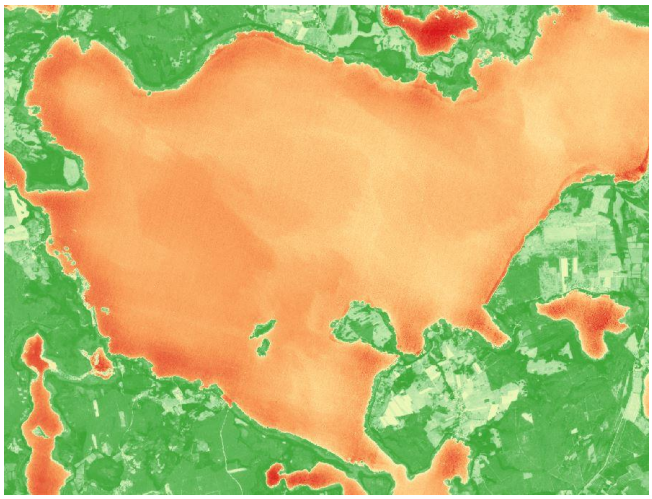


# PRACA NA DANYCH SATELITARNYCH - PODSTAWY

Materiały Szkoleniowe #2

FPCUP

**Framework Partnership Agreement on Copernicus User Uptake**

Instytut Geodezji i Kartografii

Uniwersytet Gdański

Spis treści

Wstęp ..... 1
Pobieranie obrazów satelitarnych ..... 1
www.scihub.copernicus.eu ..... 1
Logowanie ..... 2
Wyszukiwanie danych i pobieranie danych ..... 3
www.sentinel-hub.com – EO BROWSER ..... 7
Dostęp do EO BROWSER ..... 7
Logowanie ..... 8
Wyszukiwanie ..... 9
Wyświetlanie i przeglądnie wyników ..... 10
Pobieranie obrazu ..... 12
Struktura plików z Sentinel-2 ..... 14
Dane z WWW.SCIHUB.COPERNICUS.EU ..... 14
Dane www.sentinel-hub.com – EO BROWSER ..... 16
Praca na danych satelitarnych w oprogramowaniu QGIS ..... 16
Wczytanie danych ..... 17
Stworzenie obrazu wielokanałowego ..... 18
Konwersja do .tif ..... 20
Kompozycja barwna ..... 20
Przycięcie obrazu ..... 22
Obliczanie wskaźnika NDVI ..... 25
Podsumowanie ..... 30
Podziękowania – Acknowledgments ..... 30

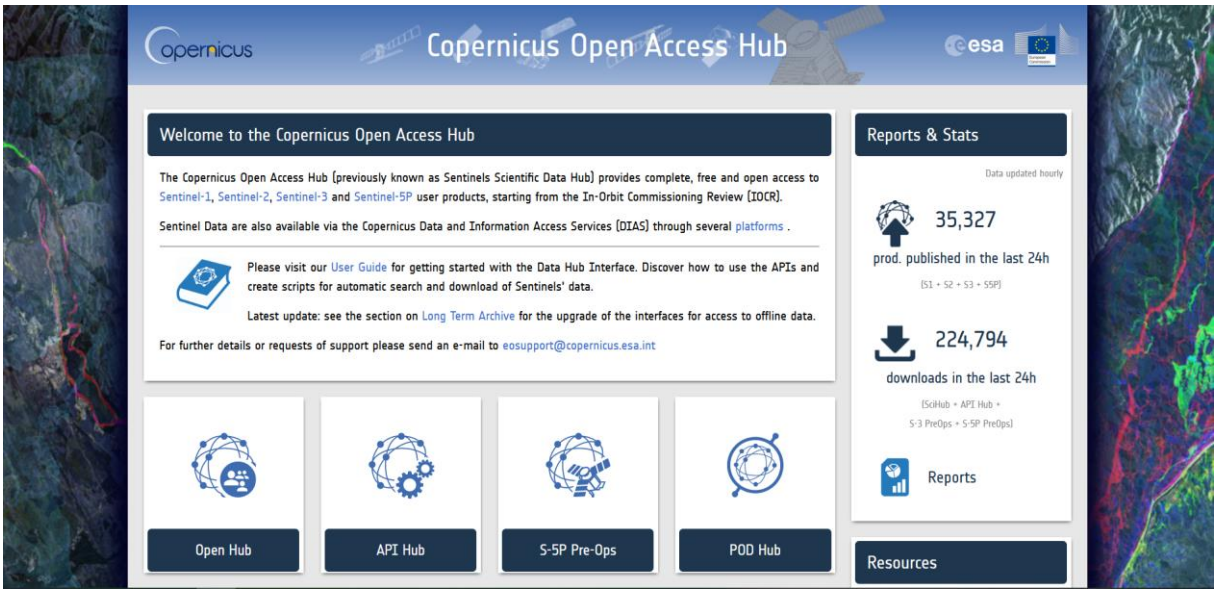
# WSTĘP

W niniejszym poradniku zostanie przedstawione jak pozyskiwać dane satelitarne programu Copernicus, korzystając z serwisów internetowych takich jak: www.scihub.copernicus.eu i www.sentinel-hub.com. Opisane zostanie także otwarte oprogramowanie wykorzystywane do obróbki obrazów satelitarnych - QGIS. Przedstawione zostaną podstawowe operacje na obrazach, takie jak: tworzenie kompozycji barwnych i liczenie wskaźników. Poradnik skupiać się będzie na wykorzystaniu optycznych danych satelitarnych z Sentinela-2.

# POBIERANIE OBRAZÓW SATELITARNYCH

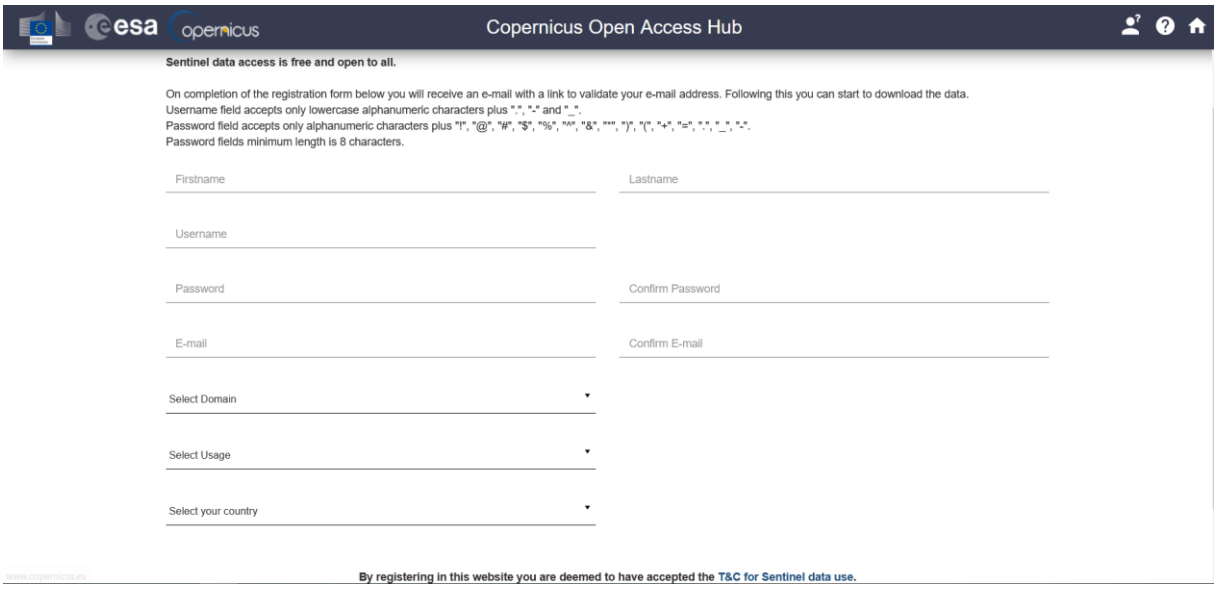
## WWW.SCIHUB.COPERNICUS.EU

Wejdź na stronę Copernicus Access Hub i Wybierz „Open Hub”

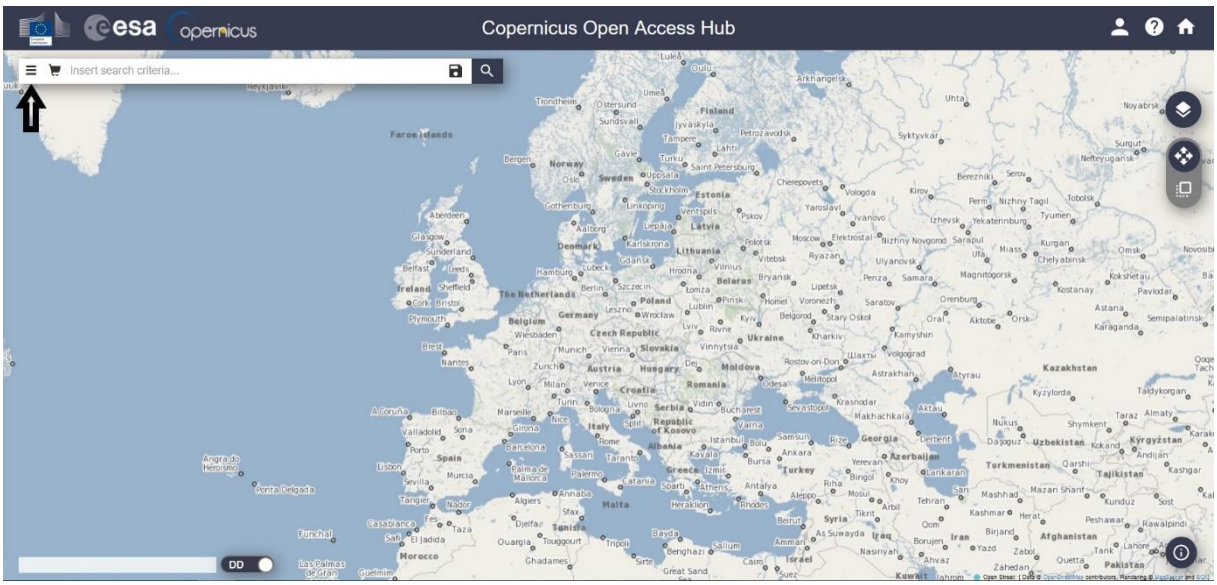



## LOGOWANIE

Po kliknięciu na „Open Hub”, wyświetli się powyższa strona. Aby móc w pełni i korzystać z serwisu, konieczne jest zalogowanie się. Aby tego dokonać, należy kliknąć ikonę w prawym górnym rogu strony. Konieczna jest wcześniejsza rejestracja. W celu rejestracji, należy kliknąć „Sign up”. Po kliknięciu „Sign up”, wyświetli się następujący formularz rejestracyjny. Po dokonaniu rejestracji, należy wpisać swój login (username) i hasło (password), a następnie wcisnąć „Login”.




## WYSZUKIWANIE DANYCH I POBIERANIE DANYCH




Aby wybrać parametry wyszukiwania należy kliknąć na ikonę wskazaną strzałką na powyższym obrazie.

Po kliknięciu, rozwinie się lista taka jak na grafice poniżej.

Sort By - wybór sposobu sortowania wyszukiwanych obrazów:

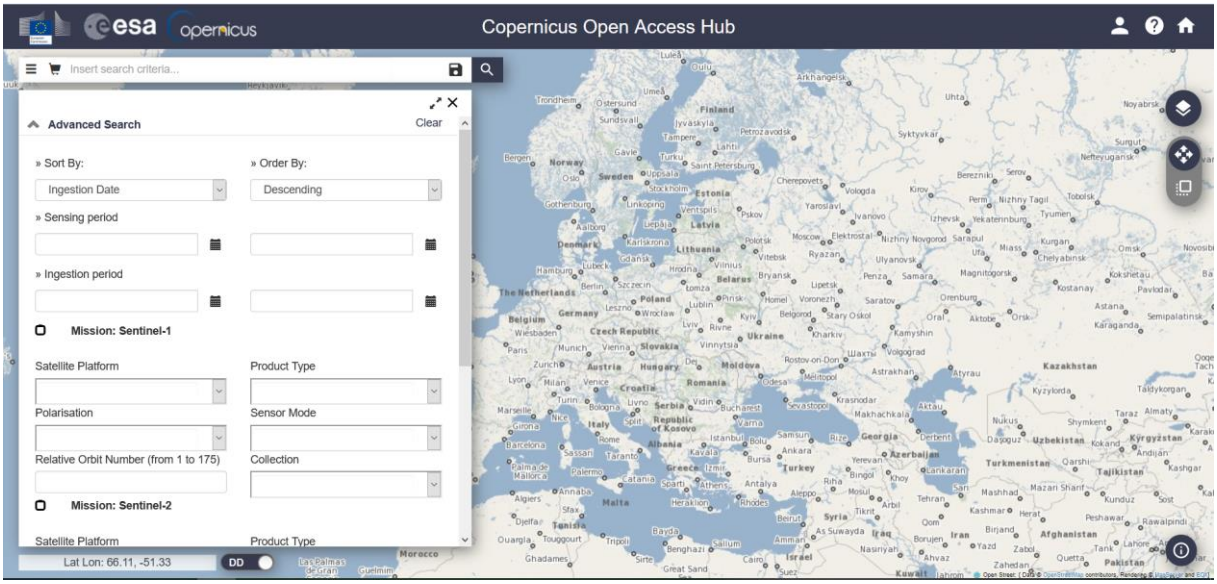
- Ingestion date - wg. daty „przyjęcia” obrazu do bazy danych;
- Sensing period – wg. daty wykonania zobrazowania;
- Tile id – wg. zobrazowania.

Sensing period/Ingestion period – wybór dat w ramach, których użytkownik dokonuje wyszukiwania.

Order by:

- Descending;
- Ascending.

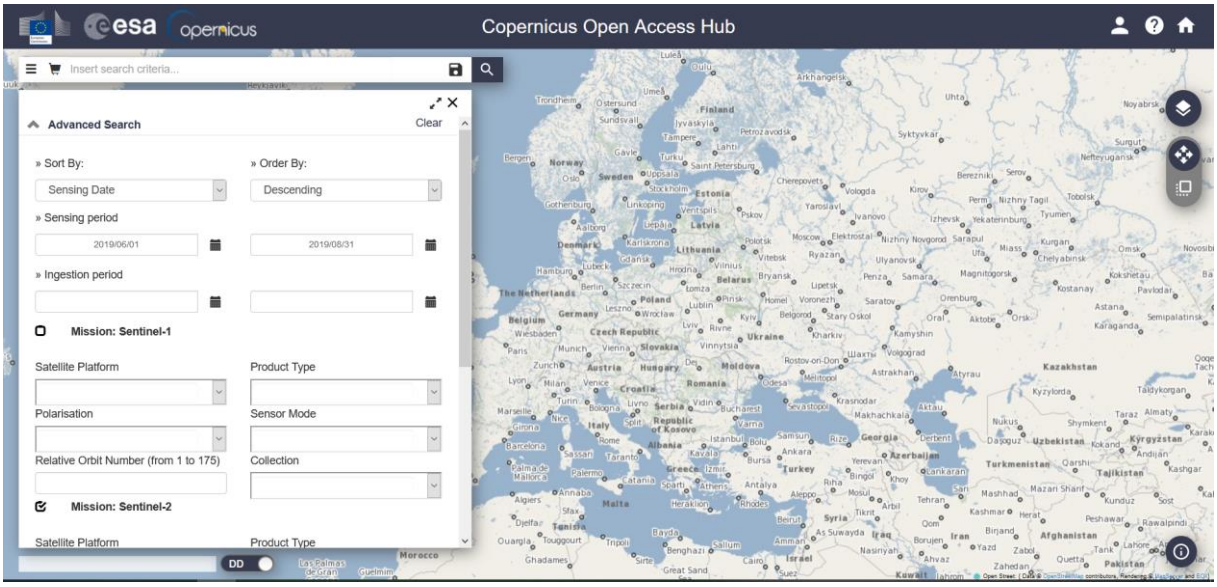
Są to ogólne parametry wyszukiwania, stosowane do każdego źródła danych.



