

Dane satelitarne dla administracji publicznej

Scenariusz warsztatowy 4

ANALIZA ZMIANY POWIERZCHNI LASÓW NA PODSTAWIE SERII WIELOCZASOWYCH



© ESA/ATG medialab

Spis treści

Opis zadania	3
Cel zadania.....	3
Wykaz danych przestrzennych GIS	3
Wykaz stron internetowych	3
Wykaz zastosowanego oprogramowania	3
1. Wczytanie danych do projektu.....	4
2. Zmiana sposobu wyświetlania warstw.....	5
3. Ocena wizualna zmian za pomocą wtyczki MapSwipe tool	6
4. Klasyfikacja nadzorowana za pomocą wtyczki Semi-Automatic Classification Plugin	7
4.1. Wyznaczanie pól treningowych.....	8
4.2. Klasyfikacja terenu	11
5. Zmiana sposobu wyświetlania warstwy klasyfikacji.....	13
6. Ocena dokładności klasyfikacji.....	14
7. Wygenerowanie mapy wylesień i zalesień.....	15

Opis zadania

Zadanie polega na określeniu zmian powierzchni lasów z wykorzystaniem optycznych danych satelitarnych Landsat 5 TM (*Thematic Mapper*) z sierpnia 1987 i 2010 roku. Obszarem testowym w ćwiczeniu będzie teren Beskidu Śląskiego.

Cel zadania

- Wykorzystanie wieloczasowych obrazów satelitarnych
- Wykorzystanie metody nadzorowanej klasyfikacji do identyfikacji zmian powierzchni lasów
- Detekcja dwóch typów zmian (konwersji) powierzchni leśnej – wylesień (las → niełas) oraz zalesień (niełas → las)

Wykaz danych przestrzennych GIS

- Obrazy satelitarne Landsat 5 (TM) z lat 1987 i 2010 (odpowiednio 22 i 23 sierpień) dla sceny 189/25. Pozyskano gotowe produkty składające się z sześciu kanałów z zakresu widzialnego i podczerwieni (1, 2, 3, 4, 5, 7) po korekcji atmosferycznej, czyli tzw. odbiciowość (ang. *reflectance*; *Landsat Collection 1, Level-2*) oraz maski chmur. Z obrazów wycięto fragment obejmujący Beskid Śląski i za pomocą pozyskanej maski chmur usunięto z nich chmury. Obrazy satelitarne Landsat 5 z maską chmur:
[LT5_Beskid_Slaski_19870823_mask.tif](#)
[LT5_Beskid_Slaski_20100822_mask.tif](#)
- Pliki zawierające warstwy rastrowe z polami testowymi do określania dokładności klasyfikacji:
[1987_control.tif](#)
[2010_control.tif](#)
- Plik wektorowy z polami treningowymi:
[pola_treningowe_1987.shp](#)
[pola_treningowe_2010.shp](#)

Wykaz stron internetowych

- Pobieranie zobrażeń satelitarnych Landsat: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Landsat Science <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-5/>
- USGS EROS Archive - Landsat Archives - Landsat 4-5 TM Level-2 Data Products - Surface Reflectance https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-4-5-tm-level-2-data-products-surface?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Wykaz zastosowanego oprogramowania

- QGIS 3.16

Opis ćwiczenia

1. Wczytanie danych do projektu

Dane Landsat pobrane z wyżej wymienionych stron internetowych pakowane są w foldery tak, że dane z każdego kanału są osobnym plikiem obrazu. Różne kanały spektralne mają także różne rozdzielczości. Chcąc uzyskać obraz wielokanałowy należy połączyć interesujące nas kanały w jeden plik.

Poniższa tabela przedstawia kanały satelity Landsat 5. W tym ćwiczeniu używane będą kanały wyróżnione na niebiesko (Band 1 – niebieski, Band 2 – zielony, Band 3 – czerwony, Band 4 – bliska podczerwień, Band 5 – bliska podczerwień, Band 7 – podczerwień krótkofalowa):

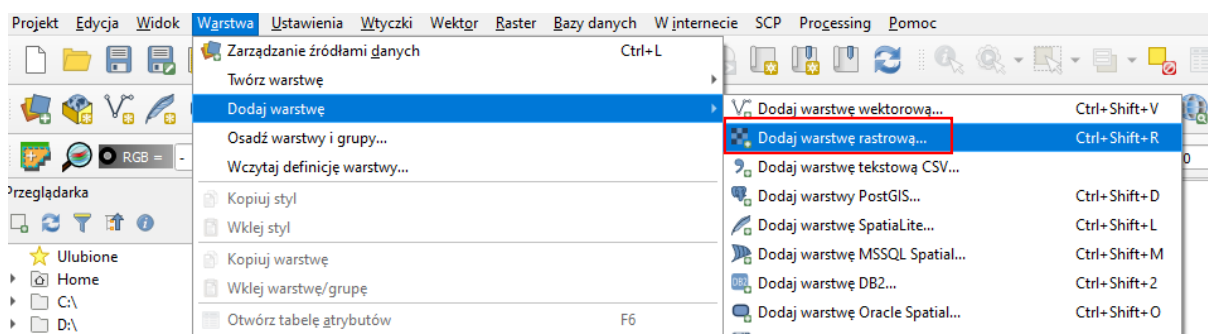
Landsat 5			
Kanał	Zakres długości fali [nm]	GSD [m]	Opis
Band 1	450 - 520	30	Visible Blue
Band 2	520 - 600	30	Visible Green
Band 3	630 - 690	30	Visible Red
Band 4	770 - 900	30	Near-Infrared
Band 5	1550 - 1750	30	Near-Infrared
Band 6	10400 - 12500	60	Thermal
Band 7	2080 - 2350	30	Mid-Infrared

Dodaj do widoku warstw, korzystając z funkcji **Warstwa > Dodaj warstwę > Dodaj warstwę rastrową**, źródłowe obrazy satelitarne (wycięte z nich fragmenty – Beskid Śląski), odpowiednio obrazy:

[LT5_Beskid_Slaski_19870823_mask.tif](#)

[LT5_Beskid_Slaski_20100822_mask.tif](#)

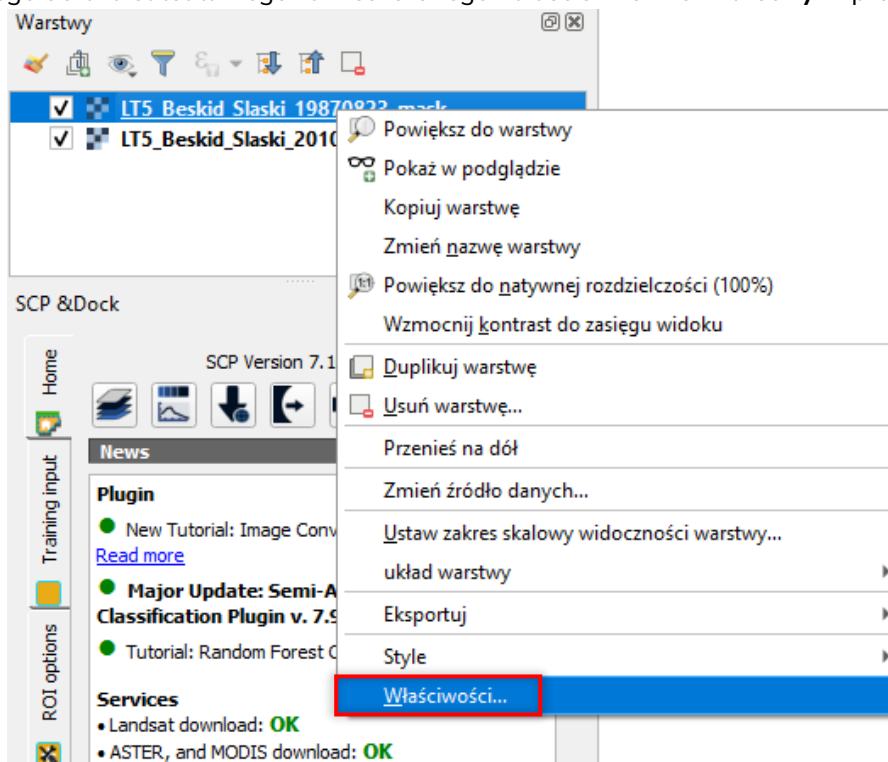
Obrazy: [LT5_Beskid_Slaski_19870823_mask.tif](#), [LT5_Beskid_Slaski_20100822_mask.tif](#) z katalogu [MD_3_4\Dane](#) będą wykorzystane do detekcji klasyfikacji pokrycia terenu oraz do wstępnej wizualnej oceny zmian powierzchni leśnej na badanym obszarze. Wyniki klasyfikacji w kolejnym kroku posłużą do określenia zmian pokrycia terenu (w tym ćwiczeniu zmian powierzchni leśnej).



