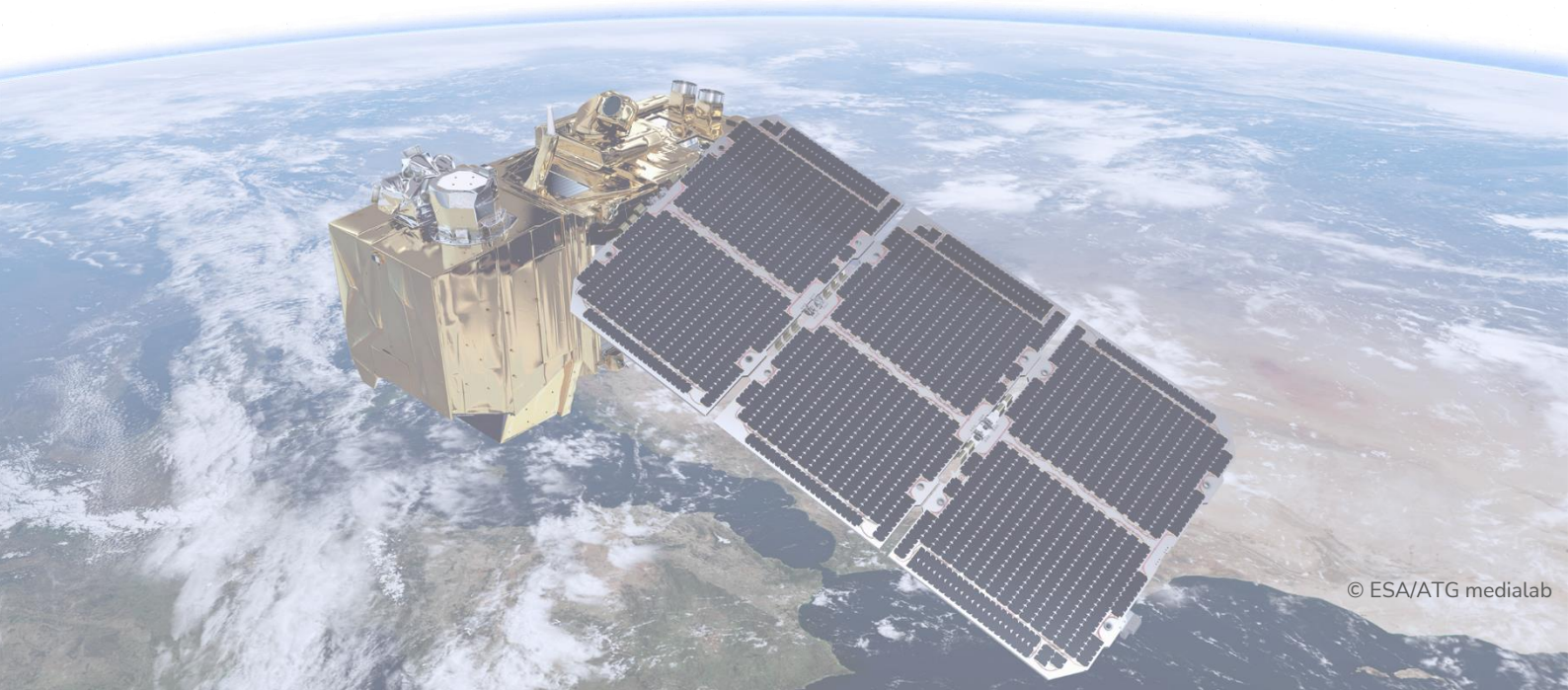


Dane satelitarne dla administracji publicznej

Scenariusz warsztatowy 1

WSTĘP DO SAMODZIELNEJ PRACY Z DANymi SATELITARNymi



© ESA/ATG medialab

Spis treści

Spis treści	2
Opis zadania	4
Cel zadania.....	4
Wykaz danych przestrzennych GIS	4
Wykaz stron internetowych	4
Wykaz zastosowanego oprogramowania	5
Procedura instalacji oprogramowania	5
Opis ćwiczenia	12
1. Pobieranie danych satelitarnych z Open Access Hub	12
1.1. Uruchomienie przeglądarki Copernicus Open Access Hub i stworzenie konta użytkownika	12
1.2. Określenie obszaru zainteresowania (ang. area of interest, AOI).....	13
1.3. Wyszukanie zobrazowania Sentinel-2	14
1.4. Sprawdzenie metadanych zobrazowania Sentinel-2	15
1.5. Pobranie zobrazowania Sentinel-2.....	17
2. Pobieranie danych satelitarnych z platformy Sat4Envi	20
2.1. Rejestracja i logowanie do portalu klienta Sat4Envi.....	20
2.2. Dostęp do produktów portalu klienta Sat4Envi	20
2.3. Wyszukiwanie danych satelitarnych i pobieranie danych Sentinel-2 poziomu Level-2A	25
2.4. Pobranie zobrazowania Sentinel-1.....	26
3. Wstęp do pracy z danymi satelitarnymi w programie ESA SNAP	28
3.1. Uruchomienie programu SNAP	28
3.2. Dodanie danych satelitarnych Sentinel-2 do programu SNAP.....	28
3.3. Wizualizacja danych satelitarnych Sentinel-2 w programie SNAP	29
3.4. Tworzenie kompozycji barwnych w programie SNAP	34
3.5. Praca z danymi wektorowymi w programie SNAP	37
3.6. Mozaikowanie obrazów Sentinel-2 i przycinanie do wektora w programie SNAP	38
4. Wstęp do pracy z danymi satelitarnymi w programie QGIS.....	44
4.1. Uruchomienie programu QGIS Desktop 3.16.....	44
4.2. Dostosowanie układu współrzędnych projektu do układu odpowiadającego pobranym zobrazowaniom satelitarnym Sentinel-2.....	44
4.3. Zapisanie projektu	45
4.4. Wczytanie pobranych danych Sentinel-2 do projektu.	45

4.5.	Wzmocnienie kontrastu wyświetlania zobrazowania – rozciągnięcie histogramu.	46
4.6.	Zarządzanie wyświetlaniem danych rastrowych.	48
4.7.	Tworzenie kompozycji barwnych.	48
4.8.	Praca z danymi wektorowymi w programie QGIS.	51
4.9.	Usuwanie warstw z widoku.	52
4.10.	Mozaikowanie obrazów Sentinel-2 i przycinanie do wektora w programie QGIS.	52
5.	Pobieranie i korekcja atmosferyczna zobrazowań satelitarnych za pomocą wtyczki Semi-Automatic Classification.	56
5.1.	Pobranie danych satelitarnych Landsat 8.	56
5.2.	Wstępne przetwarzanie danych satelitarnych Landsat 8.	58

Opis zadania

Ćwiczenie polega na zapoznaniu się z obsługą repozytoriów danych satelitarnych, samodzielnym wyszukaniu przykładowego zobrazowania satelitarnego z terenu Polski oraz zapoznaniu się z otwartym oprogramowaniem, które umożliwia prezentację i wykorzystanie pobranych danych satelitarnych oraz podstawowe przetworzenia na obrazach satelitarnych.

Cel zadania

Celem poniższej instrukcji jest przybliżenie odbiorcom sposobu, w jaki można pobrać dane satelitarne z wybranych repozytoriów danych satelitarnych oraz jak rozpocząć pracę na obrazach satelitarnych w specjalistycznym oprogramowaniu. Po szkoleniu odbiorca będzie wiedział jak i skąd pobierać obrazy satelitarne, na jakich programach pracować oraz nauczy się wstępnych przetworzeń zobrazowań.

Wykaz danych przestrzennych GIS

- Zobrazowanie satelitarne Sentinel-2:
29.07.2019 (poziom L1C):
[S2B_MSIL1C_20190729T094039_N0208_R036_T34UEC_20190729T114538.SAFE](#)
29.07.2019 (poziom L2A):
[S2B_MSIL2A_20190729T094039_N0213_R036_T34UEC_20190729T123310.SAFE](#)
- Przycięte zobrazowania satelitarne Sentinel-2 z 29.07.2019 (poziom L2A):
[S2_20190729_T34UDC_10m_clip.tif](#)
[S2_20190729_T34UEC_10m_clip.tif](#)
- Zobrazowanie Landsat 8 z 24.08.2019 (poziom L1TP):
[LC08_L1TP_188024_20190824_20190903_01_T1_2019-08-24](#)
- Granica obszaru zainteresowania (plik wektorowy w formacie Shapefile): [Granica.shp](#)

Wykaz stron internetowych

- Pobranie pliku instalacyjnego programu SNAP: <https://step.esa.int/main/download/snap-download/>
- Pobranie pliku instalacyjnego programu QGIS 3.16, w zależności od wersji systemu operacyjnego Windows, należy pobrać wersję 32-bitową lub 64-bitową:
wersja 64-bitowa: https://qgis.org/downloads/QGIS-OSGeo4W-3.16.13-1-Setup-x86_64.exe
wersja 32-bitowa: <https://qgis.org/downloads/QGIS-OSGeo4W-3.16.13-1-Setup-x86.exe>
Niniejsze ćwiczenie zostało wykonane na wersji QGIS 3.16 Windows 64-Bit
- Pobieranie zobrazowań satelitarnych Sentinel-2: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
- System nazewnictwa plików danych satelitarnych Sentinel-2:
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/naming-convention>
- System nazewnictwa plików danych satelitarnych Sentinel-1:
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/naming-conventions>
- Opis plików z danymi satelitarnymi Sentinel-2:
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/data-formats>
- Opis plików z danymi satelitarnymi Sentinel-1:
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/data-formats/sar-formats>
- System obsługi klienta Sat4Envi: <https://dane.sat4envi.imgw.pl/>

Wykaz zastosowanego oprogramowania

- SNAP 8.0.
- QGIS 3.16.


Procedura instalacji oprogramowania

Instalacja programu SNAP 8.0

Pobranie pliku instalacyjnego programu SNAP: <https://step.esa.int/main/download/snap-download/>.

W zależności od wersji systemu operacyjnego, należy pobrać odpowiedni plik. Niniejsze ćwiczenie zostało wykonane na wersji Windows 64-Bit z narzędziami Sentinel-1, -2, i -3.

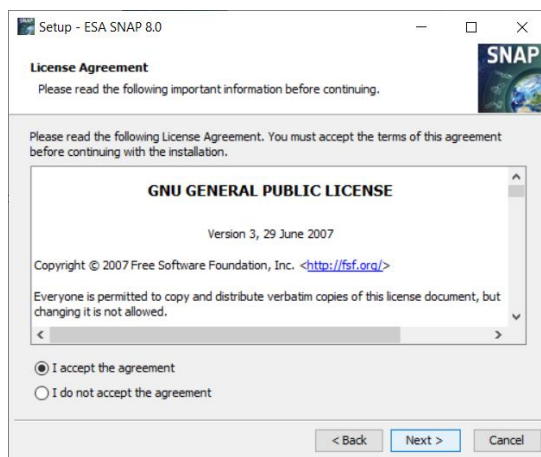
These installers contain the Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 Toolboxes, download size is close to 900MB.				
Sentinel Toolboxes	Main Download	Main Download	Main Download	Main Download
	Mirror Download	Mirror Download	Mirror Download	Mirror Download
These installers contain only the SMOS Toolbox, download size is close to 500MB. Download also the Format Conversion Tool (Earth Explorer to NetCDF) and the user manual .				
SMOS Toolbox	Main Download	Main Download	Main Download	Main Download
	Mirror Download	Mirror Download	Mirror Download	Mirror Download
These installers contain the Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 Toolboxes, SMOS and PROBA-V Toolbox, download size is close to 1GB.				
All Toolboxes	Main Download	Main Download	Main Download	Main Download
	Mirror Download	Mirror Download	Mirror Download	Mirror Download

Uruchomienie pliku instalacyjnego programu SNAP ( `esa-snap_sentinel_windows-x64_8_0.exe`).

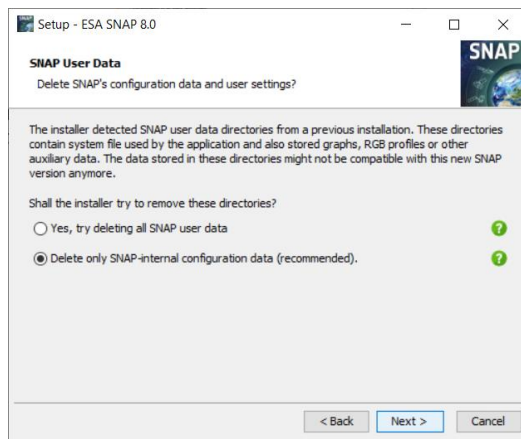
W pierwszym oknie po uruchomieniu instalatora wybierz opcję **Next**.



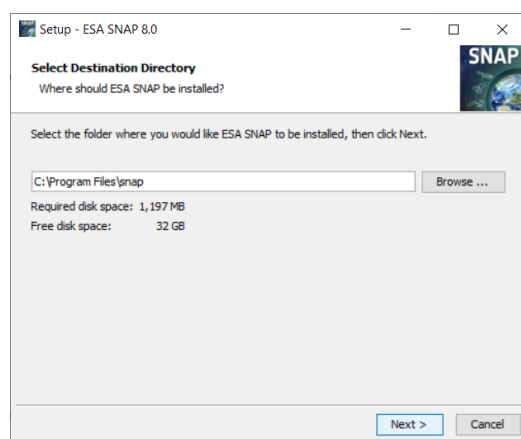
Zaakceptuj postanowienia licencyjne i wybierz opcję **Next**.



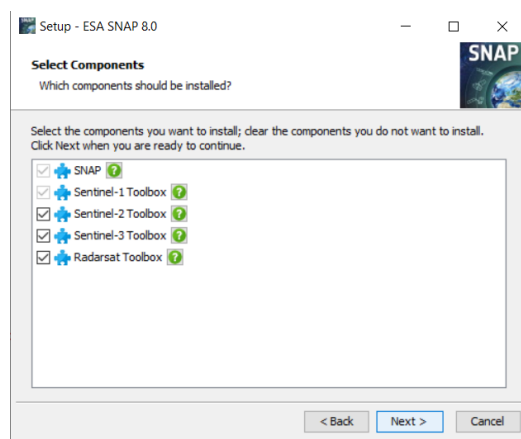
W oknie **SNAP User Data** użyj ustawień zalecanych, poprzez zaznaczenie opcji **Delete only SNAP-internal configuration data (recommended)**. W celu przejścia do dalszego etapu instalacji wybierz opcję **Next**.



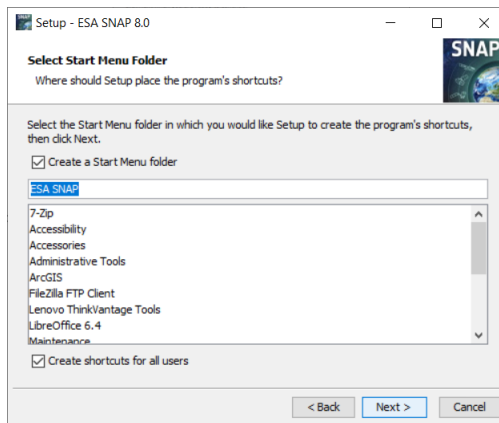
W kolejnym oknie instalatora wskaż docelową ścieżkę instalacji programu. Zaleca się pozostawienie domyślnej ścieżki instalacyjnej: **C:\Program Files\snap**. Po zdefiniowaniu ścieżki wybierz opcję **Next**.



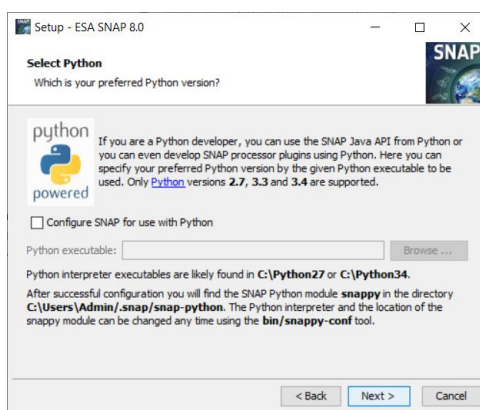
W oknie instalatora wybierz rozszerzenie **Sentinel-2 Toolbox** zawierające narzędzia do analizy obrazowań satelitarnych Sentinel-2. Podczas instalacji programu na potrzeby wykonania niniejszej instrukcji zainstalowane zostały wszystkie dostępne rozszerzenia. Zaleca się zaznaczenie wszystkich rozszerzeń i wybranie opcji **Next**.



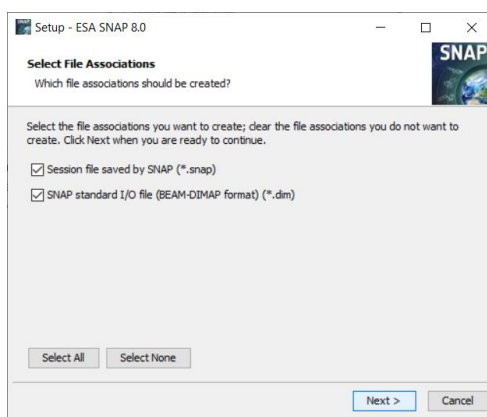
Kolejne okno instalatora pozwala zdecydować czy skrót do uruchomienia programu SNAP ma być dostępny z poziomu **Menu Start** systemu Windows. Zaleca się pozostawienie ustawień domyślnych i wybór opcji **Next**.