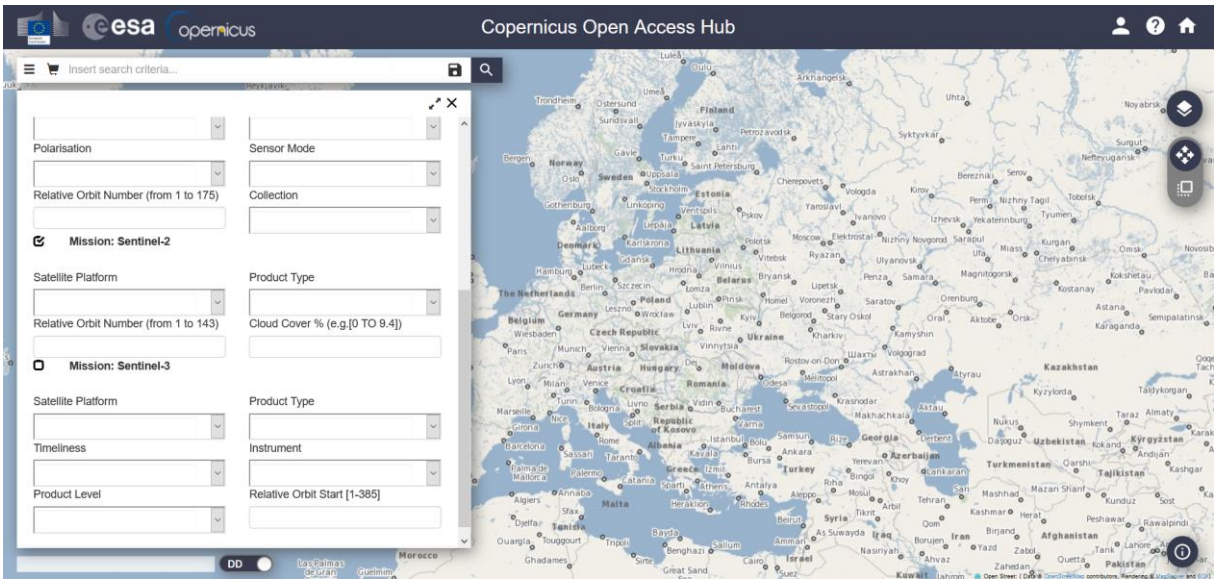

Niech wprowadzone zostaną następujące parametry wyszukiwania:

- Sort by: Sensing Date;
- Data początkowa: 1 czerwca 2019;
- Data końcowa: 31 sierpnia 2019.

Aby wyszukać produkty pochodzące z Satelity Sentinel-2, należy zaznaczyć pole przy Mission: Sentinel-2.




Po przesunięciu w dół strony wyszukiwania, możliwe jest ustawienie parametrów dotyczących wyszukiwania zobrazowań z Sentinela-2.




Satellite Platform – wybór Satelity wykonującego zobrazowanie. Są to satelity, o takich samych parametrach. Aby zwiększyć zasięg wyszukiwania, pole należy zostawić puste, tak aby szukać zobrazowań z obu satelitów:

- S2A;
- S2B.

Product Type – rodzaj produktu, wybór poziomu przetworzenia zdjęcia:

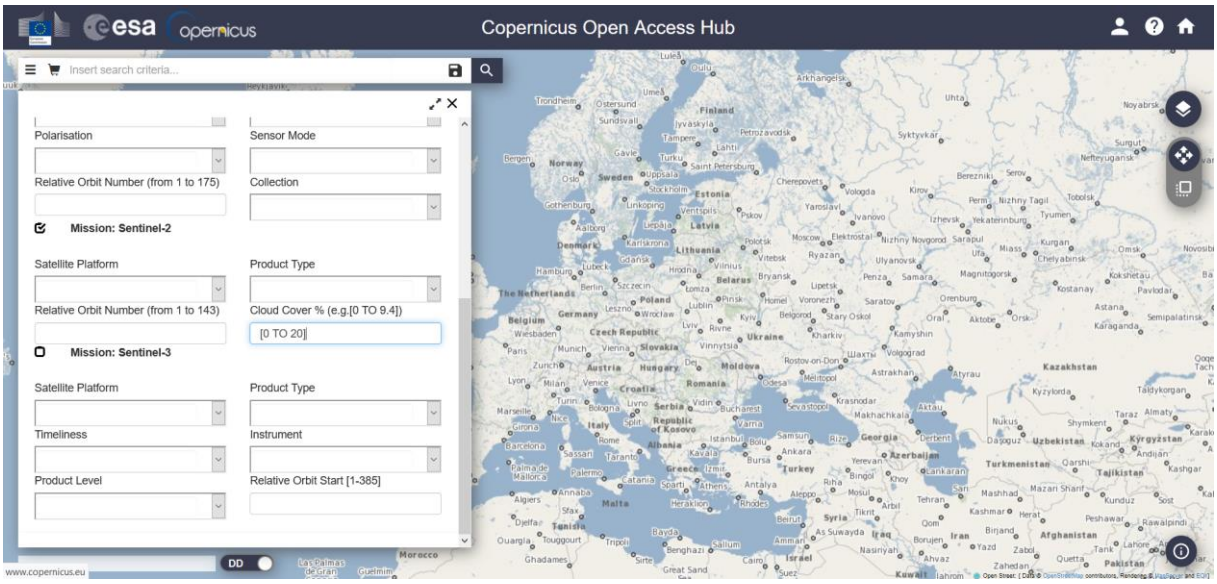
- S2MSI1C – dane „surowe” – nie poddane korekcji atmosferycznej;
- S2MSI2A – dane po korekcji atmosferycznej.

Na potrzeby ćwiczenia, niech zostanie wybrana opcja S2MSI2A.

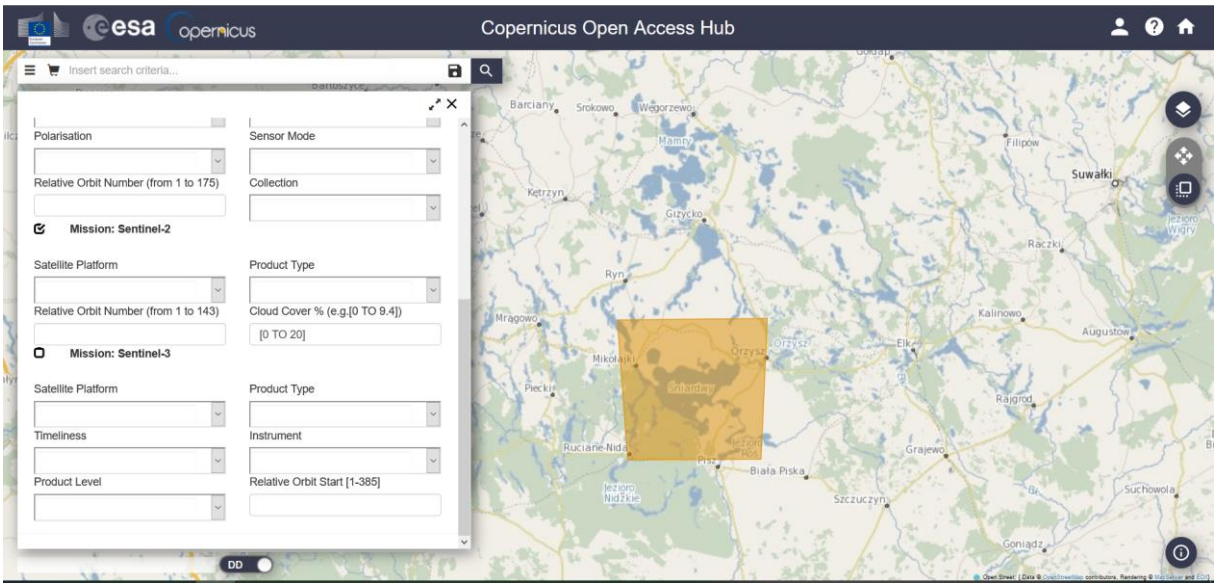
Relative orbit numer - numer tzw. tracka, czyli pasa zobrazowania przypisanego dla danego miejsca na Ziemi. Aby zwiększyć zasięg wyszukiwania, pole należy zostawić puste.

Cloud cover % – zachmurzenie zobrazowania. Jako, że obrazy zachmurzone zazwyczaj nie są możliwe do wykorzystania, warto zadać parametr, który ograniczy wyszukiwanie do obrazów bezchmurnych lub częściowo bezchmurnych. Zwyczajowo, zachmurzenie ustawia się na poziomie 20%.

Wprowadzić zatem należy wartość [0 TO 20]

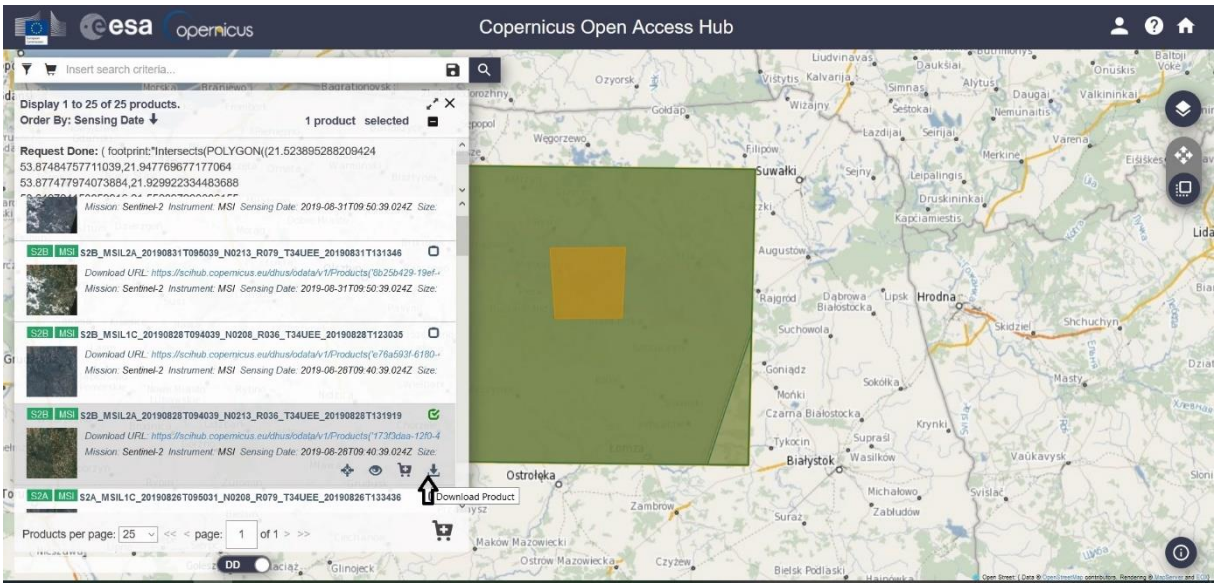



Następnie, należy wybrać obszar wyszukiwania. Aby to zrobić, wybierz ikonę „Switch to Area Mode”, znajdującą się po prawej stronie ekranu.

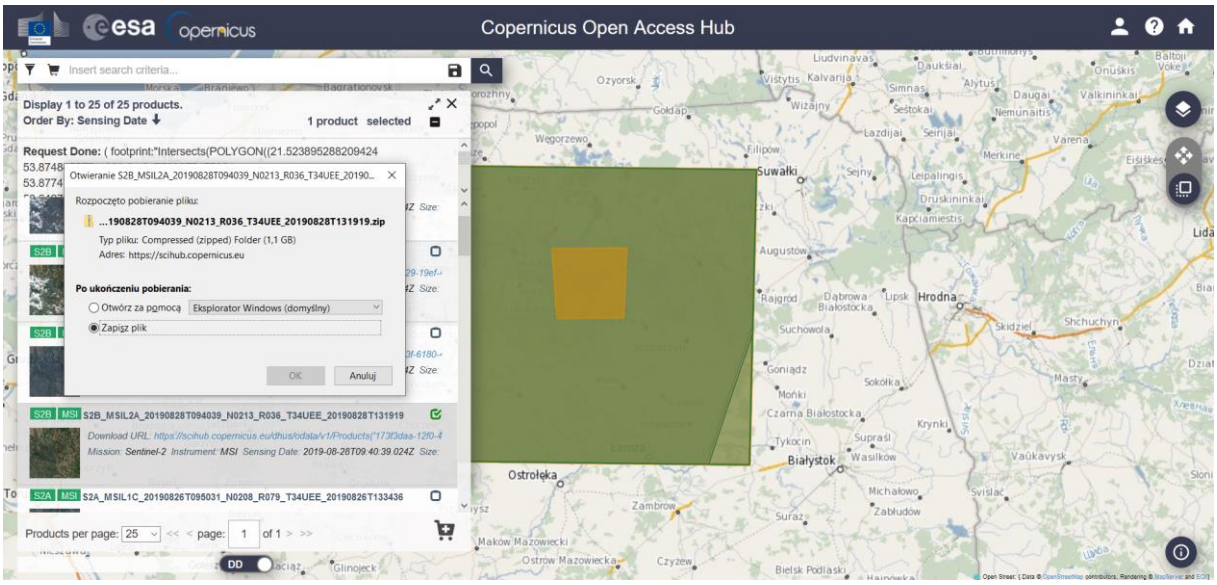



Przybliż się do obszaru Jeziora Śniardwy i narysuj poligon. Aby zamknąć poligon, należy dwukrotnie kliknąć prawym przyciskiem myszy.

Kliknij na lupę. Nastąpi wyszukiwanie wszystkich obrazów, których choć część znajduje się w zadanym poligonie. Pojawi się lista znalezionych obrazów. Wybierz czwarty na liście obraz z 28 sierpnia 2019 roku (obrazy porządkują się od najnowszego do najstarszego) i kliknij „Download product”.



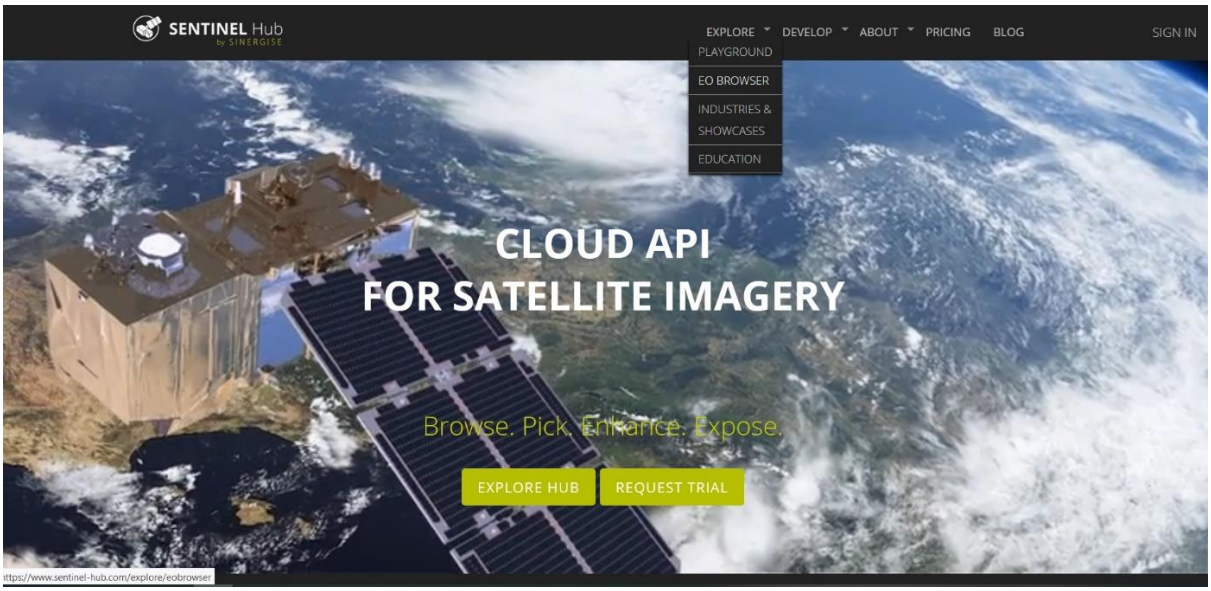

Pojawi się okno zapisu. Wybierz ścieżkę i pobierz plik. Może to zająć kilka minut, z racji znacznej wielkości pliku.