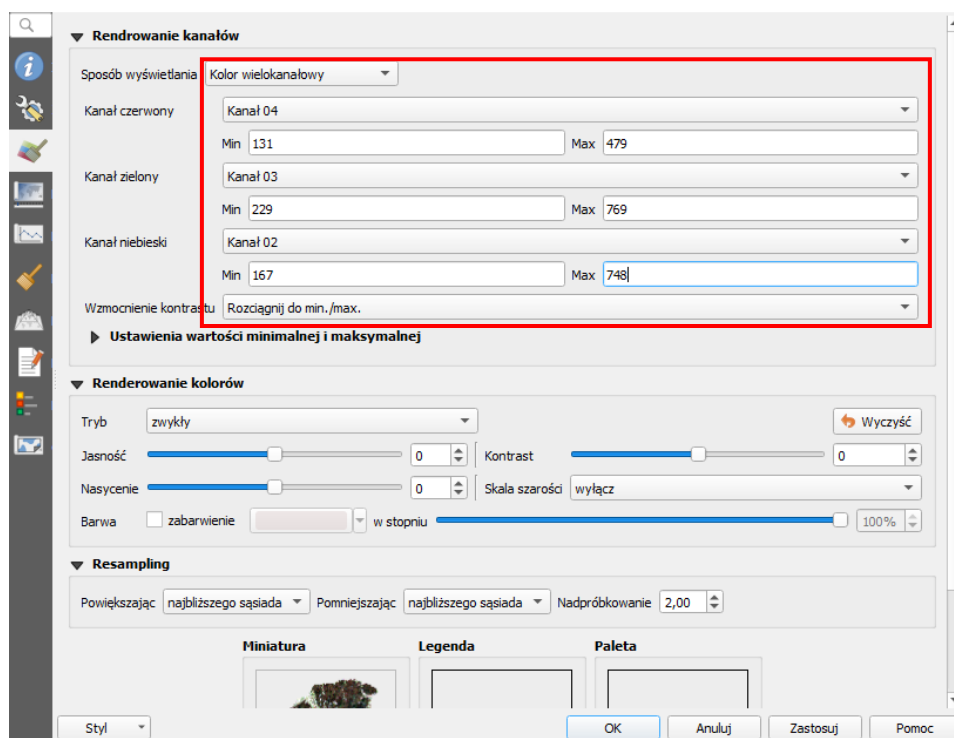
Korzystając z funkcji **Projekt > Zapisz jako...**, zapisz projekt nazywając go np. [OZ_4_2_4.qgz](#), następnie przechodząc do **Projekt > Właściwości...** wybierz zakładkę **General** i w polu **Katalog projektu** wskaż ścieżkę do folderu [MD_3_4](#).

2. Zmiana sposobu wyświetlania warstw

Zmień kompozycję kanałów, w których wyświetlane są obrazy satelitarne Landsat dla roku 1987 i 2010 np. na kompozycję CIR (kanały LT5 4,3,2) lub kompozycje barw naturalnych (kanały LT5 3,2,1). Skorzystaj z funkcji **Właściwości** dostępnej pod prawym przyciskiem myszy (PPM) po kliknięciu na nazwę danego obrazu satelitarnego zamieszczonego na liście w oknie **Warstwy** w projekcie.

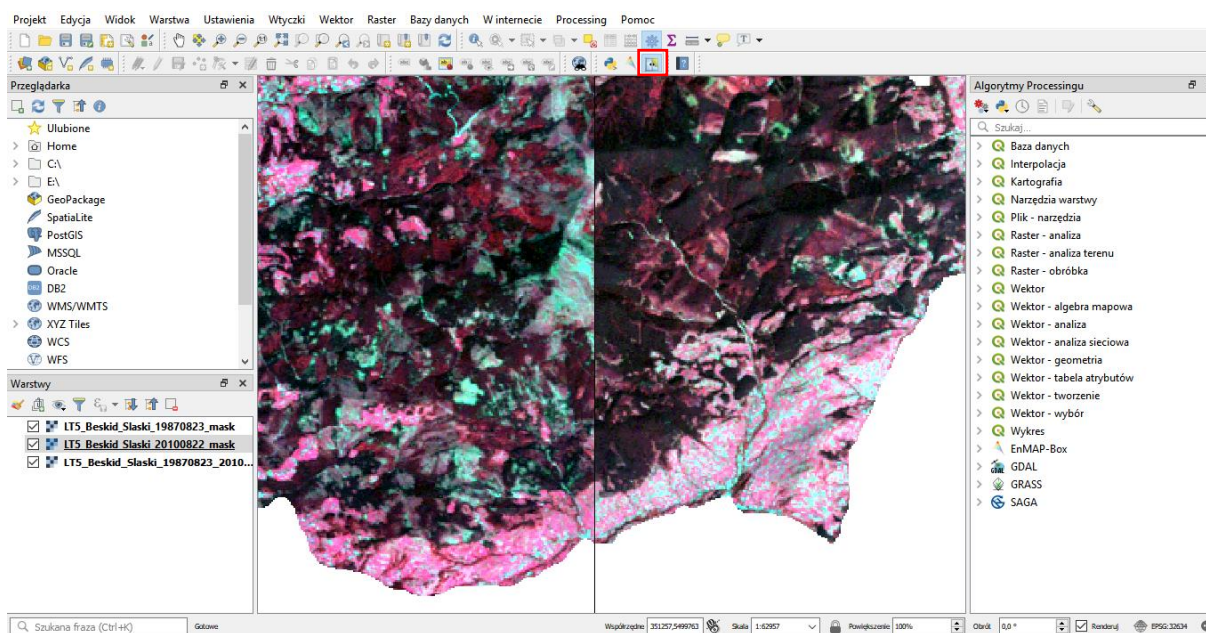


W oknie funkcji **Właściwości warstwy** zmień ustawienia w części **Renderowanie kanałów**. Na poniższym zrzucie ekranu ustawiona jest kompozycja barwna CIR. Do porównania dwóch obrazów satelitarnych powinny być one wyświetlone w tej samej kompozycji kanałów z takimi samymi zakresami wartości, czyli min. i max. dla każdego z kanałów (ang. *band*). Dla obydwu obrazów lat 1987 i 2010 ustaw kompozycje barwną CIR pokazaną na poniższym zrzucie ekranu.



3. Ocena wizualna zmian za pomocą wtyczki MapSwipe tool

Korzystając z wtyczki **MapSwipe tool** i przesuwając obraz z roku 2010 ([LT5_Beskid_Slaski_20100822_mask](#)) na obrazie z roku 1987 ([LT5_Beskid_Slaski_198708233_mask](#)) (lub odwrotnie) oceń wizualnie zmiany powierzchni leśnej na terenie Beskidu Śląskiego.



