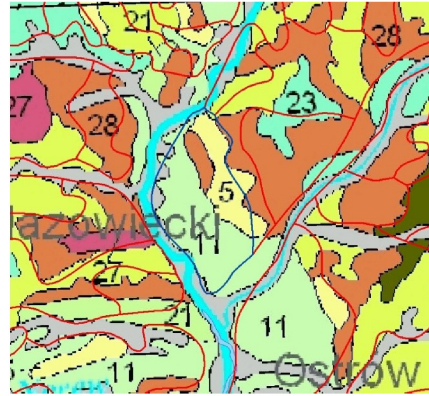


Przykład2 – nowe wydzielenie – kanał Tasseled Cap Greenness z 07.10.2000 r.

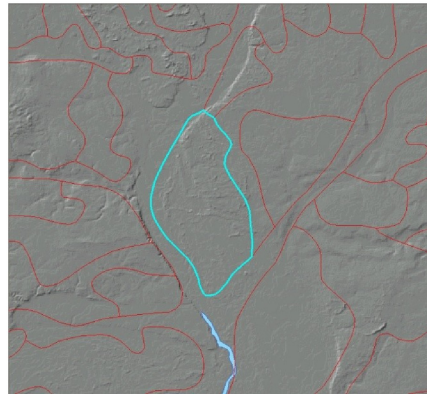
Rys. 2. Porównanie przebiegu granic konturów glebowych – propozycja nowego wydzielenia



Przykład3 – gleby plove – kompozycja Landsat
ETM+ RGB 543



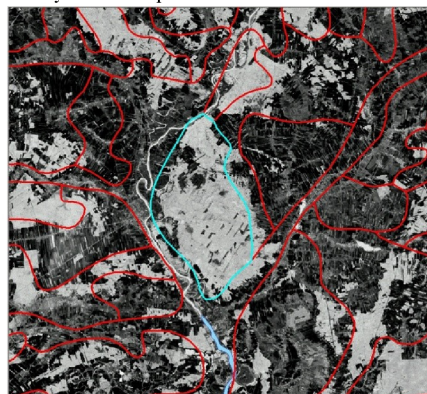
Przykład3 – gleby plove –
Mapa Geologiczna 1: 500 000



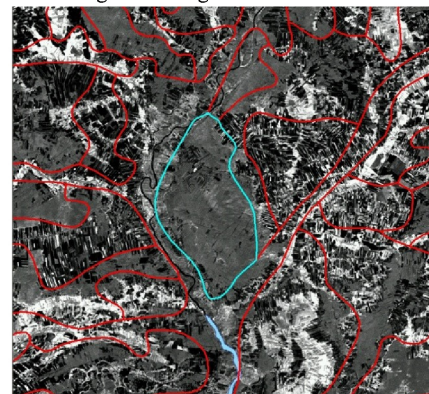
Przykład3 – gleby plove – cieniowana mapa
rzeźby terenu na podstawie DTM DTED Level 2



Przykład3 – gleby plove – Przeglądowa mapa
geomorfologiczna 1: 500 000

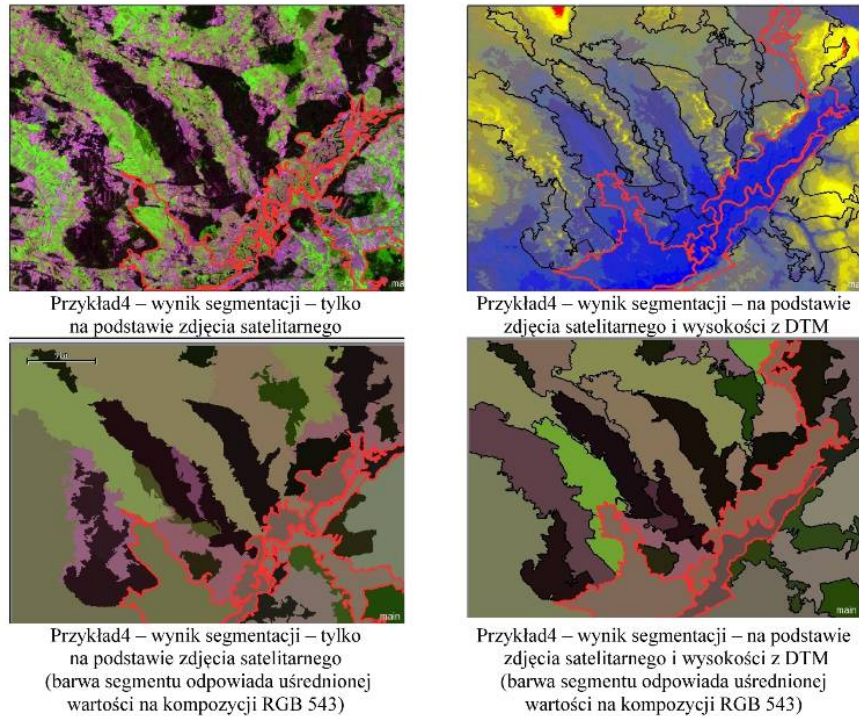


Przykład3 – gleby plove – kanał Tasseled Cap
Wetness z 07.10.2000 r.