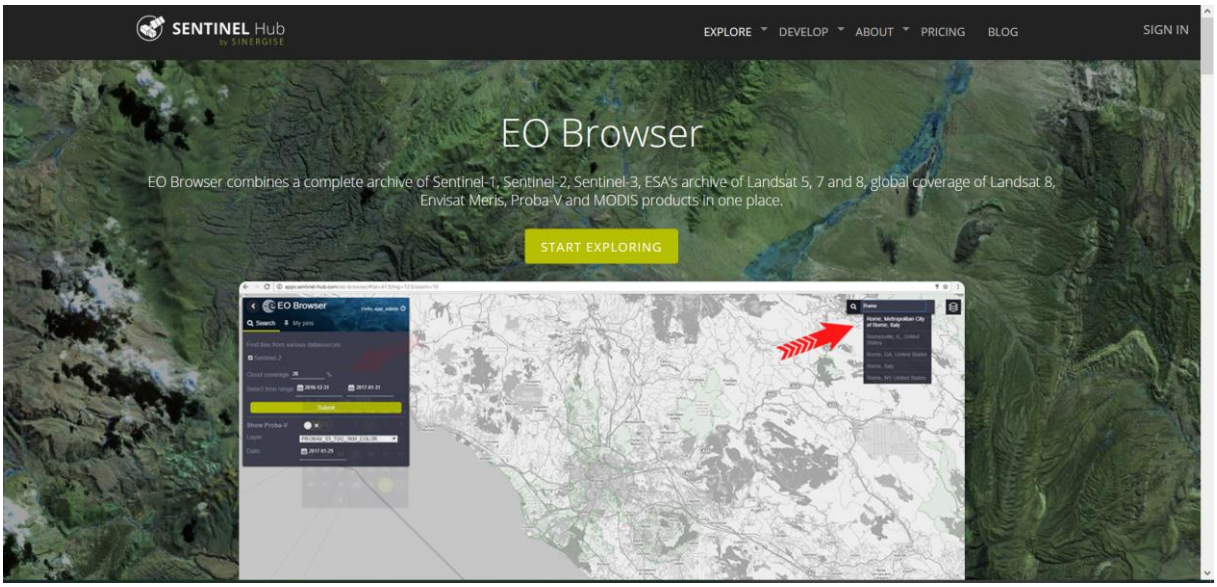

## WWW.SENTINEL-HUB.COM – EO BROWSER

### DOSTĘP DO EO BROWSER

Wejdź na stronę www.sentinel-hub.com i wybierz zakładkę EXPLORE, a następnie EO BROWSER.

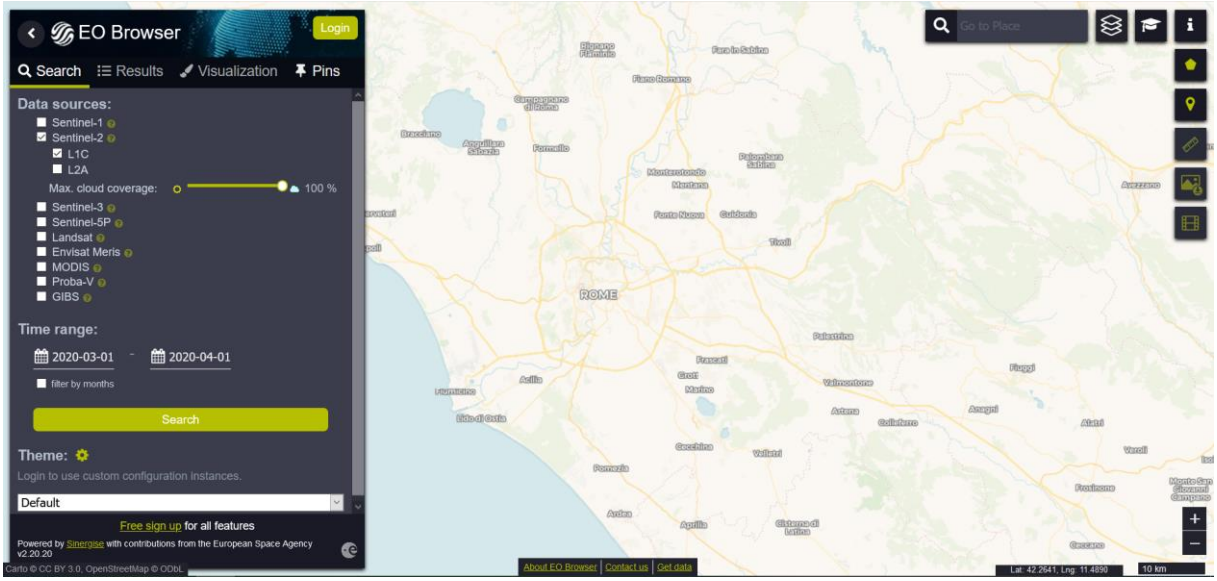



Następnie należy kliknąć START EXPLORING.




## LOGOWANIE

Pojawi się nowy ekran, a w jego lewej części przycisk „Login”.

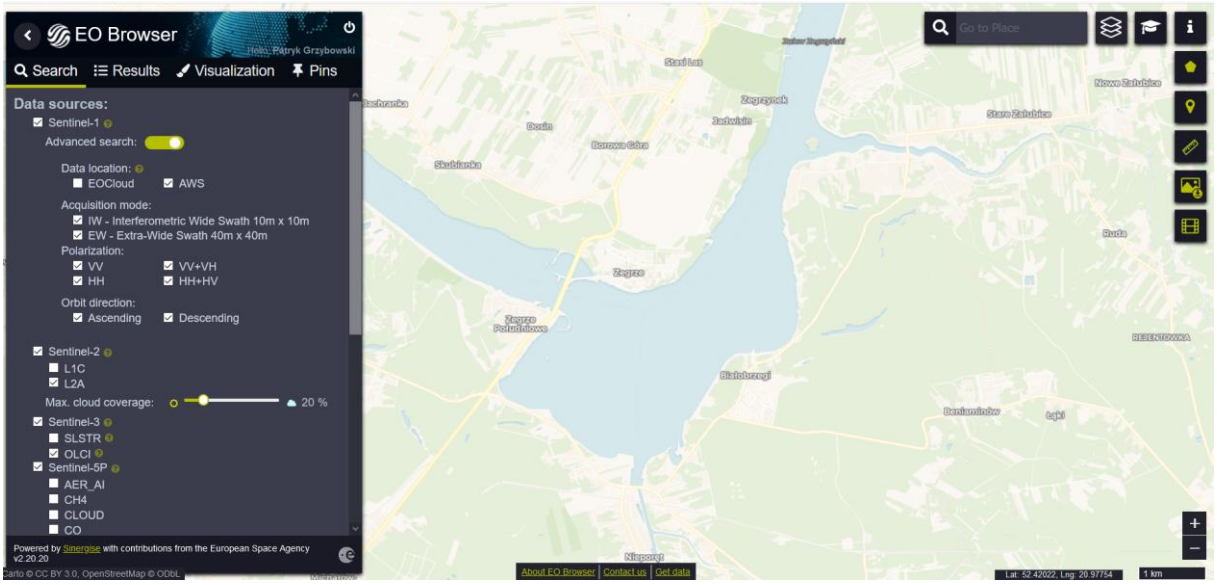



W przypadku braku konta, należy je założyć klikając „Login”, a następnie „Sign Up”

## WYSZUKIWANIE

Aby wyszukać obraz, należy przesunąć się nad obszar zainteresowania. W tym przypadku, przesuń się nad w okolice Zalewu Zegrzyńskiego, w okolice gdzie Bug łączy się z Narwią. Nie jest konieczne definiowanie obszaru wyszukiwania, będzie ono zawężone do obszaru, który jest wyświetlany na monitorze. Każde zobrazowanie, które obejmuje, choćby częścią, widoczny obszar, pojawi się w wynikach wyszukiwania.

Z lewej strony, widoczne jest menu, w którym można zdefiniować zakres wyszukiwania. Zaznaczając pola przy nazwach kolejnych satelitów, wyświetlają się dodatkowe atrybuty wyszukiwania – wg. produktów.

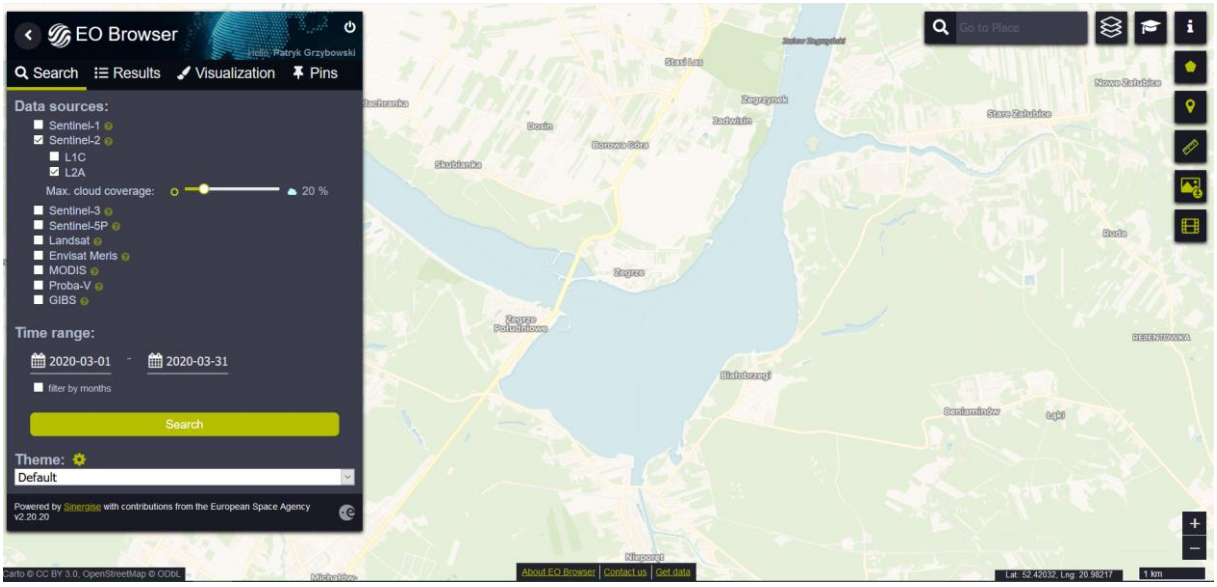



W sekcji Seninel-2 można wybrać pola:

- L1C - dane „surowe” – nie poddane korekcji atmosferycznej;
- L2A – dane po korekcji atmosferycznej;
- Max cloud coverage – maksymalne zachmurzenie zobrazowania, definiowane ustawieniem odpowiedniej wartości na suwaku.

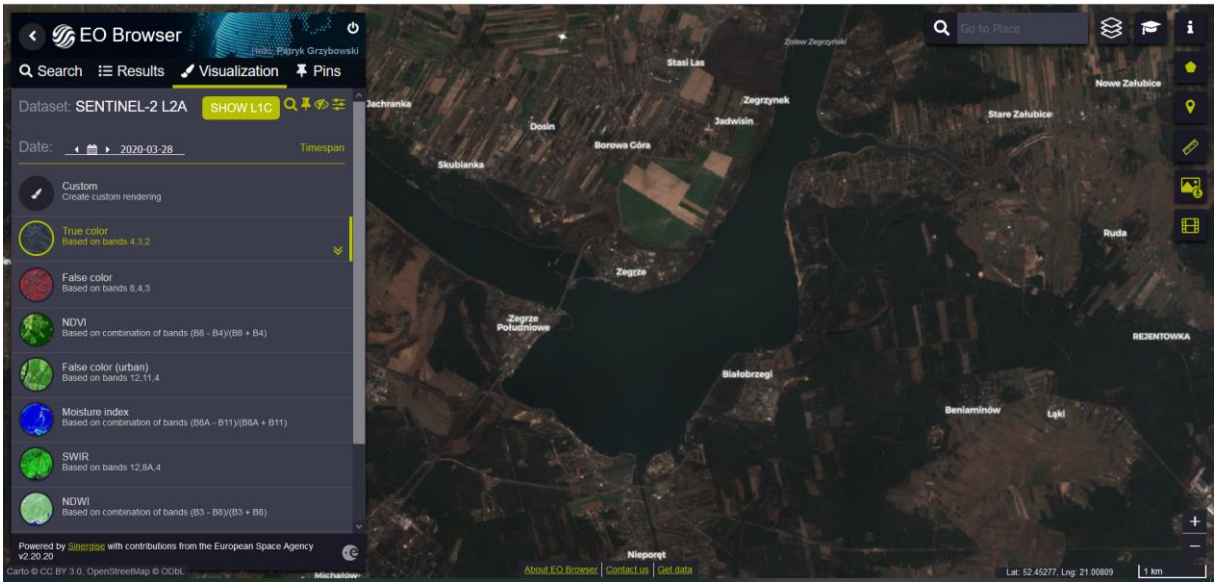
Jako, że zadanie ma dotyczyć danych optycznych z Sentinela-2, wybierz Sentinel-2, L2A, a zachmurzenie ustaw na 20%.

Time range – okres czasu dla jakiego będą wyszukiwane dane. Ustaw od 1 marca 2020 do 31 marca 2020. Kliknij „Search”.




## WYŚWIETLANIE I PRZEGLĄDNIE WYNIKÓW

Aby zobaczyć listę znalezionych obrazów, należy wejść do zakładki „Results”. Wybierz pierwszy obraz i kliknij „Visualize”. Automatycznie zostaniesz przeniesiony do zakładki „Visualization”, gdzie wybrany obraz wyświetli się, przyjmując kolory rzeczywiste (RGB).



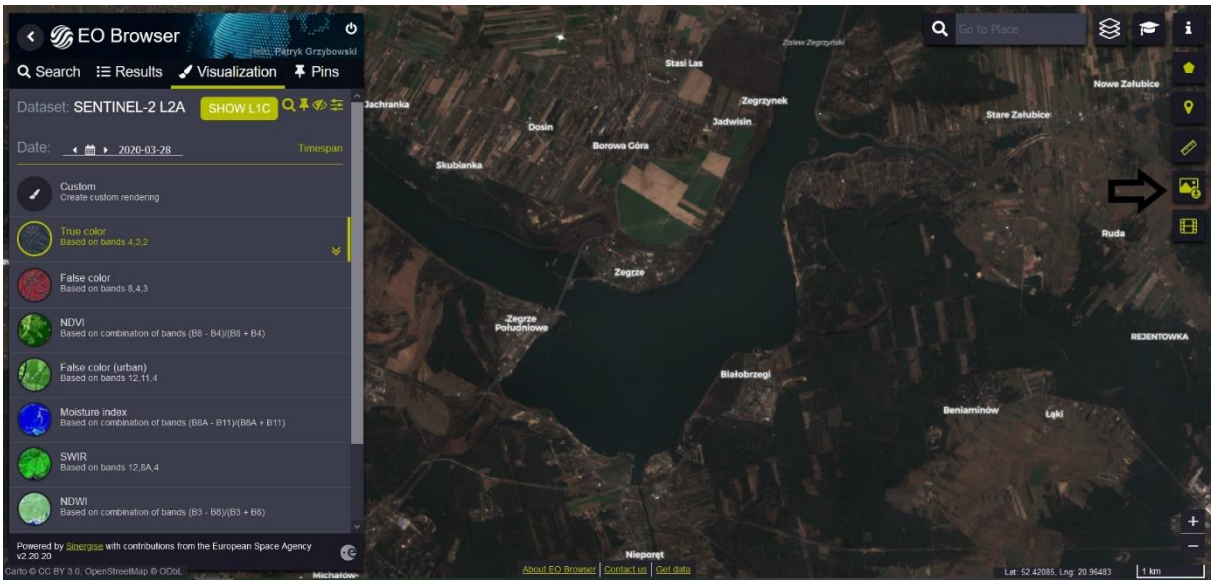

Z lewej strony ekranu, pojawi się lista, na której można wybrać w jakiej kompozycji lub przy użyciu jakiego wskaźnika, użytkownik chce wyświetlić obraz. Można także wybrać opcję, wizualizacji zdjęcia poddanemu klasyfikacji wg. algorytmu ESA.

- True color – barwy rzeczywiste;
- False color – kompozycja z użyciem bliskiej podczerwieni. Przydatna w analizowaniu obszarów roślinnych;
- NDVI – powszechnie używany wskaźnik kondycji roślinności.
- Fale color (urban) – kompozycja z użyciem dwóch kanałów ze średniej podczerwieni. Przydatna w klasyfikacji obszarów zabudowanych.
- Moisture Index – wskaźnik, dostarczający informacji o wilgotności.
- SWIR – kombinacja używana do monitorowania wilgotności gleby, badań wegetacji i różnych etapów wzrostu upraw.
- NDWI - wskaźnik, dostarczający informacji o zawartości wody w roślinach.
- NDSI – wskaźnik przydatny do klasyfikowania pokrywy śnieżnej i wody.
- Scene classification map – obraz poddany klasyfikacji, ze względu na pokrycie ternu, wg. algorytmu ESA.