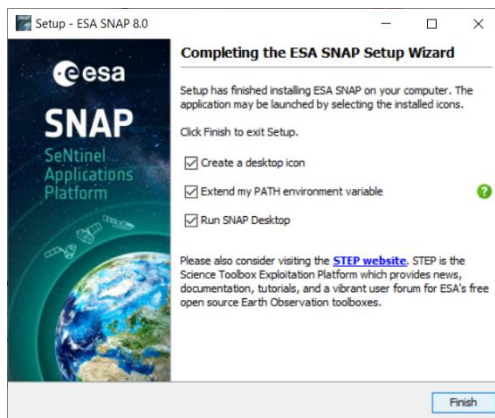
Wskaż wersję języka programowania Python, który ma być wykorzystywany do wykonywania procesów lub tworzenia własnych narzędzi w języku Python. Zaleca się pozostawienie ustawień domyślnych i przejście do kolejnego okna za pomocą opcji **Next**.



Wybierz opcje powiązujące rozszerzenie plików **.snap* oraz **.dim* z programem SNAP. W plikach z rozszerzeniem **.snap* zapisywane są sesje programu SNAP, natomiast format **.dim* jest domyślnym formatem zapisu danych w programie SNAP. Zaleca się wybór ustawień domyślnych i przejście do kolejnego okna przy użyciu opcji **Next**.

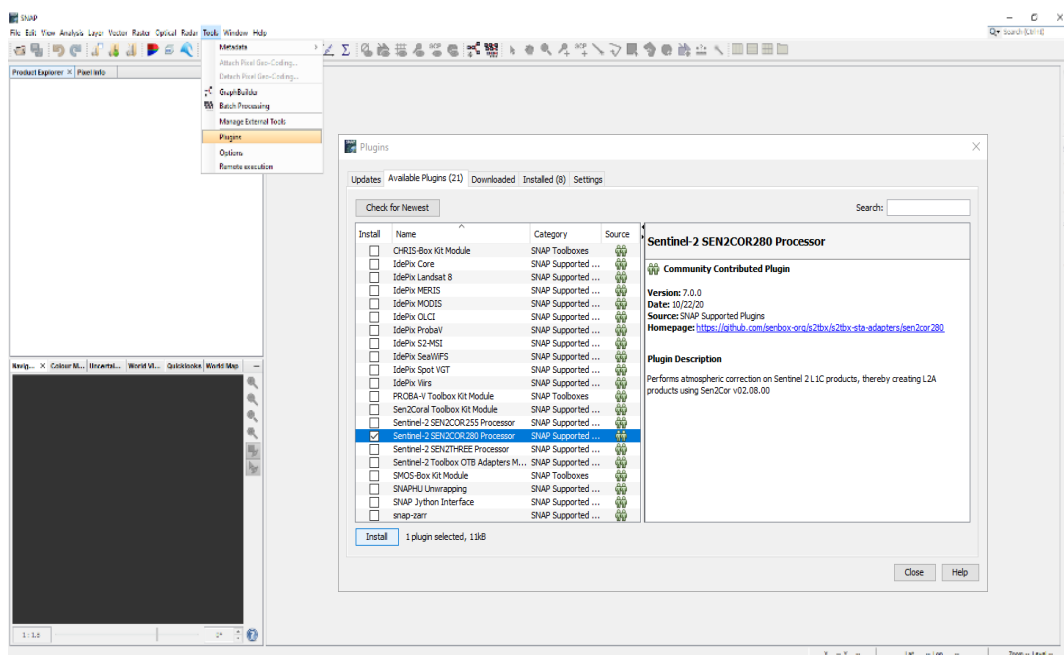


Utwórz skrót do programu na pulpicie komputera i dodaj ścieżkę programu do zmiennych środowiskowych systemu operacyjnego. Zakończ instalację przy użyciu opcji **Finish**.

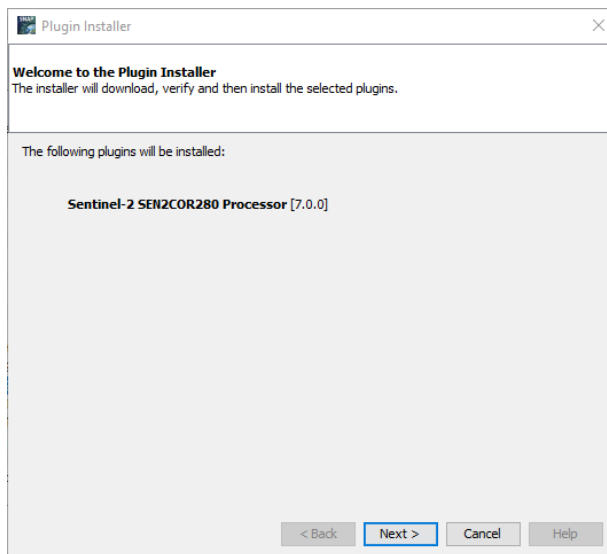


Instalacja wtyczki Sen2Cor do programu SNAP

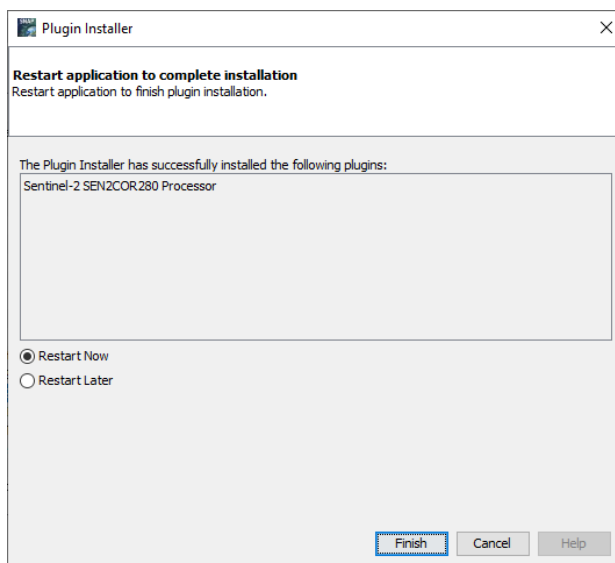
Po uruchomieniu oprogramowania SNAP zainstaluj wtyczkę wybierając menu **Tools > Plugins**. W panelu **Available Plugins** zaznacz wtyczkę **Sentinel-2 SEN2COR280 Processor** i kliknij **Install**.



W pierwszym oknie po uruchomieniu instalatora wybierz opcję **Next**.



W kolejnym oknie zaznacz opcję **Restart Now** i kliknij **Finish** w celu zakończenia instalacji wtyczki i zrestartowania programu SNAP.




Instalacja programu QGIS 3.16

W zależności od wersji systemu operacyjnego Windows, korzystając z poniższych linków, należy pobrać wersję 32-bitową lub 64-bitową:

wersja 64-bitowa: https://qgis.org/downloads/QGIS-OSGeo4W-3.16.13-1-Setup-x86_64.exe

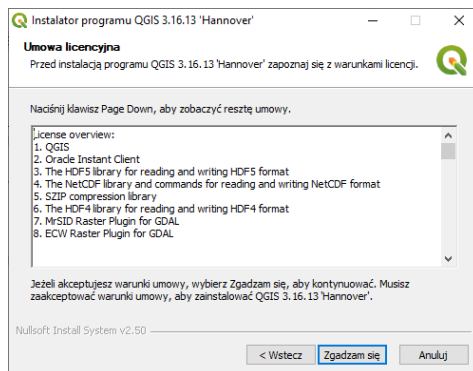
wersja 32-bitowa: <https://qgis.org/downloads/QGIS-OSGeo4W-3.16.13-1-Setup-x86.exe>

Niniejsze ćwiczenie zostało wykonane na wersji Windows 64-Bit.

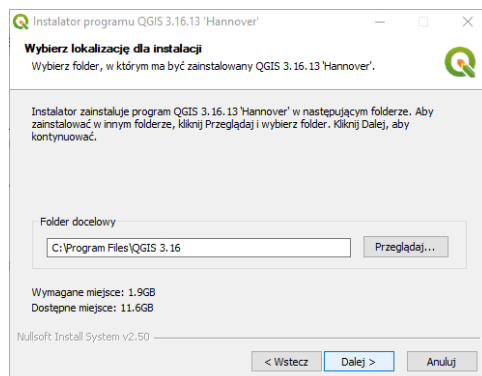
Uruchom samodzielny instalator programu QGIS 3.16. ( QGIS-OSGeo4W-3.16.13-1-Setup-x86_64.exe) i wybierz opcję **Dalej**.



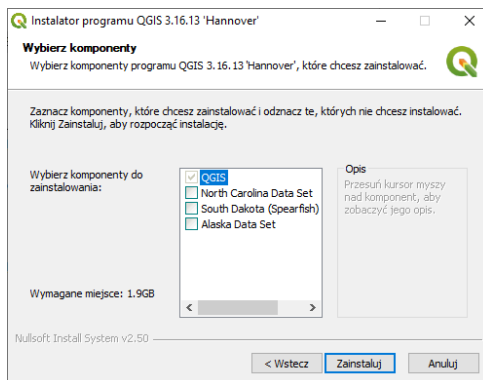
Zaakceptuj umowę licencyjną wybierając **Zgadzam się**.



Wskaż lokalizację, w której zostanie zainstalowany program QGIS 3.16. (zalecane jest pozostawienie ścieżki domyślnej) i wybierz **Dalej**.



Wskaż opcjonalnie komponenty, które zostaną zainstalowane wraz z oprogramowaniem (QGIS 3.16., opcjonalnie można zaznaczyć materiały dodatkowe **Data Set**) oraz wybierz **Zainstaluj**.

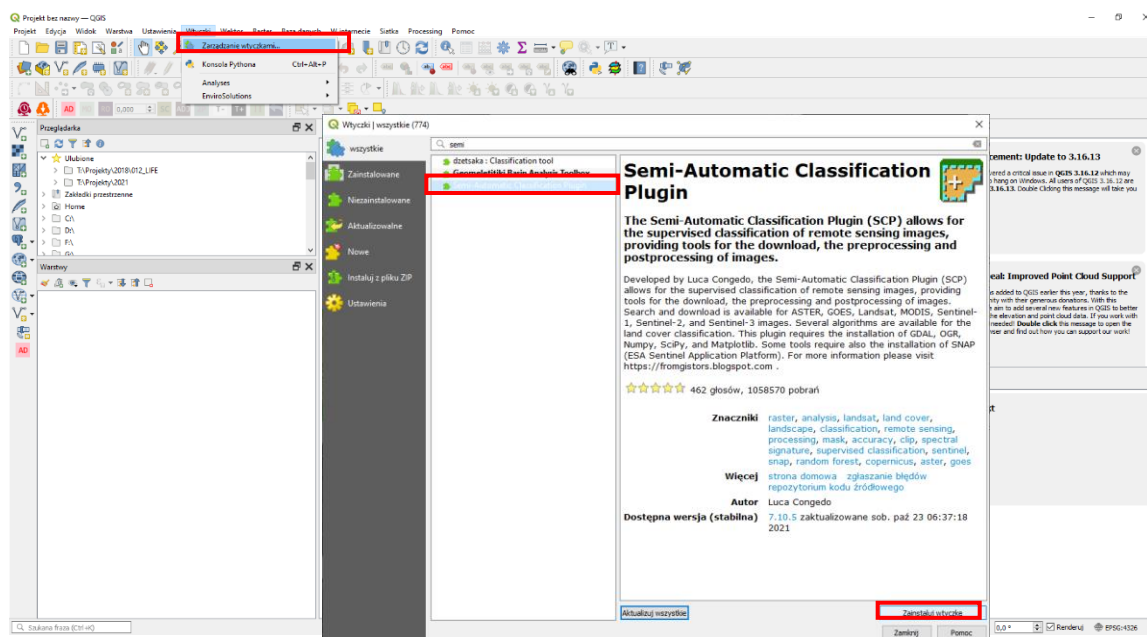


Po zakończeniu instalacji oprogramowania wybierz **Zakończ**.



Instalacja wtyczki Semi-Automatic Classification Plugin do programu QGIS 3.16

Po uruchomieniu oprogramowania QGIS zainstaluj wtyczkę wybierając menu **Wtyczki > Zarządzanie wtyczkami...** W panelu wyszukiwania wpisz **semi-...** i wybierz wtyczkę **Semi-Automatic Classification Plugin**, kliknij **Zainstaluj wtyczkę**.

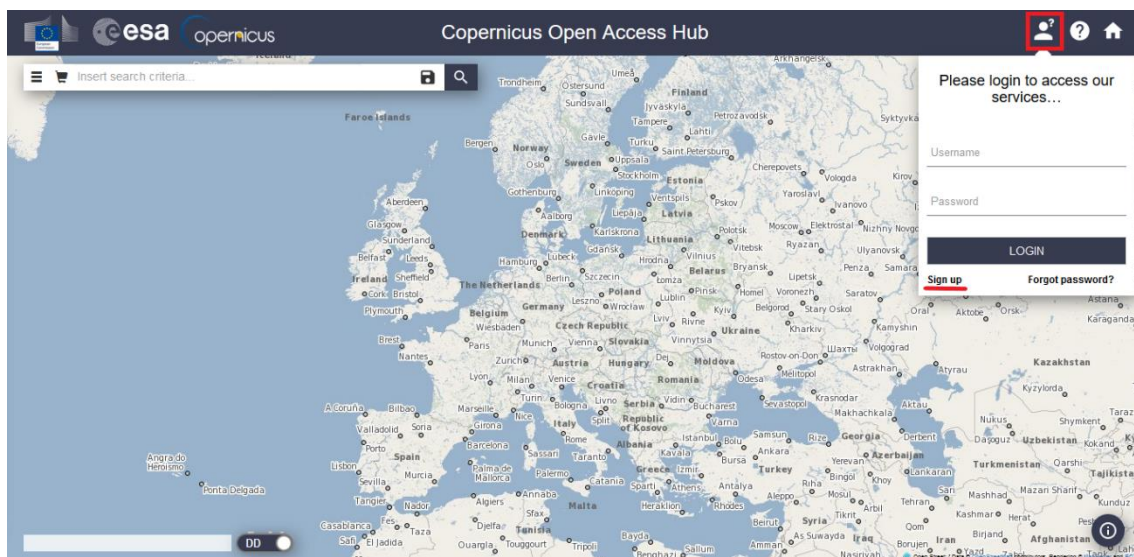


Opis ćwiczenia

1. Pobieranie danych satelitarnych z Open Access Hub

1.1. Uruchomienie przeglądarki Copernicus Open Access Hub i stworzenie konta użytkownika

Uruchom przeglądarkę Open Hub <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> i stwórz nowe konto użytkownika podając odpowiednie dane w formularzu rejestracji.



Copernicus Open Access Hub

Register new account

Sentinel data access is free and open to all.

On completion of the registration form below you will receive an e-mail with a link to validate your e-mail address. Following this you can start to download the data.
Username field accepts only lowercase alphanumeric characters plus ".", "-", and "_".
Password field accepts only alphanumeric characters plus "!", "@", "#", "\$", "%", "&", "*", "+", "(", ")", "=", ":", ";", ",", ".", "-", "_", "~", " ".
Password fields minimum length is 8 characters.

Firstname	Lastname
Username	
Password	Confirm Password
E-mail	Confirm E-mail
Select Domain	▼
Select Usage	▼
Select your country	▼

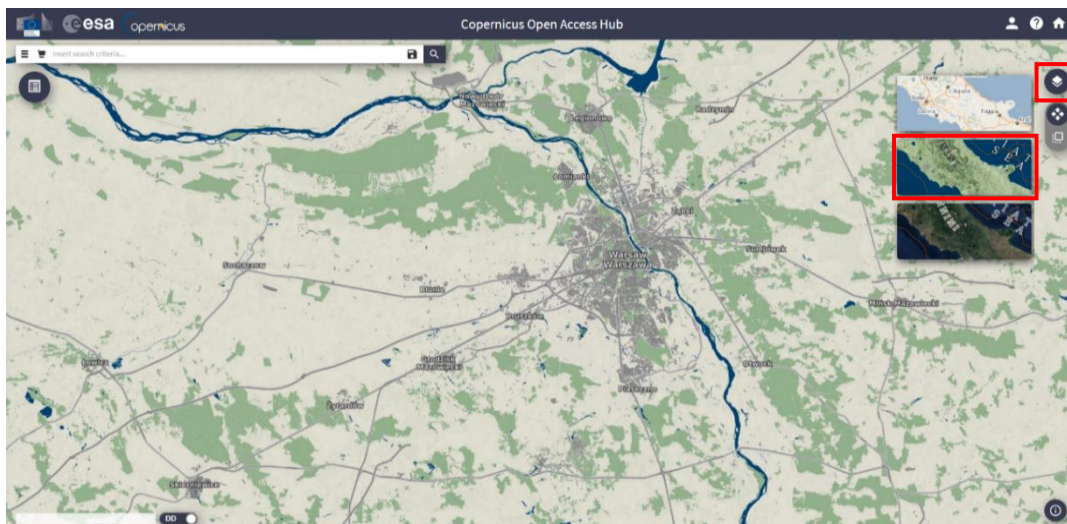
By registering in this website you are deemed to have accepted the **T&C** for Sentinel data use.

