

**Satelitarny obraz wielospektralny i podstawowe działania na nim.  
Sporządzenie krzywych spektralnych podstawowych kategorii pokrycia terenu,  
klasyfikacja nadzorowana obrazu wielospektralnego w programie Ilwis.  
Próba numerycznej klasyfikacji nadzorowanej – temat obliczeniowy**

**Cel tematu:** zapoznanie się z podstawowymi działaniami na obrazach wielospektralnych – rozciągnięcie histogramu, sporządzanie kompozycji barwnych; ekstrakcja informacji tematycznej – badanie odpowiedzi spektralnych, sporządzenie krzywych spektralnych, klasyfikacja nadzorowana.

**Dane:** obrazy Landsat TM z okolic Krakowa (w katalogu:  
pracownicy\awrobel\3\_GiK\Klasyfikacja\ilwis\_dane\_landsat/

**Narzędzia:** program ILWIS (można pozyskać z Internetu ze strony:

<http://52north.org/>.

Jest to całkowicie darmowy program realizujący zadania z zakresu GIS i teledetekcji.

**Przebieg tematu:**

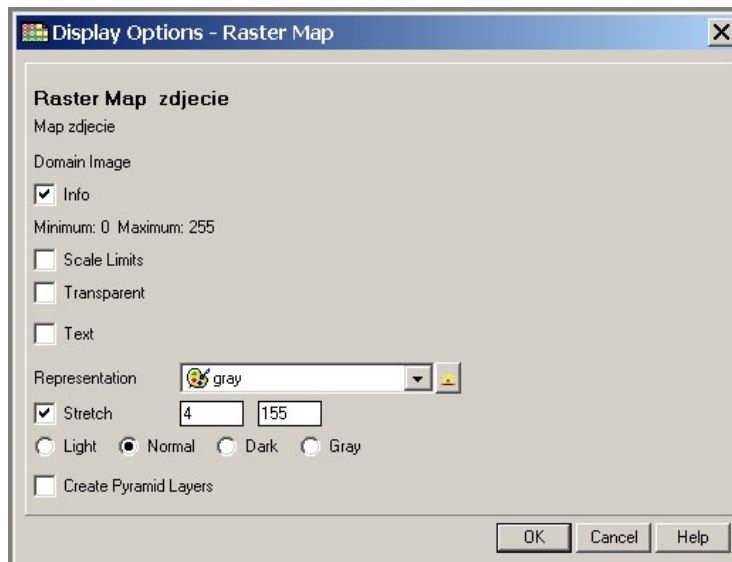
1. Wstęp – rozpoczęcie pracy z programem
2. Satelitarny obraz wielospektralny i podstawowe działania na nim:
  - 2.1. Wizualizacja pojedynczych obrazów (kanałów spektralnych)
  - 2.2. Wykonanie histogramu.
  - 2.3. Liniowe rozciągnięcie histogramu.
  - 2.4. Tworzenie kompozycji barwnych.
  - 2.5. Badanie odpowiedzi spektralnych.
3. Sporządzenie krzywych spektralnych podstawowych kategorii pokrycia terenu.
4. Klasyfikacja nadzorowana w programie Ilwis
5. Próba numerycznej klasyfikacji – temat obliczeniowy (odrębny konspekt do tego tematu)

**Ad.1 Rozpoczęcie pracy z programem**

- Kliknij dwukrotnie ikonę ILWIS-a na pulpicie lub z listy Programów na pasku Start.
- Użyj Nawigatora (**Navigator**) aby przejść do swojego katalogu roboczego (jest to katalog, w którym masz dane i w którym lokowane będą nowoutworzone pliki)

**Ad.2.1. Wizualizacja pojedynczych obrazów (kanałów spektralnych)**





- Kliknij dwukrotnie obraz *Lan1* w oknie Catalog. Otworzy się okno dialogowe Display Options – Raster Map
- W otwartym oknie dialogowym można zobaczyć m.in. że dla obrazu *Lan1* aktywna dziedzina (domain) to Image i że obraz otwarty zostanie w paletcie odcieni szarości (Representation: Gray)




- Wybierz **OK**.