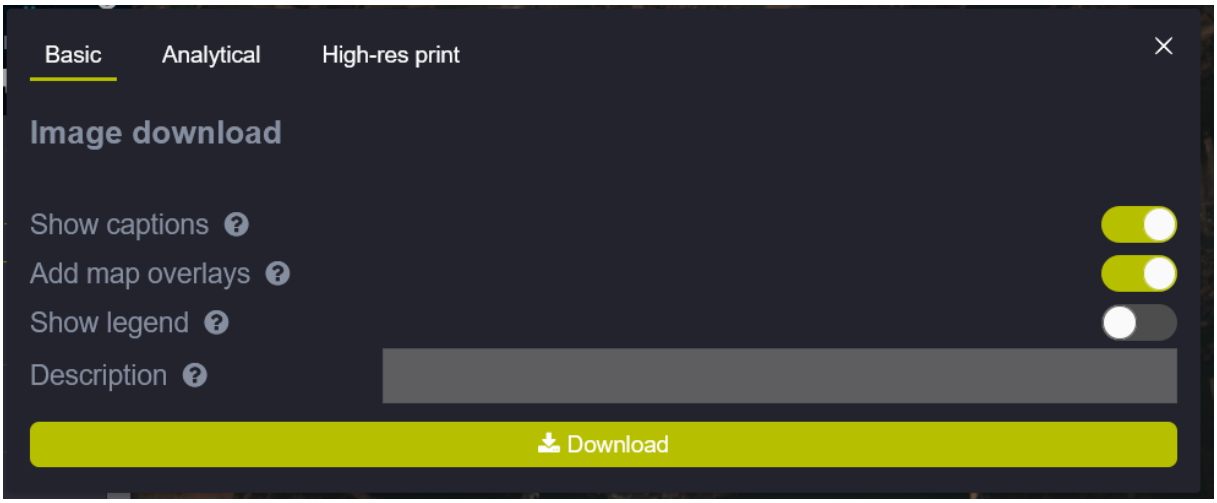
Poniżej obraz w kompozycji „False color”.

## POBIERANIE OBRAZU

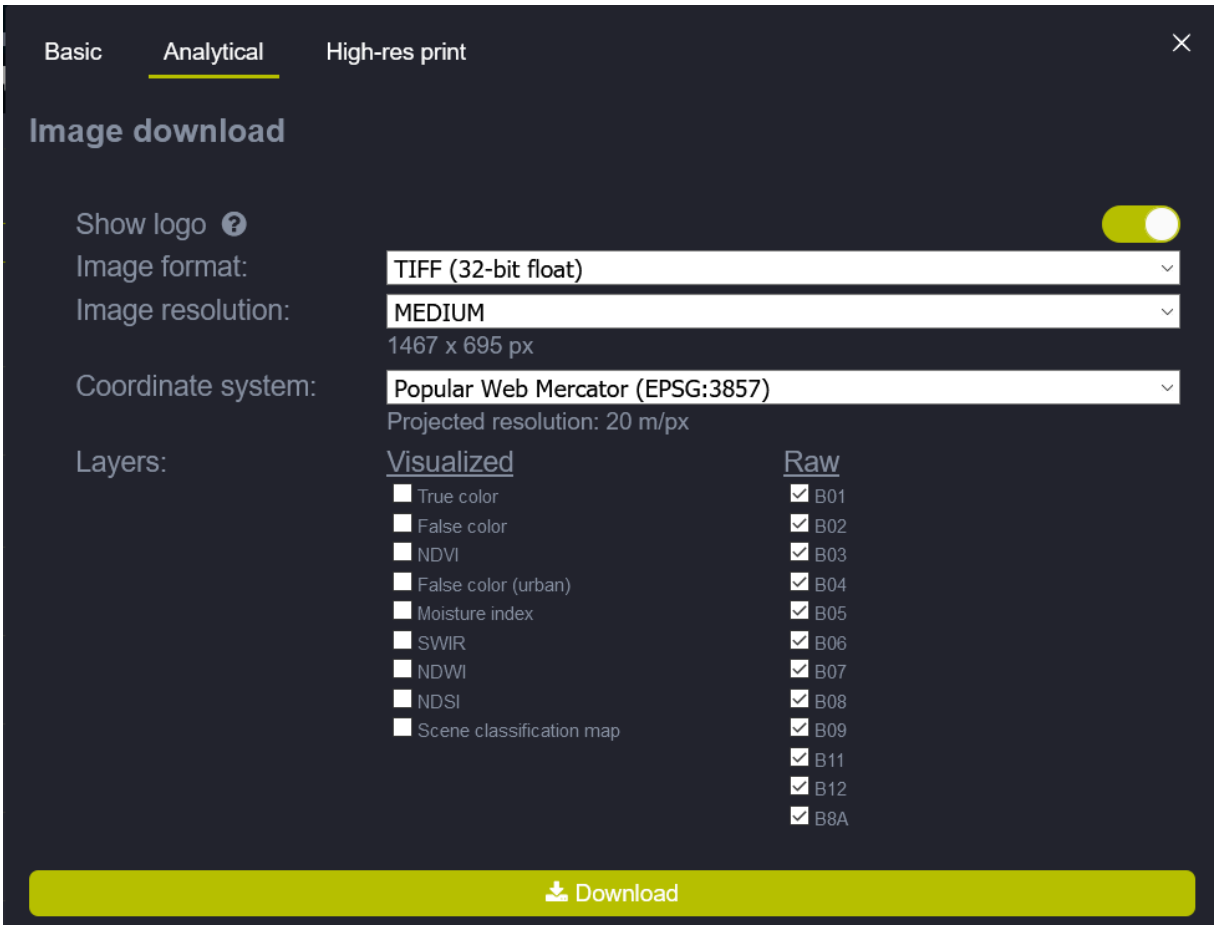
Aby pobrać obraz należy kliknąć ikonę „Download image” z prawej strony ekranu.



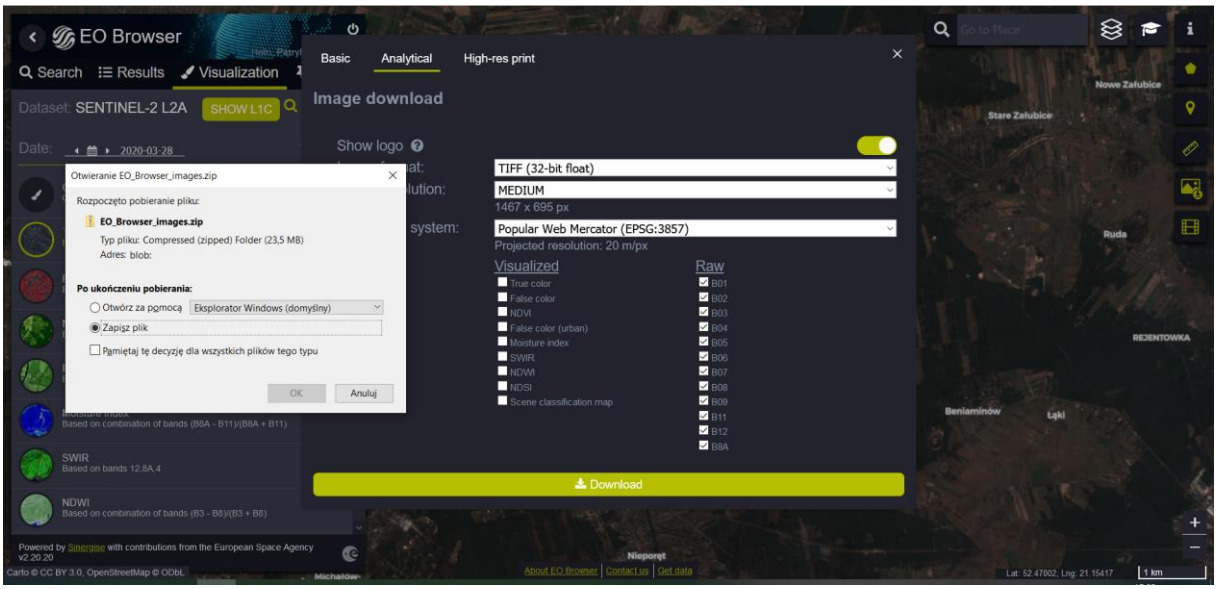

Pojawi się nowe okno. Jako domyślnie otwarte, wyświetli się sekcja „Basic”. Wybierając „Download” w tej sekcji, pobrany zostanie obraz .jpg w barwach rzeczywistych, nieprzydatny di dalszych analiz, ale możliwy do wykorzystania np. w prezentacjach.




Przechodząc do sekcji „Analitycal”, istnieje możliwość wybrania obrazu poddanego georeferencji – tiff. Klikając wszystkie pola w kolumnie „Raw”, pobrane zostaną dane ze wszystkich kanałów.



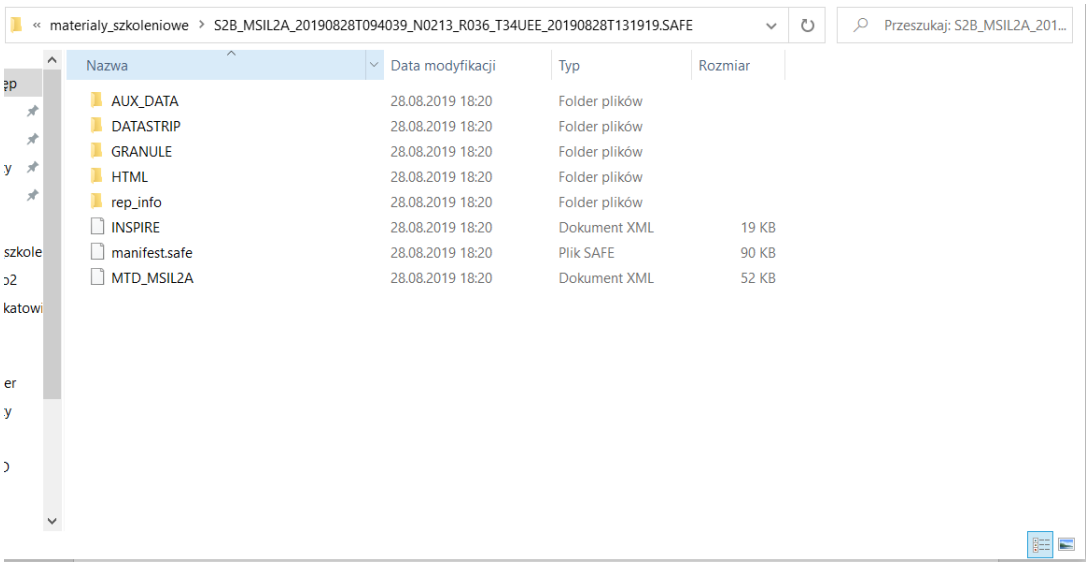

Kliknij „Download”. Pamiętać trzeba, że pobrane zostaną dane tylko dla obszaru ograniczonego w oknie wyświetlania, a nie cała scena (stąd mały rozmiar pliku).




## STRUKTURA PLIKÓW Z SENTINEL-2

### DANE Z WWW.SCIHUB.COPERNICUS.EU

Po pobraniu danych z serwisu sci-hub.copernicus.eu, należy otworzyć folder, w którym znajduje się pobrany plik. Będzie on skompresowanym plikiem .SAFE. Rozpakuj go i otwórz.

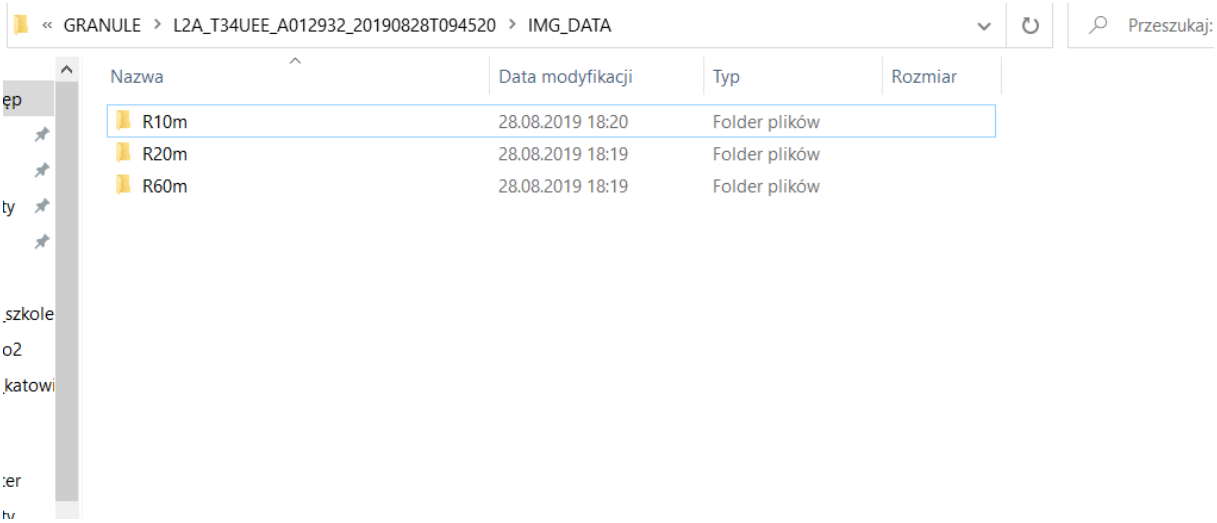



Już sama nazwa pliku dostarcza użytkownikowi wiele informacji. Analizując powyższy przypadek:

- S2B – Satelita, który dostarczył danych – w tym przypadku Senitnel-2B;
- MSIL2A – Sensor – MSI i poziom przetworzenia – L2A;
- 20190828T094039 – czas wykonania zobrazowania – 28 sierpnia 2019 roku godzina 9:40:39;
- N0213 – Numer przetworzenia;
- R036 – numer orbity; numer definiujący tzw. „track”;
- T34UEE – ID obszaru, które zostało zobrazowane – tzw. „granula”.

Folderem najbardziej interesującym z punktu widzenia analizy i przetwarzania danych jest folder „GRANULE”. To w nim znajdują się zobrazowania, aby do nich dostrzec należy podrażać następująca ścieżką:

GRANULE -> L2A_T34UEE_A012932_20190828T094520 (ten folder będzie miła inną nazwę w przypadku różnych danych) -> IMG_DATA




R10 – folder z obrazami o rozdzielczości 10 m:

- AOT – Aerosol Optical Thickness;
- B02 – kanał drugi – „blue”;
- B03 – kanał trzeci – „green”;
- B04 – kanał czwarty – „red”;
- B08 – kanał ósmy – „NIR”;
- TCI - True Colour Image;
- WVP – Water Vapour Image.

R20 - folder z obrazami o rozdzielczości 20 m:

- AOT - Aerosol Optical Thickness;
- B02 - kanał drugi – „blue”;
- B03 - kanał trzeci – „green”;
- B04 - kanał czwarty – „red”;
- B05 – kanał piąty – „red edge 1”;
- B06 – kanał szósty – „red edge 2”;
- B07 – kanał siódmy – „red edge 3”;
- B8A – kanał ósmy A – „NIR narrow”;
- B11 – kanał jedenasty – „SWIR 1”;
- B12 – kanał 12 – „SWIR 2”;
- SCL - Scene Classification Image;
- TCI - True Colour Image;
- WVP - Water Vapour Image.