REGISTER

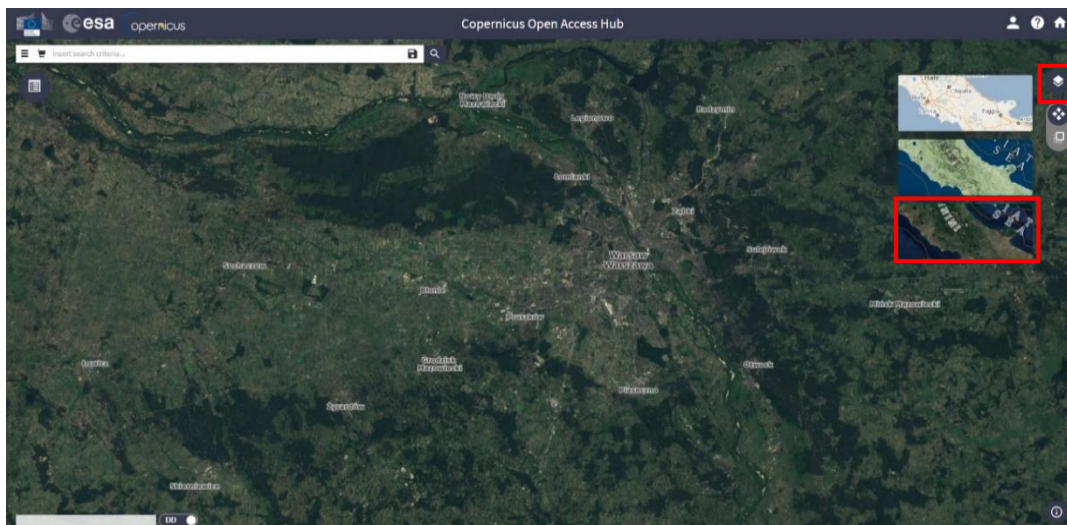
Po prawidłowym założeniu konta, zaloguj się.

W głównym oknie przeglądarki podstawowym podkładem mapy jest Open Street. Oprócz tego dostępne są jeszcze dwa podkłady mapowe (narzędzie **Map Layers**):

- *Terrain + Overlay - rzeźba terenu nałożona na warstwę Open street,*



- *Sentinel-2 Cloudless + Overlay – ortofotomapa opracowana na podstawie zobrażeń Sentinel-2.*

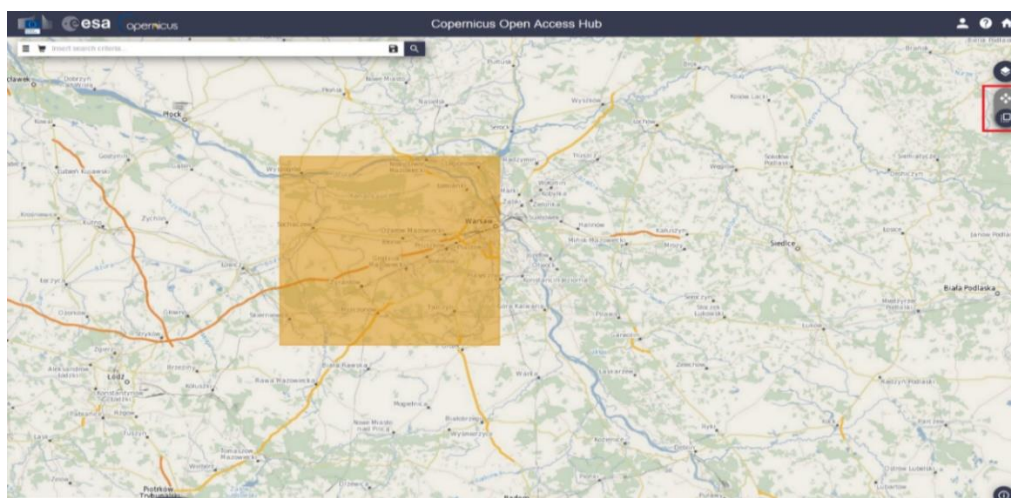


W różnych przeglądarkach internetowych strona serwisu może wyglądać inaczej. Przedstawione tu przykłady zostały przygotowane z wykorzystaniem przeglądarki Chrome.

1.2. Określenie obszaru zainteresowania (ang. area of interest, AOI)

Narzędziem **Navigation Mode** zaznacz obszar zainteresowania AOI, dla którego mają być wyszukane zobrazenia Sentinel (zaznacz nieduży obszar np. w okolicach Warszawy).

Rysowanie poligonu odbywa się poprzez zaznaczanie na mapie punktów lewym klawiszem myszy. Aby zamknąć poligon i zakończyć rysowanie należy kliknąć dwukrotnie. Poligon zostanie podświetlony na żółto.

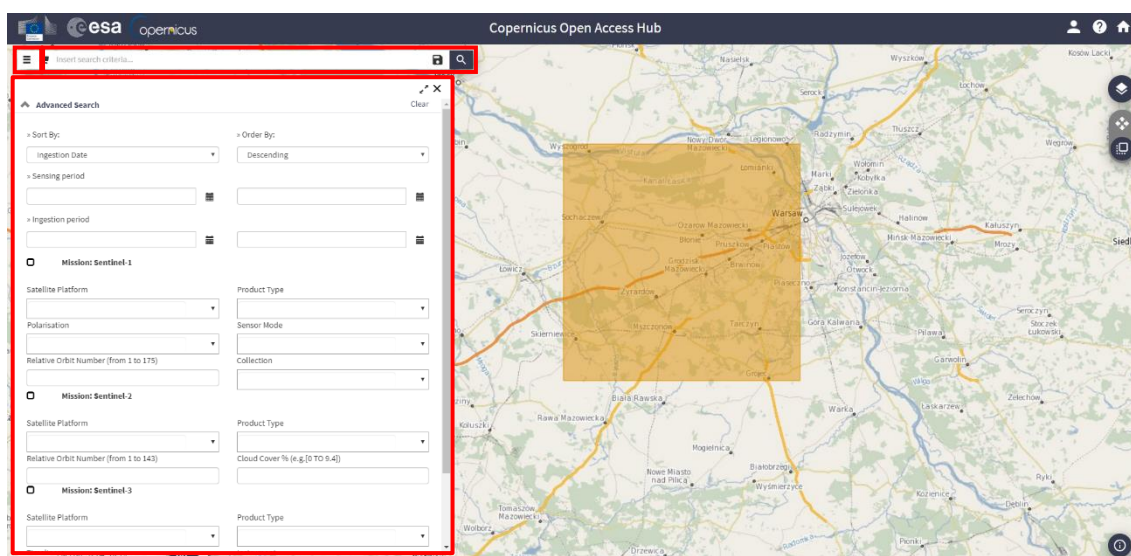


1.3. Wyszukanie zobrazenia Sentinel-2

W oknie wyszukiwania **Insert search criteria** jest możliwość podstawowego wyszukiwania obrazów po nazwie sceny lub rodzaju satelity. W zakładce **Advanced Search** można odnaleźć więcej opcji do wyszukiwania oraz kolejność w jakiej wyszukane zobrazenia mają być sortowane **Order By**, pod względem nazwy sceny **Tile Id** lub daty pozyskania oraz w jakiej kolejności (malejącej czy rosnącej) **Sort By**. Kolejna opcja dotyczy przedziałów czasowych w jakich poszukiwane są zobrazenia, można je wyszukać poprzez faktyczną datę pozyskania zdjęcia **Sensing period** lub przez datę udostępnienia zobrazenia **Ingestion period**. W zaawansowanej wyszukiwarce jest możliwość wybrania trzech satelitów (Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3). Należy pamiętać, że brak wyboru każdej z opcji będzie traktowany jako wybór ich wszystkich. Wszystkie trzy satelity mają dwa główne filtry wyszukiwania:

- **Satellite Platform** - wybór sensora, obecnie każdy z satelitów posiada po dwa sensory -A i -B,
- **Product Type** - wybór produktu jaki oferuje każdy z satelitów.

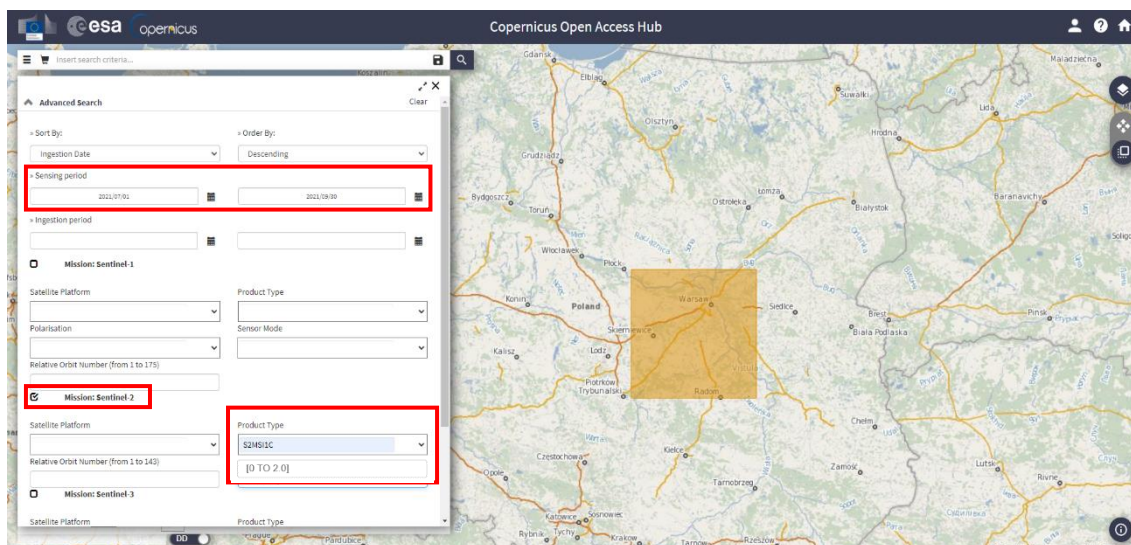
Satelity posiadają także swoje szczegółowe parametry, m.in. rodzaj polaryzacji **Polarisation** (Sentinel-1), tryb pozyskania zobrazenia **Sensor Mode** (Sentinel-1), rodzaj instrumentu **Instrument** (Sentinel-3), poziom przetworzenia **Product Level** (Sentinel-3), względny numer orbity **Relative Orbit Number** (Sentinel-1, -2, -3), czy pokrycie zobrazenia chmurami **Cloud Cover** np. 0 do 9.4 (Sentinel-2).



Otwórz zakładkę **Advanced Search** i dla zaznaczonego obszaru zainteresowania wyszukaj zobrazenia

Sentinel-2 w okresie od 01.07.2021 do 30.09.2021 (**Sensing period**) na poziomie przetworzenia L1C (**Product Type**), gdzie poziom pokrycia chmurami nie przekraczał 20% całego zobrazenia (**Cloud Cover %**).

Dopuszczalny stopień zachmurzenia sceny należy wpisać w odpowiednie formuły, gdzie procent zachmurzenia wyrażony jest w formie cyfry dziesiętnej w przedziale od 0 (0%) do 10 (100%), np. dla 50% należy wpisać formułę [0 TO 5.0]



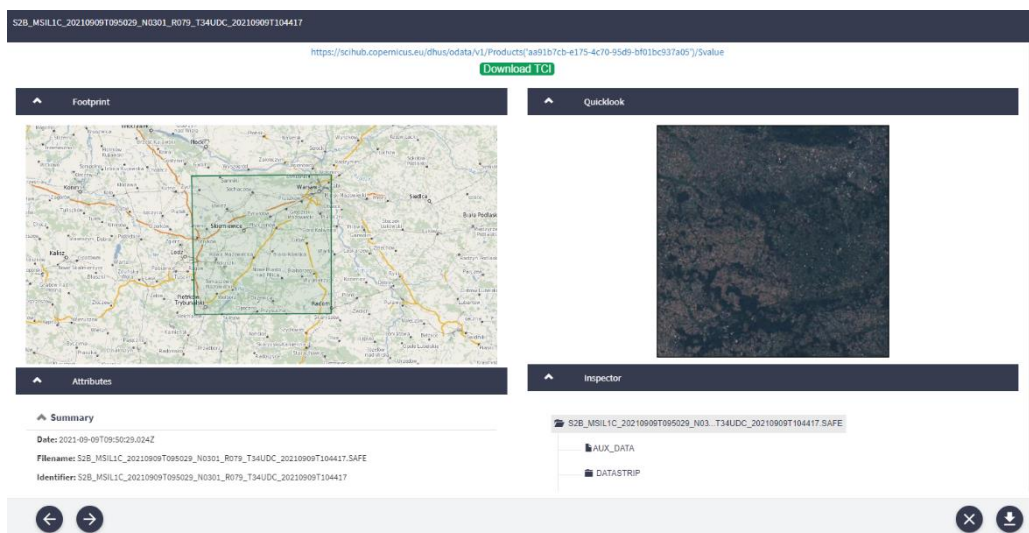
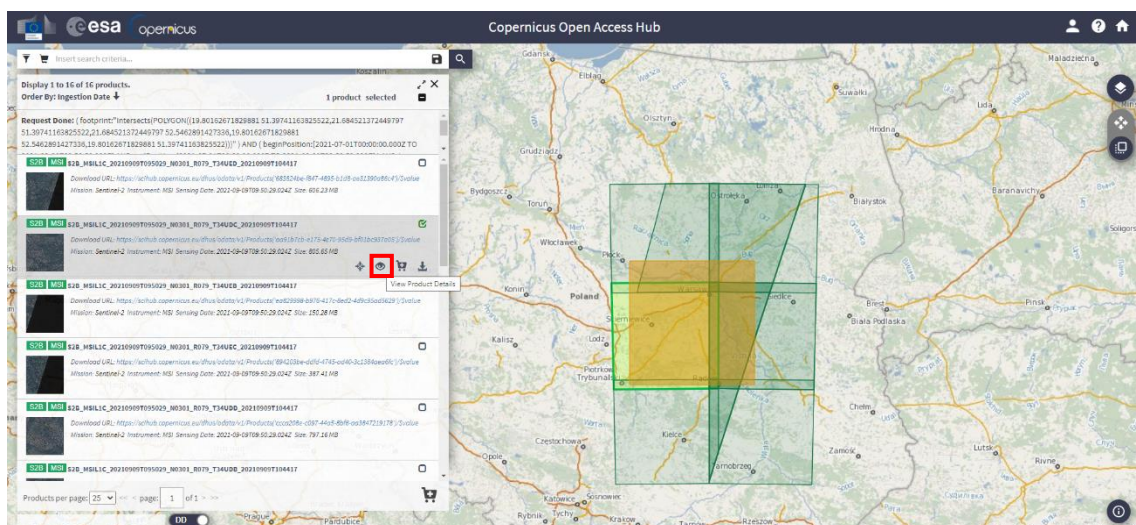
Jeżeli nie został wyszukany żaden obraz, należy zmniejszyć ograniczenie zachmurzenia lub zupełnie zrezygnować z tego filtra wyszukiwania.