Zostanie wyświetlony obraz. Obraz pojawia się w osobnym oknie mapy. Okno to można przesuwać i zmieniać jego wielkość sposobami dostępnymi w systemie Windows.

W celu dokładniejszego przestudiowania szczegółów obrazu możemy powiększyć jego wybrany fragment.

- Powiększ maksymalnie okno mapy używając przycisku Maximize 
- Naciśnij przycisk **Zoom In**  w pasku narzędzi.
- Ustaw kursor (który zmienił kształt na lupę) w jednym z narożników obszaru, który chcesz powiększyć, naciśnij lewy przycisk myszki i nie puszczając go przesuń kursor do przeciwnego narożnika wybranego obszaru. Zwolnienie przycisku myszki spowoduje powiększenie wybranego obszaru. Obraz można również powiększać stopniowo klikając na obrazie.
- Wybierz przycisk **Zoom Out**  w pasku narzędzi, a następnie kliknij kilkakrotnie w oknie mapy, aby pomniejszyć obraz.
- Aby wrócić do całości mapy wybierz przycisk **Entire Map** 

Istnieje również możliwość przesuwania wyświetlonego w oknie mapy fragmentu obrazu.

- Powiększ ponownie fragment obrazu wyświetlonego w oknie mapy.
- Aby przesuwać obraz można nacisnąć znajdujący się w pasku narzędzi przycisk **Pan** , a następnie nacisnąć lewy przycisk myszy na obrazie i przesunąć go w wybrane miejsce.
- Przesuwanie obrazu realizować można również za pomocą suwaków w oknie mapy.
- Zamknij okno mapy.

Otwieranie obrazu można zrealizować również w inny sposób.

- Otwórz ponownie obraz *Lan1*.
- Przesuń otwarte okno mapy do prawego górnego narożnika ekranu.
- Kliknij dwukrotnie opcję **Show** w menu **Operation-tree**
- W oknie dialogowym Open Object wybierz obraz *Lan4* i wciśnij **OK**. Pojawi się okno dialogowe Display Options – Raster Map

- Wciskając **OK**, zaakceptuj ustawienia domyślne i przesuń nowootwarte okno mapy w pobliże poprzedniego.
- Naciśnij prawy przycisk myszy na obrazie *Lan7* w oknie **Catalog**. Pojawi się menu kontekstowe.
- Wybierz **Open** i zaakceptuj ustawienia domyślne wciskając **OK**.

Ostatniego sposobu można użyć również do szybkiego wyświetlenia większej ilości obrazów. W tym celu należy wybrać kilka plików obrazowych (zaznaczyć w sposób używany w systemie Windows) i nacisnąć prawy przycisk myszy. Wyświetl w ten sposób pozostałe kanały spektralne.

Zamknij wszystkie okna obrazów.

### **Ad.2.2. Wykonanie (obliczenie) histogramu**

- Rozwiń opcję **Statistics** w menu **Operations** i podwójnym kliknięciem uruchom opcję **Histogram**. Pojawi się okno dialogowe **Calculate Histogram**.
- Wybierz obraz *Lan1* i naciśnij przycisk **Show**.

Na ekranie pojawi się okno histogramu a w nim histogram zarówno w postaci graficznej jak i numerycznej.

Npix (= liczba pikseli o danej wartości),

Npixpct (= procentowy udział pikseli o danej wartości w całkowitej liczbie pikseli w obrazie),

Pctnotzero (=procentowy udział pikseli o danej wartości w całkowitej liczbie niezerowych pikseli w obrazie),

Npixcum (= skumulowana liczba pikseli),

Npcumpct (=procentowy udział pikseli o danej wartości i wartościach od niej mniejszych w całkowitej liczbie pikseli w obrazie),

Area (= powierzchnia zajmowana przez piksele o danej wartości – jeśli znany jest rozmiar przestrzenny piksela).

Wyświetl ponownie obraz *Lan1* odznaczając w oknie „**Display Options – Raster Map**” opcję „**Stretch**”.