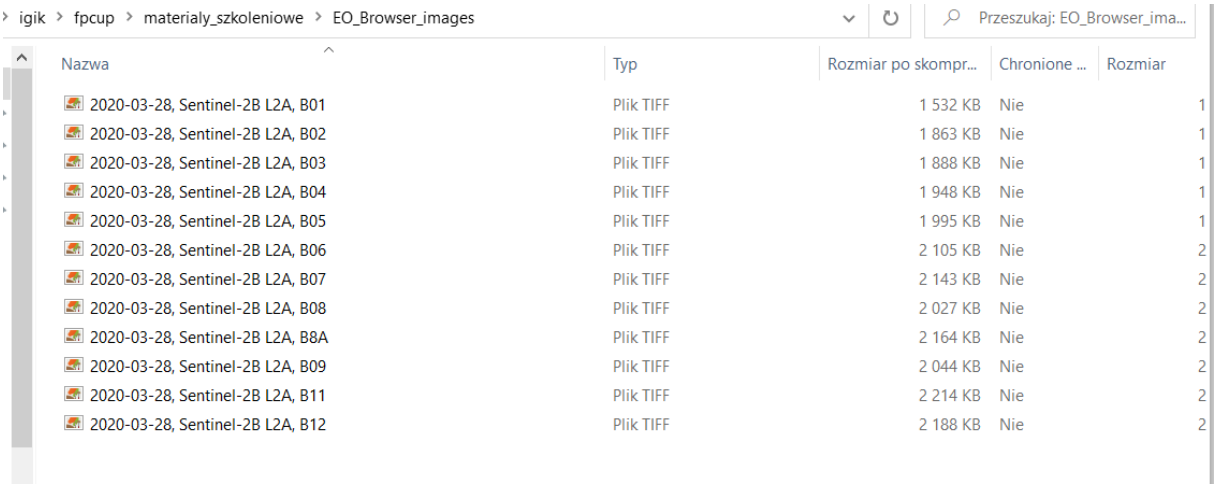
R60 - folder z obrazami o rozdzielczości 60 m:

- AOT - Aerosol Optical Thickness;
- B01 – kanał pierwszy – „coastal aerosol”;
- B02 - kanał drugi – „blue”;
- B03 - kanał trzeci – „green”;
- B04 - kanał czwarty – „red”;

- B05 – kanał piąty – „red edge 1”;
- B06 – kanał szósty – „red edge 2”;
- B07 – kanał siódmy – „red edge 3”;
- B8A – kanał ósmy A – „NIR narrow”;
- B09 – kanał dziewiąty – „water vapour”;
- B11 – kanał jedenasty – „SWIR 1”;
- B12 – kanał 12 – „SWIR 2”;
- SCL - Scene Classification Image;
- TCI - True Colour Image;
- WVP - Water Vapour Image.

## DANE WWW.SENTINEL-HUB.COM – EO BROWSER

Po pobraniu danych z serwisu sentinel-hub.com, należy otworzyć folder, w którym znajduje się pobrany plik. Będzie on skompresowanym plikiem .ZIP. Rozpakuj go i otwórz.




| Nazwa | Typ | Rozmiar po skompr... | Chronione ... | Rozmiar |
|---|---|---|---|---|
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B01 | Plik TIFF | 1 532 KB | Nie | 1 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B02 | Plik TIFF | 1 863 KB | Nie | 1 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B03 | Plik TIFF | 1 888 KB | Nie | 1 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B04 | Plik TIFF | 1 948 KB | Nie | 1 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B05 | Plik TIFF | 1 995 KB | Nie | 1 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B06 | Plik TIFF | 2 105 KB | Nie | 2 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B07 | Plik TIFF | 2 143 KB | Nie | 2 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B08 | Plik TIFF | 2 027 KB | Nie | 2 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B8A | Plik TIFF | 2 164 KB | Nie | 2 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B09 | Plik TIFF | 2 044 KB | Nie | 2 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B11 | Plik TIFF | 2 214 KB | Nie | 2 |
| 2020-03-28, Sentinel-2B L2A, B12 | Plik TIFF | 2 188 KB | Nie | 2 |

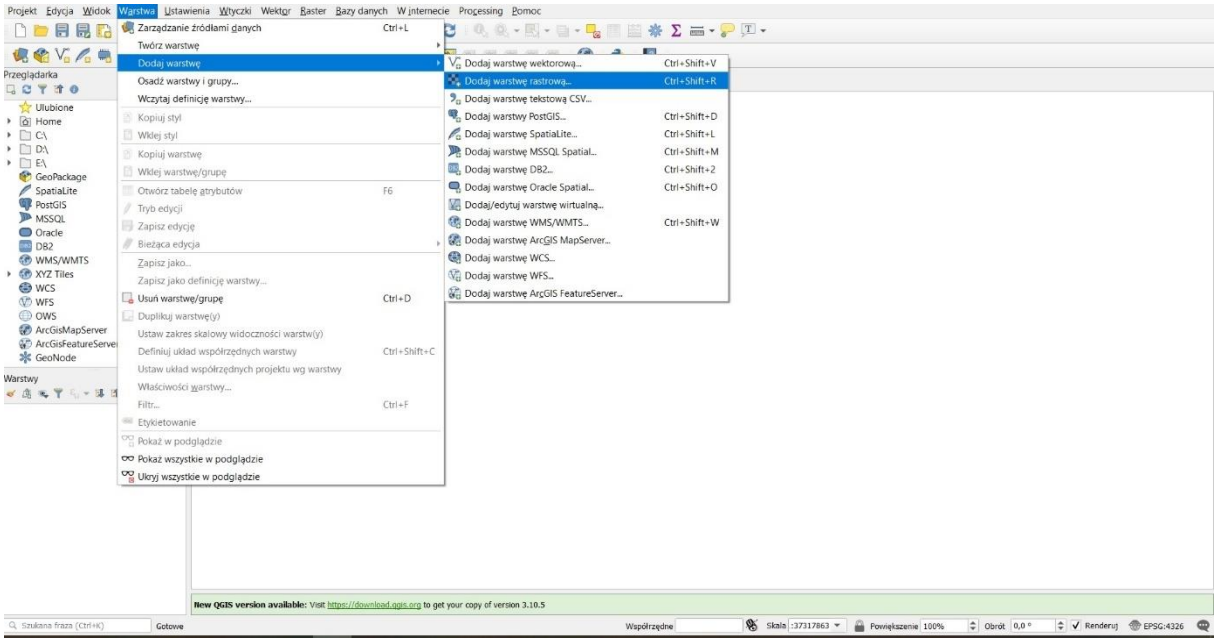
Struktura folderu, zawierającego dane pobrane przez serwis EO-Browser, ma prostą strukturę. Folder zawiera 12 obrazów, żadnych dodatkowych plików.

- B01 – kanał pierwszy – „coastal aerosol”;
- B02 - kanał drugi – „blue”;
- B03 - kanał trzeci – „green”;
- B04 - kanał czwarty – „red”;
- B05 – kanał piąty – „red edge 1”;
- B06 – kanał szósty – „red edge 2”;
- B07 – kanał siódmy – „red edge 3”;
- B08 – kanał ósmy – „NIR”
- B8A – kanał ósmy A – „NIR narrow”;
- B09 – kanał dziewiąty – „water vapour”;
- B11 – kanał jedenasty – „SWIR 1”;
- B12 – kanał 12 – „SWIR 2”.

# PRACA NA DANYCH SATELITARNYCH W OPROGRAMOWANIU QGIS

Do dalszych ćwiczeń wykorzystane będzie darmowe oprogramowanie QGIS w wersji 3.4 „Madeira”. Możliwość pobrania oprogramowania na stronie https://qgis.org/en/site/forusers/download.html.

## WCZYTANIE DANYCH



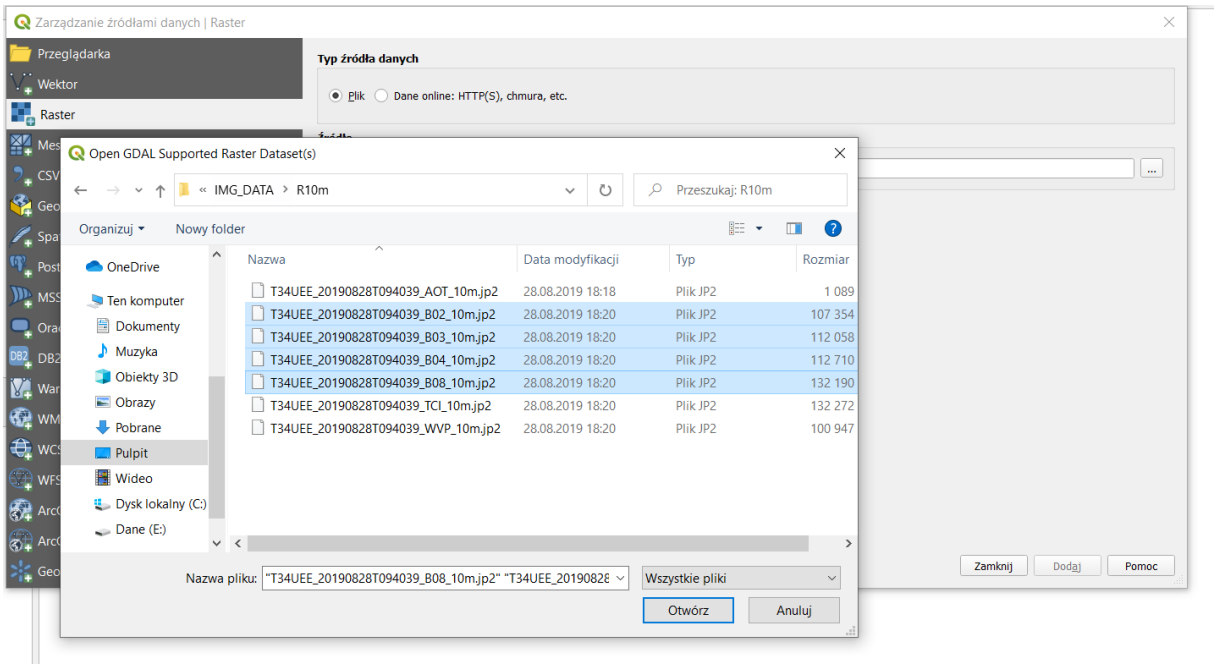

Aby dodać obrazy satelitarne do analizy w programie QGIS, wybierz:

Warstwa -> Dodaje warstwę -> Dodaj warstwę wektorową

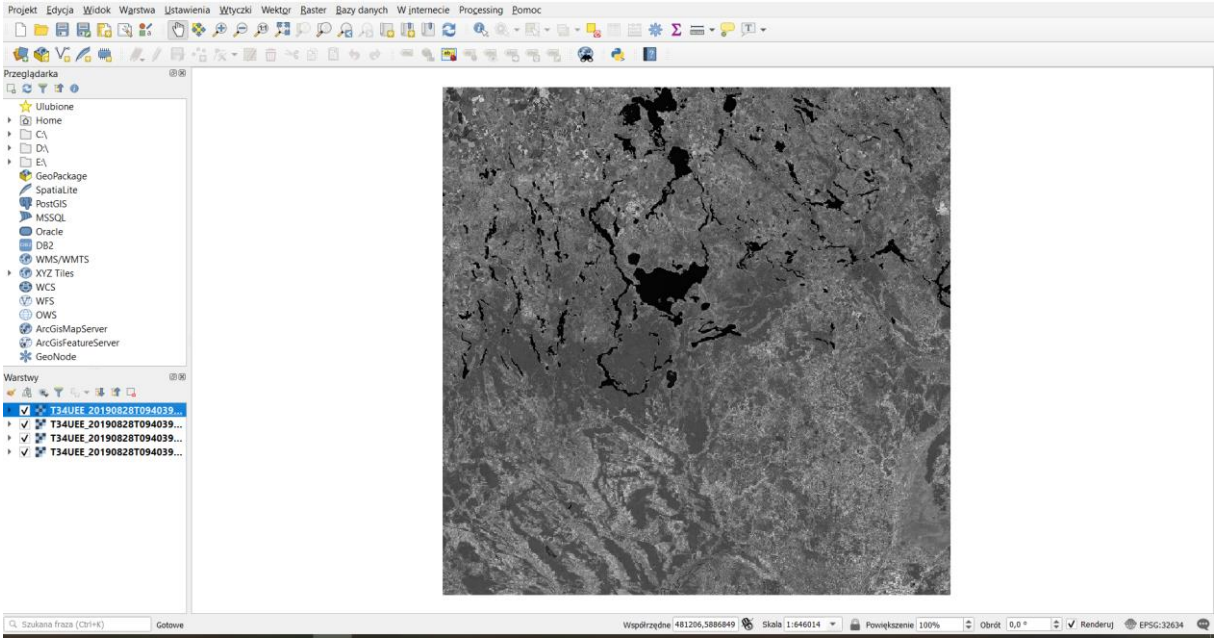
Następnie, należy kliknąć w wielokropek z prawej strony okna. Jako, że w tym ćwiczeniu wykorzystywane będą dane z serwisu [WWW.SCIHUB.COPERNICUS.EU](), należy dostać się do folderu zawierającego te dane. Analizie zostaną poddane dane o rozdzielczości 10 m. Przypomnienie ścieżki:

GRANULE -> L2A_T34UEE_A012932_20190828T094520 (ten folder będzie miła inną nazwę w przypadku różnych danych) -> IMG_DATA -> R10

Wykorzystane zostaną kanały niezbędne do stworzenia kompozycji RGB (B02, B03, B04) i policzenia wskaźnika NDVI (B02, B03, B04, B08). Należy je zaznaczyć i kliknąć „Otwórz”, potwierdzić „Dodaj” i zamknąć okno.



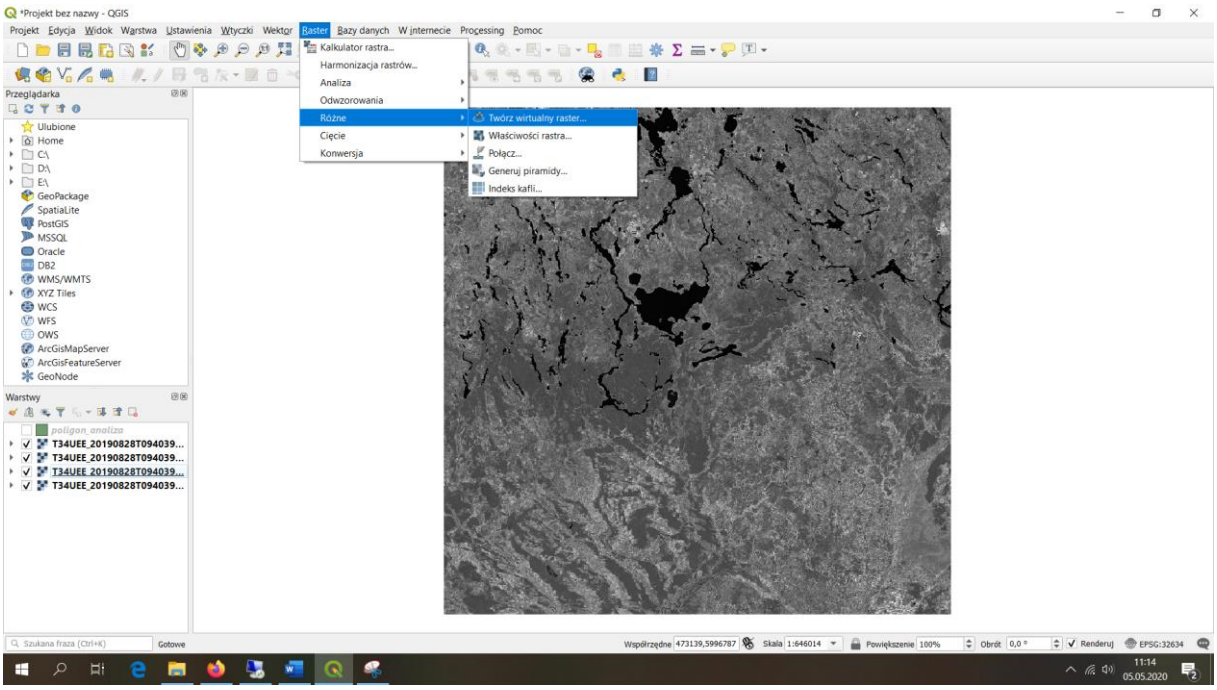
Wczytane dane powinny wyglądać jak poniżej:



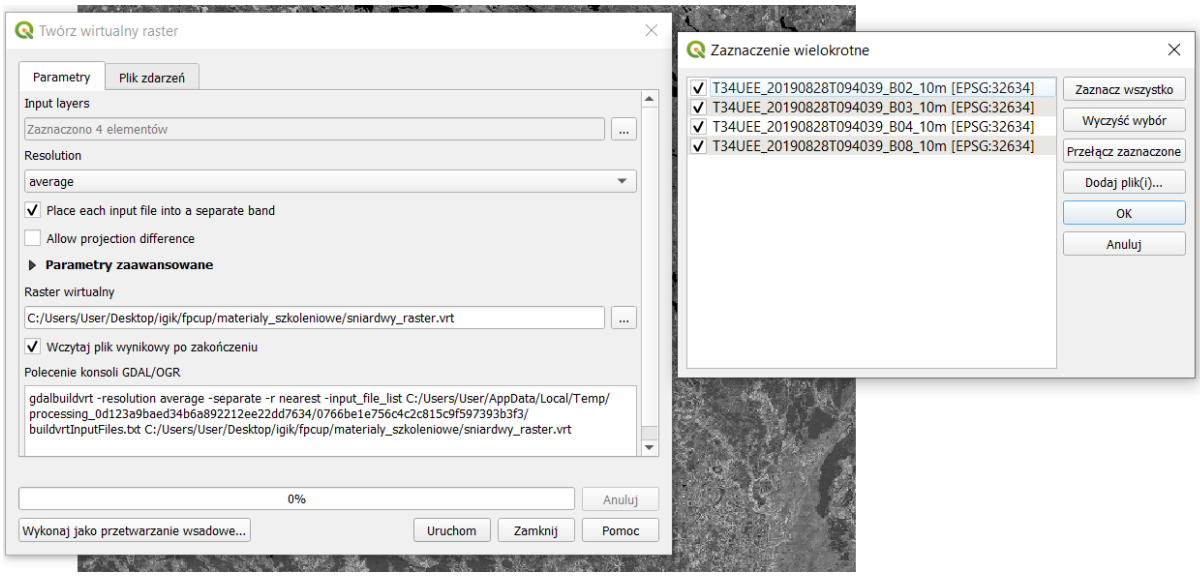

## STWORZENIE OBRAZU WIELOKANAŁOWEGO

W tym momencie, wczytane są 4 obrazy. Aby możliwe było wykonywanie operacji takich, jak tworzenie kompozycji barwnych, konieczne jest stworzenie obrazu wielkokanałowego - tzw. wirtualnego rastra. Operacja ta polega na „połączeniu”, w tym przypadku 4 obrazów, w jeden obraz.