1.4. Sprawdzenie metadanych zobrazenia Sentinel-2

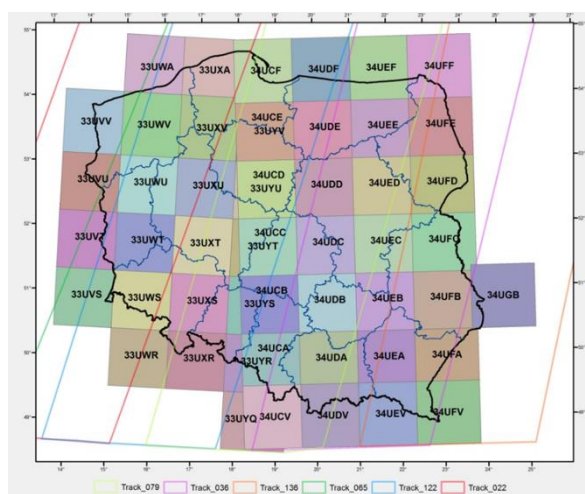
Z listy wyszukanych zobrażeń wybierz i zaznacz zobrazenie o najmniejszym zachmurzeniu i poprzez kliknięcie w ikonę podglądu **View Product Details** sprawdź metadane wybranego zobrazenia:

[S2B_MS1L1C_20210909T095029_N0301_R079_T34UDC_20210909T104417](#)

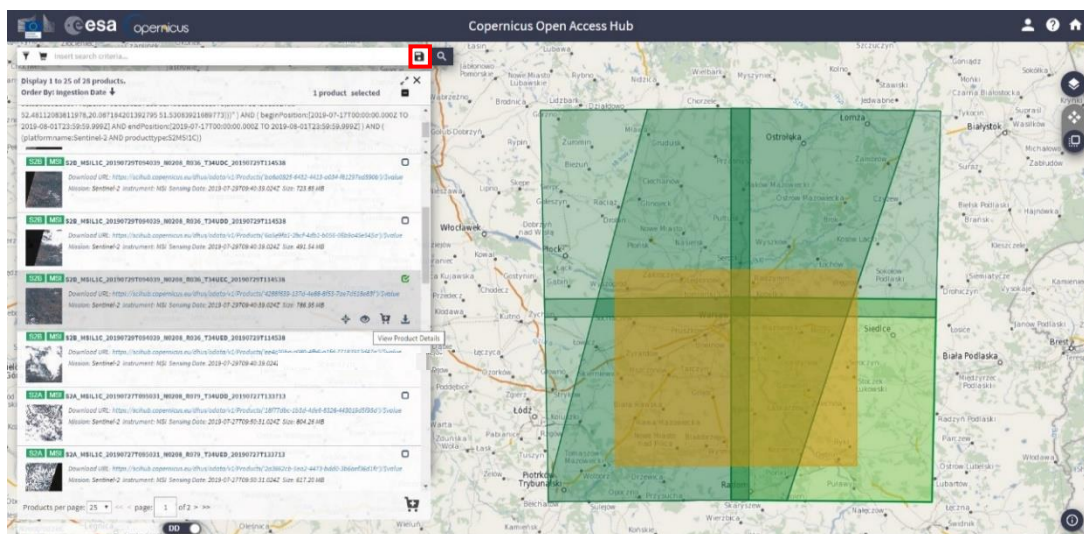




Zaznaczony obszar zainteresowania AOI obejmuje 6 scen (tzw. granule), które są przyciętymi obrazami satelitalnymi z jednej orbity o wielkości 100x100 km. Na poniższym rysunku pokazano, jakie sceny oraz ścieżki przelotu satelity znajdują się na terenie Polski.

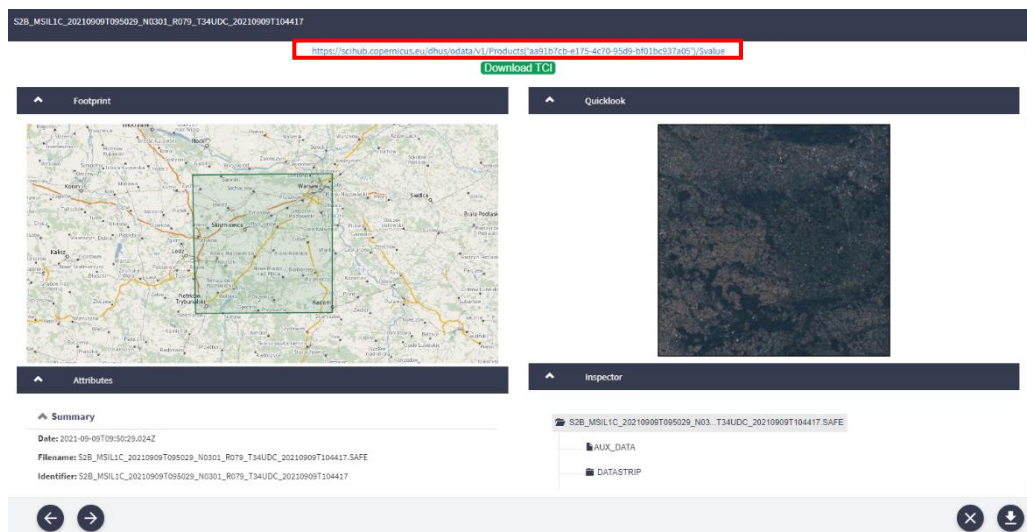


Dzięki opcji **Save Search** jest możliwość zapisania wyników wyszukiwania.

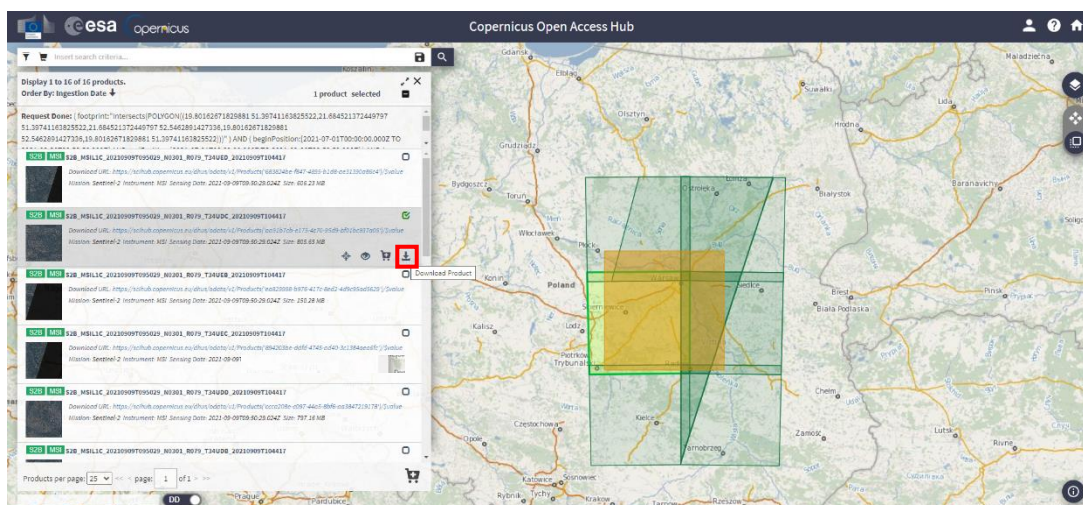


1.5. Pobranie zobrazenia Sentinel-2

Pobierz wybrane zobrazenie klikając w link do pobrania zobrazenia w oknie metadanych

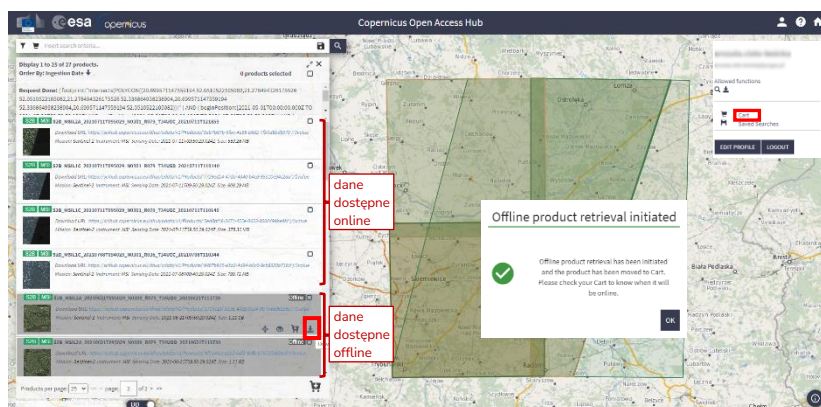


lub przycisk **Download Product** na liście wyszukanych scen.



Dla każdego użytkownika dozwolone jest jednoczesne pobieranie maksymalnie 2 scen.

Najnowsze dane Sentinel przechowywane są na serwisie Copernicus Open Access Hub w trybie online (gotowe do natychmiastowego pobrania) co najmniej przez 1 miesiąc (praktycznie jest to kilka miesięcy). Po tym okresie dane zostają przesunięte do archiwum (tryb offline). Dane w trybie offline pobiera się z archiwum analogicznie jak dane online, z tym że są one możliwe do pobrania w ciągu 1 godziny od zamówienia i dostępne do pobrania przez co najmniej 3 kolejne dni. Po pomyślnym przestaniu zamówienia do Data Hub, zwracany jest komunikat potwierdzający, że produkt został zamówiony i zostaje automatycznie umieszczony w koszyku użytkownika **Cart**. Należy pamiętać, że zgłoszenie zamówienia danych z archiwum nie zapewnia automatycznego powiadomienia informującego użytkownika o gotowości produktu do pobrania. Użytkownik musi sam sprawdzić status swojego zamówienia w koszyku **Cart**.

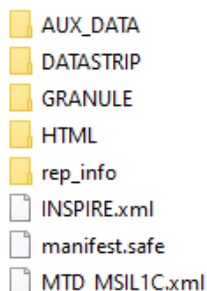


Pobrane zobrazowanie jest skompresowane do formatu .zip. Folder rozpakuj do: [MD_3_1Dane](#)

W folderze z pobranym zobrazowaniem Sentinel-2 znajduje się 5 podfolderów oraz 3 pliki:

- **AUX_DATA** – folder z danymi pomocniczymi,
- **DATASTRIP** – folder z danymi pomocniczymi oraz częścią metadanych,
- **GRANULE** – folder zawierający obrazy pozyskane w poszczególnych kanałach spektralnych dla danej sceny Sentinel-2 (podgląd danych w formacie JPEG2000, GML, XML),
- **HTML** – folder z metadanyami produktu w formacie HTML,
- **rep_info** – folder ze schematem XLM produktu,
- **INSPIRE.xml** – plik z metadanyami zgodny z założeniami dyrektywy INSPIRE,
- **manifest.safe** – plik zawierający ogólne informacje o pobranym produkcie w formacie XML,

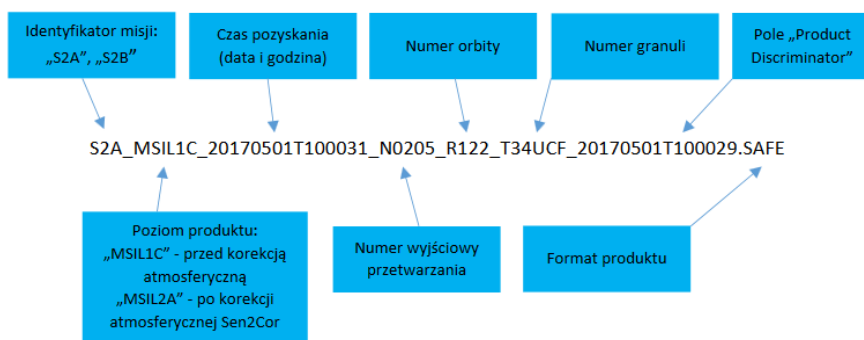
- **MTD_MSIL1C.xml** – plik XML zawierający informacje o metadanych i zasięgu całej sceny.



Więcej informacji o pobranych plikach można znaleźć pod adresem:

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/data-formats>

Poniżej przedstawiono schemat nazewnictwa pliku z obrazem satelitarnym Sentinel-2.



Szczegółowe objaśnienia nazewnictwa zostały opisane na stronie:

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/naming-convention>

2. Pobieranie danych satelitarnych z platformy Sat4Envi

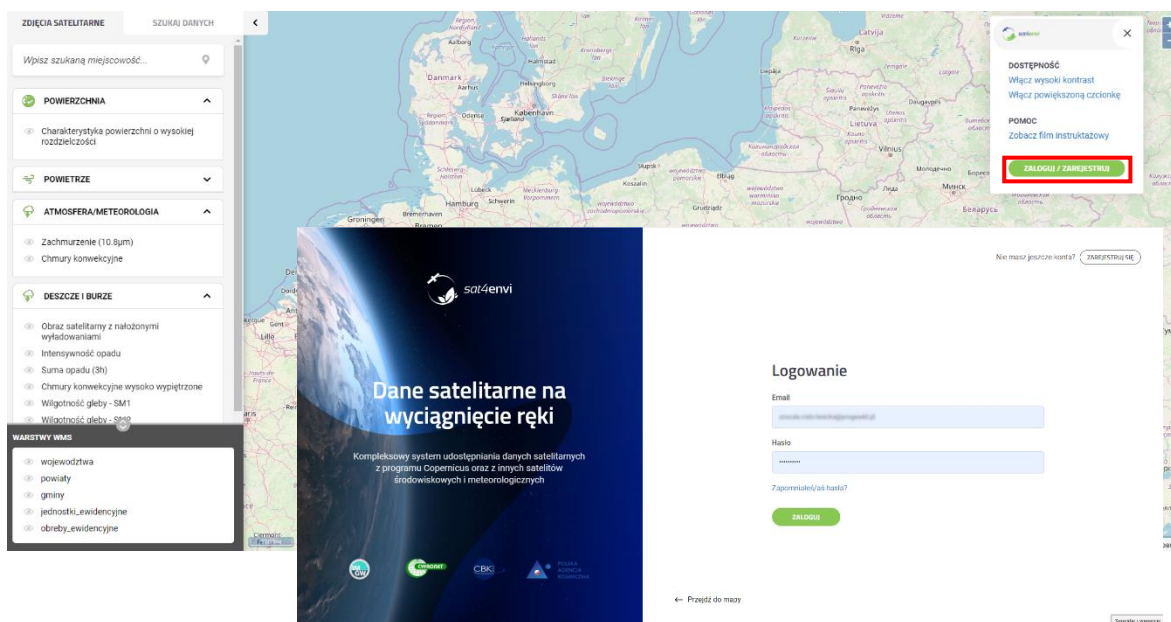
W Polsce stworzony został, jako krajowy punkt dostępowy do danych satelitarnych, system Sat4Envi. Podobnie jak w przypadku Open Access Hub pozwala na pobieranie zobrażeń satelitarnych (misje Sentinel-1, -2, -3 i dodatkowo -5), a także danych meteorologicznych (dane satelitarne z satelitów Meteosat oraz NOAA i MetOp). Ponadto w portalu można przeglądać szereg tzw. produktów, czyli opracowanych zdjęć satelitarnych. Serwis danych satelitarnych Sat4Envi dostępny jest pod adresem: <https://dane.sat4envi.imgw.pl/>

Portal Sat4Envi nie wymaga rejestracji, ale dla zarejestrowanych użytkowników przewidziano dostęp do większej liczby produktów oraz dodatkowej funkcjonalności, tj.:

- pobieranie danych,
- zarządzanie ulubionymi produktami,
- dostęp do dodatkowych warstw WMS.

2.1. Rejestracja i logowanie do portalu klienta Sat4Envi

Aby mieć dostęp do pełnej funkcjonalności portalu klienta Sat4Envi należy stworzyć nowe konto użytkownika podając odpowiednie dane w formularzu rejestracji.

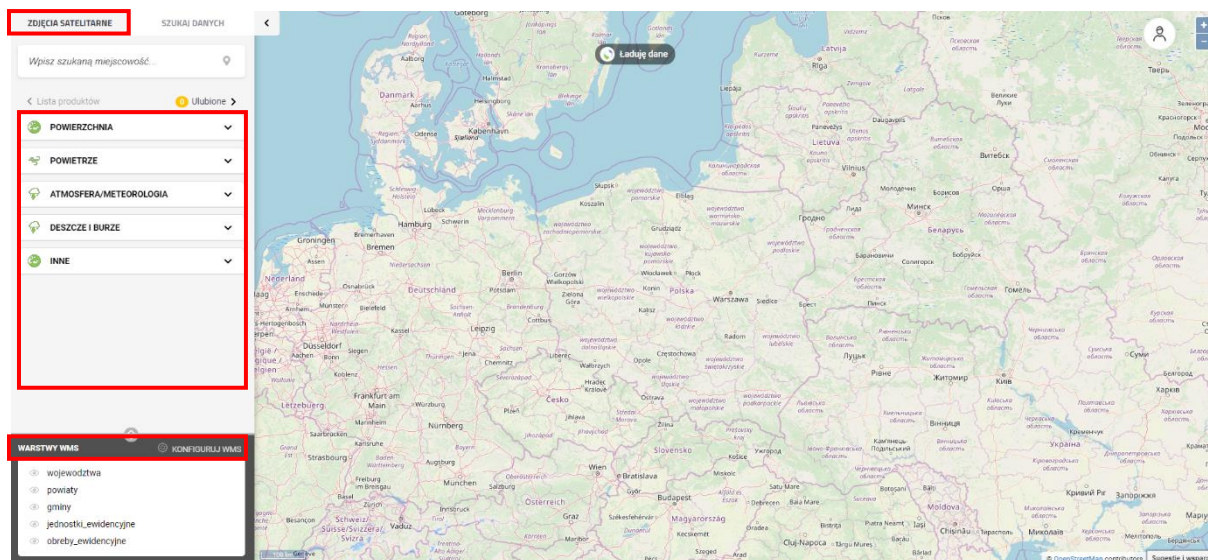


2.2. Dostęp do produktów portalu klienta Sat4Envi

Po zalogowaniu się do serwisu w zakładce **ZDJĘCIA SATELITARNE** dostępny jest podgląd tzw. produktów, czyli opracowanych zdjęć satelitarnych pogrupowanych tematycznie w 5 kategorii:

- **POWIERZCHNIA:** obrazy SAR (Sentinel-1) w trybie skanowania IW (Interferometric Wide Swath) i EW (Extra wide) typu GRD (Ground Range Detected) oraz SLC (Single Look Complex), dane Sentinel-2 w postaci kompozycji barwnej RGB (barwy rzeczywiste).
- **POWIETRZE:** pył w atmosferze, ozon, zawartość dwutlenku azotu.
- **ATMOSFERA/METEOROLOGIA:** zachmurzenie, chmury konwekcyjne oraz dane Meteosat,

- **DESZCZE i BURZE:** wyładowania atmosferyczne, intensywność opadu, suma opadów, chmury konwekcyjne wysoko wypiętrzone, wilgotność gleby.
- **INNE:** Airmass, detekcja chmur lodowych i śniegu, kompozycja Mikrofizyka.