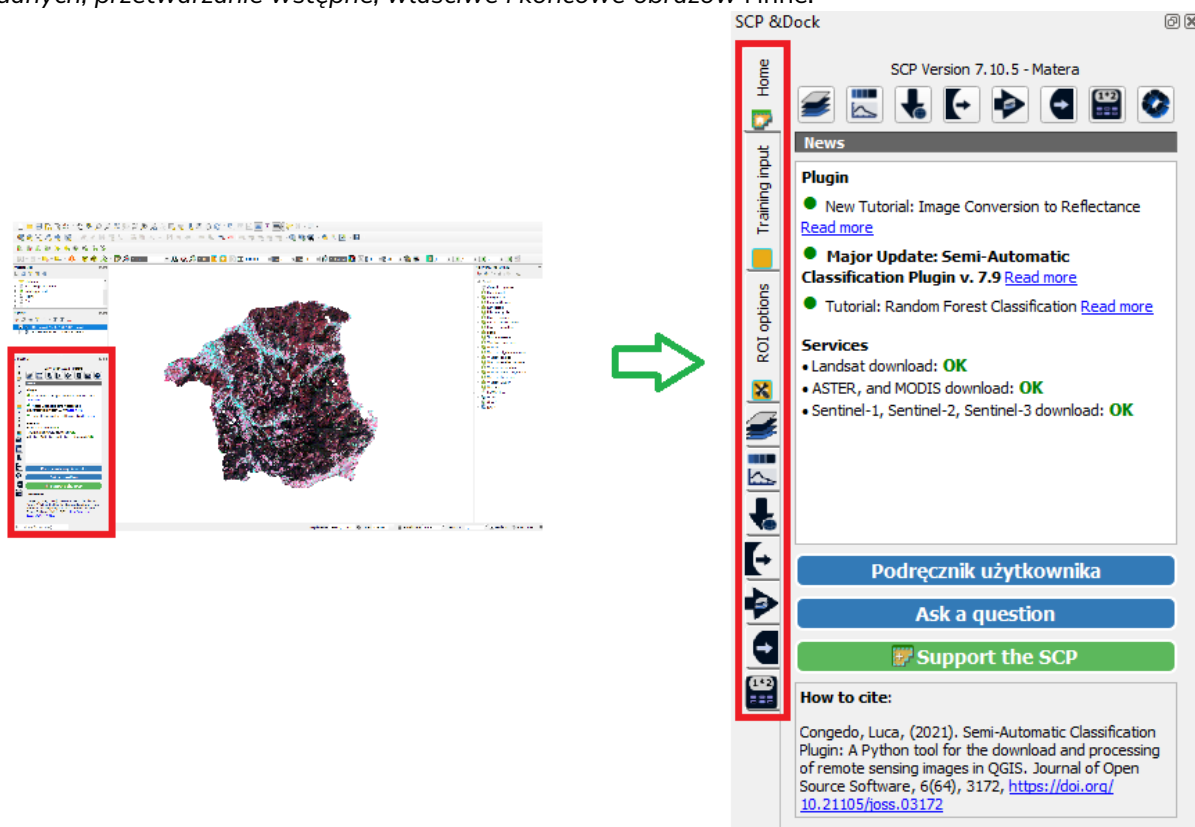
Analiza zmian

Po wstępnej wizualnej ocenie zmian należy wygenerować mapę przedstawiającą obszary wylesień i zalesień oraz powierzchnię lasu, która nie podlegała konwersji. Dodatkowo na mapie jako oddzielne klasy zostaną przedstawione cieki i zbiorniki wodne (klasa pokrycia terenu: woda) oraz roślinność niska taka jak łąki, trawniki (klasa pokrycia terenu: roslinnosc_niska), a także goła gleba i tereny zabudowane (klasa pokrycia terenu: inne).


Detekcja zmian zostanie przeprowadzona na podstawie wykonanej klasyfikacji nadzorowanej z wykorzystaniem nieparametrycznego algorytmu **Random Forest (RF)** osobno dla każdego z terminów. Zastosowanie klasyfikacji nadzorowanej wymaga przygotowania pól treningowych, na podstawie których zostaną wygenerowane sygnatury spektralne, które zostaną wykorzystane do klasyfikacji obrazów satelitarnych. Wybrany algorytm RF nie wymaga dużej ilości punktów treningowych, jednak przy ich tworzeniu powinniśmy pamiętać, aby były one reprezentatywne dla każdej z klas pokrycia terenu.

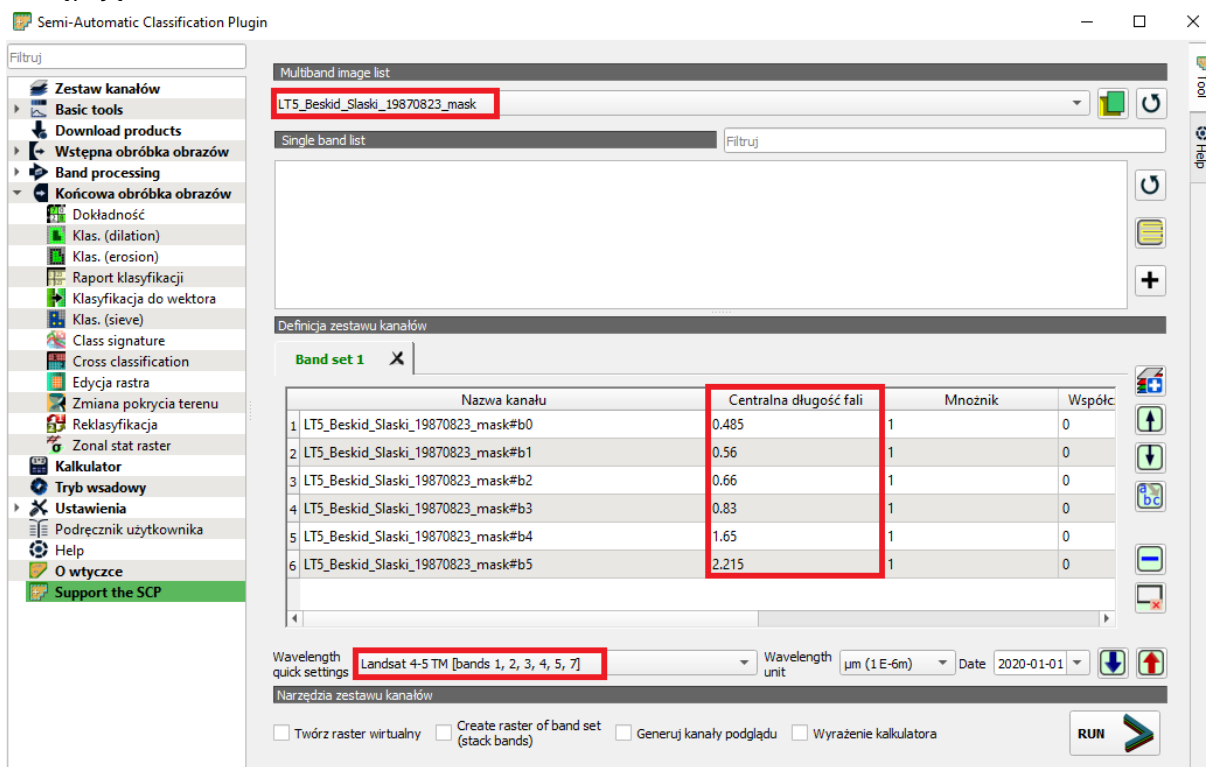
4. Klasyfikacja nadzorowana za pomocą wtyczki Semi-Automatic Classification Plugin

Jeżeli wtyczka Semi-Automatic Classification Plugin została poprawnie zainstalowana, w panelu bocznym na miejscu **Warstwy** pojawi się zestaw narzędzi **SCP Dock**. Jeśli panel ten nie jest widoczny w pasku narzędzi kliknij **Widok > Panele** i zaznacz **SCP Dock**. Główne zestawy narzędzi znajdują się w lewym pasku bocznym okienka wtyczki: zestaw *kanatów*, *podstawowe narzędzia*, *pobieranie danych*, *przetwarzanie wstępne*, *właściwe i końcowe obrazów* i inne.