Porównaj wygląd obrazu z histogramem. Zanotuj, dla jakich wartości jasności (odpowiedzi spektralnej) rozpoczynają i kończą się niezerowe liczby pikseli. Zanotuj też, dla jakich wartości jasności współczynnik „**Pctnotzer**” rozpoczyna i kończy przekraczać wartość 0.1%

Wyświetl histogramy innych obrazów i zwróć uwagę na zależność pomiędzy wyglądem obrazu a wyglądem histogramu. Zanotuj podobne wartości jak dla obrazu *Lan1*

### **Ad.2.3. Liniowe rozciągnięcie histogramu**

Aby wykonać rozciągnięcie histogramu (z procentowo ustawianym nasyceniem) należy wcześniej obliczyć histogram obrazu.

Następnie:

- W głównym oknie programu wybierz menu **Operations**, a następnie **Image Processing, Stretch**. Na ekranie pojawi się okno dialogowe **Stretch**.

- Jako **Raster Map** wybierz *Lan1*, zaakceptuj **Linear stretching** jako metodę rozciągnięcia histogramu, ustaw **Percentage** równy 1.00 i *Lan1\_str* jako nazwę obrazu, który zostanie utworzony (**Output Raster Map**)
- Zaakceptuj pozostałe ustawienia domyślne i naciśnij przycisk **Show**. Po wykonaniu przez program obliczeń pojawi się okno dialogowe Display Options – Raster Map.
- Naciśnij przycisk **OK**, aby wyświetlić powstały obraz.

Wyświetl i porównaj histogramy obrazu oryginalnego i po rozciągnięciu histogramu. Przeanalizuj wpływ procentu nasycenia na wygląd obrazu i histogramu (np. 0.5; 2.0; 5.0 itp.)

Można wykonać liniowe rozciągnięcie histogramu ustawiając „ręcznie” granice obcięcia:

- Wyświetl ponownie histogram obrazu *Lan1* (**Operations-Statistic-Histogram**) i odczytaj minimalną i maksymalną wartość pikseli obrazu (czyli w tych miejscach w których liczba pikseli (Npix) staje się zerowa), oraz wartości jasności pikseli w tych miejscach, w których liczba pikseli staje się nieznacząca (np. współczynnik „Pctnotzer” rozpoczyna i kończy przekraczać wartość 0.1%)
- Otwórz okno dialogowe **Stretch (Operations – Image Processing – Stretch)**.
- Jako **Raster Map** wybierz *Lan1*, zaakceptuj **Linear stretching** jako metodę rozciągnięcia histogramu, wybierz metodę rozciągnięcia (Stretch From) **Min, Max**; w oknach które się pojawią ustaw skrajne wartości obcięcia (najpierw takie dla których obraz przestaje mieć niezerowe piksele, a potem takie dla których obraz ma znaczące liczby pikseli); ustaw *Lan1\_str\_Min-Max* jako nazwę obrazu, który zostanie utworzony (**Output Raster Map**)
- Zaakceptuj pozostałe ustawienia domyślne i naciśnij przycisk **Show**. Po wykonaniu przez program obliczeń pojawi się okno dialogowe Display Options – Raster Map.
- Naciśnij przycisk **OK**, aby wyświetlić powstały obraz.

Wyświetl i porównaj histogramy obrazu oryginalnego i po rozciągnięciu histogramu. Przeanalizuj wpływ granic obcięcia na wygląd obrazu i histogramu.



Możesz tą operację rozciągnięcia powtórzyć dla innych obrazów

Zwróć uwagę, że podczas wyświetlania obrazu w oknie Display Options – Raster Map można też ustawić parametry rozciągnięcia histogramu (opcja Stretch). Wykorzystanie tej opcji zmienia jedynie chwilowo obraz wyświetlany na ekranie nie zmienia natomiast oryginalnego obrazu zapisanego na dysku

#### **Ad.2.4. Tworzenie kompozycji barwnych**

Kompozycję barwną utworzyć można interaktywnie, wcześniej jednak konieczne jest utworzenie listy map (obrazów).