Przykład3 – gleby plove – kanał Tasseled Cap
Greeness z 07.10.2000 r.

Rys. 3. Porównanie przebiegu granic konturów glebowych – możliwość uściślenia przebiegu granic poligonu glebowego



Rys. 4. Porównanie wyników segmentacji – na podstawie samego zdjęcia satelitarnego i z dodaniem wysokości z DTM z uwzględnieniem wielkości poligonów bazy danych o glebach 1:1 000 000



Rys. 5. Przykład zastosowania składowej Greenness dla określania granic konturów glebowych

5. PODSUMOWANIE

Jedno zdjęcie satelitarne obejmuje znacznie większy teren niż zdjęcie lotnicze. Stwarza to lepsze możliwości analizy struktury pokrywy glebowej w kontekście krajobrazowym oraz testowania modeli pokrywy glebowej obszarów pokrytych nieaktualnymi bądź mało

dokładnymi mapami glebowymi. Zdjęcia satelitarne stanowią dość dobry materiał wspierający prace nad aktualizacją baz danych o glebach i krajobrazie. Istotny jest przy tym odpowiednio zaprojektowany zestaw przetworzeń zdjęć satelitarnych i ich właściwe łączenie w toku analizy z warstwami tematycznymi GIS. Duże znaczenia ma data wykonania zdjęcia satelitarnego. Najlepsze są zdjęcia wczesnowiosenne lub jesienne, gdy jak największa część gleb jest pozbawiona roślinności. Ponadto przydatne są również zdjęcia z takiego terminu, dla którego roślinność jest w pełni rozwinięta (lato), gdyż daje to możliwość pośredniej interpretacji gleb – poprzez roślinność. Znacznym utrudnieniem, również dla baz danych średnio i małoskalowych, jest występujące na znacznej części obszaru kraju duże rozdrobnienie działek, gdyż taka struktura upraw powoduje niejednorodność większych obszarów i wpływ prac polowych oraz sposobu uprawy na obraz gleb na zdjęciach satelitarnych.

Obok klasycznych produktów przetworzeń cyfrowych zdjęć satelitarnych takich jak kompozycje barwne i wskaźniki roślinności wiele informacji można uzyskać z wyników segmentacji i klasyfikacji obiektowej oraz kanałów po transformacji Tasseled Cap.

6. LITERATURA

- Andronikow W.L., Teledetekcja gleb, Warszawa 1986.
- Białousz S., Chmiel J., Mróz M., Osińska-Skotak K., Pluto-Kossakowska J., Różycki S., Wyszyńska A., *Koncepcja regionalnego systemu informacji przestrzennej o glebach*, raport końcowy z projektu naukowo-badawczego KBN nr 9T 12E 020 16, Politechnika Warszawska, Warszawa 2003, 350 stron.
- Białousz S. i zespół: *Koncepcja Regionalnego Systemu Informacji Przestrzennej o Glebach*. Raport końcowy z grantu KBN. Warszawa 2003.
- Białousz S. i zespół: *System Baz Danych Przestrzennych dla Województwa Mazowieckiego*. Projekt pilotowy „Gleby”. Warszawa 2004.
- Białousz S., Marcinek J., Stuczyński T., Turski R.: *Soil Survey, Soil Monitoring and Soil Database in Poland*. European Soil Bureau Research Report No. 9, 2005, Luksemburg.
- Białousz S., Preuss R., *Koncepcja regionalnego i lokalnego systemu informacji przestrzennej*, Nowe metody pomiarów geodezyjnych i fotogrametrycznych Nr 3-4/1997, Warszawa, 1997.
- Białousz S.: *Development of soil digital database for the area of the Odra basin at the scale 1 : 250000*. Final Report. Raport końcowy z projektu. Warszawa 2001.
- Białousz S.: *Testowanie warstwy tematycznej "Gleby"*. Raport roczny z grantu: „Koncepcja Systemu Informacji Przestrzennej w Polsce”. Warszawa 2000.
- Białousz S., *Zastosowanie fotointerpretacji do wykonywania map stosunków wodnych gleb*. *PTG, Prace Komisji Naukowych* 35: 1–143. 1978.
- Buringh, P., 1970. *Introduction to the study of soils in tropical and subtropical regions* PUDOC, Wageningen.
- Chmiel J., Fijałkowska A., *Geo-object based VHR image classification supported by GIS layers and expert knowledge*, in: G.J .Hay, T. Blaschke and D. Marceau (Eds.). *GEOBIA 2008 – Pixels, Objects, Intelligence*. GEOgraphic Object Based Image Analysis for the 21st Century. University of Calgary, Calgary Alberta, Canada, 05-08 August 2008. ISPRS Vol. No. XXXVIII-4/C1. Archives ISSN No.: 1682–1777. 373 p.
- Chmiel J., Fijałkowska A., Kupidura P., Lady-Drużycka K., Osińska-Skotak K., Pluto-Kossakowska J., Różycki S., Wronkiewicz Ł., *Obiektowe podejście do klasyfikacji zdjęć*