4.1. Wyznaczanie pól treningowych

Wybierz ikonę  **Zestaw kanałów** lub menu **SCP > Zestaw kanałów**. Z pola **Multiband image list** wybierz obraz, na którym wykonana będzie klasyfikacja. W polu **Definicje zestawu kanałów** pojawią się kanały, z których składa się wybrany obraz. Mają one przypisane długości fal (**Centralna długość fali**). Można przypisać im odpowiednie długości fali ręcznie (bazując np. na danych w tabeli z długościami fal) lub z pola **Szybkie ustawienia długości fali** wybrać (w tym przypadku) **Landsat 4-5 TM [1, 2, 3, 4, 5, 7]**. W kolumnie **Centralna długość fali** przy kanałach powinny znaleźć się następujące wartości: **0.485, 0.56, 0.66, 0.83, 1.65, 2.215**.

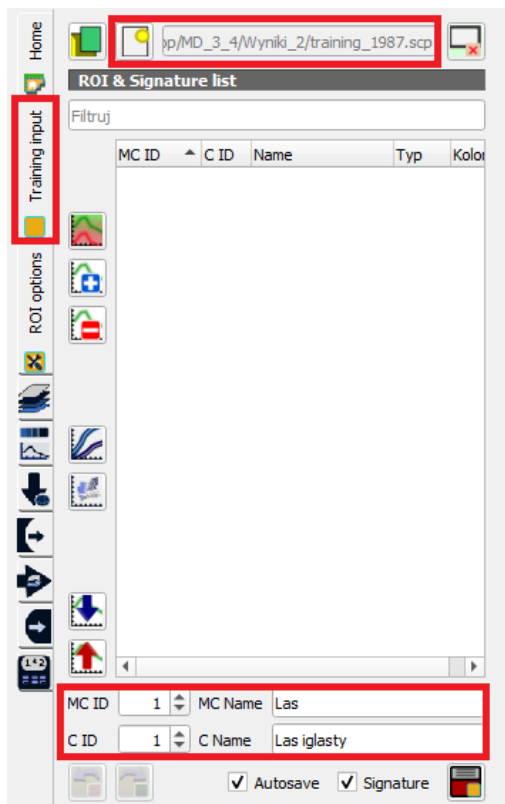


Po przypisaniu i sprawdzeniu centralnych długości fal zamknij okno klikając w krzyżyk w prawym górnym rogu.

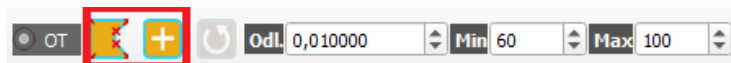
Obraz zostanie sklasyfikowany na 4 przykładowe makroklassy (klasy główne):

- 1 – Las – warstwa lasu (lasy, grupy drzew, zadrzewienia)
- 2 – Woda – warstwa wody (potoki, jeziora)
- 3 – Inne – gleby, tereny zabudowane (obszary nie pokryte roślinnością)
- 4 – Roślinność niska – tereny niskiej wegetacji (łąki, trawniki)

W zakładce **Training input** kliknij w ikonę **Twórz plik z danymi treningowymi** i utwórz nowy plik z danymi treningowymi. W polu **MC ID** ustal wartość (np. 1) i nazwę makroklassy **MC Name** (np. Woda) oraz w polu **C ID** wartość (np. 1) i w polu **C Name** nazwę klasy (np. Jezioro). Zdefiniuj Makroklassy jak w liście powyżej, klasy dopisz wedle uznania.

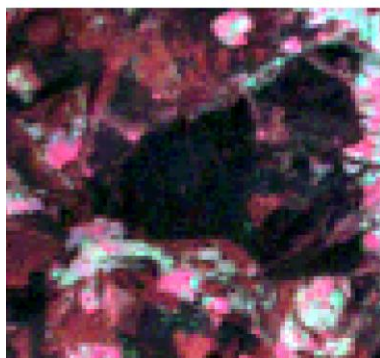


Pola treningowe mogą być zaznaczone na dwa sposoby. Z paska narzędzi wybrać można ręczne rysowanie poligonu lub automatyczne zaznaczenie obszaru pikseli.

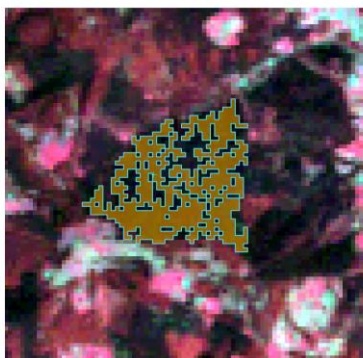


Ustaw właściwą makroklasę oraz klasę i zaznacz pole treningowe. Następnie wybierz ikonę **Save temporary ROI to training input**.

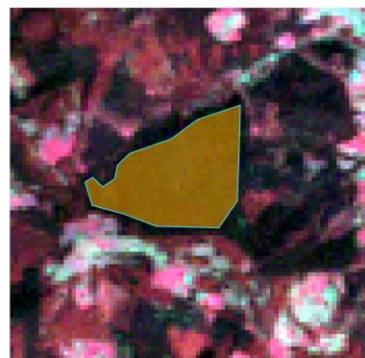
Podgląd CIR



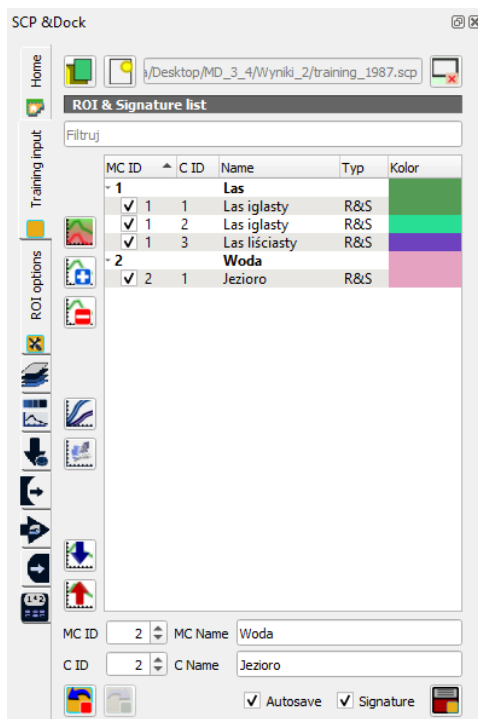
Zaznaczanie grupy podobnych pikseli



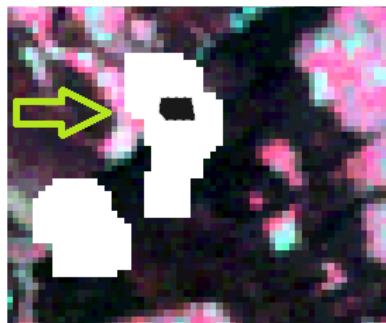
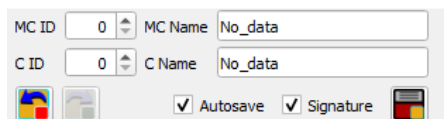
Ręczne rysowanie poligonu



W oknie **ROI & Signature list** pojawią się narysowane pola treningowe. W taki sposób zaznaczamy np. po 10 próbek z każdej klasy zmieniając odpowiednio parametry **MC ID**, **MC Name**, **C ID**, **C Name**. Dla łatwiejszej detekcji roślinności, w przypadku gdy chcemy rozróżnić wiele klas w obrębie terenów wegetacji, można użyć kompozycji barwnej CIR lub wskaźnika NDVI.

