

Dane satelitarne dla administracji publicznej

## Scenariusz warsztatowy 2

# ANALIZA WIELOCZASOWA ZMIAN POKRYCIA I UŻYTKOWANIA TERENU WYBRANEJ AGLOMERACJI MIEJSKIEJ



© ESA/ATG medialab

## Spis treści

Spis treści .....	2
Opis zadania .....	3
Cel zadania.....	3
Wykaz danych przestrzennych GIS .....	3
Wykaz stron internetowych .....	3
Wykaz zastosowanego oprogramowania .....	3
Procedura instalacji oprogramowania .....	4
Opis ćwiczenia .....	5
1. Wczytanie danych do projektu.....	5
2. Ustawienie wyświetlania obrazów Sentinel-2 i Landsat.....	7
3. Wczytanie warstwy wektorowej z granicą miasta Krakowa .....	10
4. Porównanie rozdzielczości przestrzennej obu obrazów .....	11
5. Wizualna analiza zmian pokrycia terenu obszaru miejskiego.....	12
6. Wyświetlanie danych z klasyfikacji terenu .....	13
7. Obliczenie ilości pikseli i powierzchni klas .....	14
8. Porównanie wyników.....	15

## Opis zadania

Zadanie polega na porównaniu zmian aglomeracji miejskiej (miasto Kraków) na przestrzeni lat na podstawie analizy zobrażeń Sentinel-2 oraz Landsat. W analizie zmian pod uwagę zostaną wzięte 4 obrazy wykonane z satelity Sentinel-2 co dwa lata od 2015-2021 roku w okresie letnim oraz 4 obrazy pozyskane z satelity Landsat co 10 lat od 1989-2019 w okresie letnio-jesiennym. Analizom poddane zostaną zmiany pokrycia terenu wykryte na podstawie wyników klasyfikacji poszczególnych scen. Wykonana zostanie także analiza wizualna zmian.

## Cel zadania

- Analiza wizualna zdjęć z różnych dat.
- Analiza zmian pokrycia terenu na terenie miasta Kraków na podstawie wyników klasyfikacji.
- Porównanie wyników analizy wykonanej na podstawie klasyfikacji zobrażeń Sentinel-2 i Landsat.

## Wykaz danych przestrzennych GIS

- Zobrazowania satelitarne Sentinel-2:  
04.08.2015: [S2A\\_MSIL2A\\_20150804T094006\\_N0213\\_R036\\_T34UDA\\_20200118T160311](#)  
16.08.2017: [S2A\\_MSIL2A\\_20170816T095031\\_N0205\\_R079\\_T34UDA\\_20170816T095031](#)  
31.08.2019: [S2B\\_MSIL2A\\_20190831T095039\\_N0213\\_R079\\_T34UDA\\_20190831T131346](#)  
21.06.2021: [S2B\\_MSIL2A\\_20210621T095029\\_N0300\\_R079\\_T34UDA\\_20210621T113730](#)
- Zobrazowania satelitarne Landsat:  
Landsat 5, 21.08.1989: [LT051880251989082101T1-SC20200107155507](#)  
Landsat 7, 09.10.1999: [LE071880251999091001T1-SC20200110082016](#)  
Landsat 5, 28.08.2009: [LT051880252009082801T1-SC20200107155503](#)  
Landsat 8, 24.08.2019: [LC081880252019082401T1-SC20200107160237](#)
- Gotowe mapy klasyfikacji wykonanej na podstawie zobrażeń Sentinel-2:  
[S2\\_20150804\\_classed\\_cliped.tif](#)  
[S2\\_20170816\\_classed\\_cliped.tif](#)  
[S2\\_20190831\\_classed\\_cliped.tif](#)  
[S2\\_20210621\\_classed\\_cliped.tif](#)  
oraz Landsat:  
[L\\_19890821\\_classed\\_cliped.tif](#)  
[L\\_19990910\\_classed\\_cliped.tif](#)  
[L\\_20090828\\_classed\\_cliped.tif](#)  
[L\\_20190824\\_classed\\_cliped.tif](#)
- Plik wektorowy [Granica\\_Krakowa.shp](#) z granicą miasta Krakowa.

## Wykaz stron internetowych

- Pobieranie zobrażeń satelitarnych Sentinel-2: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
- Pobieranie zobrażeń satelitarnych Landsat: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

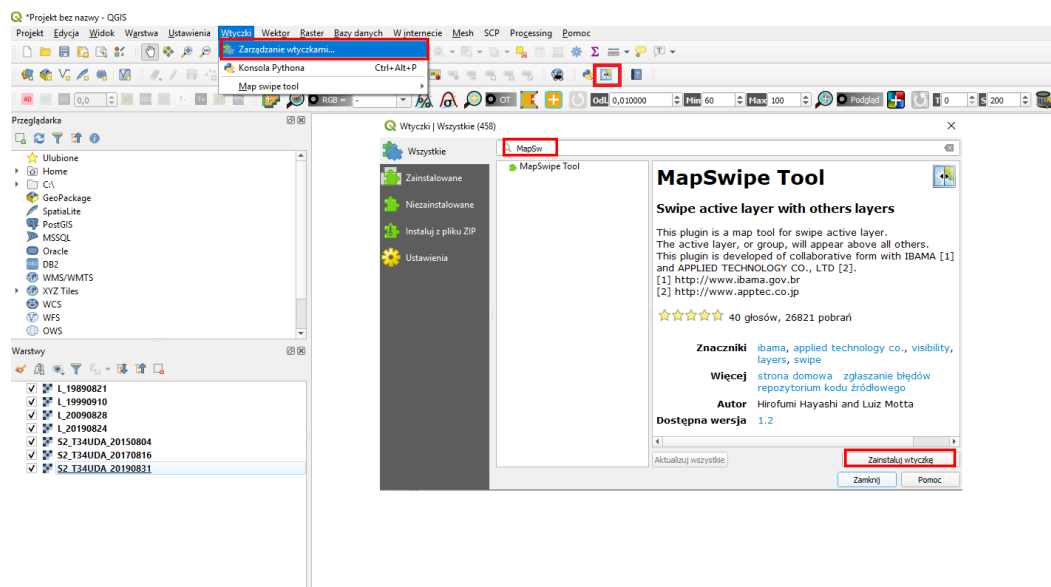
## Wykaz zastosowanego oprogramowania

- QGIS 3.16
- LibreOffice

## Procedura instalacji oprogramowania

### Instalacja wtyczki MapSwipe Tool

Wybierz z pola zakładek **Wtyczki > Zarządzanie wtyczkami**. W polu wyszukiwania wpisz nazwę **MapSwipe tool** i kliknij **Zainstaluj wtyczkę**. Ikona wtyczki powinna być widoczna na pasku narzędzi.