- Rozwiń opcję **Create** w **Operation-tree** menu i podwójnym kliknięciem uruchom **New Map List**. Na ekranie pojawi się okno dialogowe Create Map List.
- Jako nazwę listy (**Map List**) wprowadź *Landsat*. Z listy po lewej stronie wybierz obrazy od *Lan1* do *Lan7* i wciśnij przycisk >. Wybrane obrazy pojawią się na liście po prawej stronie. Naciśnij **OK**.
- Kliknij dwukrotnie na liście *Landsat* w oknie Catalog. Lista otworzy się jako nowe okno Catalog.

- W pasku narzędzi otwartej listy naciśnij przycisk **Open As ColorComposit** . Pojawi się okno dialogowe Display Options – Map List as ColorComp.
- Wskaż obraz *Lan3* jako **Red Band**, *Lan2* jako **Green Band** i *Lan1* jako **Blue Band**.
- Zaakceptuj ustawienia domyślne naciskając **OK**. Zwróć uwagę, że obok okienek z nazwami poszczególnych obrazów podane są parametry liniowego rozciągnięcia histogramu. W oknie mapy wyświetlona zostanie kompozycja barwna.
- W menu tekstowym okna mapy wybierz **File** a następnie **Save View** lub naciśnij przycisk **Save View**  w pasku narzędzi. Na ekranie pojawi się okno dialogowe Save View As.
- Wprowadź *Lan123* jako nazwę zapisywanej kompozycji (**Map View Name**) i naciśnij **OK**. Utworzona kompozycja została zachowana.

Wykonaj kompozycję FCC (z kanałów Blue = 2, Green = 3 i Red = 4) oraz inne kompozycje barwne w barwach fałszywych (np. Blue = 1, Green = 5 i Red = 4, lub odpowiednio 2, 4, 7.)  
Dokonaj oceny poszczególnych kompozycji barwnych pod kątem rozróżniania poszczególnych klas użytkowania terenu (klasy – patrz punkt Ad. 3. konspektu)

### Ad.2.5. Badanie odpowiedzi spektralnych

W programie ILWIS mamy do dyspozycji okno umożliwiające interaktywne uzyskiwanie informacji o wartości piksela na jednym lub kilku obrazach.

- Wyświetl ponownie obraz *Lan1*
- Ze znajdującego się w oknie mapy menu tekstowego wybierz **File**, a następnie **Open Pixel Information**.
- Do otwartego okna **Pixel Information** przeciągnij z okna Catalog obrazy *Lan4* i *Lan7*  
Powiększ fragment obrazu i przesuwaj kursor po obrazie odczytując wartości pikseli

Jeżeli jako obraz, dla którego wyświetlasz okno **Pixel Information** wybierzesz utworzoną wcześniej kompozycję barwną to w oknie możesz odczytać wartości pikseli dla wszystkich obrazów tworzących listę obrazów (**Map List**).

### Ad.3. Sporządzenie krzywych spektralnych

Ćwiczenie polega na utworzeniu krzywych spektralnych dla podstawowych kategorii pokrycia terenu. Należy wyświetlić kompozycję barwną, a następnie w oknie **Pixel Information** odczytać wartości pikseli zidentyfikowanych jako:

- woda
- las
- park (tereny o zadrzewieniu mniej gęstym niż las np. zadrzewione rejony parków, zadrzewione cmentarze)
- łąka
- trawnik miejski (błonia, park Jordana)
- pola rzepaku
- gleba
- zabudowa

Dla każdej z wymienionych kategorii należy odczytać przynajmniej pięć wartości w każdym z kanałów. Następnie dla każdej kategorii obliczyć mediany w poszczególnych kanałach i sporządzić wykresy krzywych spektralnych.