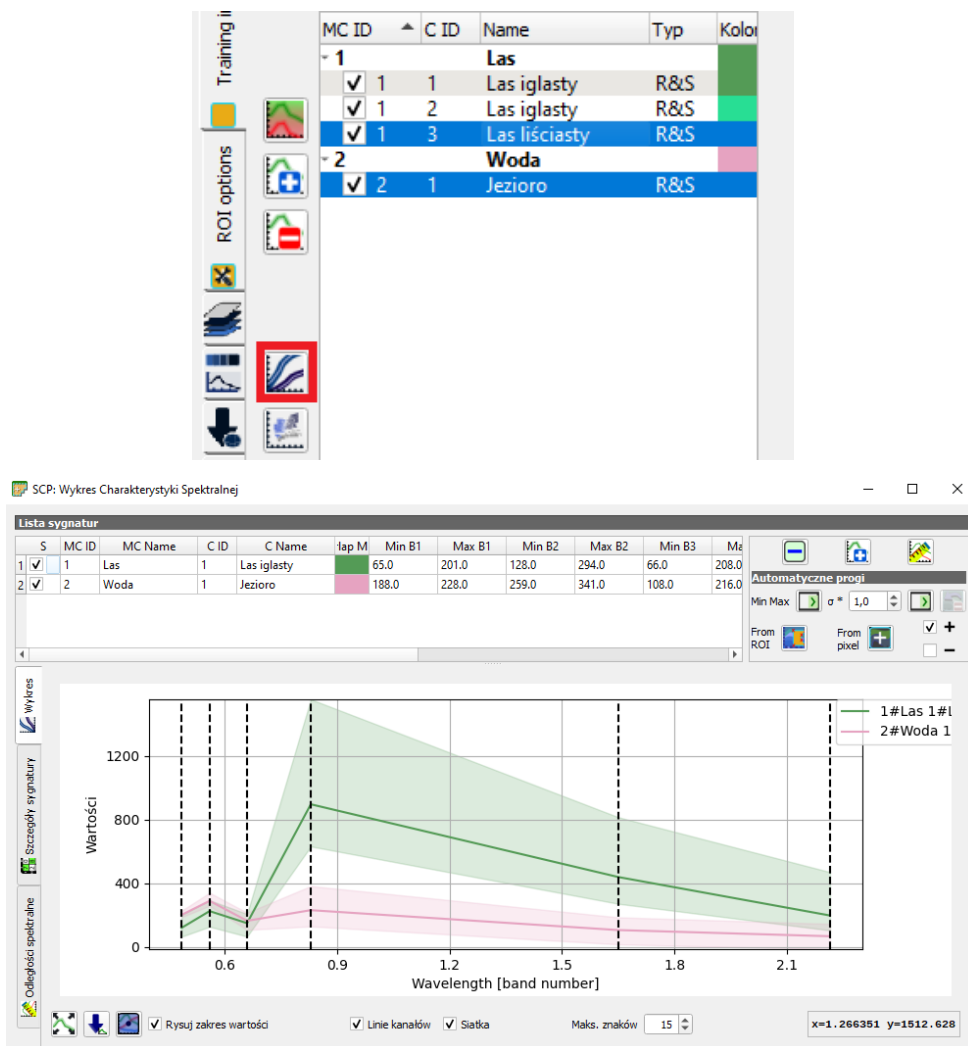


W przypadku użycia algorytmu Random Forest należy stworzyć jedno pole treningowe w obszarze gdzie występuje brak danych. W polu **MC ID** wpisz „0”, a w **MC Name** „No_data”:



Uwaga: Wynik klasyfikacji zależy od doboru pól treningowych. Przy różnej liczbie oraz obszarze pól wynik klasyfikacji tego samego zobrazowania może się nieznacznie różnić.

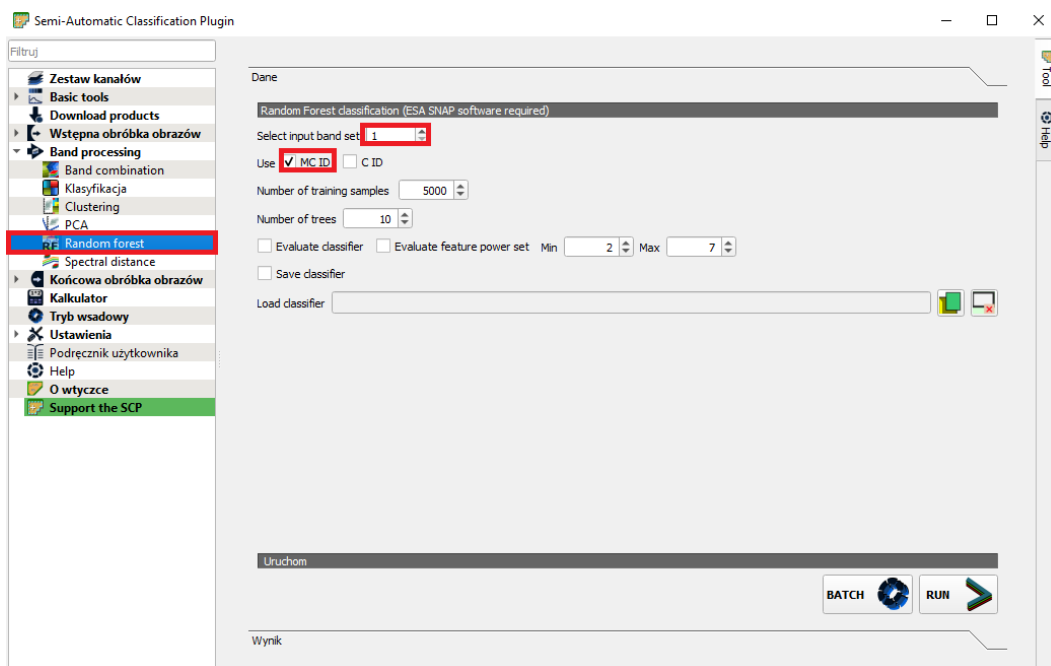
Prawidłowo wyznaczone pola treningowe powinny się różnić charakterystykami (np. przebiegiem krzywej spektralnej, wartościami średnimi, medianami itd.) pomiędzy poszczególnymi klasami. Kontrola wyznaczonych pól treningowych za pomocą wtyczki *Semi-Automatic Classification* może odbywać się z użyciem narzędzia **dołącz wybrane sygnatury do wykresu spektralnego sygnatur** po wcześniejszym zaznaczeniu wybranych pól treningowych.



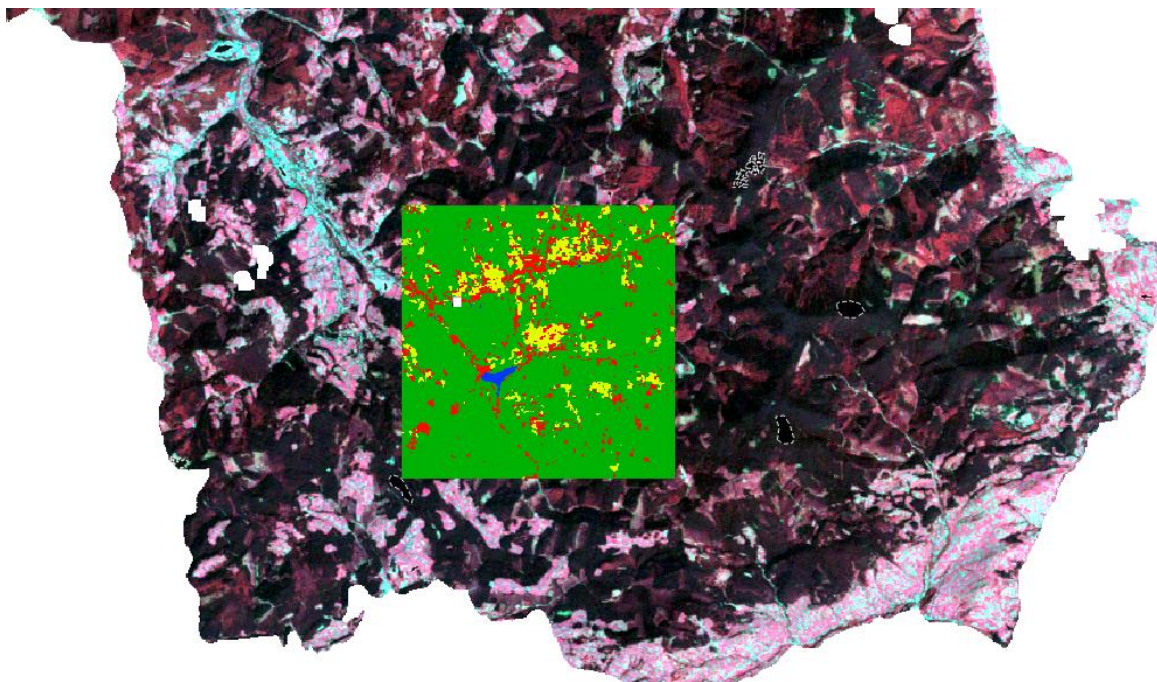
Liczba punktów/pól treningowych uzależniona jest od algorytmu klasyfikacyjnego, który stosujemy. Przy algorytmach parametrycznych (np. najmniejszej odległości, największego prawdopodobieństwa) punktów/pól treningowych i/lub tworzonych z nich sygnatur powinno być znacznie więcej niż w przypadku algorytmów nieparametrycznych, czyli m.in. algorytmu Random Forest zastosowanego w niniejszym ćwiczeniu.