## Opis ćwiczenia

### 1. Wczytanie danych do projektu

Dane Sentinel-2 i 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.

Tabela przedstawia wszystkie kanały satelity Sentinel-2. W tym ćwiczeniu używane będą kanały wyróżnione na niebiesko (B02 – niebieski, B03 – zielony, B04 – czerwony, B08 – bliska podczerwień):

Sentinel-2			
Kanał	Zakres długości	GSD	Opis
B01	443 nm	60 m	Coastal aerosol
B02	490 nm	10 m	Blue
B03	560 nm	10 m	Green
B04	665 nm	10 m	Red
B05	705 nm	20 m	Vegetation Red Edge
B06	740 nm	20 m	Vegetation Red Edge
B07	783 nm	20 m	Vegetation Red Edge
B08	842 nm	10 m	Near-infrared
B8A	865 nm	20 m	Vegetation Red Edge
B09	940 nm	60 m	Water vapour
B10	1375 nm	60 m	Short Wave Infrared - Cirrus
B11	1610 nm	20 m	Short Wave Infrared
B12	2190 nm	20 m	Short Wave Infrared

Następna tabela przedstawia kanały satelity Landsat 7 oraz Landsat 4-5. Landsat 4-5 nie posiada jedynie kanału panchromatycznego (Band 8). W tym ćwiczeniu używane będą kanały wyróżnione na niebiesko (Band 1 – niebieski, Band 2 – zielony, Band 3 – czerwony, Band 4 – bliska podczerwień):

Landsat 4, 5, 7			
Kanał	Zakres długości fali	GSD	Opis
Band 1	450-520 nm	30 m	Visible Blue
Band 2	520-600 nm	30 m	Visible Green
Band 3	630-690 nm	30 m	Visible Red
Band 4	770-900 nm	30 m	Near-infrared
Band 5	1550-1750 nm	30 m	Near-infrared
Band 6	10400-12500 nm	60 m	Thermal
Band 7	2080-2350 nm	30 m	Mid-infrared
Band 8	52-90 nm	15 m	Panchromatic

Ostatnia tabela przedstawia kanały satelity Landsat 8. W tym ćwiczeniu używane będą kanały wyróżnione na niebiesko (Band 2 – niebieski, Band 3 – zielony, Band 4 – czerwony, Band 5 – bliska podczerwień):

Landsat 8			
Kanał	Zakres długości fali	GSD	Opis
Band 1	430-450 nm	30 m	Coastal aerosol
Band 2	450-510 nm	30 m	Visible Blue
Band 3	530-590 nm	30 m	Visible Green
Band 4	640-670 nm	30 m	Visible Red
Band 5	850-880 nm	30 m	Near-infrared
Band 6	1570-1650 nm	30 m	Short Wave Infrared
Band 7	2110-2290 nm	60 m	Short Wave Infrared
Band 8	50-68 nm	15 m	Panchromatic
Band 9	1360-1380 nm	30 m	Cirrus
Band 10	10600-11190 nm	100 m	Long Wave Infrared
Band 11	11500-12510 nm	100 m	Long Wave Infrared

W celu wczytania danych do projektu w zakładce **Przeglądarka** ustal lokalizację plików z danymi. W przypadku danych Sentinel-2 wejdź w ścieżkę folderów:

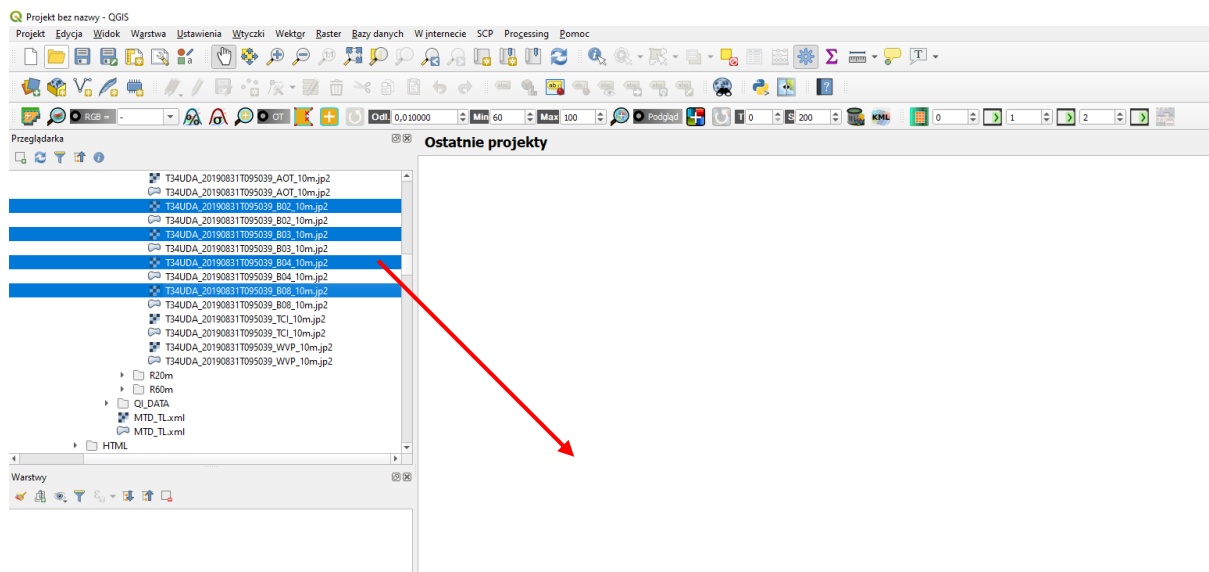
[MD\\_3\\_2\Dane\Sentnel-2\](#)

[S2A\\_MSIL2A\\_20170816T095031\\_N0205\\_R079\\_T34UDA\\_20170816T095031.SAFE\GRANULE\L2A\\_T34UDA\\_A011230\\_20170816T095031\IMG\\_DATA\R10m](#)

i przenieś pliki interesujących nas kanałów (B02, B03, B04, B08) do centralnej części interfejsu programu. Powtórz tę czynność dla wszystkich czterech zobrazowań Sentinel-2. W przypadku danych Landsat wejdź w przykładowy folder:

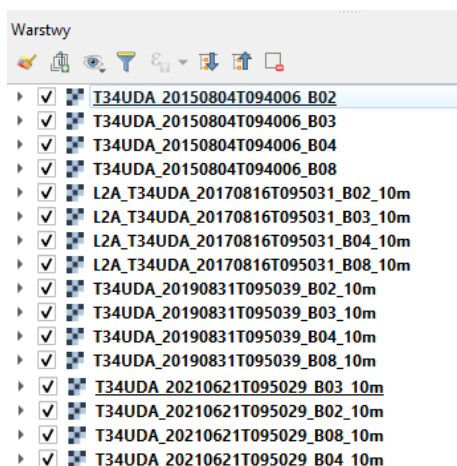
[MD\\_3\\_2\Dane\Landsat\LC081880252019082401T1-SC20200107160237](#)

i przenieś pliki z kanałami do okna głównego. Dla Landsat 5 i Landsat 7 (1989, 1999, 2009) są to: band1, band2, band3, band4. Dla Landsat 8 (2019): band2, band3, band4, band5.