W zakładce tej jest również możliwość wyszukania danej lokalizacji **Wpisz szukaną miejscowość**, wyświetlenia granic administracyjnych na kilku poziomach **Warstwy**:



- województwa,
- powiaty,
- gminy,
- jednostki ewidencyjne,
- obręby ewidencyjne

oraz skonfigurowania lub dodania nowych warstw WMS.

Po wybraniu danego produktu np. kompozycji barwnej z obrazów **Sentinel 2 L1C** (kategoria POWIERZCHNIA), w dolnej części przeglądarki pojawia się oś czasu, na której można wybrać określony dzień i godzinę (np. 12.05.2021 11:50) pozyskania danych satelitarnych. Dane dla konkretnych produktów są dostępne tylko dla dat oznaczonych żółtym kółkiem.

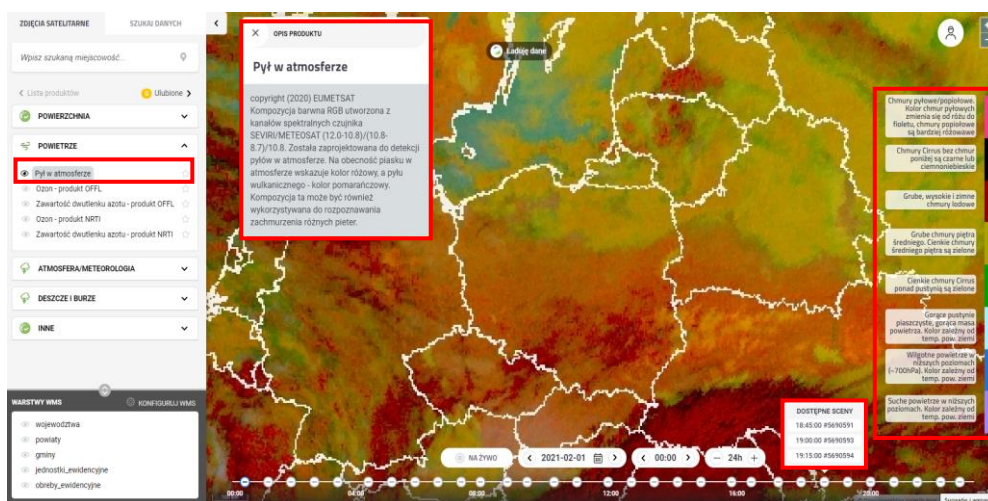
Przykład kompozycji barwnej RGB w barwach rzeczywistych z danych Sentinel-2:



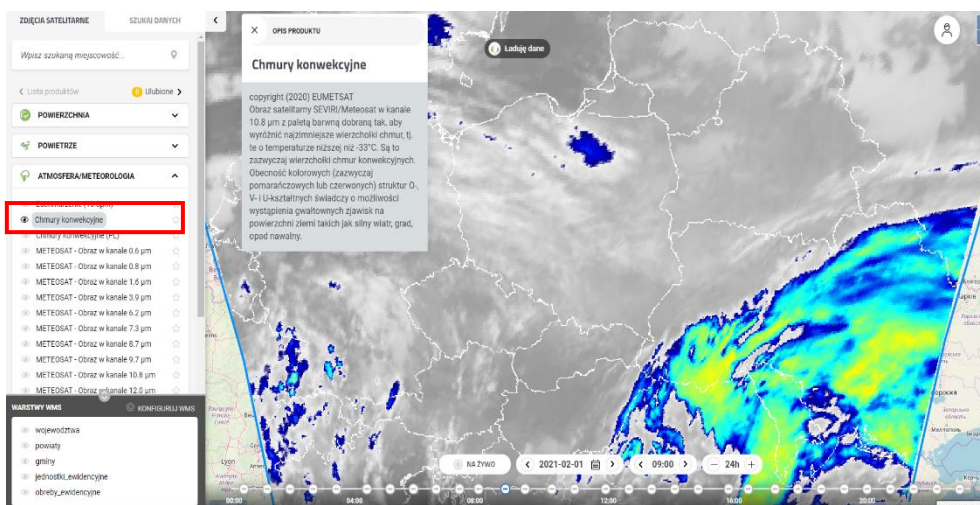
Każdy produkt posiada krótka notatkę informacyjną, którą można wyświetlić przez kliknięcie w ikonę  (lewy górny róg mapy), a część z nich posiada również legendę (z prawej strony mapy), której opis można włączyć lub wyłączyć. Dostęp do aktualnych i archiwalnych danych satelitarnych możliwy jest przez linię czasu (na dole mapy). Najnowsze dane satelitarne można oglądać w trybie **NA ŻYWO**, gdy tylko zostaną przesłane z satelity do serwisu (w zależności od rodzaju produktu może być to co kilkanaście minut – dane meteorologiczne z satelitów geostacjonarnych lub nawet co kilka dni – dane powierzchniowe z satelitów okotobiegunowych). Dostęp do danych archiwalnych możliwy jest przez wybór konkretnej daty za pomocą przycisku kalendarza i godziny lub paska czasu, na którym wyświetlane są wszystkie dostępne sceny w danym dniu w ujęciu 24-, 12-, 6-, 3- lub 1-godzinny (). Wyniki wyświetlania produktów można zapisać jako obraz PNG (górny prawy róg mapy w panelu profilu użytkownika).

Przeanalizuj inne dostępne produkty satelitarne, np.:

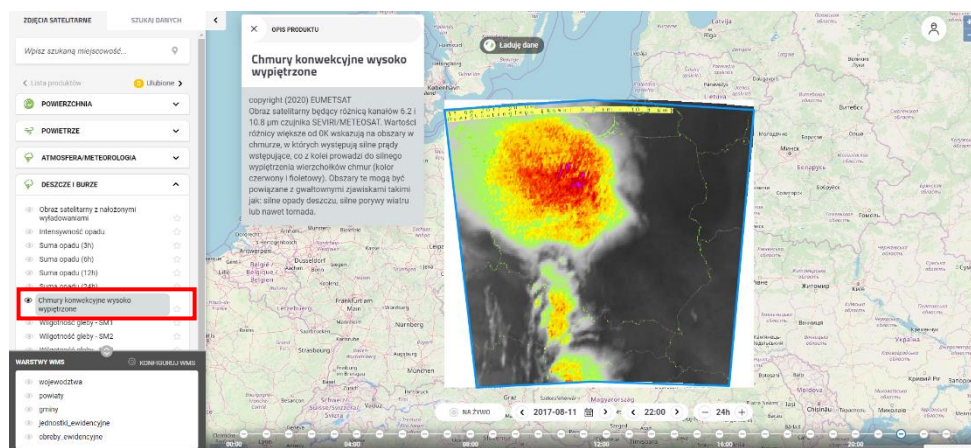
- **Pył w atmosferze**, kategoria POWIETRZE (np. 01.02.2021 00:00):



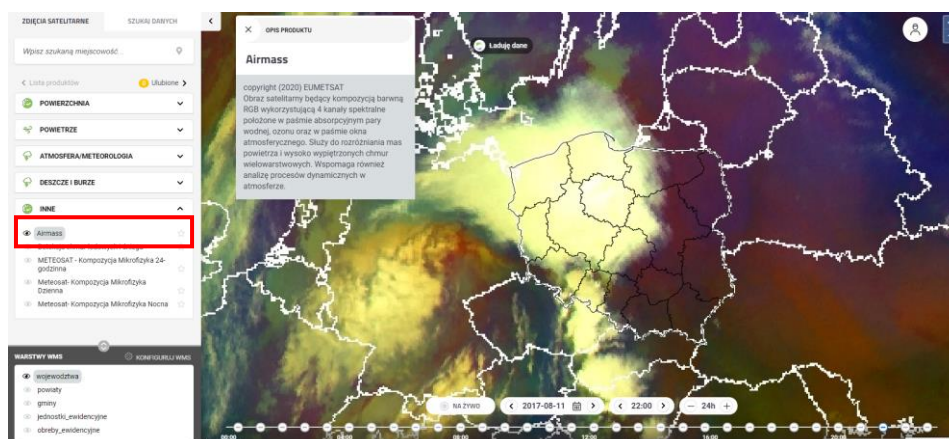
- **Chmury konwekcyjne**, kategoria ATMOSFERA/METEOROLOGIA (np. 01.02.2021 08:00, 12:00, 16:00, 20:00):



- **Chmury konwekcyjne wysoko wypiętrzone, kategoria DESZCZE i BURZE (np. analiza nawałnicy w Borach Tucholskich 11.08.2017):**

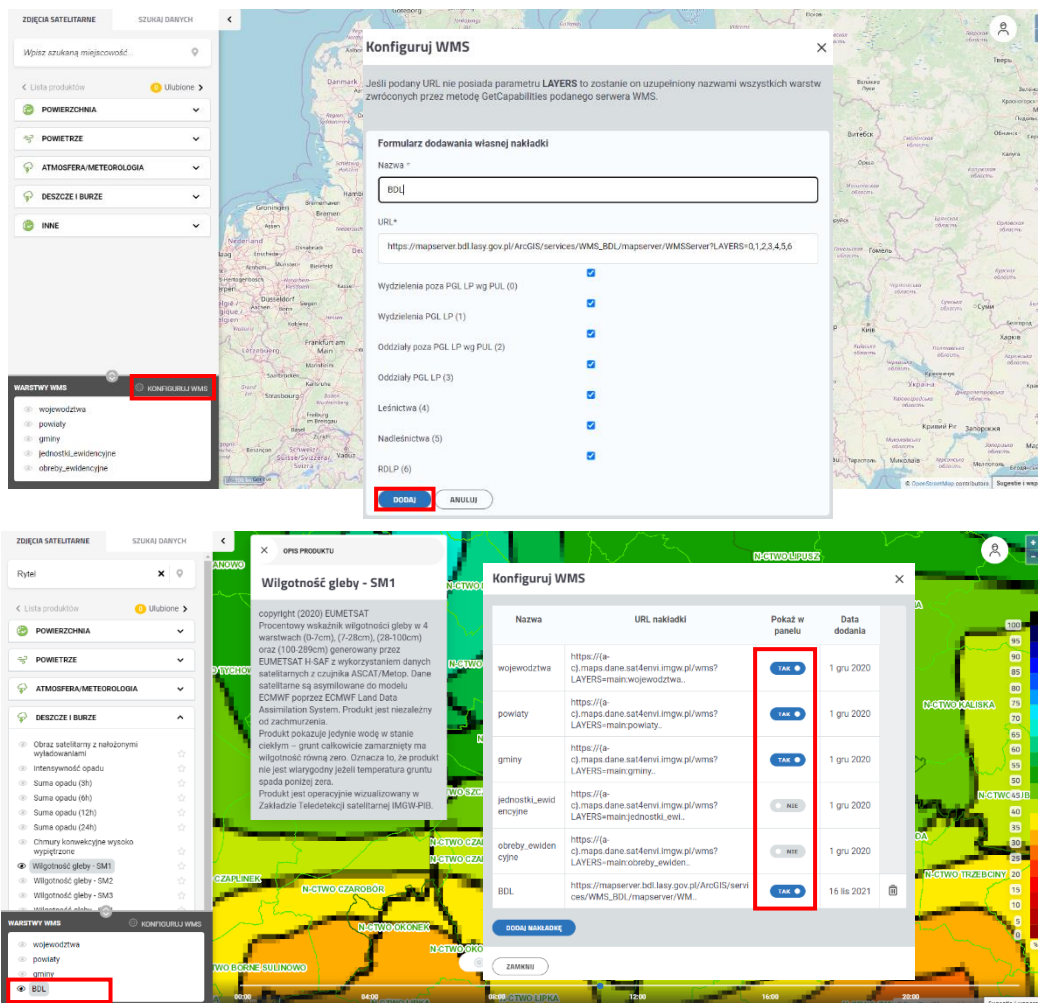


- **Airmass, kategoria INNE (np. analiza nawałnicy w Borach Tucholskich 11.08.2017):**



Dodaj dowolną warstwę WMS (Konfiguruj WMS), np. Bank Danych o Lasach: https://mapserver.bdl.lasy.gov.pl/ArcGIS/services/WMS_BDL/mapserver/WMSServer:

Każdą warstwę WMS można włączyć lub wyłączyć z wyświetlania na mapie w konfiguratorze WMS zaznaczając odpowiednią opcję **Pokaż w panelu**.



Dodawanie produktów do listy **Ulubione**:

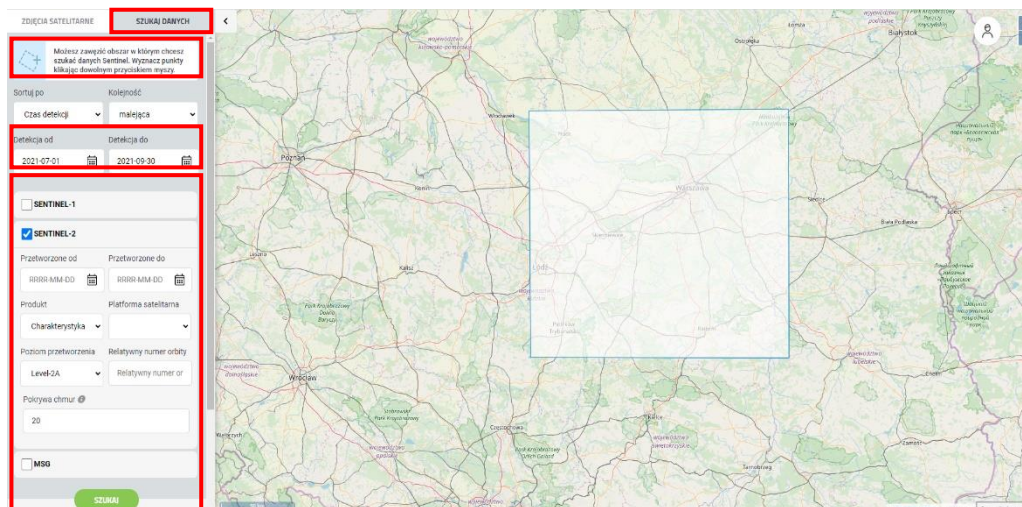
Na liście produktów satelitarnych Sat4Envi jest również możliwość dodawania wybranych produktów do listy **Ulubione** (★), dzięki czemu można komponować własne ustawienia przeglądarki produktów zapisywanych na naszym profilu i dostępnych przy następnym logowaniu do portalu Sat4envi.



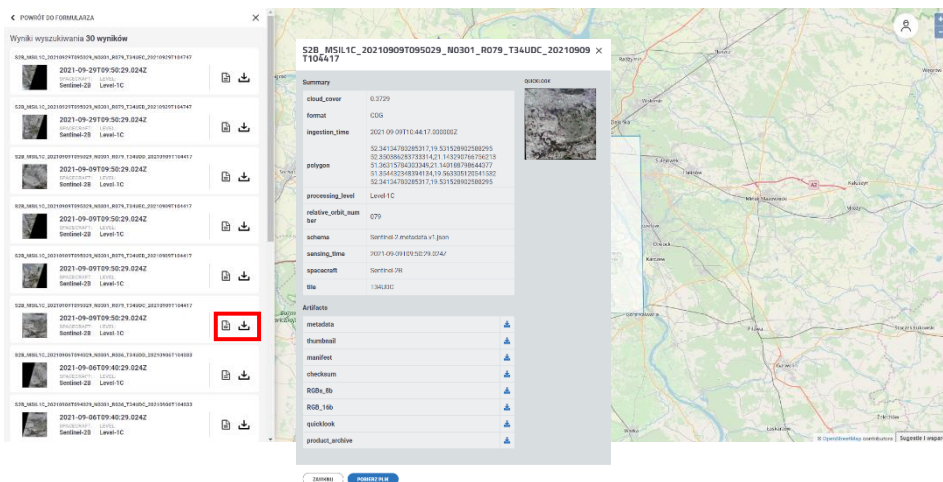
2.3. Wyszukiwanie danych satelitarnych i pobieranie danych Sentinel-2 poziomu Level-2A

W zakładce **SZUKAJ DANYCH** znajduje się wyszukiwarka źródełowych danych satelitarnych Sentinel (-1, -2, -3 i -5) oraz danych MSG i satelitów polarnych.

W celu wyszukania zobrazowania Sentinel-2 zaznacz na mapie obszar wyszukiwania (np. okolice Warszawy), a na panelu wyszukiwania: rodzaj satelity **SENTINEL-2**, produkt **Charakterystyka powierzchni o wysokiej rozdzielczości**, na poziomie przetworzenia **Level-2A**, maksymalne pokrycie chmurami 20% **Pokrywa chmur**, przedział czasu rejestracji w filtrze **Detekcja od** np. od 01.07.2021 do **Detekcja do** np. 30.09.2021.