4.2. Klasyfikacja terenu

Po stworzeniu bazy pól treningowych dla wszystkich klas można wykonać próbną klasyfikację na niewielkim fragmencie powierzchni. Pozwoli to na ocenę czy potrzeba więcej pól treningowych. W polu wtyczki SCP Dock w zakładce **Band processing** należy wybrać **Random Forest**, a następnie wybrać zestaw danych klasyfikacyjnych (*Select input band set*) zaznaczyć opcję Use MC ID, aby wykonać klasyfikację próbną dla 4 makroklas (włączona opcja Use C ID wykonuje klasyfikację dla klas szczegółowych).



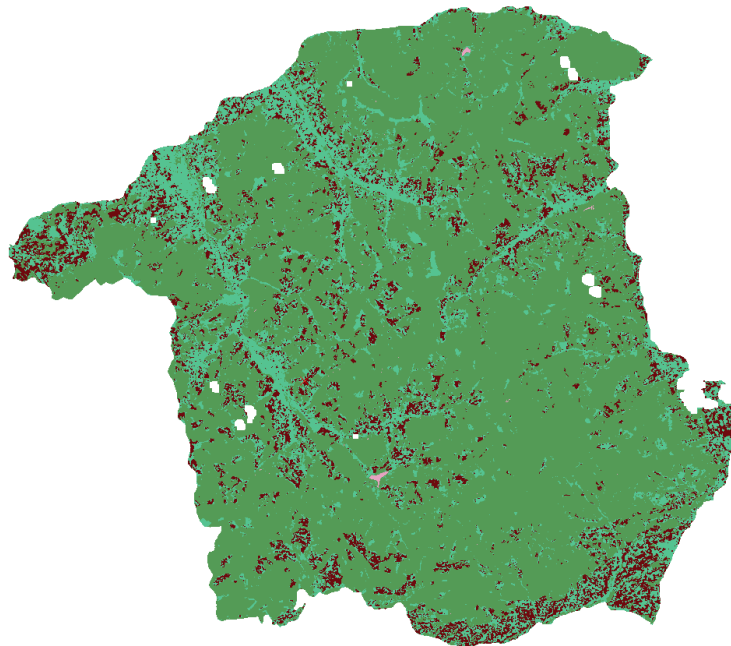
Próbną klasyfikację wykonaj klikając w ikonę , a następnie w dowolne miejsce na zobrazowaniu:



Gdy wynik uznany jest za satysfakcjonujący przed uruchomieniem wykonania właściwej klasyfikacji w ustawieniach wtyczki SCP (**menu SCP > Ustawienia > Processing setting**) zmień wielkość dostępnego RAM na wartość połowy dostępnej pamięci RAM danego komputera (np. 4002, jeżeli klasyfikację wykonujemy na komputerze z RAM 8 GB).

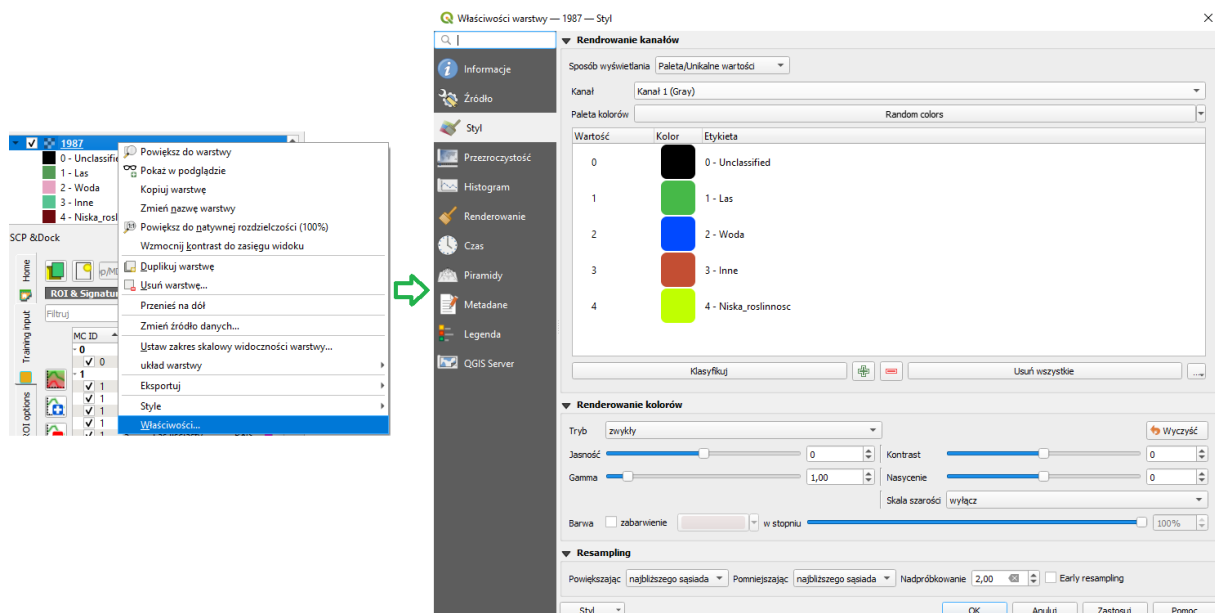
Przejdź znów do narzędzia Random Forest. Wykonanie klasyfikacji uruchom przyciskając klawisz **RUN**. Wynik klasyfikacji zapisz w katalogu [MD_3_4\Wyniki](#).

Wynikiem jest mapa klasyfikacji:



5. Zmiana sposobu wyświetlania warstwy klasyfikacji

W oknie **Właściwości warstwy** zmień ustawienia palety barwnej zgodnie z ustawieniami przedstawionymi na poniższym zrzucie ekranu. Kliknij PPM na wykonaną klasyfikację, **Właściwości**, zakładka **Styl**. **Sposób wyświetlania** powinien być ustawiony na **Paleta/Unikalne wartości**, klikając na poszczególne klasy należy ustawić dla nich odpowiednie kolory. Zmiany zatwierdź przyciskiem **OK**.