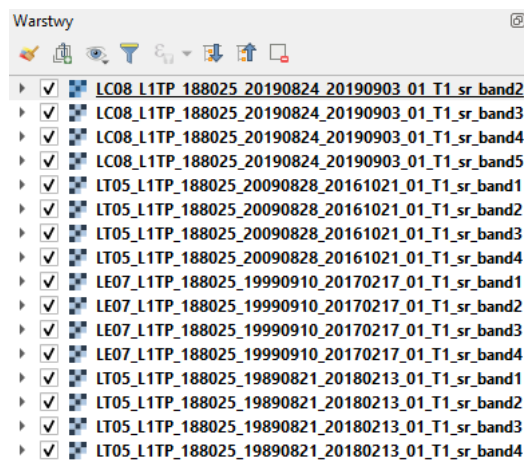




Lista importowanych obrazów Sentinel-2:

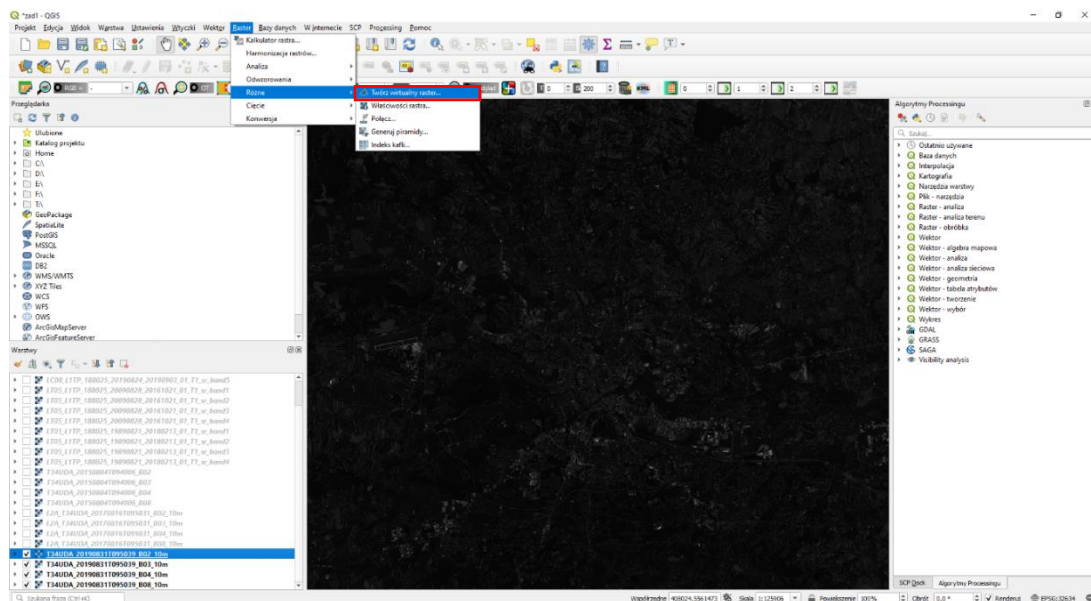


Lista importowanych obrazów Landsat:

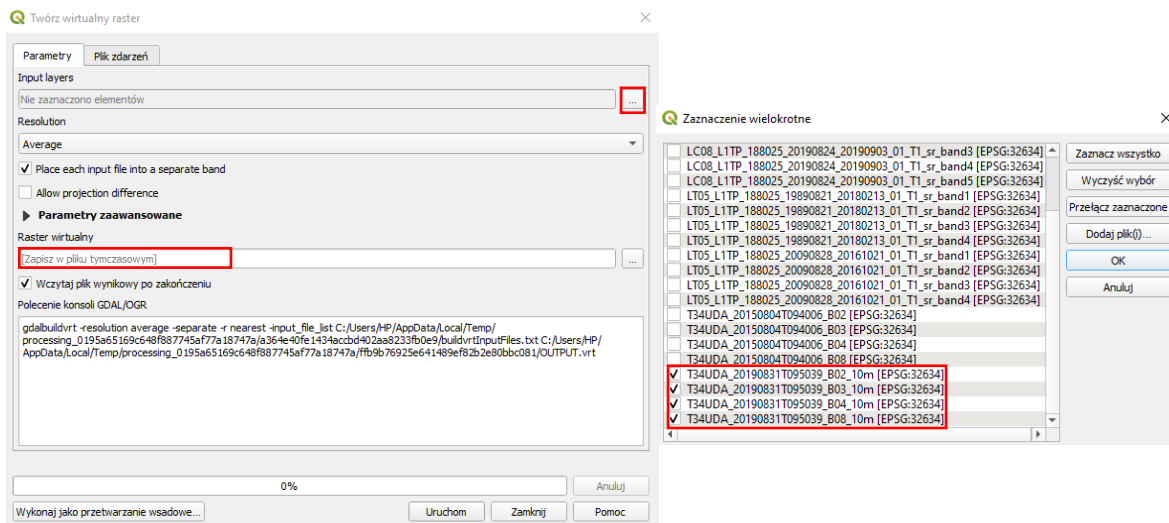


## 2. Ustawienie wyświetlania obrazów Sentinel-2 i Landsat

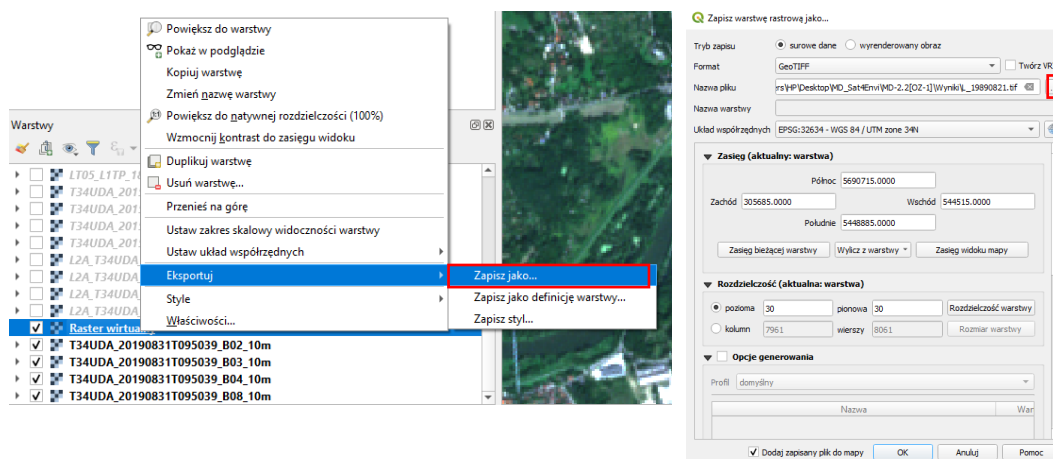
W celu wyświetlania obrazu wielospektralnego w jednym pliku utwórz nowy tymczasowy plik rastrowy składający się z wybranych kanałów. Stworzenie nowego pliku rastrowego wykonaj funkcją **Raster > Różne > Twórz wirtualny raster**.



W oknie **Twórz wirtualny raster** kliknij na zakładkę **Input layers**. Pojawi się nowe okno **Zaznaczenie wielokrotne**, wybierz elementy (kanały) należące do jednej sceny, z których ma się składać nowy obraz, kliknij **OK**. Zapisz wirtualny raster w pliku tymczasowym i uruchom proces.



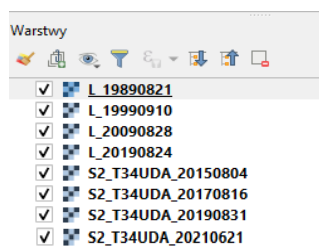
W zakładce **Warstwy** utworzony zostaje **Raster wirtualny**. Jest on zapisany tymczasowo, by zapisać go do pliku kliknij prawym przyciskiem myszy (PPM) na **Raster wirtualny** > **Eksportuj** > **Zapisz jako...** W polu **Nazwa pliku** podaj nazwę (np.: *L\_19890821*) i lokalizację zapisywanego obrazu (*MD\_3\_2|Wyniki*). Kliknij **OK**.



Następnie z zakładki **Warstwy** można usunąć wszystkie warstwy danej sceny (zaznacz wybrane warstwy przy użyciu klawisza *Shift* lub *Ctrl*, kliknij PPM i wybierz **Usuń Warstwę...**) i pracować na nowo zapisanym pliku.

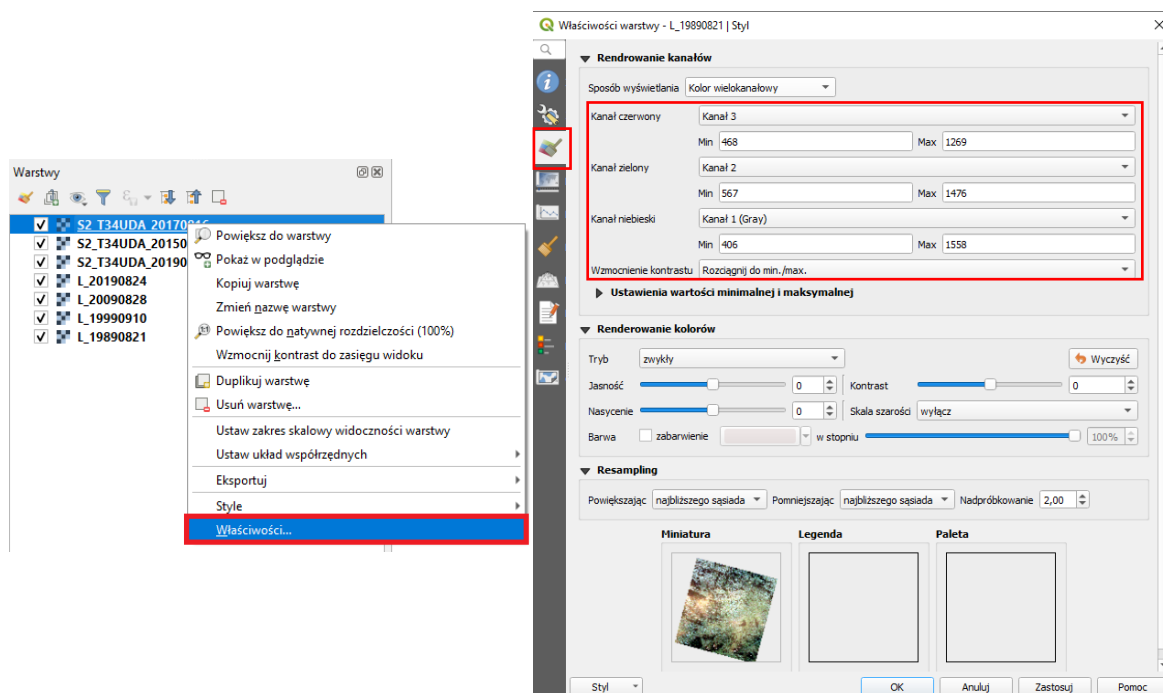
Operacje tworzenia **Wirtualnego rastra** i **Eksportu do pliku** wykonaj dla każdej „grupy” obrazów (Sentinel-2: 2015, 2017, 2019, 2021 i Landsat: 1989, 1999, 2001, 2019).

Ostatecznie otrzymano 8 rastrow z możliwością wyświetlania koloru wielokanałowego:



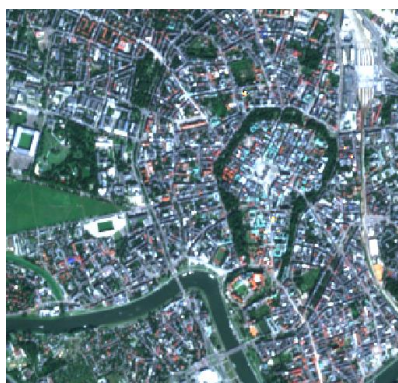


W celu ustawienia odpowiedniej kompozycji barwnej kliknij PPM na wybrany obraz wielokanałowy i wybierz **Właściwości**. W oknie **Właściwości warstwy** wskaż pole **Styl**. W zakładce **Renderowanie kanałów** (by uzyskać obraz w barwach naturalnych) ustaw rozwijane pola kanałów na kanał czerwony – Kanał 3, kanał zielony – Kanał 2, kanał niebieski – Kanał 1. Dla kompozycji CIR (Color Infrared) kolejność kanałów to (4,3,2).