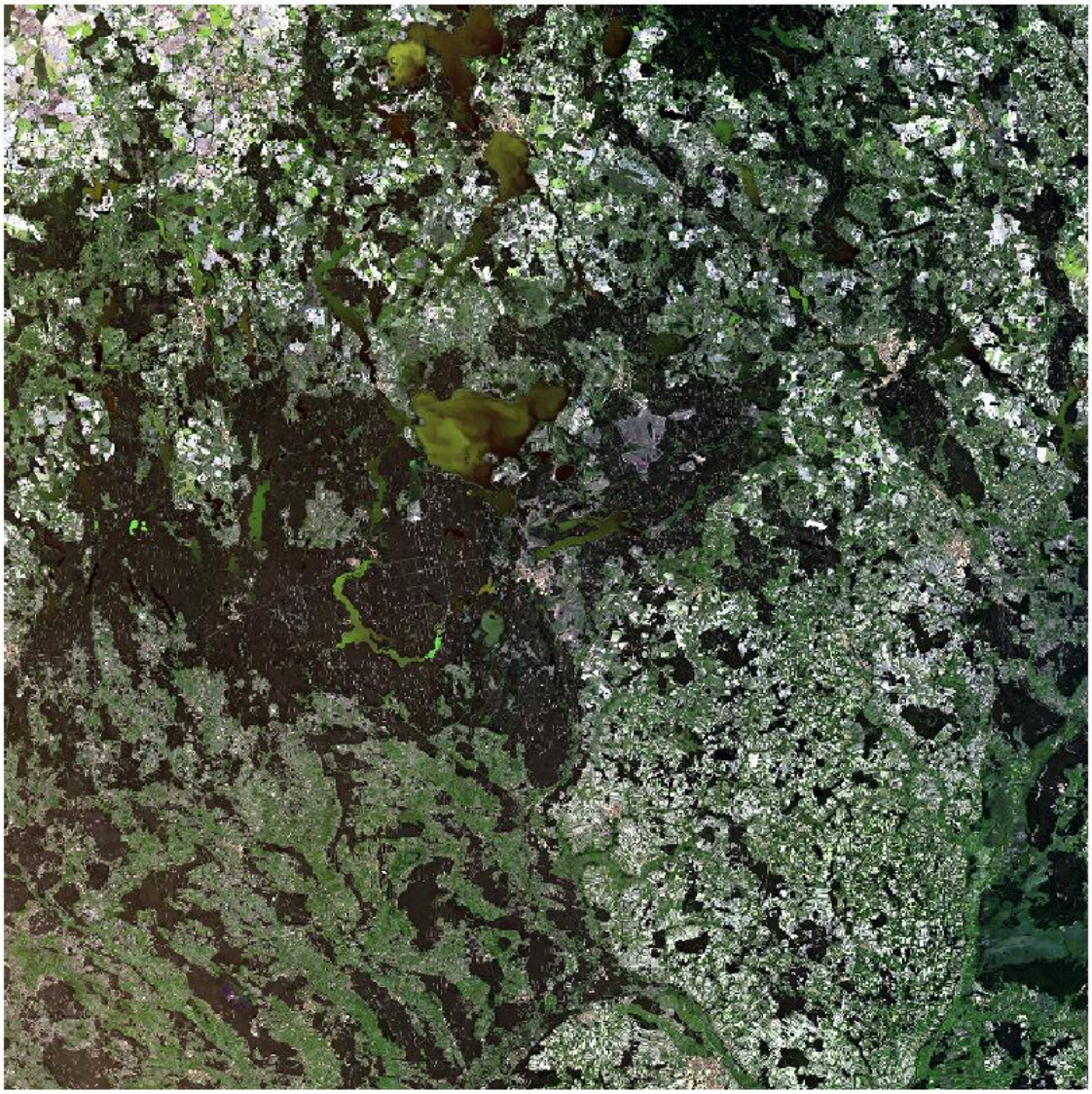
Raster -> Różne -> Twórz wirtualny raster…




Jako „Input layers”, należy określić 4 obrazy, które będą łączone w jeden. Niezwykle istotne jest zaznaczenie punktu „Place each input file into a separate band”, dzięki czemu każdy obraz, stanie się osobnym kanałem. W oknie pod „Raster wirtualny”, należy określić ścieżkę zapisu nowopowstałego pliku.



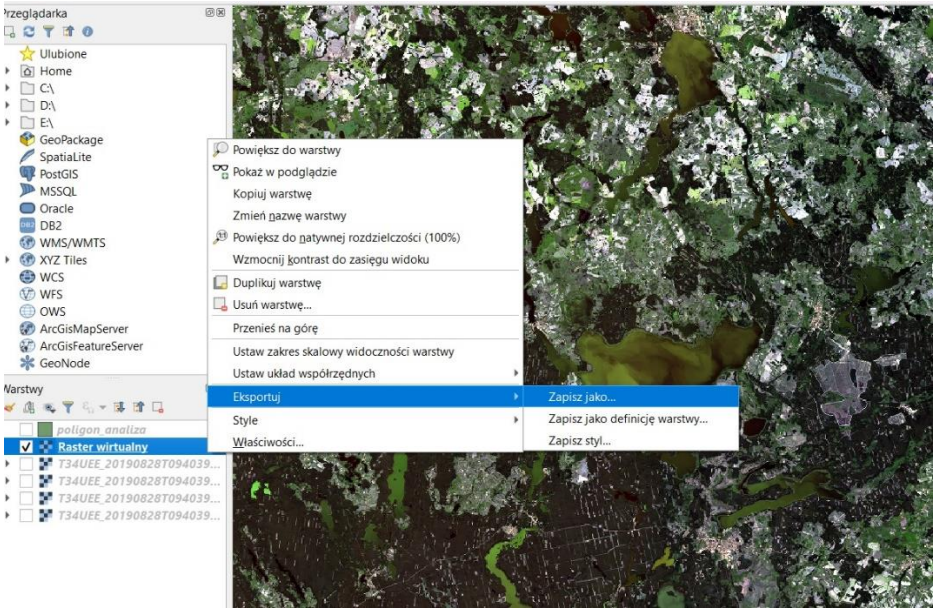

Operację należy potwierdzić, klikając „Uruchom”. Wynik powinien wyglądać jak później.



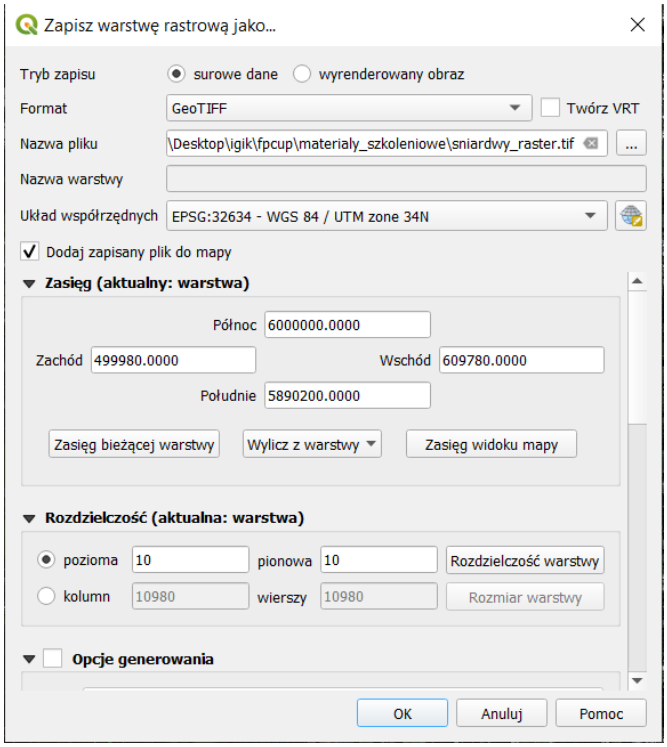
## KONWERSJA DO .TIF

Wynikiem, przeprowadzonej operacji, jest obraz-plik z rozszerzeniem .vrt. Warto przekonwertować go do pliku .tif, z racji jego większej uniwersalności.

Raster wirtualny -> Prawy przycisk myszy (PPM) -> Eksportuj -> Zapisz jako…



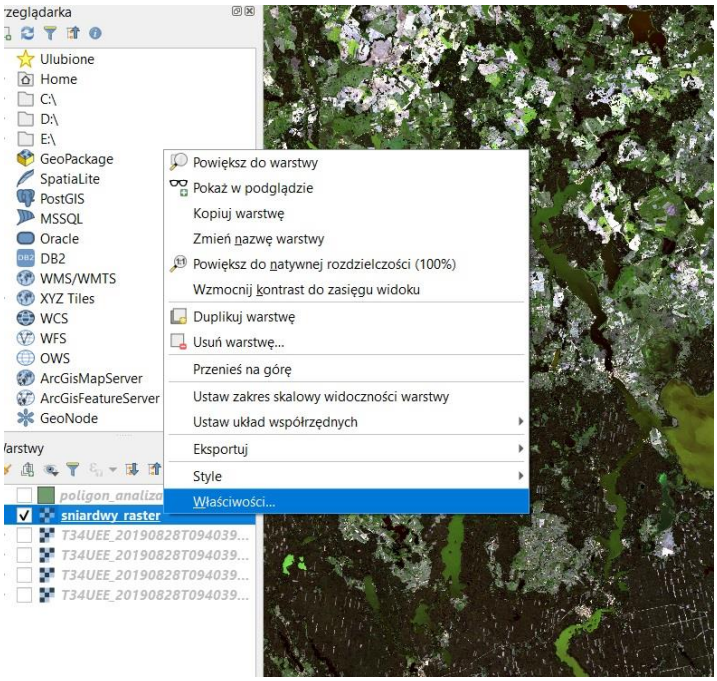

W sekcji format, zależy wybrać „GeoTIFF”, a w nazwa pliku określić nazwę nowego rastra z rozszerzeniem .tif i ścieżkę zapisu.



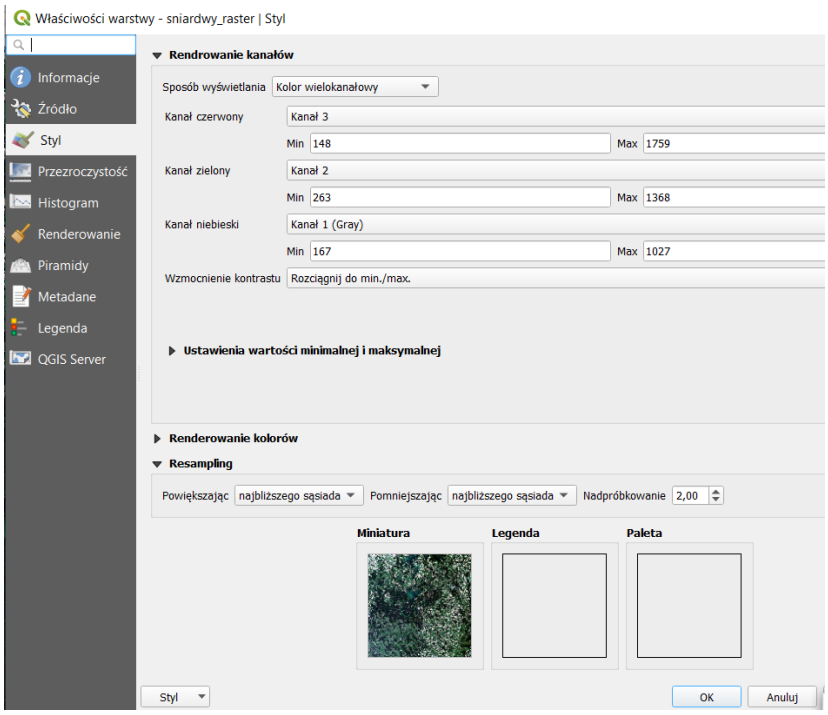

Nowy obraz, automatycznie zostanie wczytany do programu.

## KOMPOZYCJA BARWNA

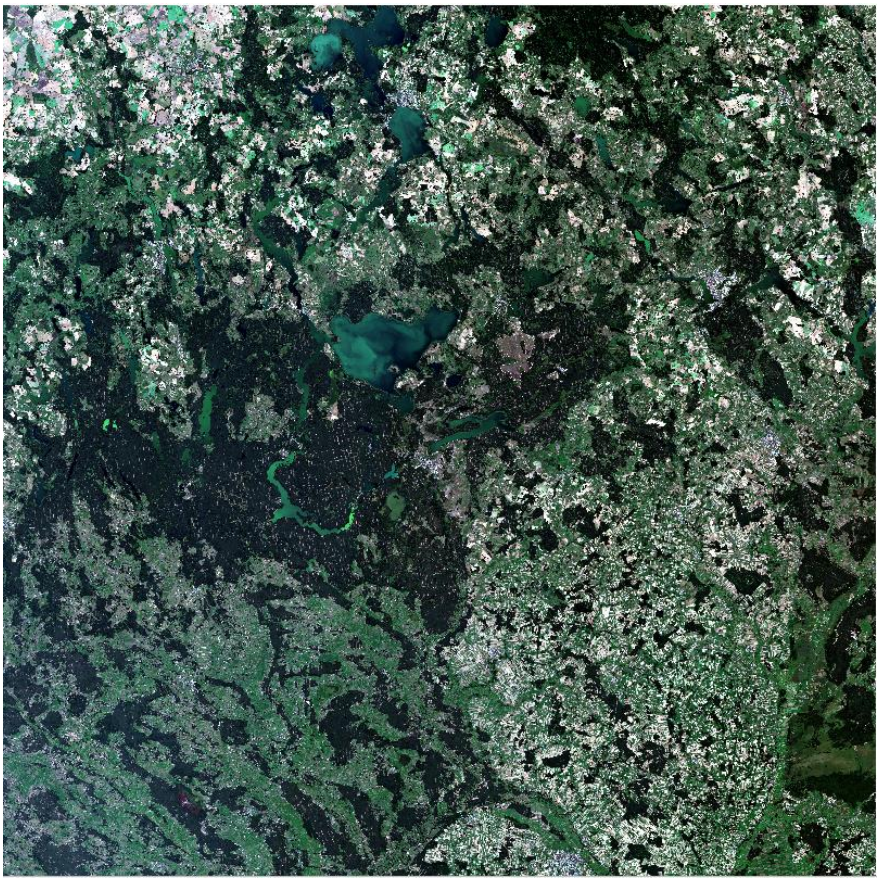
Obraz, który powstał, domyślnie przyjął kolorystykę nienaturalną. Aby wyświetlić go w barwach naturalnych, czyli tzw. kompozycji RGB, należy ustawić to we właściwościach zobrazowania.




We właściwościach obrazu, konieczne jest wejście do zakładki „Styl”. W oknie kanał czerwony wybrać – kanał 3, kanał zielony – kanał 2, kanał niebieski – kanał 1. Potwierdzić „OK”.