Po naciśnięciu przycisku **Szukaj** zostaje wyświetlona lista wyszukanych zobrazowań spełniających dane kryteria wyszukiwania. Korzystając z listy wyników można wyświetlić metadane wybranej sceny lub pobrać dane źródłowe.



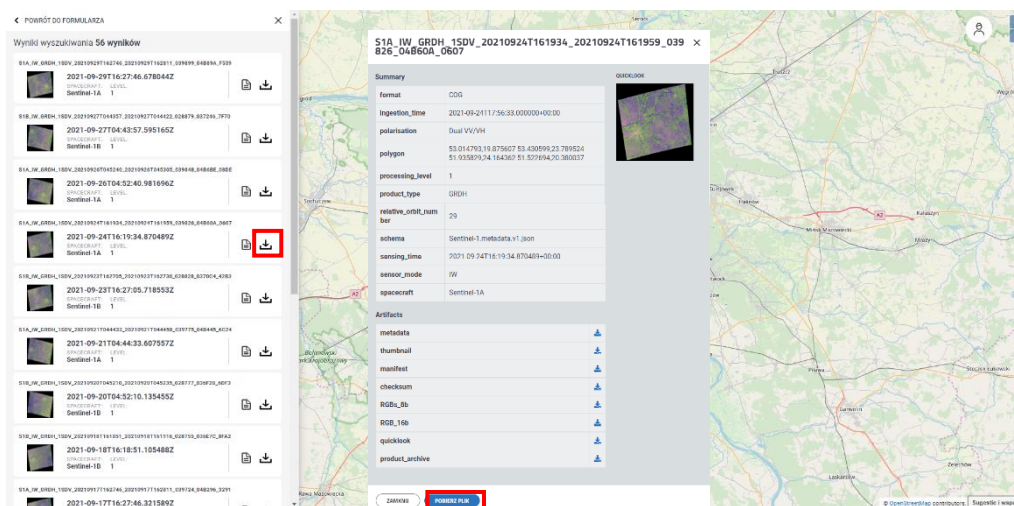
2.4. Pobranie zobrazenia Sentinel-1

Wyszukaj zobrazenie Sentinel-1 zgodnie z podanymi kryteriami:

- produkt Sentinel 1 GRDH,
- tryb sensora IW,
- przedział czasu rejestracji np. od 01.07.2021 do 30.09.2021.

i pobierz wybrane zobrazenie klikając w ikonę **POBIERZ** przy wybranej scenie zobrazenia Sentinel-1 lub w oknie metadanych:

S1A_IW_GRDH_1SDV_20210924T161934_20210924T161959_039826_04B60A_0607



Obrazy pobierane są w oryginalnym formacie SAFE i spakowane.

Zapisz pobraną scenę i rozpakuj do: *MD_3_1\Dane*

W folderze z pobranym zobrazeniem Sentinel-1 znajduje się 4 podfoldery oraz 2 pliki:

- **annotation** – folder z metadanymi opisującymi właściwości i cechy danych pomiarowych oraz sposób ich wygenerowania,
- **measurement** – folder z danymi radarowymi Sentinel-1,
- **preview** – folder zawierający podgląd danych radarowych w niskiej jakości,

- **support** – folder zawierający dane pomocnicze do sprawdzania poprawności i wykorzystania danych radarowych,
- **manifest.safe** – plik zawierający ogólne informacje o pobranym produkcie w formacie XML,
- ***-report-.pdf** – plik PDF zawierający wyniki kontroli jakości danych.

annotation

measurement

preview

support

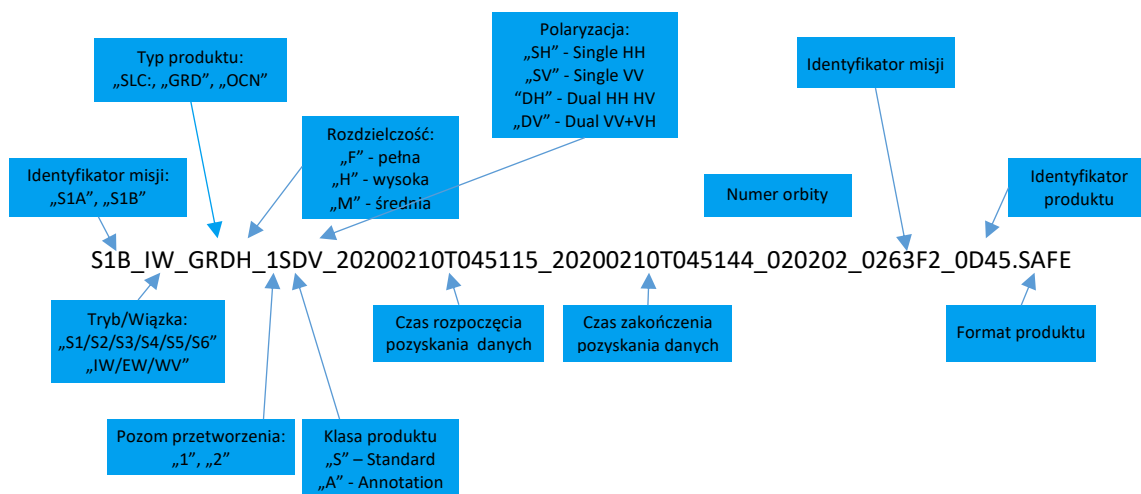
manifest.safe

S1B_IW_GRDH_1SDV_20200210T045115_20200210T045144_020202_0263F2_0D45.SAFE-report-20200210T051233.pdf

Więcej informacji o pobranych plikach można znaleźć pod adresem:

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/data-formats/sar-formats>

Poniżej przedstawiono schemat nazewnictwa pliku z obrazem satelitarnym Sentinel-1.




Szczegółowe objaśnienia nazewnictwa zostały opisane na stronie:

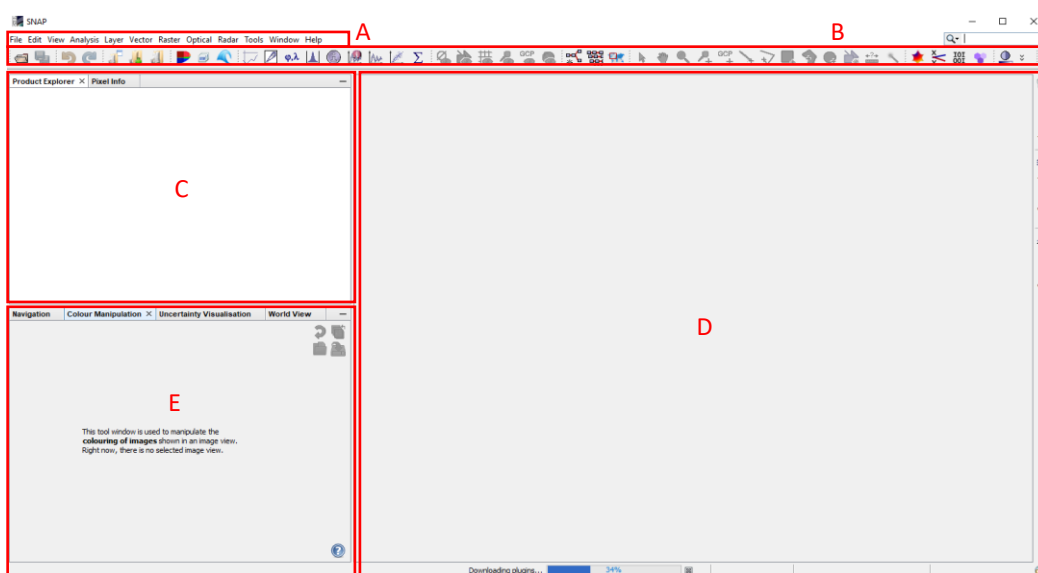
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/naming-conventions>

3. Wstęp do pracy z danymi satelitarnymi w programie ESA SNAP

3.1. Uruchomienie programu SNAP

Uruchom program SNAP z menu **Start systemu** lub przez ikonę na pulpicie . Po pierwszym otwarciu pojawi się interfejs programu:

- Pasek menu,
- Pasek narzędzi,
- Okno zawartości,
- Widok główny,
- Podgląd (narzędzia: **Navigation**, **Colour Manipulation**, **World View**, **World Map**, **Uncertainty Visualisation**)

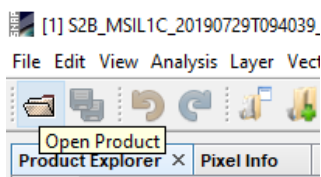


Widok programu SNAP może być inny w zależności od tego jakie pakiety narzędzi, tzw. toolboxy, zostały zainstalowane.

3.2. Dodanie danych satelitarnych Sentinel-2 do programu SNAP

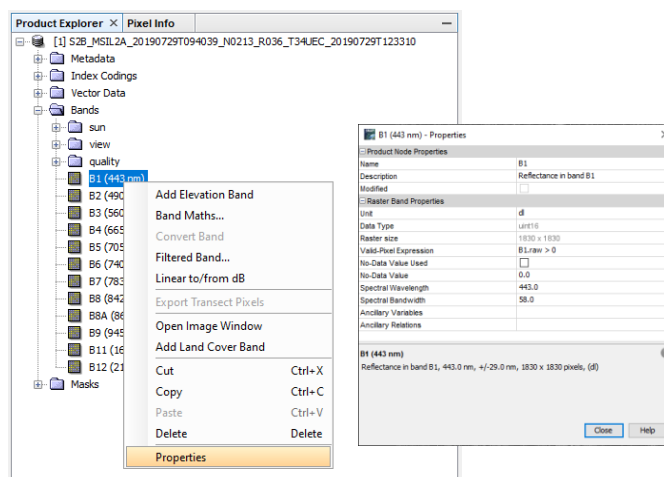
Otwórz pobraną scenę Sentinel-2 narzędziem **Open Product** lub menu **File > Open Product**. Po wyszukaniu folderu z danymi:

`MD_3_1\Dane\S2B_MSIL2A_20190729T094039_N0213_R036_T34UEC_20190729T123310.SAFE`
załaduj ostatni plik o nazwie `MTD_MSIL2A.xml`.



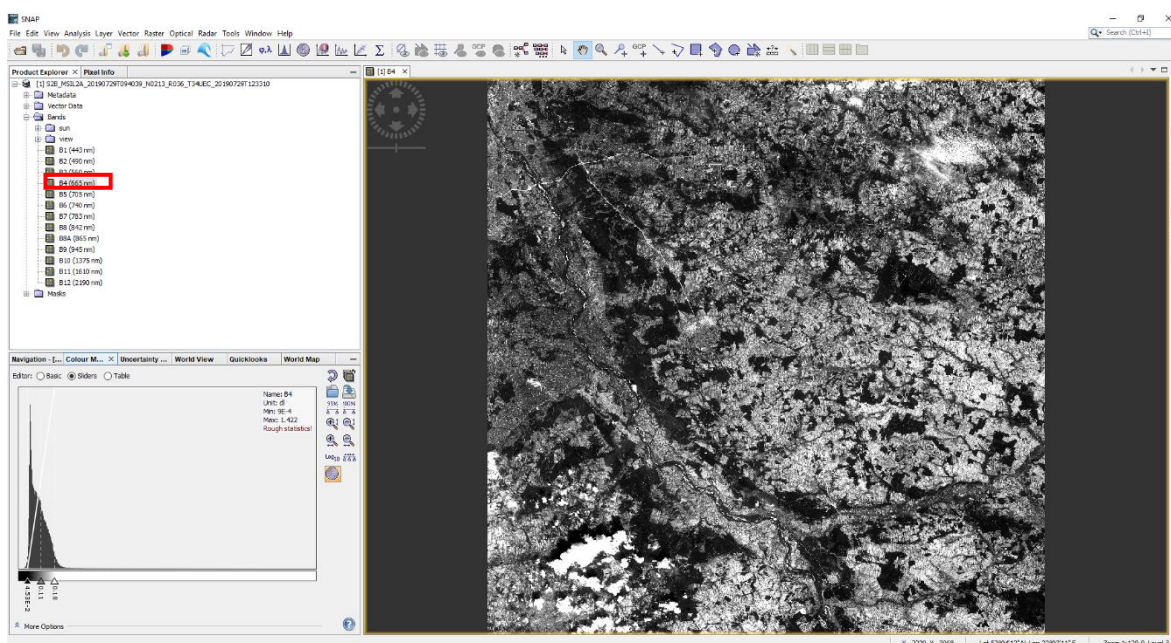
Po załadowaniu pliku, w oknie zawartości pojawi się obraz satelitarny z satelity Sentinel-2B. Dodany obraz posiada katalog, który można rozwinąć klikając na biały kwadrat z plusem znajdujący się po lewej stronie nazwy pliku. W katalogu sceny Sentinel-2 znajdują się 4 główne foldery z informacją

o metadanych (**Metadata**), folder z plikami wektorowymi (**Vector data**), folder z poszczególnymi kanałami zdjęcia (**Bands**) oraz folder z maskami (**Masks**). Zobrazowania Sentinel-2, posiadają dodatkowo w pobranych plikach informację o rodzajach chmur, pokrywie śnieżnej lub lodowej. Maski nakłada się na obraz, aby usunąć inne informacje z obrazu niż rzeczywiste pokrycie terenu. W folderze **Bands** można znaleźć informację ile kanałów posiada dany obraz i jaka jest ich centralna długość fali. Dodatkowe informacje o każdym kanale można wyświetlić we właściwościach obrazu klikając prawym przyciskiem myszy (PPM) i wybierając **Properties**.



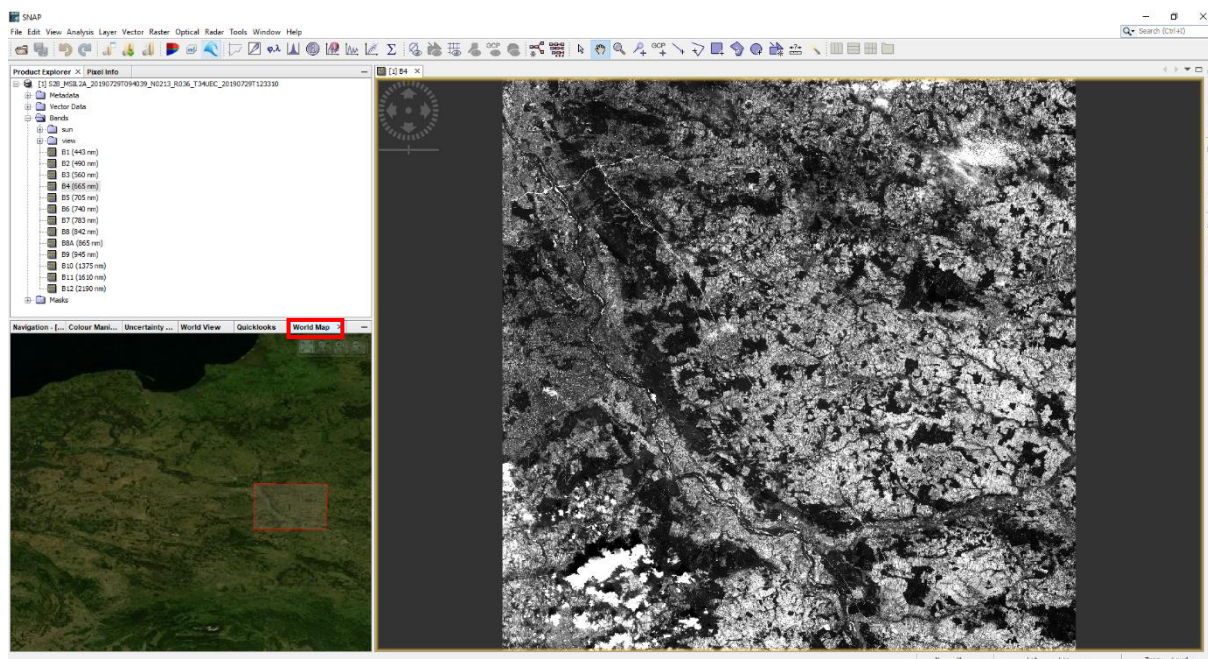
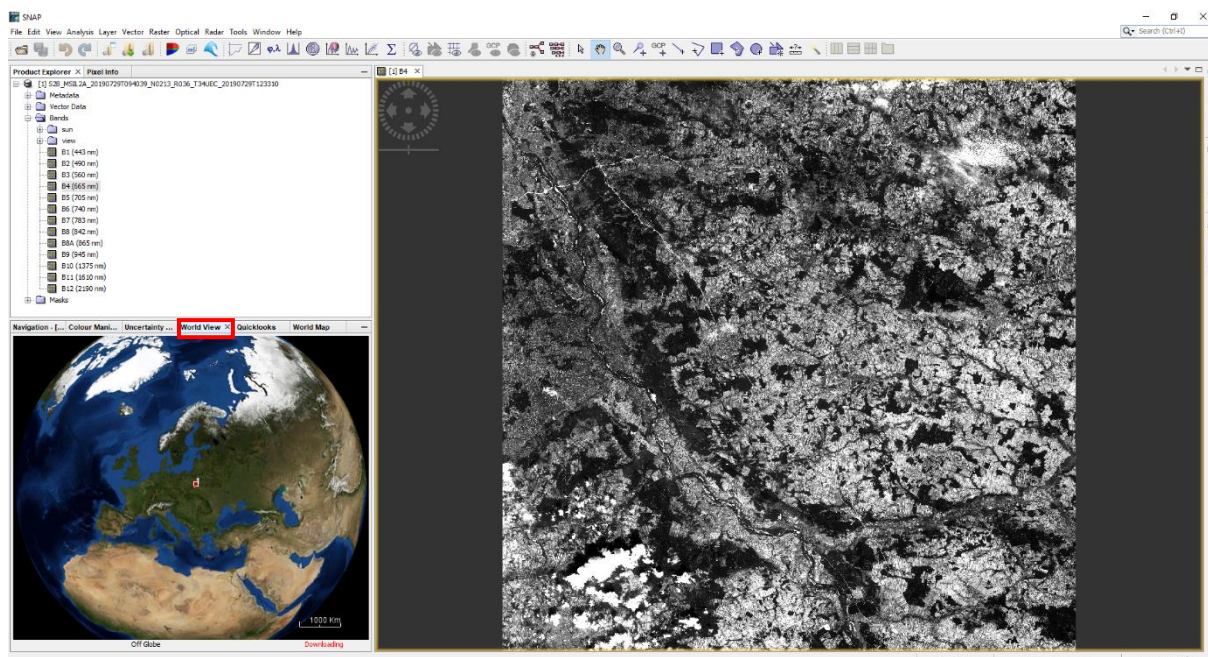
3.3. Wizualizacja danych satelitarnych Sentinel-2 w programie SNAP

W celu wyświetlenia obrazu Sentinel-2 wybierz pojedynczy kanał zobrazowania z listy. Jest to możliwe po dwukrotnym naciśnięciu lewego przycisku myszy (LPM).