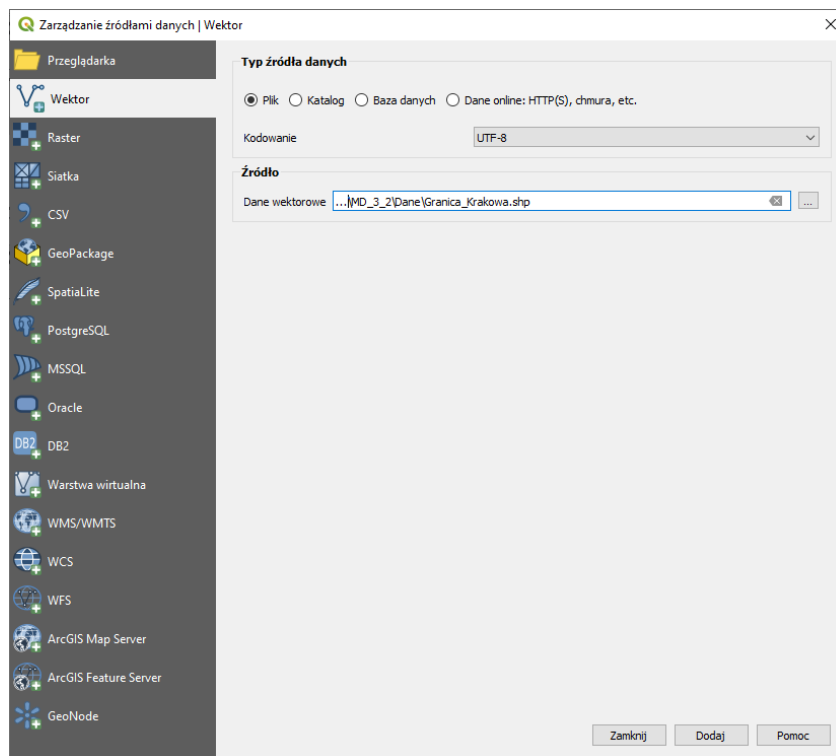
*Uwaga: Numery kanałów wybierane na tym etapie mogą nie zgadzać się z oryginalnymi numerami kanałów obrazu. Na etapie tworzenia rastra wirtualnego brane pod uwagę są wybrane kanały i w nowym rastrze zapisane są z nową kolejnością – taka jaka została ustawiona przy tworzeniu rastra. Jeśli np. w Sentinel-2 po kolei wybrano kanał 2,3,4,8 to nowa numeracja przypisze 2->1, 3->2, 4->3 i 8->4.*

Wynikowe rastry w kolorach naturalnych i CIR:

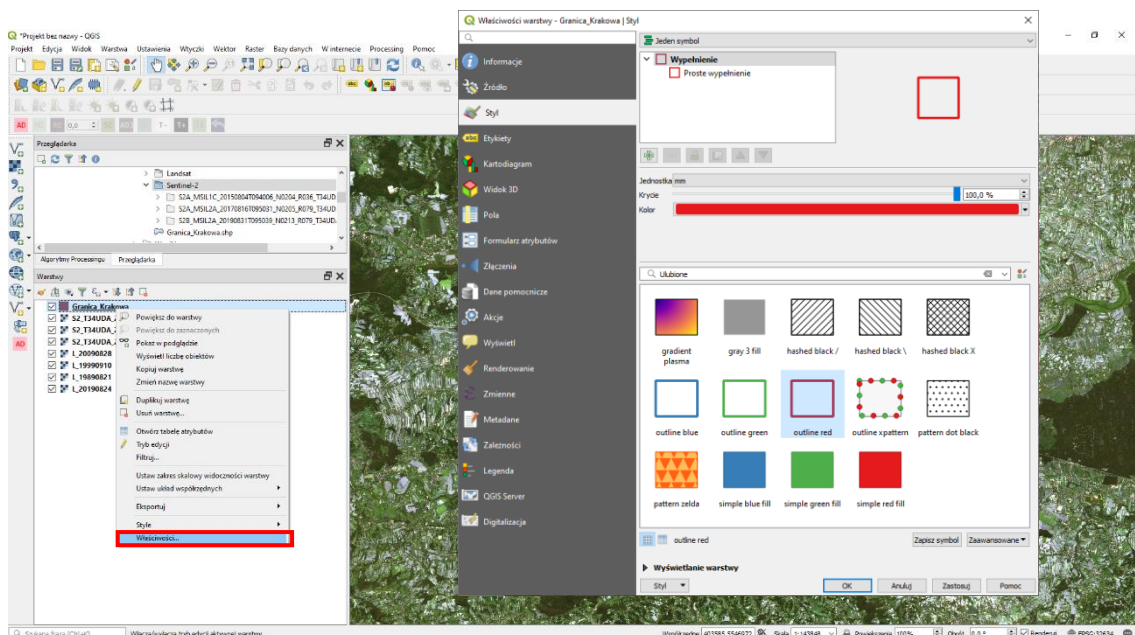


### 3. Wczytanie warstwy wektorowej z granicą miasta Krakowa

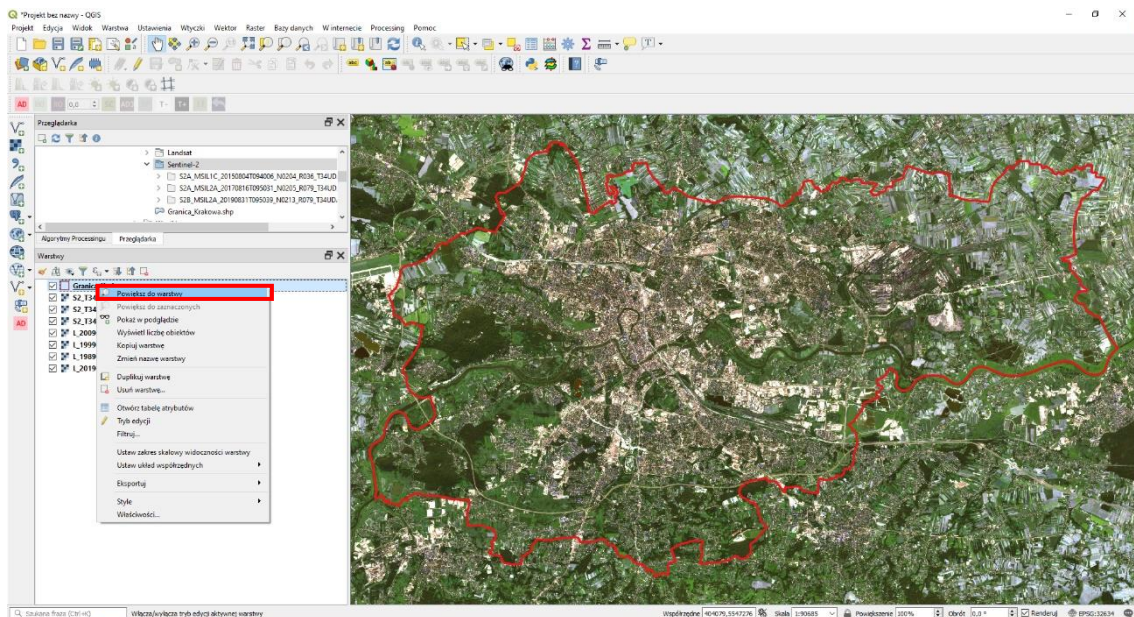
W celu wczytania pliku wektorowego z lokalizacją miasta Krakowa ([MD\\_3\\_2\Dane\Granica\\_Krakowa.shp](#)), który ma posłużyć jako pomoc w identyfikacji analizowanych miejsc wybierz z menu: **Warstwa > Dodaj warstwę > Dodaj warstwę wektorową**.