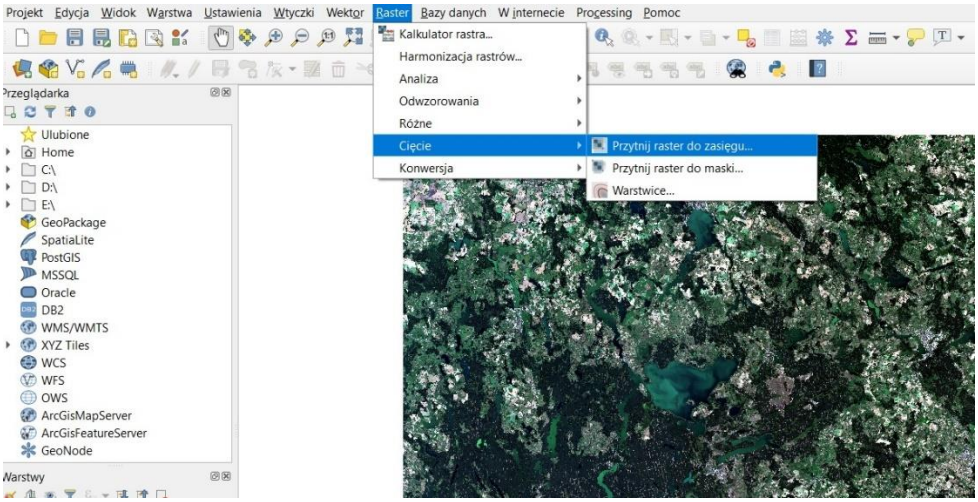

Wynik operacji:



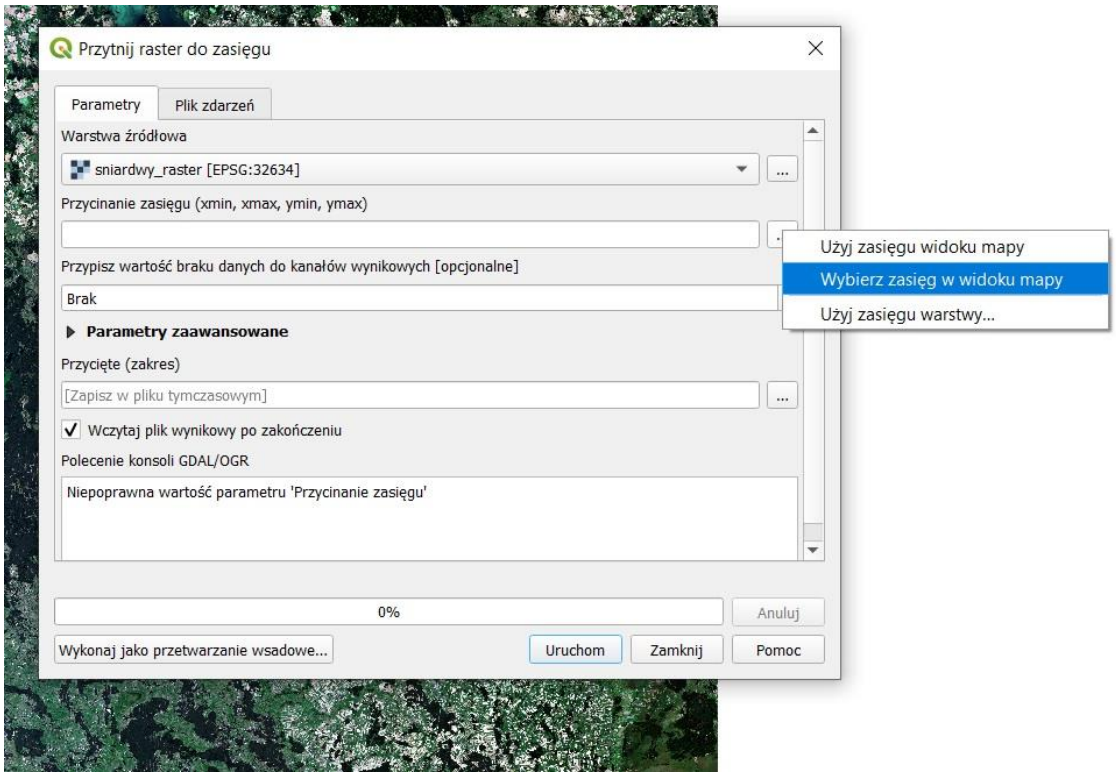
## PRZYCIĘCIE OBRAZU

Niech obszarem, który zostanie poddany analizie w ćwiczeniu zostaną okolice Jeziora Śniardwy. Aby nie obciążać komputera przetwarzaniem niepotrzebnych danych i skrócić czas prac nad danymi, należy przyciąć obraz do obszaru zainteresowań.

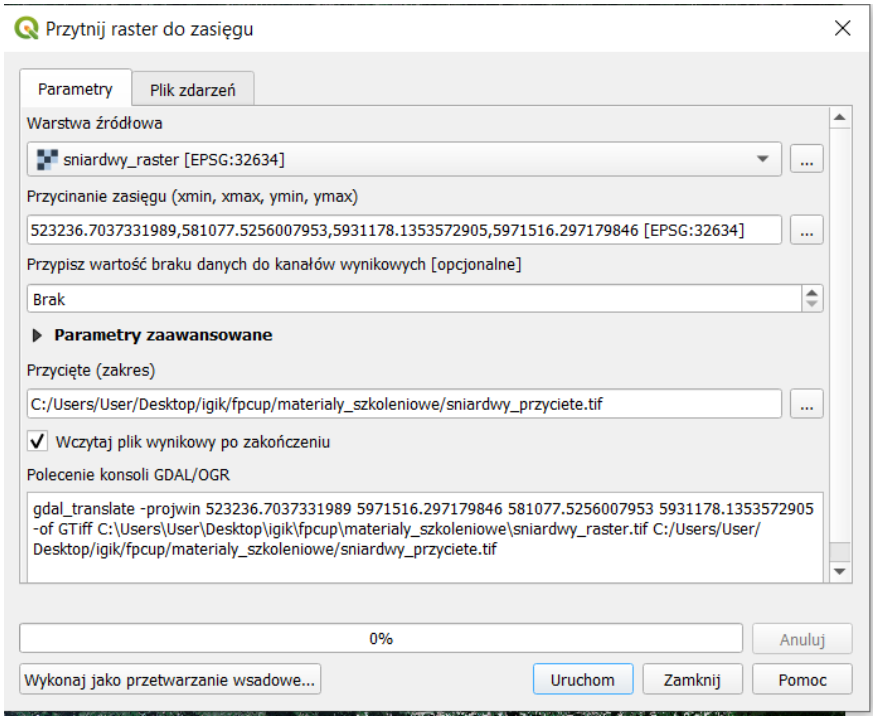
Raster -> Raster -> Cięcie -> Przytnij raster do zasięgu…



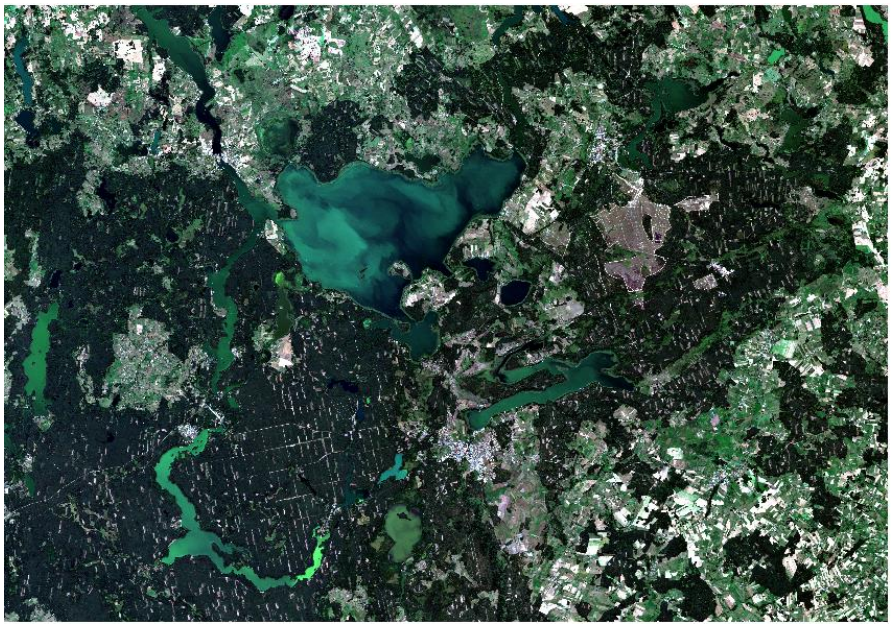

Aby przyciąć obraz do zasięgu, który użytkownik chce sam określić, należy kliknąć wielokropek pod oknem „Przycinanie zasięgu”, a następnie wybrać „Wybierz zasięg w widoku mapy”.




Okno „Menu” automatycznie zniknie, a użytkownik będzie mógł samodzielnie narysować prostokąt, do którego zostanie przycięty obraz. W oknie „Przycięte (zakres)” należy określić ścieżkę zapisu, nazwę pliku i rozszerzenie (domyśle .vrt, należy wybrać .tif). Wykonanie operacji, potwierdzić klikając „Uruchom”.

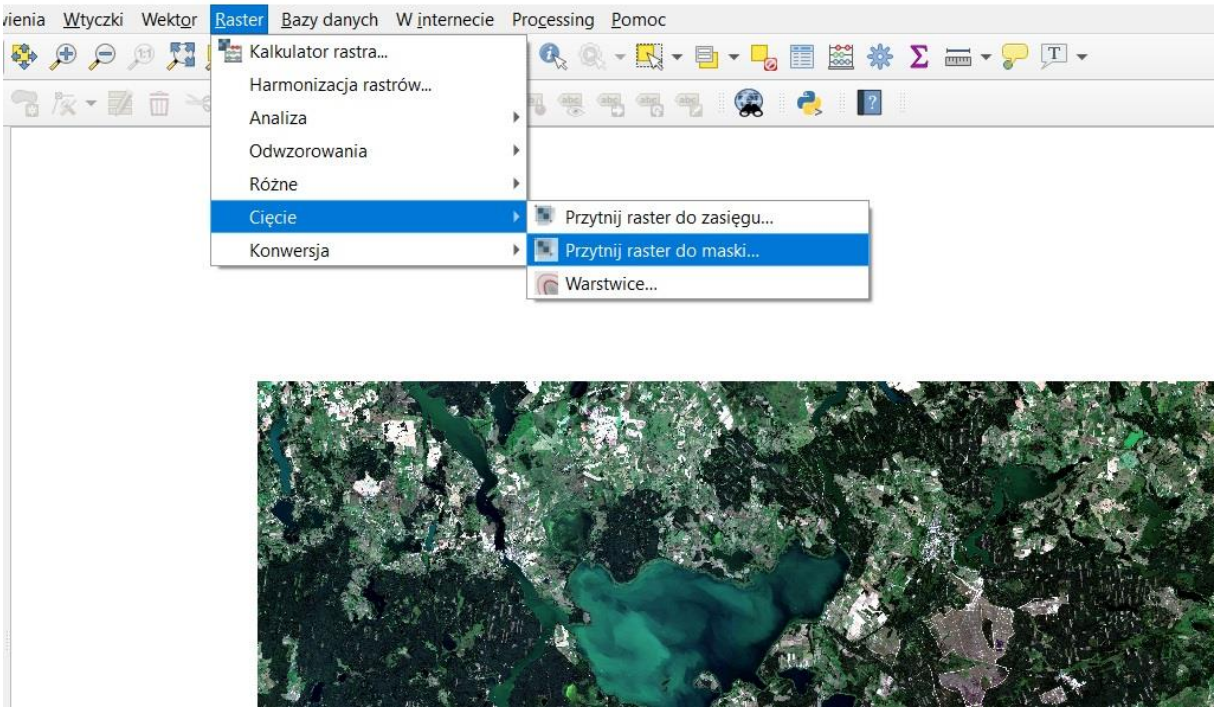



Po wczytaniu nowego obrazu, będzie on domyślnie wyświetlony w nienaturalnej kompozycji barwnej. Aby ją zmienić na RGB, należy wykonać kroki opisane w poprzednim ćwiczeniu. Poniżej efekt operacji, po zmianie kompozycji na RGB,

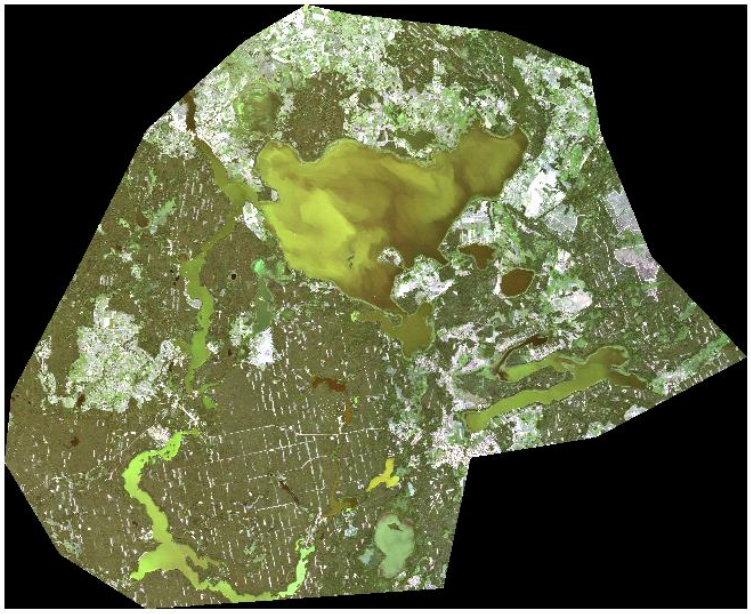


Drugim sposobem na przycięcie obrazu, jest przycięcie go do warstwy wektorowej, np. granicy rezerwatu, działki czy obszaru określonego przez użytkownika. Na potrzeby ćwiczenia, został stworzony plik wektorowy „poligon_analiza”, który jest nieregularnym poligonem, obejmującym tereny wokół jeziora Śniardwy.

Raster -> Raster -> Cięcie -> Przytnij raster do maski…




Warstwa źródłowa: obraz, który ma być przycięty ( w tym przypadku wirtualny raster w formacie .tif). Warstwa maski: poligon w formacie .shp, którzy określa granica przycięcia. Przycięte maska: ścieżka zapisu, nazwa piku i format (.tif). Potwierdzić „Uruchom”. Efekt operacji poniżej.



## OBLICZANIE WSKAŹNIKA NDVI

W tym ćwiczeniu, wykorzystywany będzie obraz w formacie .tif, który powstał w wyniku przycięcia do prostokąta (pierwsza metoda, w poprzednim ćwiczeniu – sniardwy_przyciete.tif). Obliczone zostaną wartości wskaźnika NDVI - Normalized Difference Vegetation Index, który określa kondycję roślinności. Przyjmuje wartości od -1 do 1, gdzie wartości bliższe 1, oznaczają roślinność w lepszym stanie. Może też posłużyć do zidentyfikowania terenów, na zasadzie roślinność-nieroślinność, ponieważ tereny niepokryte roślinami, powinny przyjmować wartości niższe niż 0,4.