#### **Ad.4. Klasyfikacja nadzorowana obrazów wielospektralnych**

Klasyfikacja jest procesem, w którym interpretacja obrazów jest dokonywana w sposób częściowo zautomatyzowany, przy pomocy systemu komputerowego. Większość procedur klasyfikacyjnych oparta jest wyłącznie o cechy spektralne obrazu wielospektralnego, tzn. o wartości pikseli poszczególnych kanałów spektralnych. Istnieją dwie główne metody klasyfikacji: nadzorowana i nienadzorowana. W klasyfikacji nadzorowanej system komputerowy wydziela poszczególne obiekty (klasy pokrycia terenu) na podstawie parametrów statystycznych pochodzących ze wskazanych przez operatora fragmentów obrazu stanowiących wzorce wydzielanych klas (tzw. pól treningowych). W przypadku klasyfikacji nienadzorowanej system komputerowy określa piksele obrazu, które są podobne do siebie we wszystkich kanałach spektralnych, natomiast zadaniem operatora jest dokonanie interpretacji wydzielonych klas poprzez przypisanie im odpowiednich klas użytkowania terenu.

W klasyfikacji nadzorowanej pierwszym etapem jest określenie przez operatora pól treningowych – fragmentów obrazu stanowiących wzorce klas, jakie system ma wydzielić (klasami tymi są zwykle typy pokrycia/użytkowania terenu). Wzorce te powinny zostać określone przez operatora w taki sposób by były reprezentatywne dla wydzielanej klasy (tzn. by były to fragmenty pokrycia terenu typowe dla danej klasy i zawierały próbkę pikseli odpowiednio liczną dla uzyskania wiarygodnej informacji statystycznej) oraz homogeniczne (tzn. by nie zawierały pikseli należących do innych wydzielanych w procesie klasyfikacji klas). System komputerowy analizuje następnie te wskazane fragmenty obrazu. Efektem tej analizy są tzw. sygnatury klas – zestaw parametrów statystycznych charakteryzujących piksele należące do wzorców poszczególnych klas. Określane parametry różnią się w zależności od wybranej metody klasyfikacji nadzorowanej. W najprostszych metodach określana jest np. tylko średnia odpowiedź spektralna lub zakres odpowiedzi spektralnych w poszczególnych kanałach. W przypadku metod bardziej zaawansowanych dokonywana może być np. szczegółowa analiza średniej, wariancji i kowariancji pomiędzy poszczególnymi kanałami spektralnymi obrazu wielospektralnego. Po sporządzeniu sygnatur klas system komputerowy dokonuje klasyfikacji obrazu badając odpowiedzi spektralne każdego z pikseli w poszczególnych kanałach i podejmując decyzję, do jakiego z analizowanych wzorców klas piksel ten jest najbardziej podobny. Używana reguła decyzyjna zależy od wybranej metody klasyfikacji. Metodą najczęściej stosowaną jest metoda największego prawdopodobieństwa.


W przypadku klasyfikacji nienadzorowanej nie jest konieczne dostarczenie systemowi przez operatora żadnych informacji wstępnych. System analizuje obrazy wielospektralne poszukując grup pikseli o podobnych właściwościach spektralnych, tzn. podobnych wartościach we wszystkich kanałach. Wydzielane grupy pikseli noszą nazwę klastrow. Następnie operator przypisuje klastrom odpowiednie klasy pokrycia terenu. Interpretacja taka wymaga oczywiście od operatora znajomości analizowanego terenu lub wizyt w terenie w celu identyfikacji klas użytkowania odpowiadających poszczególnym klastrom. Różnica pomiędzy klasyfikacją nadzorowaną i nienadzorowaną polega m.in. na tym, że w przypadku pierwszej system jest w stanie wydzielić jedynie takie klasy, dla jakich operator dostarczy wzorce.

Ważnym etapem klasyfikacji, zarówno nadzorowanej jak i nienadzorowanej, jest ocena dokładności. Polega ona na określeniu zestawu punktów kontrolnych, w których sprawdza się w terenie istniejący sposób użytkowania. Informacja uzyskana w terenie jest następnie porównywana z wynikiem klasyfikacji. Może być ona następnie użyta w celu poprawy procesu klasyfikacji, np. ponownego określenia niektórych pól treningowych.