Właściwości warstwy — 1987 — Styl

Rendrowanie kanałów

Sposób wyświetlania: Paleta/Unikalne wartości

Kanał: Kanał 1 (Gray)

Paleta kolorów: Random colors

Wartość	Kolor	Etykieta
0	Black	0 - Unclassified
1	Green	1 - Las
2	Blue	2 - Woda
3	Red	3 - Inne
4	Yellow	4 - Niska_rolnosc

Rendrowanie kolorów

Tryb: zwykły

Jasność: 0

Kontrast: 0

Gamma: 1,00

Nasylenie: 0

Skala szarości: wyłącz

Barwa: zabarwienie

Resampling

Powiększając: najbliższego sąsiada

Pomniejszając: najbliższego sąsiada

Nadpróbkowanie: 2,00

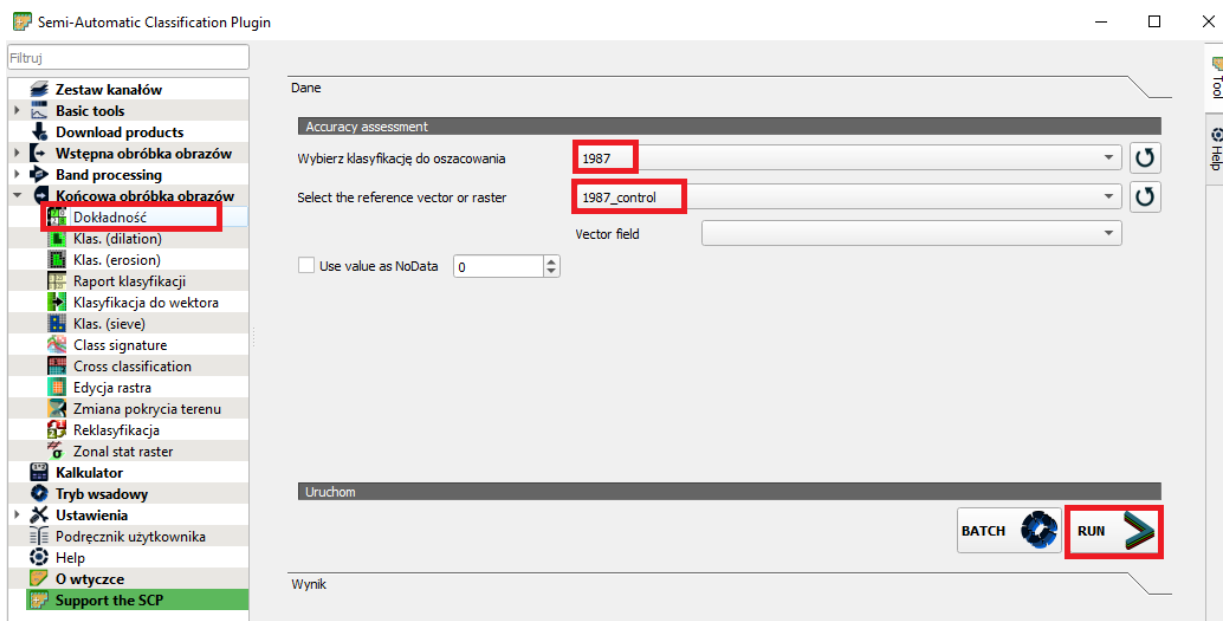
Early resampling

Styl

OK Anuluj Zastosuj Pomoc

6. Ocena dokładności klasyfikacji

Ostatnim krokiem analizy zmian pokrycia terenu jest ocena dokładności. W pierwszym kroku przeciągnij do okna centralnego plik wektorowy [MD_3_4\Dane\1987_control.shp](#), który zawiera pola kontrolne obejmujące obszary poszczególnych klas. W oknie wtyczki SCP wejdź w zakładkę **Końcowa obróbka obrazu > Dokładność**. W polu **Wybierz klasyfikację do oszacowania** wybierz plik z wykonaną klasyfikacją, a w **select the reference vector or raster** wybierz plik z polami kontrolnymi ([1987_control.shp](#)). Następnie kliknij **Run**.



Wynik oceny dokładności zapisany jest w formacie **.tif* oraz **.csv*. Zaznaczone obszary kontrolne porównywane są z klasami wykonanej klasyfikacji. Wynik analizy dokładności przedstawiony jest w postaci macierzy błędów (ang. *confusion matrix*), gdzie ukazana jest relacja występowania pikseli z klasyfikacji w stosunku do pikseli wyznaczonych na polach kontrolnych. Na przekątnej macierzy znajduje się liczba pikseli, które przyjęły takie same klasy. Kolejnym parametrem macierzy błędów jest dokładność producenta (PA) określająca procentowo stosunek poprawnie sklasyfikowanych pikseli do wszystkich pikseli w danej klasie.

```

BłądKoduMacierzy  Odniesienie      Classified      PodsPiks
1                  1                  1              9
3                  1                  2              1
5                  2                  2              3
12                 3                  3              10
14                 4                  3              1
16                 4                  4              11

> ERROR MATRIX (pixel count)
> Odniesienie
V_Classified      1          2          3          4          Całkowicie
1                  9          0          0          0          9
2                  1          3          0          0          4
3                  0          0          10         1          11
4                  0          0          0          11         11
Całkowicie        10         3          10         12         35

> AREA BASED ERROR MATRIX
> Odniesienie
V_Classified      1          2          3          4          Area          Wi
1                  0.7112    0.0000    0.0000    0.0000    339143400.0000 0.7112
2                  0.0002    0.0005    0.0000    0.0000    293400.0000    0.0006
3                  0.0000    0.0000    0.1735    0.0173    91001700.0000 0.1908
4                  0.0000    0.0000    0.0000    0.0973    46390500.0000 0.0973
Całkowicie        0.7114    0.0005    0.1735    0.1146    476829000.0000
Area              339216750  220050    82728818  54663382  476829000
SE                0.0002    0.0002    0.0173    0.0173
SE area          73350     73350     8272882   8272882
95% CI area     143766    143766    16214848  16214848
PA [%]          99.9784   100.0000  100.0000  84.8658
UA [%]          100.0000  75.0000   90.9091   100.0000
Kappa hat       1.0000    0.7499    0.8900    1.0000

Ogólna dokładność [%] = 98.2496
Kappa hat classification = 0.9611

Area unit = metre^2
SE = standard error
CI = confidence interval
PA = producer's accuracy
UA = user's accuracy

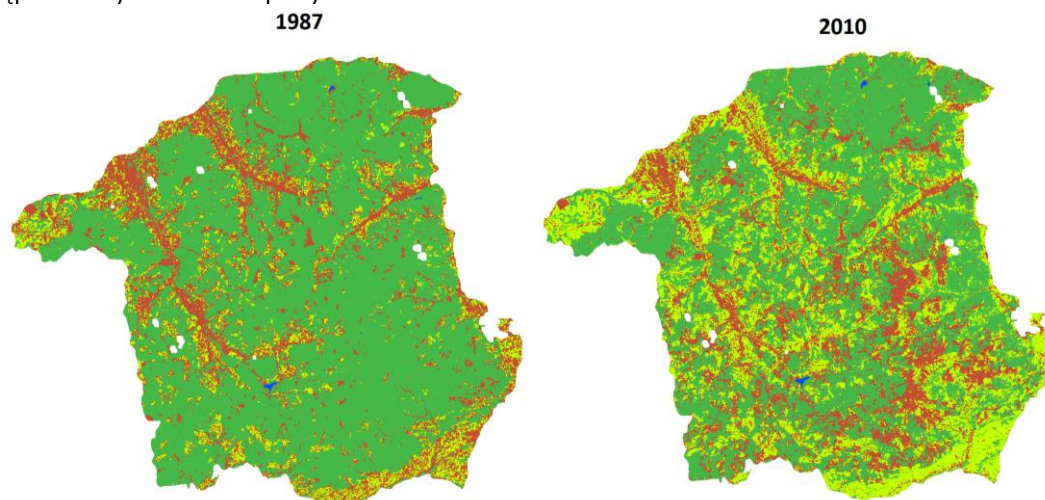
```

Razem z mapą klasyfikacji obszaru na 4 klasy została wygenerowana również mapa prawdopodobieństwa sklasyfikowania danej klasy poprawnie***_conf.tif (Probability maps)**. Wartości na mapie zapisane są w przedziale od 0 do 1 gdzie jeden oznacza największe prawdopodobieństwo klasyfikacji jako dana klasa pokrycia terenu.