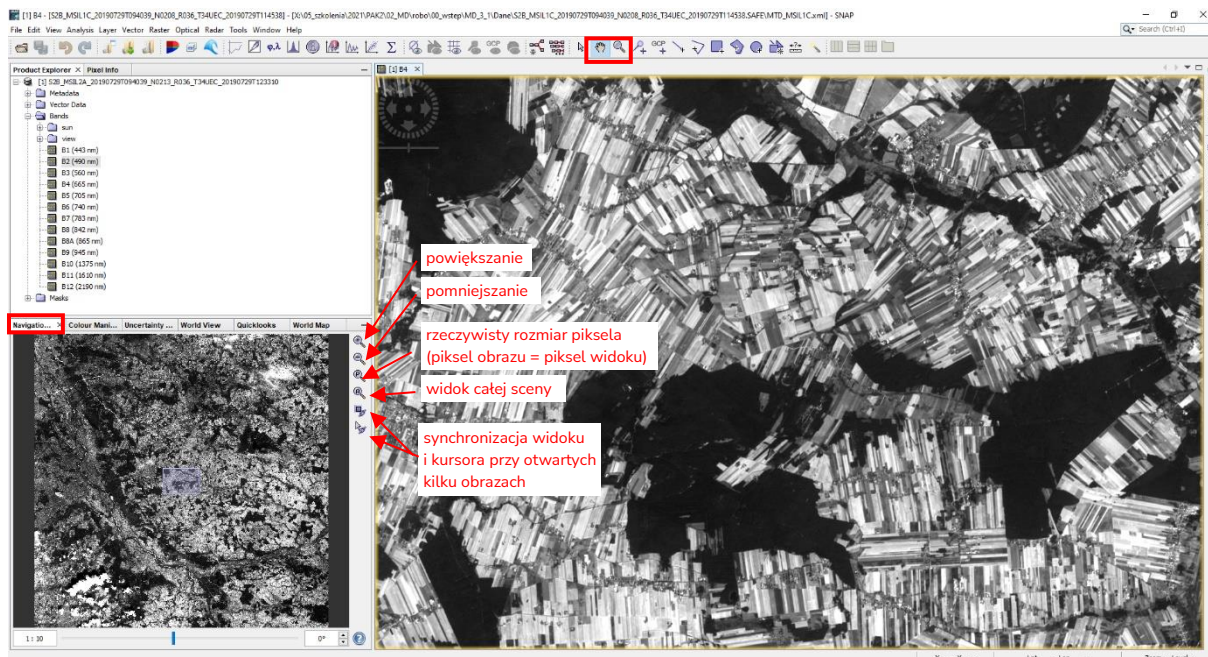
W oknie podglądu jest możliwość wizualizacji dodatkowych informacji o obrazie jak **Uncertainty information** lub **Quicklooks** (o ile są dostępne) oraz dokładnej lokalizacji pobranego obrazu w zakładce **World View** lub **World Map**.

Jeżeli w oknie podglądu nie jest widoczna jakaś zakładka, można ją włączyć z menu **View > Tool Windows**

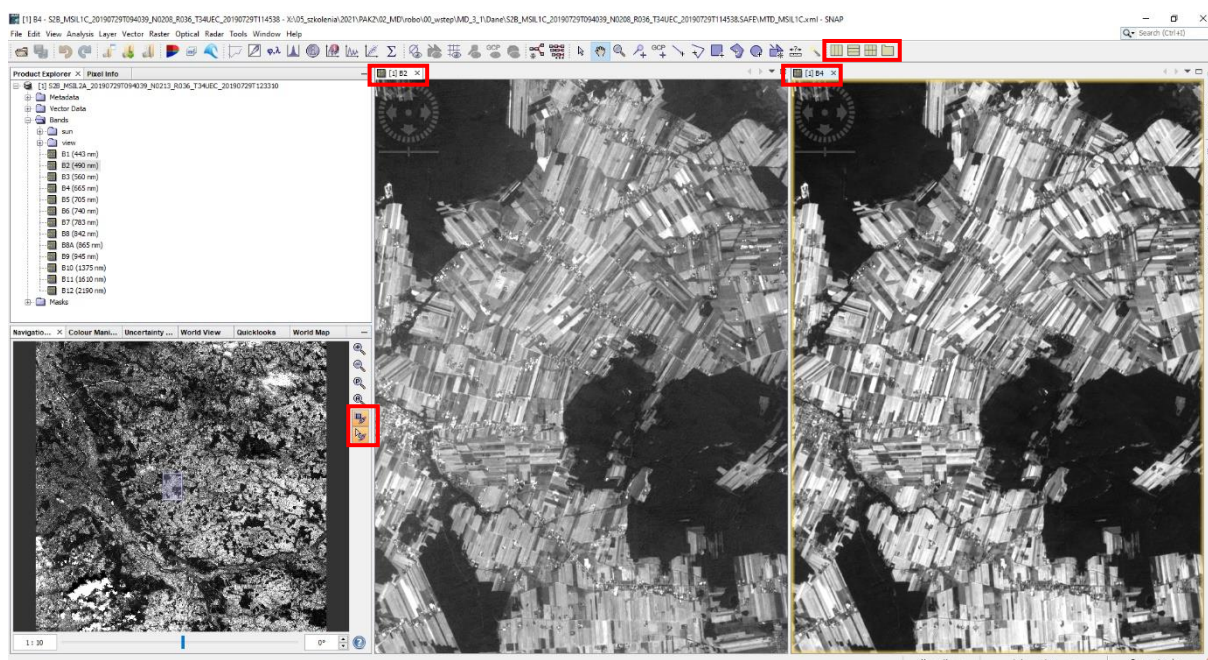


Zakładka **Navigation** służy do zmiany położenia i powiększenia widoku okna głównego.

Odpowiednie narzędzia do nawigacji po obrazie dostępne są również w pasku narzędzi. Powiększanie i pomniejszanie widoku obrazu możliwe jest również poprzez manipulację kółkiem myszki, a przesuwanie – lewym klawiszem myszki przy wciśniętym klawiszu spacji.

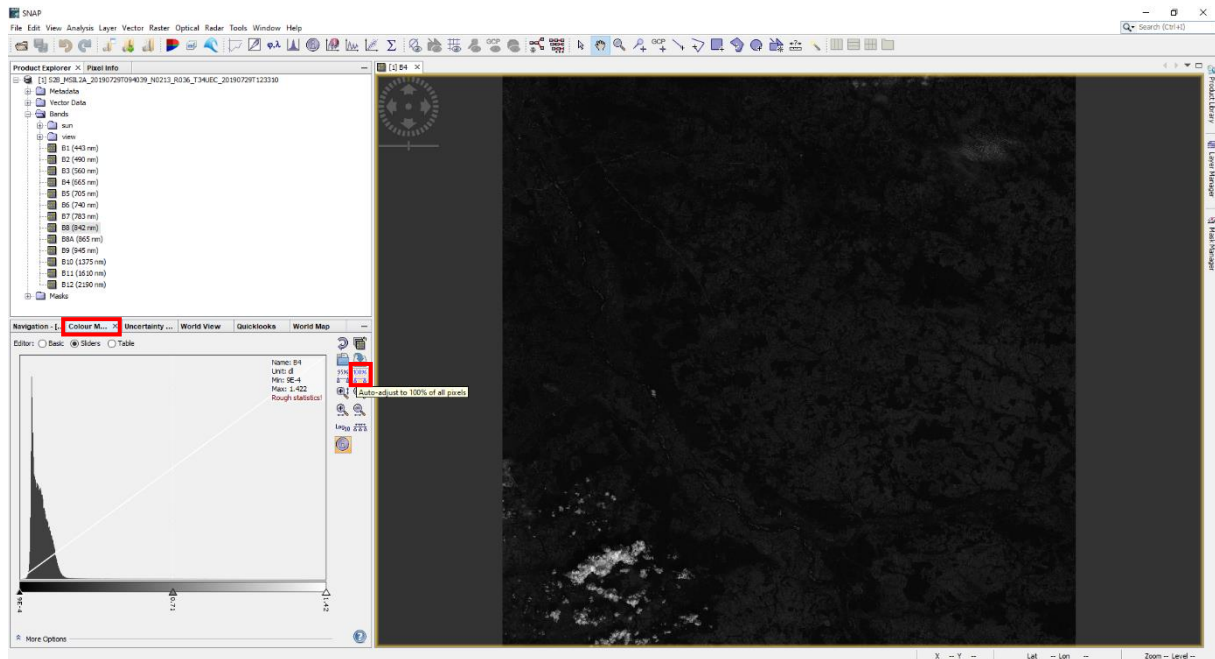


W celu łatwiejszej nawigacji przy jednoczesnym przeglądaniu większej ilości obrazów należy włączyć narzędzie **Synchronise View** i **Synchronise Cursor** w zakładce **Navigation** oraz przearanżować odpowiednio widok okna głównego narzędziami dostępnymi z paska narzędzi (**Tile Horizontally**, **Tile Vertically**, **Tile Evenly**, **Tile Single**).

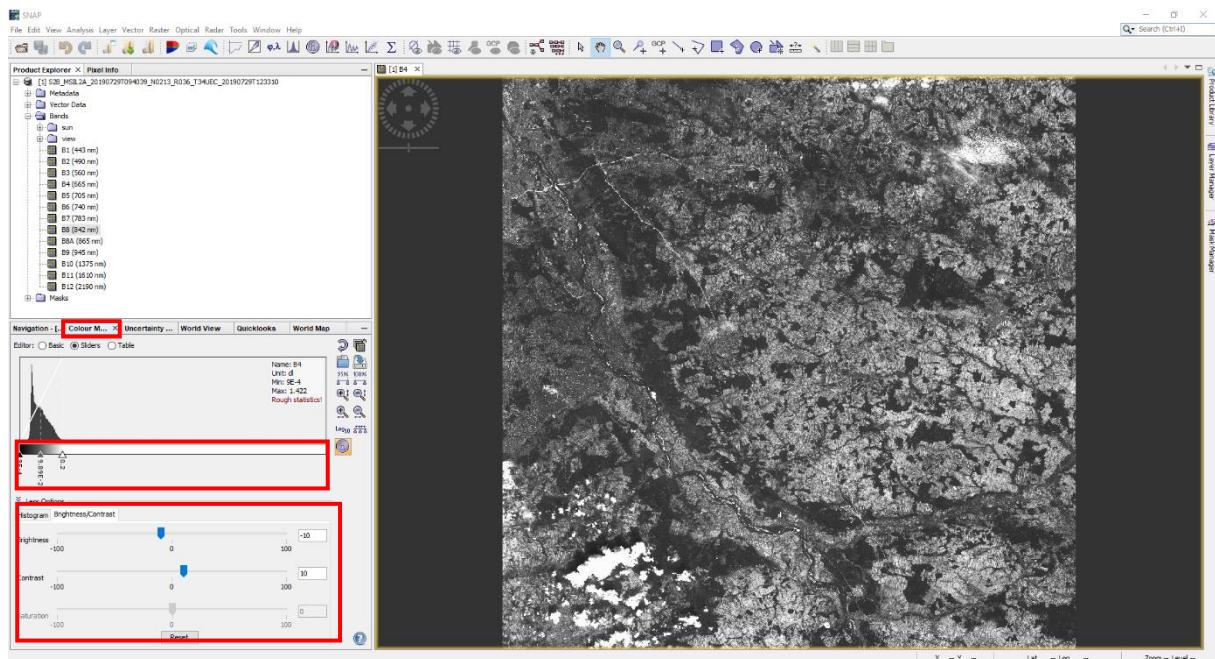


W najnowszej wersji program SNAP automatycznie wzmacnia kontrast obrazu podczas jego otwierania, ale istnieje też możliwość manipulacji histogramem (zweźnianie, rozszerzanie) oraz jasnością i kontrastem obrazu. Celem takiego działania jest poprawa interpretacji obrazu.

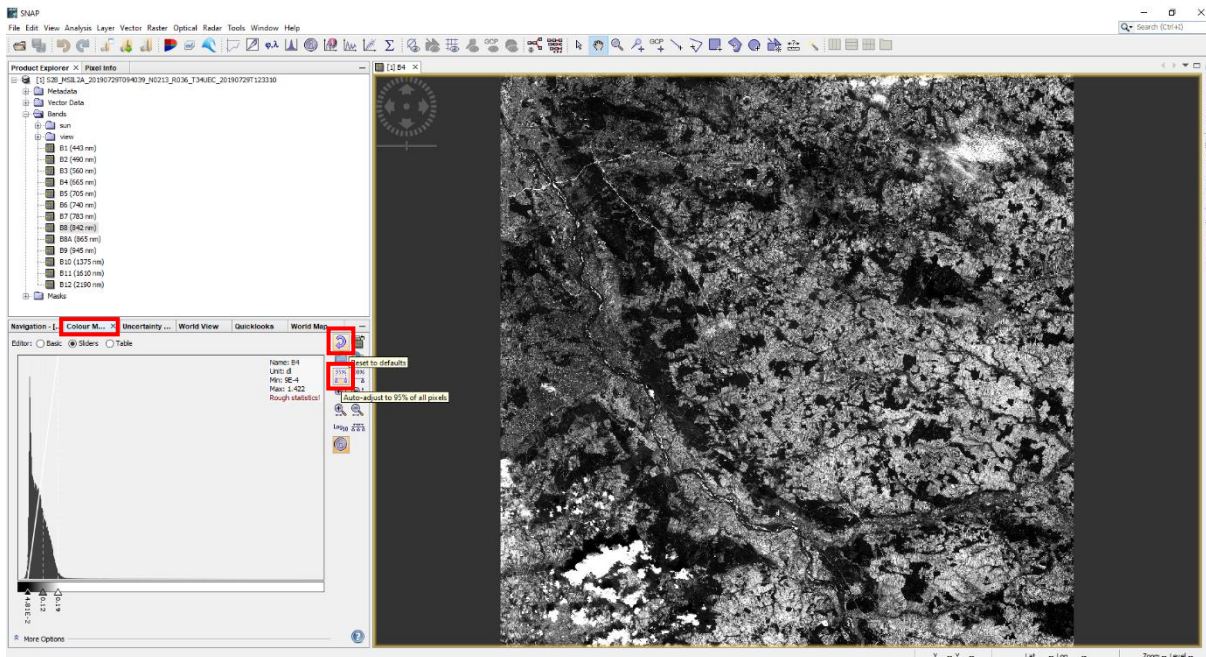
W oknie podglądu w zakładce **Color Manipulation** użyj narzędzia **Auto-adjust to 100% of all pixels** w celu wyświetlenia wszystkich pikseli.



Następnie ręcznie dostosuj histogram zwiększając i zmniejszając zakres skali szarości oraz jasność i kontrast obrazu, tak aby poprawić widoczność szczegółów.