Aby zmienić sposób wyświetlania wczytanej warstwy wektorowej kliknij PPM i wybierz **Właściwości**. W zakładce Styl wybierz styl np. **outline red**.

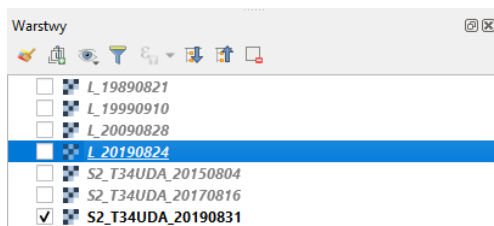


W celu przybliżenia widoku do granic miasta Krakowa kliknij PPM na warstwę *Granica\_Krakowa.shp* i wybierz **Powiększ do warstwy**.



#### 4. Porównanie rozdzielczości przestrzennej obu obrazów

Wizualne porównanie dwóch różnych obrazów można wykonać za pomocą wtyczki **MapSwipe tool**. By użyć wtyczki zaznacz jedną z porównywanych warstw tak by była wyświetlona w oknie centralnym, a drugą tak by była podświetlona na niebiesko i kliknij ikonę **MapSwipe Tool**. W oknie centralnym pojawi się jeden obraz, po kliknięciu i przesunięciu kursora pojawi się przesuwalna linia oddzielająca obrazy.



Porównane obrazy:

- po lewej Landsat 8 2019 r., rozdzielczość przestrzenna - piksel 30 m,
- po prawej Sentinel-2 2019 r., rozdzielczość przestrzenna - piksel 10 m.





## 5. Wizualna analiza zmian pokrycia terenu obszaru miejskiego

Za pomocą wtyczki **Map Swipe Tool** można wykonać wizualną analizę zmian występujących w obszarze miejskim poprzez porównanie dwóch obrazów tego samego sensora z różnego terminu. Wykonaj porównanie wizualne analogiczne jak w kroku 3.

Sentinel-2: Most im. Kardynała Franciszka Macharskiego i fragment wschodniej części IV obwodnicy Krakowa. Po lewej rok 2015, po prawej 2019.



Przykładowe zmiany:

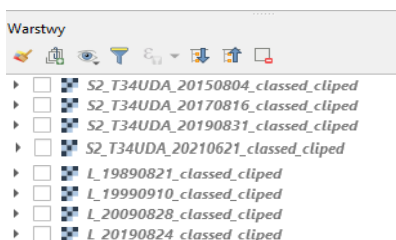
Landsat: Tauron Arena Kraków i osiedla na Dąbiu. Od góry rok 1999, od dołu 2019.



## 6. Wyświetlanie danych z klasyfikacji terenu

W katalogu *Dane/Klasyfikacja* znajdują się sklasyfikowane obrazy każdej ze scen przycięte do granicy administracyjnej Krakowa (pliki o nazwie: *S2/L\_data\_classed\_cliped.tif*). Proces klasyfikacji omówiony zostanie szczegółowo w kolejnym ćwiczeniu "Klasyfikacja pokrycia terenu". Pliki rastrowe z wynikami klasyfikacji przeciągnij do okna centralnego.

Lista wczytanych plików rastrowych:



Wczytane dane zawierają obraz podzielony na 4 klasy - każdemu pikselowi przyporządkowana jest wartość jednej z klas pokrycia terenu:

**Woda** - rzeki i jeziora.

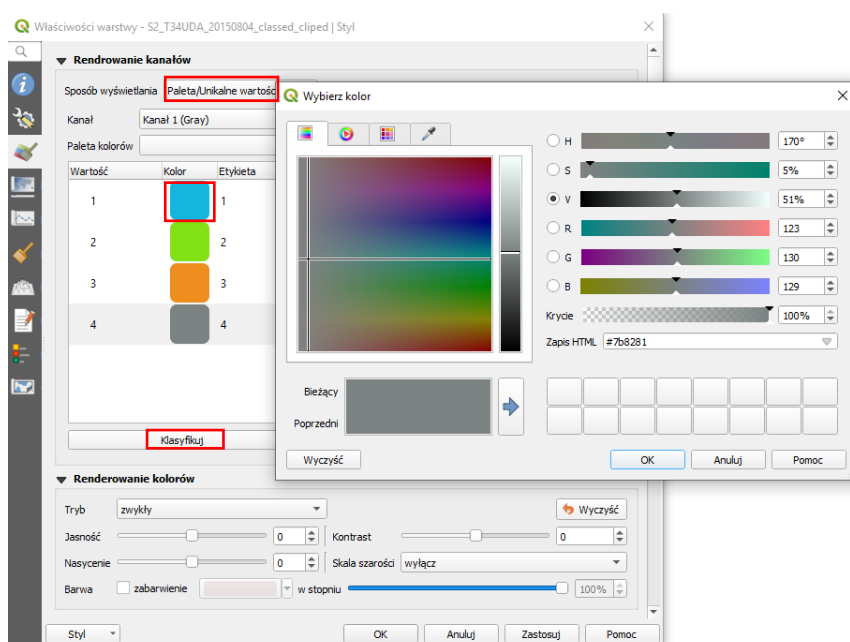
**Wegetacja** - pola uprawne, lasy, łąki, tereny pokryte roślinnością.