satelitarnych VHR, rozwinięcie o elementy wiedzy dodanej i wiedzy eksperckiej, raport końcowy z projektu badawczego nr 4 T 12E 025 28, 2007.

Chmiel J.: Zastosowanie teledetekcji i GIS do zwiększenia dokładności opisu struktury przestrzennej obszaru. Praca doktorska PW, 2002.

Cierniewski J. (1977): Detailed cartographic investigations of organic soils on a sample area by panchromatic aerial photographs (in Polish). Materiały z Jubileuszowego Zjazdu 40-lecia PTG: 219–228.

Dobos E. i inni: A regional scale soil mapping approach using integrated AVHRR and DEM data. JAG, Volume 3, 2001.

Girard M.C., Girard C.M. Le traitement informatique des données pédologiques. *Opracowanie informatyczne danych glebowych*. Fotointerpretacja w geografii, tom 13, str. 96–110, 1978.

Girard M. C, Girard C. M., Traitement des données de télédétection, Wydawnictwo Dunod, Paryż 1999.

Longley P. A., Goodchild M.F., Maguire D. J., Rhind D. W., Geographic Information Systems and Science, J. Wiley and Sons, Chichester, 2002.

Montanarella L., Finke P. and others: Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of Procedures version 1.1. European Soil Bureau, Scientific Committee, Włochy, 2001.

Mulders M. A., Remote Sensing in Soil Science, Elsevier, Amsterdam, 1987.

Pluto Kossakowska J.: Analiza metod przetwarzania i interpretacji zdjęć satelitarnych SPOT z punktu widzenia potrzeb systemu informacji o glebach. Praca doktorska PW, 2003.

Zawadzki S. i inni: Gleboznawstwo. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa 1999.

APPLICATION OF SATELLITE IMAGES AND GIS TECHNOLOGY FOR UPDATING OF SOIL-LANDSCAPE UNITS – EXAMPLES FOR SMALL SCALES MAPPING

KEY WORDS: remote sensing, GIS, landscape attributes, soil

SUMMARY: Realization of tasks from the environment protection field (including soil protection topics), land management and planning require of basic data about soil and landscape. With regard to changes in landscape and soil cover the existing maps and databases need to be updated. Up to date experiences with using remote sensing and its techniques confirmed a high usefulness of remote sensing images in the considered area of interest. For these purposes, there is systematic development of image processing methods as well as integrated approach to spatial analyses with multisource data. In the paper there is a review of selected topics from the scope of remote sensing images application in landscape and soil analysis. The growing importance of data about soil and landscape is also underlined. Such importance is also present in various projects aimed at creation or updating of data bases from considered thematic scope. Based on selected experiences from the research project, the examples of using satellite images and GIS technology for updating and correction of soil landscape units are presented.

prof. dr hab. inż. Stanisław Białousz
e-mail: s.bialousz@gik.pw.edu.pl
telefon: +48 22 234 7358
fax: +48 22 234 5389

dr inż. Jerzy Chmiel
e-mail: j.chmiel@gik.pw.edu.pl
telefon: +48 22 234 7358
fax: +48 22 234 5389

mgr inż. Anna Fijałkowska
e-mail: a.fijalkowska@gik.pw.edu.pl
telefon: +48 22 234 7358
fax: +48 22 234 5389

mgr inż. Sebastian Różycki
e-mail: s.rozycki@gik.pw.edu.pl
telefon: +48 22 234 7358
fax: +48 22 234 5389