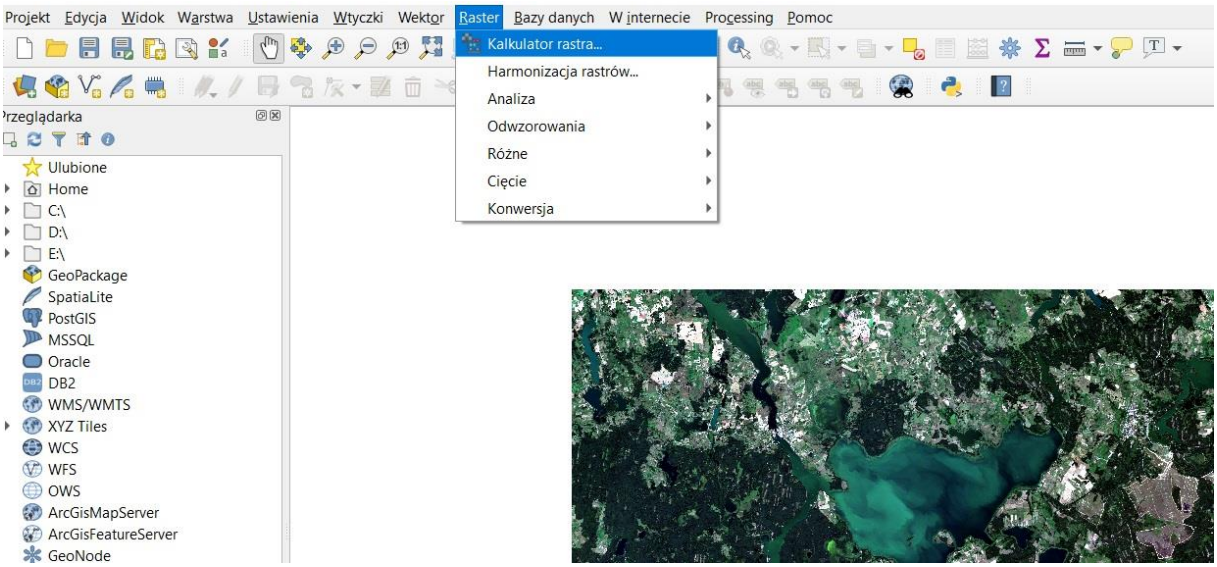
Wzór na NDVI:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

RED – kanał rejestrujący w zakresie światła czerwonego (tzw. „kanał red”)

NIR – kanał rejestrujący w zakresie bliskiej podczerwieni (tzw. „kanał NIR”)

Raster -> Kalkulator rastra…



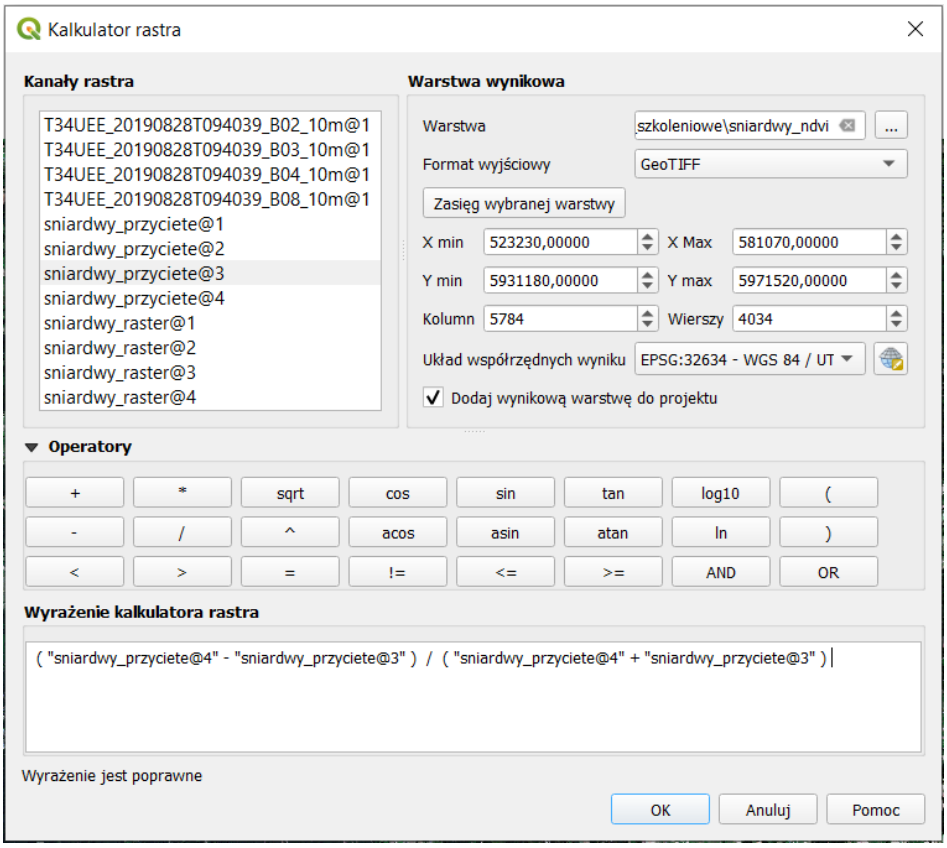

Przypomnieć należy sobie, które kanały odpowiadały, danym zakresom (w obrazie, który poddany jest analizie):

- 3 kanał – kanał RED;
- 4 kanał – kanał NIR.

W sekcji „Wyrażenie kalkulatora rastra”, należy zatem wpisać  następujące działanie:

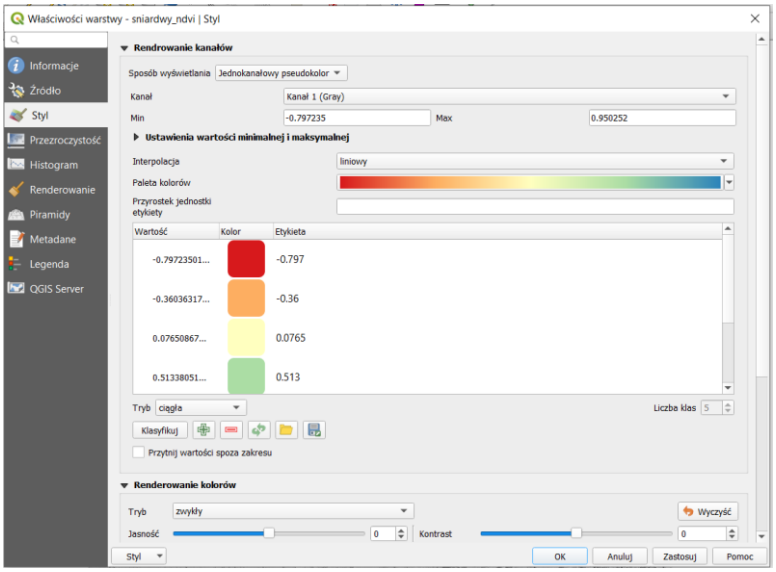
(„sniardwy_przyciete@4” - „sniardwy_przyciete@3”) / („sniardwy_przyciete@4” + „sniardwy_przyciete@3”)

W „Warstwa”, określić ścieżkę zapisu, nazwę pliku, jako „Format wyjściowy” wybrać „GeoTIFF”. Potwierdzić „OK”.



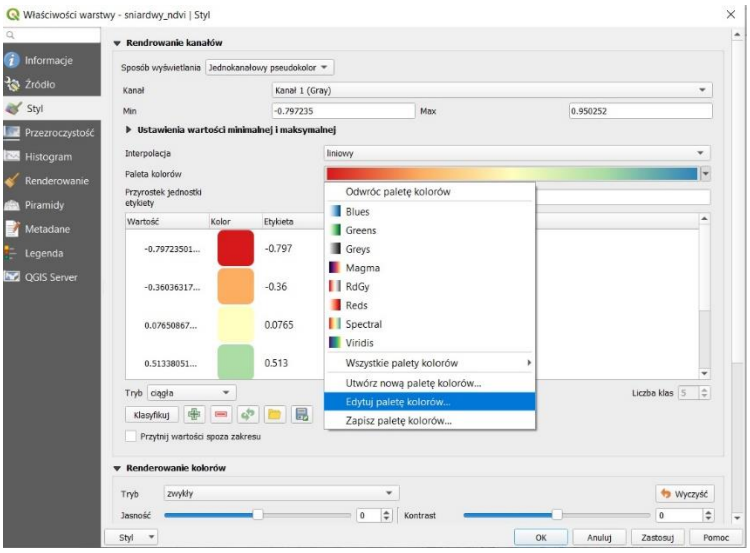
Wynik operacji:

Niskie wartości NDVI, pozwalają na bardzo łatwą identyfikację obszarów wodnych. Na obrazie powyżej, są to tereny, których piksele przybrały kolory i odcienie bliskie czarnemu. Taki obraz nie jest jednak intuicyjny, biorąc pod uwagę, że dotyczy głównie roślinności. Należy zatem dokonać zmiany palety kolorów. Aby to zrobić, konieczne jest wejście we „Właściwości" pliku i zakładkę „Styl". W sekcji „Sposób wyświetlania", wybrać „Jednokanałowy pseudokolor".

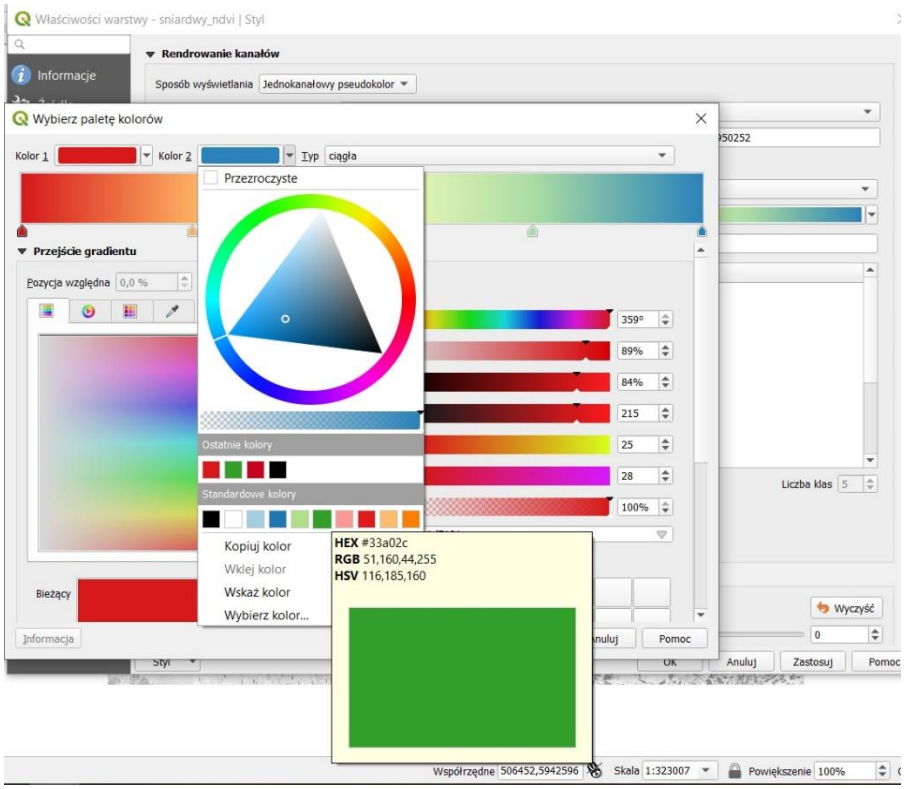



Jako, że domyślna paleta kolorów, nadałaby pikselom o najwyższych wartościach, kolory bliskie niebieskiemu, należy zmienić ją tak aby te piksele przybrały kolory bliskie zielonemu.

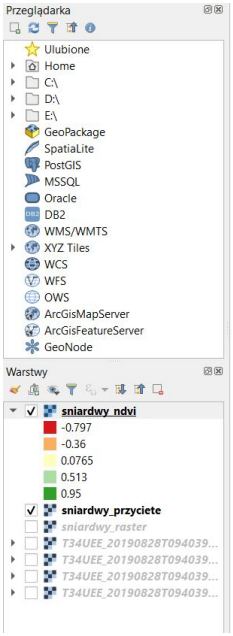
PPM na Paleta Kolorów - > Edytuj paletę kolorów…

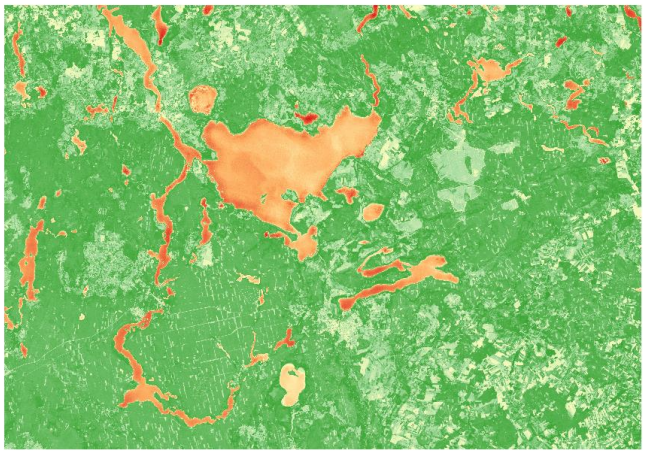



W oknie przy „Kolor 2”, wybrać zielony.




Potwierdzić, klikając „OK”. Poniżej wynik.

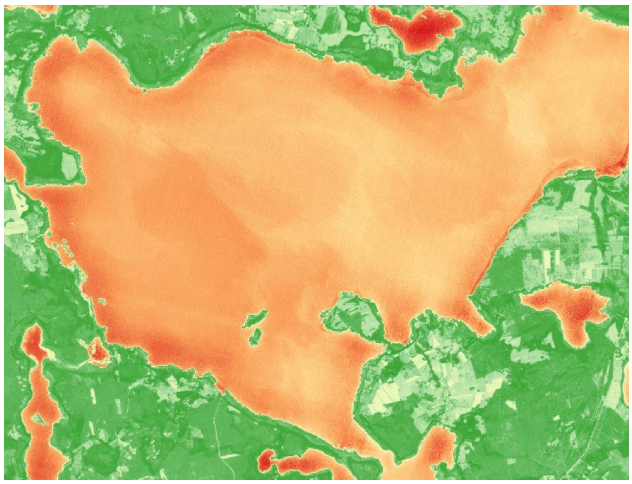


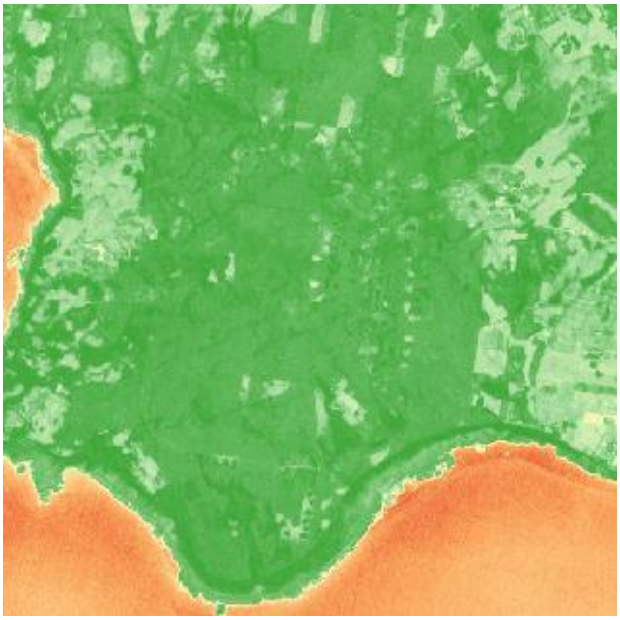
Po przybliżeniu, można zauważyć wyraźne różnice w prezentacji, obszarów o konkretnym pokryciu terenu.

Tereny zabudowane - miasto

Tereny wód



Tereny lasów



Pola uprawne – pola w centralnej części rysunku (żółty kolor), nie pokryte roślinnością – goła gleba.

## PODSUMOWANIE

Podręcznik ten dostarczył informacji na temat pobierania obrazów satelitarnych z dwóch różnych serwisów, opisał strukturę pobranych plików danych satelitarnych i opisał podstawowe możliwości pracy nad obrazami satelitarnymi, pochodzącymi z satelity Sentinel-2, w oprogramowaniu QGIS.

## PODZIĘKOWANIA – ACKNOWLEDGMENTS

Niniejszy dokument jest wspierany przez Umowę ramową o partnerstwie Unii Europejskiej Caroline Herschel, dotyczącą pozyskiwania użytkowników programu Copernicus, w ramach umowy o grant nr FPA 275 / G / GRO / COPE / 17/10042, projekt FPCUP (Ramowa umowa o partnerstwie w zakresie pozyskiwania użytkowników programu Copernicus), **2018-1-06: Application of Copernicus products and value-added services for management of environment and forecasting agricultural production (IGiK & UG, PL)**

This paper is supported by the European Union's Caroline Herschel Framework Partnership Agreement on Copernicus User Uptake under grant agreement No FPA 275/G/GRO/COPE/17/10042, project FPCUP (Framework Partnership Agreement on Copernicus User Uptake**2018-1-06: Application of Copernicus products and value-added services for management of environment and forecasting agricultural production (IGiK & UG, PL)**

Praca naukowa opublikowana w ramach projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. "PMW" w latach 2019-2021; umowa nr 5069/H2020/19/2020/2.

Scientific work published as part of an international project co-financed by the program of the Minister of Science and Higher Education entitled "PMW" in the years 2019-2021; contract no.5069 / H2020 / 19/2020/2.