**Gleba** - niezabudowane tereny bez roślinności, np. pola na których nie ma aktualnie upraw.

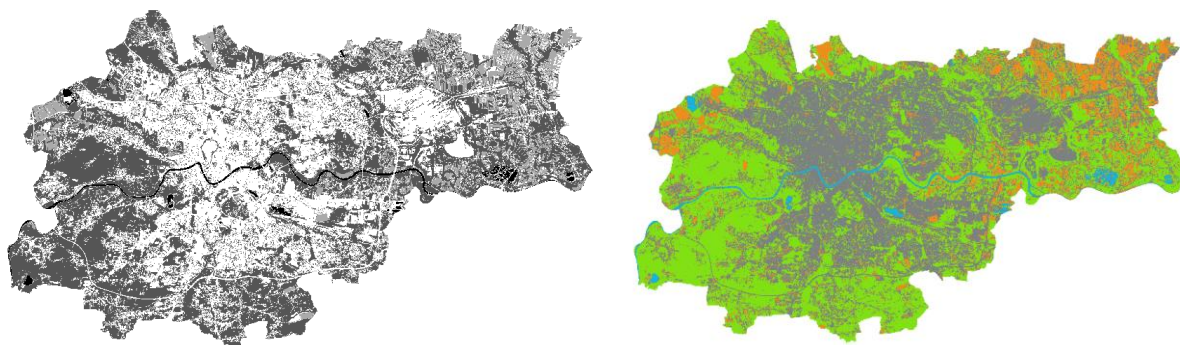
**Zabudowa** - tereny zabudowane, budynki, drogi, koleje.

	MC ID	MC Info	Kolor
1	1	Woda	
2	2	Wegetacja	
3	3	Gleba	
4	4	Zabudowa	

Po imporcie obraz wyświetlany jest w odcieniach szarości. Zmień kolorystykę wyświetlania tak, by każda klasa miała przypisany swój kolor. Kliknij PPM na dany obraz i wybierz **Właściwości**. Następnie w polu **Sposób wyświetlania** z rozwijanego paska wybierz **Paleta/Unikalne wartości**. Kliknij **Klasyfikuj**. Pojawią się 4 klasy zapisane w losowej kolorystyce. Klikając dwukrotnie na poszczególne okienka klas ustaw kolory na przykład jak w przedstawionej wyżej tabeli. Zatwierdź przyciskiem **OK**.



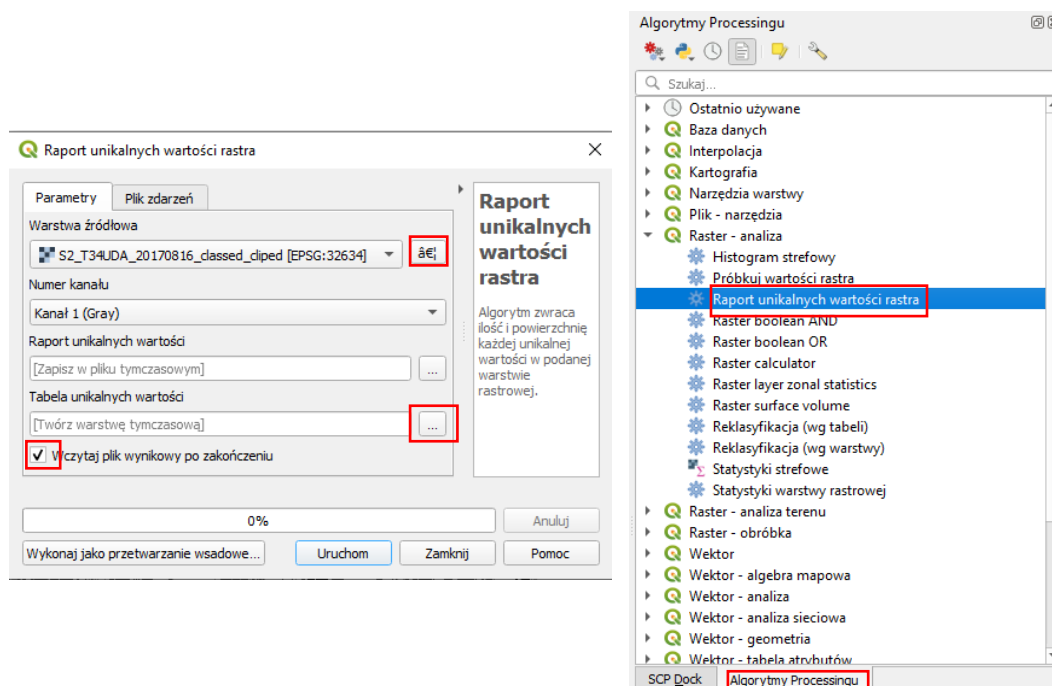
Obraz z wynikiem klasyfikacji przed i po zmianie kolorystyki:



## 7. Obliczenie ilości pikseli i powierzchni klas

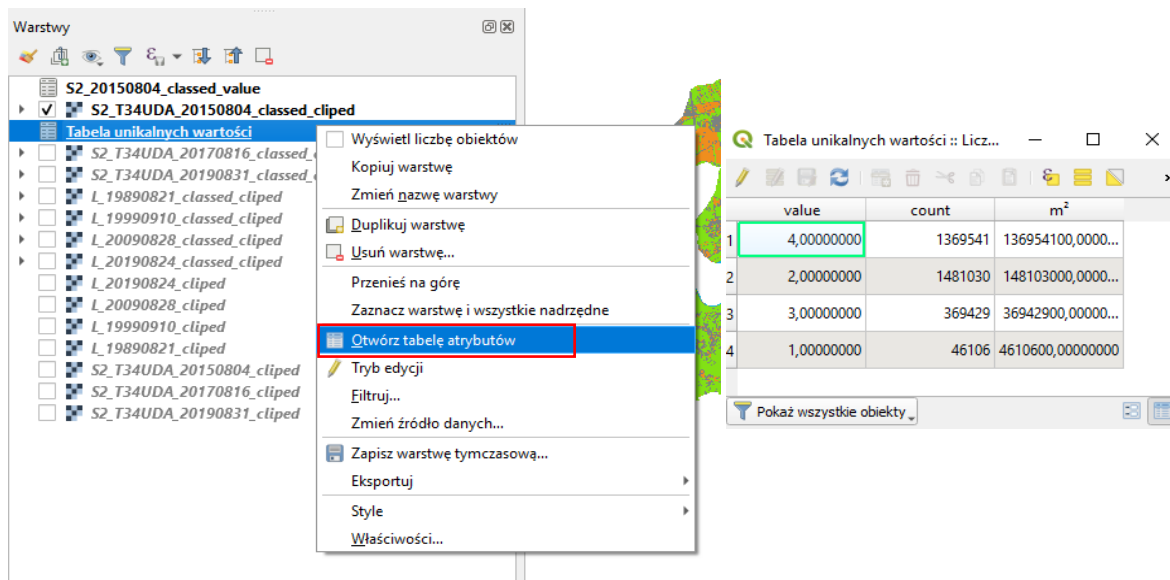
Kolejnym etapem jest porównanie powierzchni klas pokrycia terenu wybranego obszaru. Znajdź narzędzie **Raport unikalnych wartości rastra**, znajdujące się ono w grupie narzędzi **Raster-analiza** w zakładce **Algorytmy Processingu** umieszczonej po prawej stronie okna centralnego.