Czynności opisane w rozdziałach 4, 5 i 6 należy powtórzyć dla zobrazowania z 2010 roku, pamiętając o wczytywaniu odpowiednich warstw.

7. Wygenerowanie mapy wylesień i zalesień

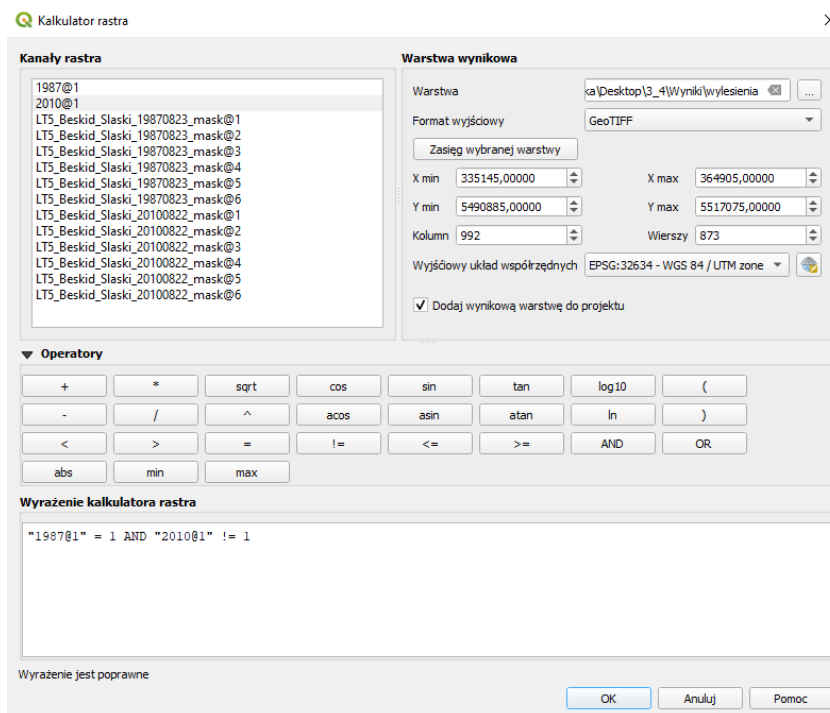
Mając przygotowane warstwy rastrowe z wykonaną klasyfikacją terenu dla dwóch terminów można przystąpić do wykonania map wylesień i zalesień.



Obszary, które w 1987 roku zostały sklasyfikowane jako powierzchnie leśne, a w 2010 miały już inną klasę pokrycia to tereny, na których wystąpił proces wylesienia. Aby wyznaczyć te obszary zostanie napisane wyrażenie logiczne z użyciem narzędzia **Raster > Kalkulator rastra...** W polu **wyrażenie kalkulatora rastra** należy napisać następującą formułę:

$$"1987@1" = 1 \text{ AND } "2010@1" \neq 1$$

W polu warstwa należy wskazać ścieżkę zapisu oraz nazwę pliku wynikowego.



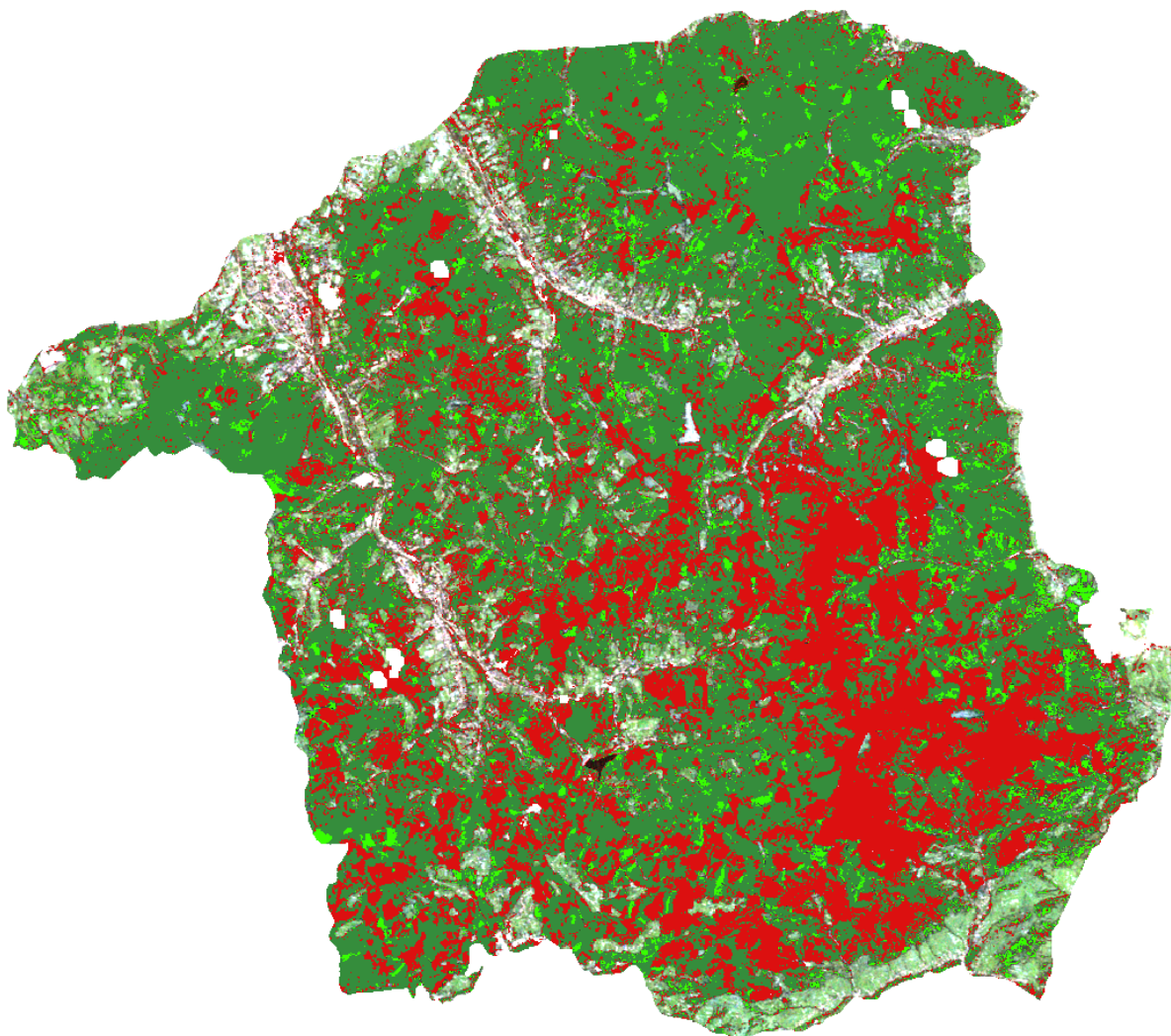
Wyrażenie dla mapy obszarów zalesionych wygląda następująco:

$$"1987@1" \neq 1 \text{ AND } "2010@1" = 1$$

I dla mapy stałych powierzchni leśnych:

$$"1987@1" = 1 \text{ AND } "2010@1" = 1$$

Po zmianie sposobu wyświetlania uzyskanych warstw, mapa wylesień, zalesień i powierzchni leśnych, które nie uległy konwersji przedstawia się następująco:



Przedstawiona metoda detekcji zmian z wykorzystaniem klasyfikacji nadzorowanej obrazów satelitarnych składających się z danych pozyskanych dla kilku terminów (wieloczasowych) jest obecnie jedną z częściej stosowanych metod zwłaszcza w przypadku analizy zmian pomiędzy dwoma terminami.