Aby wykonać klasyfikację nadzorowaną musimy przede wszystkim podjąć decyzję dotyczącą zestawu klas obiektów, jakie chcemy zidentyfikować. W przypadku klasyfikowanych przez nas obrazów okolic Krakowa będzie to następujący zestaw kategorii pokrycia terenu:

- woda
- las
- park (tereny o zadrzewieniu mniej gęstym niż las)
- łąka
- trawnik miejski (błonia, park Jordana)
- pola rzepaku
- gleba
- zabudowa

Pierwszy etap klasyfikacji nadzorowanej polega na „nauczeniu” systemu rozpoznawania określonych przez nas klas. W tym celu musimy wskazać próbki klas – pola treningowe. Ich tworzenie w programie ILWIS odbywa się w sposób następujący:

- Wyświetl wybraną kompozycję barwną.
- W oknie mapy wybierz menu tekstowe **File**, a następnie **Create Sample Set**.
- W oknie dialogowym **Sampling** wpisz *Klasy* jako nazwę zestawu pól treningowych (**Sample Set Name**)
- Naciśnij przycisk **Create Domain** (po prawej stronie okienka Domain). Na ekranie pojawi się okno dialogowe **Create Domain**.
- Wprowadź *Klasy* jako nazwę dziedziny (Domain Name) i zatwierdź **OK**. Na ekranie pojawi się edytor Domain Class (klas dziedziny).
- W edytorze Domain Class wciśnij przycisk **Add Item** (pierwszy z aktywnych w pasku narzędzi). Na ekranie pojawi się okno dialogowe Add Domain Item.
- Wprowadź nazwę (**Name**): *zabudowa*. Wprowadź kod (**Code**): *z*. Wciśnij **OK**.
- Zdefiniuj w ten sposób wszystkie potrzebne klasy.
- Po zdefiniowaniu wszystkich klas w pasku narzędzi edytora **Domain Class** wciśnij przycisk **Open Representation**. Spowoduje to pojawienie się na ekranie edytora **Representation Class**. W edytorze tym przyporządkuj każdej z wydzielanych kategorii odpowiedni kolor: zabudowa – szary, woda – niebieski, las – ciemnoczerwony, parki – jasnoczerwony, łąki – ciemnozielony, park – jasnozielony, gleba – brązowy, pola\_rzepaku – żółty.
- Zamknij edytory **Representation Class** i **Domain Class**. W oknie dialogowym **Create Sample Set** wciśnij **OK**. Wykonanie powyższych operacji spowoduje uruchomienie edytora **Sample Set**, w którym widzimy dwa okna: jedno zawiera kompozycję barwną, drugie – statystyki pól treningowych.
- Powiększ fragment obrazu zawierający las i wciśnij przycisk **Normal** . Trzymając wciśnięty lewy przycisk myszki wybierz piksele pola treningowego. Po zwolnieniu przycisku w oknie Sample Statistics pokażą się statystyki aktualnie wybranej próbki pikseli (**Current Selection**).
- Naciśnij prawy przycisk myszki. W menu kontekstowym, które się pojawiło wybierz **Edit**. Wybierz odpowiednią klasę z listy (*las*). Spowoduje to dodanie wybranych aktualnie pikseli do zestawu pól treningowych danej klasy i aktualizację statystyk w górnej części tabeli.
- Wybierz i dodaj kolejne pola treningowe klasy las, a następnie pozostałych wydzielanych kategorii użytkownika. Jednoczesny wybór większej ilości pól treningowych jest możliwy z wykorzystaniem klawisza **Ctrl** na klawiaturze komputera.

Okno **Sample Statistics** zawiera nazwę i kod wybranej klasy oraz numery kanałów

spektralnych. Dla każdej z klas podawane są następujące statystyki:

- Średnia wartość piksela (Mean).
- Odchylenie standardowe wartości pikseli (StDev).
- Ilość pikseli o wartości dominującej (Nr).
- Dominująca wartość piksela (Pred.).
- Całkowita ilość pikseli w próbce danej klasy (Total).