W narzędziu **Raport unikalnych wartości rastra** w okienku **Warstwa źródłowa** wybierz obraz, na podstawie którego mają być policzone ilości pikseli oraz powierzchnia, **Numer kanału** pozostaw bez zmian, w **Tabela unikalnych wartości** wskaż lokalizację i nazwę pliku, zapisz go w formacie **\*.csv**. Ustaw włączoną opcję **Wczytaj plik wynikowy po zakończeniu**. Kliknij **Uruchom**.



Po zakończeniu procesu powstaje nowy plik w formie tabeli. Kliknij na niego PPM i z okna wybierz opcję **Otwórz tabelę atrybutów**. Tabela atrybutów powinna zawierać 4 wartości kanałów oraz przypisane do nich: ilość pikseli i powierzchnię.



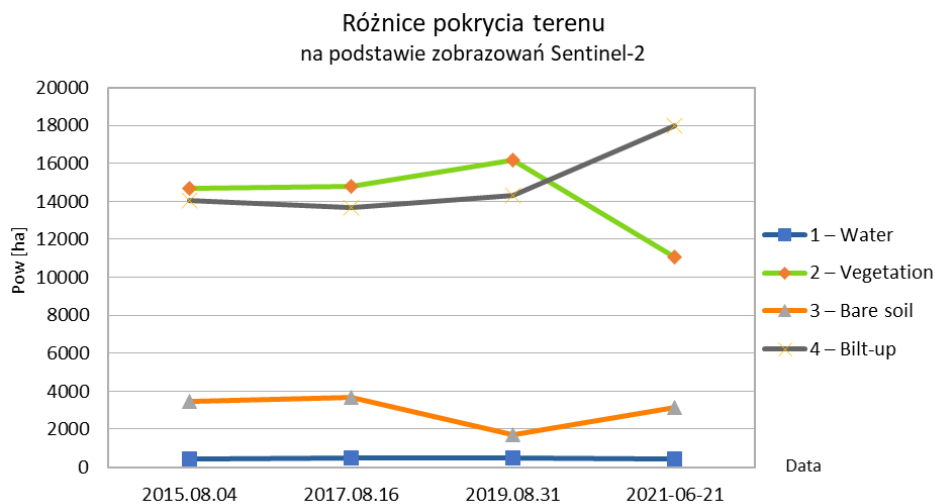


## 8. Porównanie wyników

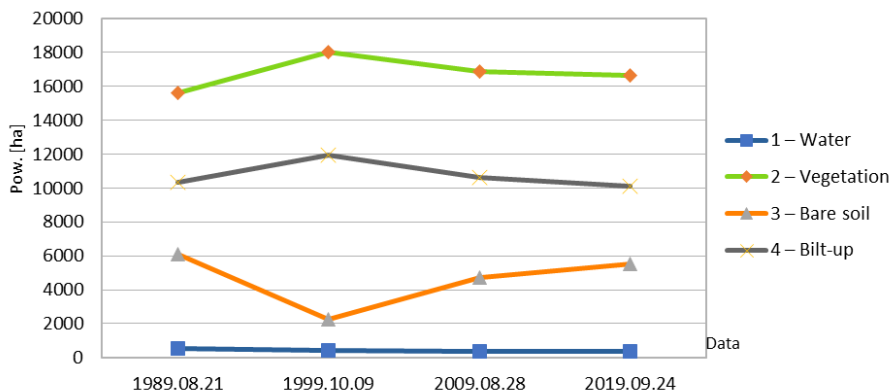
Wyniki powierzchni zajmującej poszczególne klasy zapisane do plików o rozszerzeniu \*.csv otwórz w arkuszu kalkulacyjnym, np. w oprogramowaniu LibreOffice i zestaw w jednej tabelce, a następnie przelicz z metrów kwadratowych na hektary (by uzyskać lepszą przejrzystość danych).

Klasa	Sentinel-2 – powierzchnia [ha]				Landsat – powierzchnia [ha]			
	2015.08.04	2017.08.16	2019.08.31	21.06.2021	1989.08.12	1999.09.10	2009.08.28	2019.08.24
1 – Woda	431,63	461,06	456,53	444,58	542,25	407,25	377,37	361,26
2 – Wege	14708,53	14810,3	16174,03	11087,30	15638,94	18033,66	16899,21	16629,12
3 – Gleba	3460,77	3694,29	1695,49	3148,87	6116,04	2265,93	4732,38	5532,75
4 – Zabudowa	14062	13695,41	14336,88	17980,34	10360,8	11951,19	10649,07	10134,9

Zebrane dane przedstawić w formie wykresów osobno dla każdego zestawu, tak by na osi X była data pozyskania zobrazowania, a na osi Y powierzchnia klasy. Wykonane wykresy prezentują się w następujący sposób:



Różnice pokrycia terenu  
na podstawie zobrażeń Landsat



By uzyskać wiarygodne wyniki z analizy wieloczasowej zmian pokrycia terenu klasyfikacja pokrycia powinna być wykonana na danych pozyskanych z tego samego sezonu (np. dane z różnych lat, ale z jednego miesiąca). Ze względu na warunki atmosferyczne takie dane nie zawsze są dostępne. W przypadku analizy klasyfikacji wykonanej na zobrażeniach Landsat w roku 1999 nie było dostępnych danych z miesiąca sierpnia – dlatego też wyniki klasyfikacji odstają od pozostałych.

W wynikach analizy zamian pokrycia terenu można zauważyć również pewne rozbieżności pomiędzy satelitami, w szczególności porównując wyniki z 2019. Klasyfikacja przeprowadzona na zobrażeniach Landsat może być obciążona większym błędem ze względu na niższą rozdzielczość danych wejściowych (30 m). Rozbieżności najprawdopodobniej wynikają z faktu przyporządkowania niektórych obszarów zabudowanych jako gleba odkryta.

Analizując dane tabelaryczne oraz wykresy (wyniki z klasyfikacji zobrażeń Sentinel-2) dostrzec można tendencje zmian pokrycia terenu na obszarze miejskim. Wyniki z ostatnich 5 lat pokazują wzrost powierzchni terenów zabudowanych jak i zielonych.