Ilość pikseli w próbce każdej z klas nie powinna być mniejsza niż 60 (10 x ilość kanałów spektralnych użytych w klasyfikacji). Optymalna ilość pikseli w próbce klasy wynosi kilkaset. Należy zwracać uwagę na reprezentatywność i homogeniczność wybieranych próbek klas – kontrolować je można m.in. porównując statystyki aktualnie wybranej próbki i wszystkich pól treningowych danej klasy. Program umożliwia wizualizację położenia pikseli pól treningowych w dowolnej dwukanałowej przestrzeni spektralnej, co z kolei pozwala na ocenę zróżnicowania spektralnego poszczególnych zestawów pól treningowych.

W pasku narzędziowym edytora Sample Set wciśnij przycisk **Feature Space**. Na ekranie pojawi się okno dialogowe Feature Space.

Wybierz dwa kanały, dla których sporządzony zostanie wykres i wciśnij **OK**.

Po wybraniu wszystkich próbek klas zamknij wszystkie okna i wróć do głównego okna programu ILWIS. Teraz można przejść do właściwej klasyfikacji, czyli przyporządkowania każdemu z pikseli obrazu wielospektralnego jednej z określanych klas.

W oknie **Catalog** naciśnij prawy przycisk myszki na pliku zestawu pól treningowych *Klasy* i wybierz **Classify**. Na ekranie pojawi się okno dialogowe **Classify**.

Jako metodę klasyfikacji wybierz **Box Classifier** (klasyfikator prostopadłościenny). Zaakceptuj domyślną wartość **Multiplication Factor**. Jako nazwę mapy, która powstanie (**Output Raster Map**) wpisz *wynik\_box* i wybierz **Show**. Po wykonaniu klasyfikacji na ekranie pojawi się okno dialogowe **Display Options – Raster Map**.

Naciśnij **OK**, aby zobaczyć rezultat klasyfikacji.

Można powtórzyć klasyfikację używając większej wartości **Multiplication Factor** i porównać wyniki klasyfikacji.

Przeprowadź ponownie klasyfikację przy użyciu innych klasyfikatorów (**Minimum Distance, Minimum Mahalanobis Distance, Maximum Likelihood**). Wypróbuj warianty bez użycia odległości progowej (Threshold Distance) i z jej wykorzystaniem.

Porównaj uzyskane rezultaty pomiędzy sobą oraz wizualnie z kompozycjami barwnymi. Wybierz najlepszą z uzyskanych map.

## Sprawozdanie

**Sprawozdanie powinno zawierać:**

- Satelitarny obraz wielospektralny – krótki opis przeprowadzonych prac, opis histogramów analizowanych w czasie zajęć obrazów, opis działań na obrazach (rozciągnięcie histogramu). Należy podać zanotowane w czasie zajęć liczbowe parametry histogramów i procesów rozciągnięcia histogramu oraz jakie i jak



utworzono kompozycje barwne. Dokonać oceny poszczególnych kompozycji barwnych pod kątem rozróżniania poszczególnych klas użytkowania terenu.

- Krzywe spektralne – krótki opis przeprowadzonych prac, wyniki pomiaru jasności pikseli, wykres krzywych spektralnych. Należy dla poszczególnych klas podać wartości środkowe (mediany) oraz jaki zakres wartości jasności pikseli uzyskano na pięciu pomierzonych punktach. Uszeregować klasy według wielkości zakresu jasności (od min. do max.)
- Klasyfikacja nadzorowana obrazów wielospektralnych w programie ILWIS”
  - Krótkie sprawozdanie techniczne zawierające opis przeprowadzonych prac (uwaga: należy podać szczegóły dotyczące wybranego klasyfikatora)
  - Pliki zawierające zdefiniowane pola treningowe oraz wybrany wynik klasyfikacji.
- Klasyfikacja nadzorowana – ćwiczenie obliczeniowe:
  - wyniki wykonanych obliczeń.
  - wykresy uzyskanych wzorców klas.
  - wynik klasyfikacji „obszaru klasyfikowanego”. UWAGA: należy zapewnić możliwość identyfikacji zestawu ćwiczeniowego