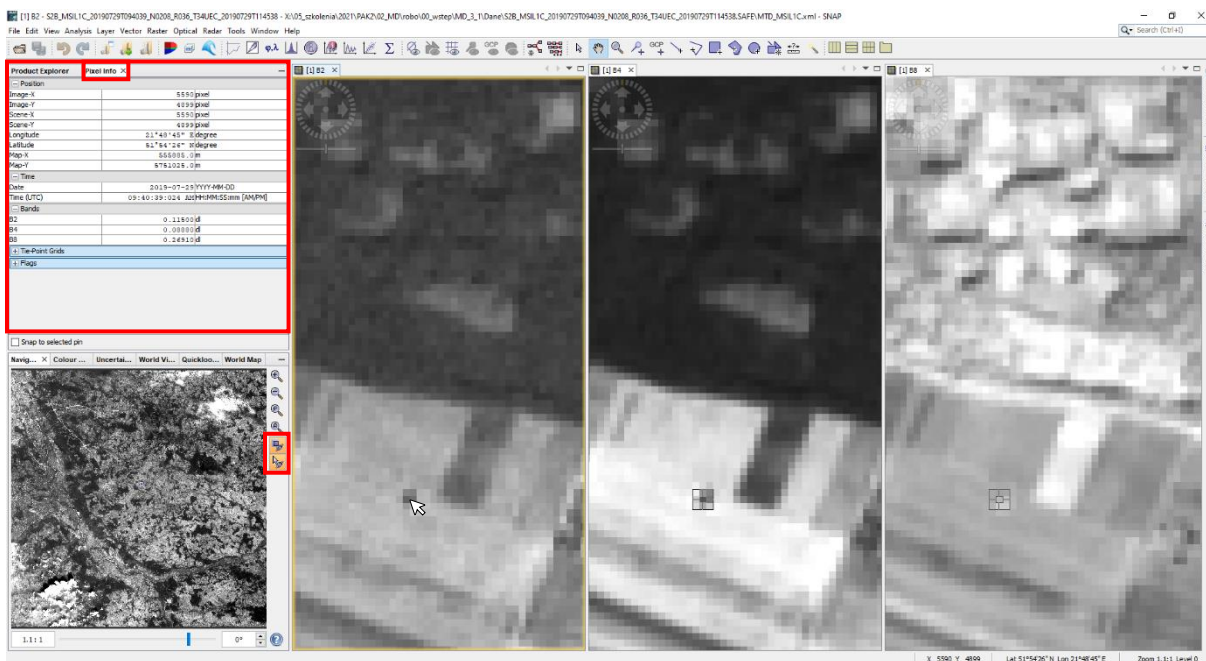


Na koniec wróć do automatycznych ustawień histogramu **Reset to defaults** lub dopasuj histogram do **95% Auto-adjust to 95% of all pixels**.



W oknie zawartości w zakładce **Pixel Info** można odczytać wartości jasności poszczególnych pikseli obrazu wskazanych przez kursor myszki.

Przy włączonych kilku obrazach oraz włączonej synchronizacji widoku i kursora można odczytać jednocześnie wartości pikseli kilku obrazów (kanatów Sentinel-2).

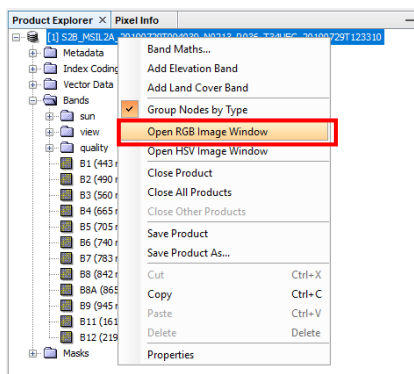


3.4. Tworzenie kompozycji barwnych w programie SNAP

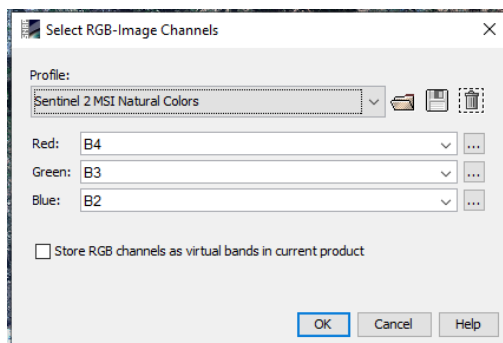
Kompozycje barwne tworzy się w celu lepszego podkreślenia, zwizualizowania niektórych cech krajobrazu, co ułatwia interpretację zdjęcia. Każdy z kanałów przepuszcza się przez odpowiedni filtr R-red, G-green, B-blue co pozwala na uzyskanie kolorowego obrazu.

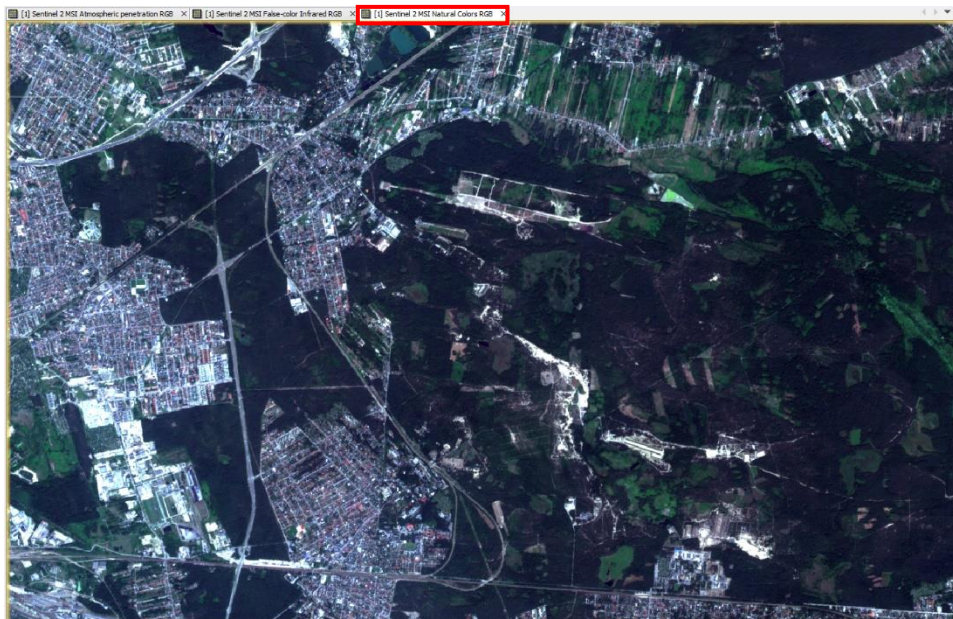
Najbardziej popularną kompozycją barwną jest kompozycja RGB w barwach naturalnych. Tworzymy ją poprzez przypisanie kanałów o takich samych barwach jak ich widmo światła. Dla składowej R – przypisuje się zakres widma zawierający światło czerwone, dla składowej G – światło zielone, a dla składowej B – światło niebieskie. W przypadku satelity Sentinel-2 kompozycja RGB w barwach naturalnych to kanały 4, 3 i 2 (R – kanał 4, G – kanał 3, B – kanał 2)

W celu otwarcia obrazu Sentinel-2 w kompozycji barwnej kliknij prawym klawiszem myszy (PPM) na nazwę katalogu obrazu i wybierz z rozwijalnej listy **Open RGB Image Window** lub z menu **Window > Open RGB Image Window**.



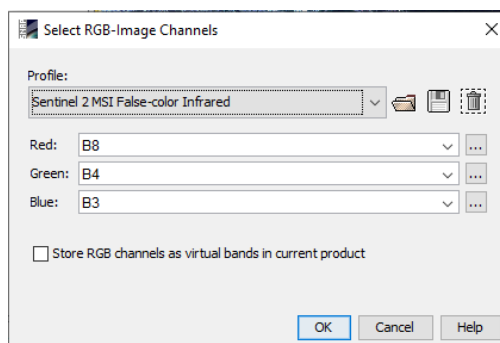
W celu pozyskania obrazu w barwach naturalnych do filtra czerwonego (R) przypisz kanał B4, do filtra zielonego (G) przypisz kanał B3, zaś do filtra niebieskiego (B) – kanał B2 i zatwierdź przyciskiem **OK**.





Innym przykładem kompozycji barwnych jest kompozycja w barwach fałszywych CIR, w przypadku Sentinela-2 jest to kompozycja składająca się z kanałów 8, 4 i 3, czyli odpowiednio bliskiej podczerwieni, czerwieni oraz zieleni. Do składowej R przypisuje się zakres widma bliskiej podczerwieni (B8), składowej G – zakres czerwony (B4), zaś składowej B – zakres zielony (B3).

Kanały do kompozycji CIR wybierz ręcznie, ponownie narzędziem **Open RGB Window** lub poprzez wybór opcji **Sentinel 2 MSI False-Color Infrared** z pola **Profile**.

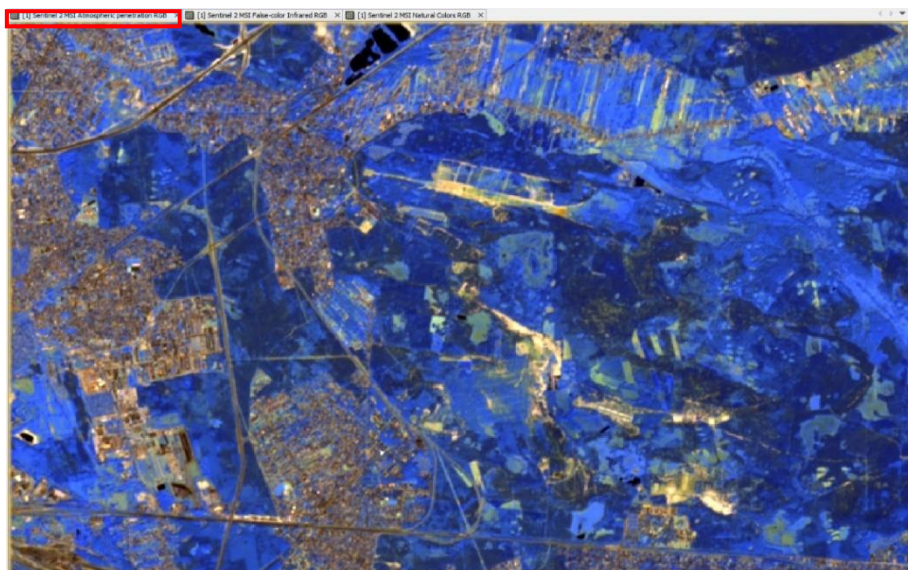


Kompozycja w barwach fałszywych CIR jest często wykorzystywanym w teledetekcji rodzajem podstawowej wizualizacji obrazów satelitarnych. Kompozycja CIR ułatwia interpretację poprzez wyodrębnienie specyficznych cech obrazu. Roślinność zielona przedstawiona jest barwą czerwoną. Kompozycja ta pozwala również odróżnić drzewa liściaste (barwa jasnoczerwona) od drzew iglastych (barwa ciemnoczerwona). Łąki przyjmują odcienie różu, natomiast odkryta gleba na polach uprawnych to odcienie koloru seledynowego. Bliska podczerwień jest mocno pochłaniana przez wodę, dlatego na obrazach z jej wykorzystaniem ma ona kolor ciemnego granatu lub nawet czerni, przez co dobrze wyróżnia się na tle innych form porzycia terenu. Z kolei zabudowa zobrazowana jest w odcieniach błękitu i bieli, a drogi w odcieniach szarości.



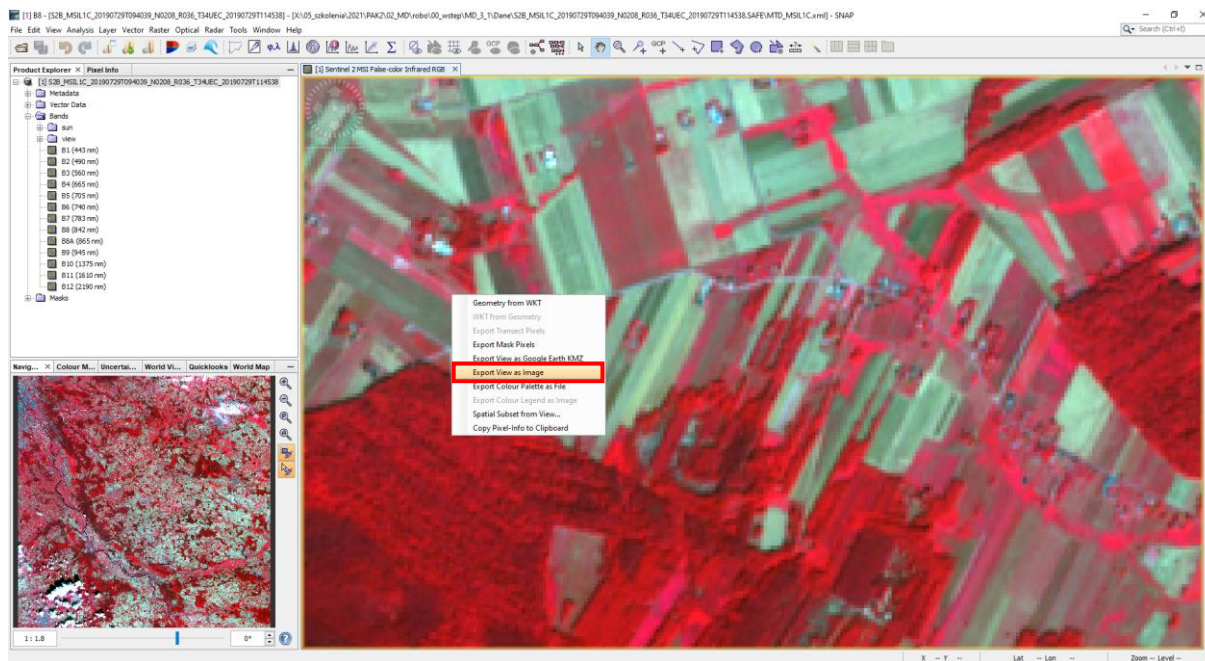
Następnie wykorzystaj wbudowany w narzędzie **Open RGB Window** profil **Sentinel 2 MSI Atmospheric Penetration** do stworzenia kolejnej kompozycji w barwach fałszywych.

Kompozycja w barwach fałszywych Atmospheric Penetration wykorzystuje kanały podczerwieni NIR i krótkiej podczerwieni SWIR1 i SWIR2, które lepiej przenikają przez atmosferę, dym czy mgłę redukując wpływ atmosfery na zdjęcie. Woda ma niskie wartości w zakresie NIR i SWIR, podczas gdy lód i śnieg ma wartości wysokie, dzięki czemu na tej kompozycji granice tych obiektów są łatwo interpretowane. Roślinność w tej kombinacji kanałów spektralnych jest niebieska, ukazując szczegóły związane z jej kondycją. Zdrowa roślinność jest pokazana na jasnoniebiesko, podczas gdy roślinność rzadka lub/i sucha, w złej kondycji obrazowana jest na niebiesko. Z kolei tereny zurbanizowane odwzorowane są w bieli, szarość lub fiolecie, a goła gleba w odcieniach brązu i żółci. Woda w tej kompozycji pojawia się w bardzo ciemnych odcieniach koloru niebieskiego lub czerni, dzięki czemu linie brzegowe są dobrze zaznaczone.



*Podobnie jak w przypadku wizualizacji obrazów z pojedynczymi kanałami spektralnymi, kontrast i jasność kompozycji barwnych można również dostosować przez manipulację histogramem poszczególnych barw w zakładce **Color Manipulation** w oknie podglądu.*

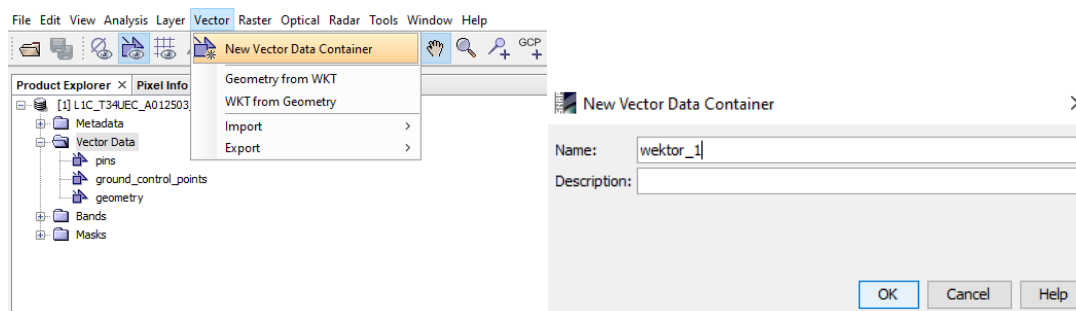
Stworzone kompozycje barwne można zapisać w postaci obrazka z wybranego widoku **View region** (PNG, TIFF, JPG, BMP) lub całej sceny **Full Scene** wraz z geolokalizacją (GeoTIFF) w pełnej rozdzielczości **Full resolution**, rozdzielczości widoku **View resolution** lub rozdzielczości ustalonej przez użytkownika **User resolution**. Eksport kompozycji barwnych wykonuje się za pomocą narzędzia **Export View as Image** dostępnego z menu kontekstowego pod PPM.



3.5. Praca z danymi wektorowymi w programie SNAP

W oprogramowaniu możliwa jest również praca na danych wektorowych. Są one głównie przydatne do określania obszaru zainteresowania AOI np. podczas klasyfikacji pikselowej.

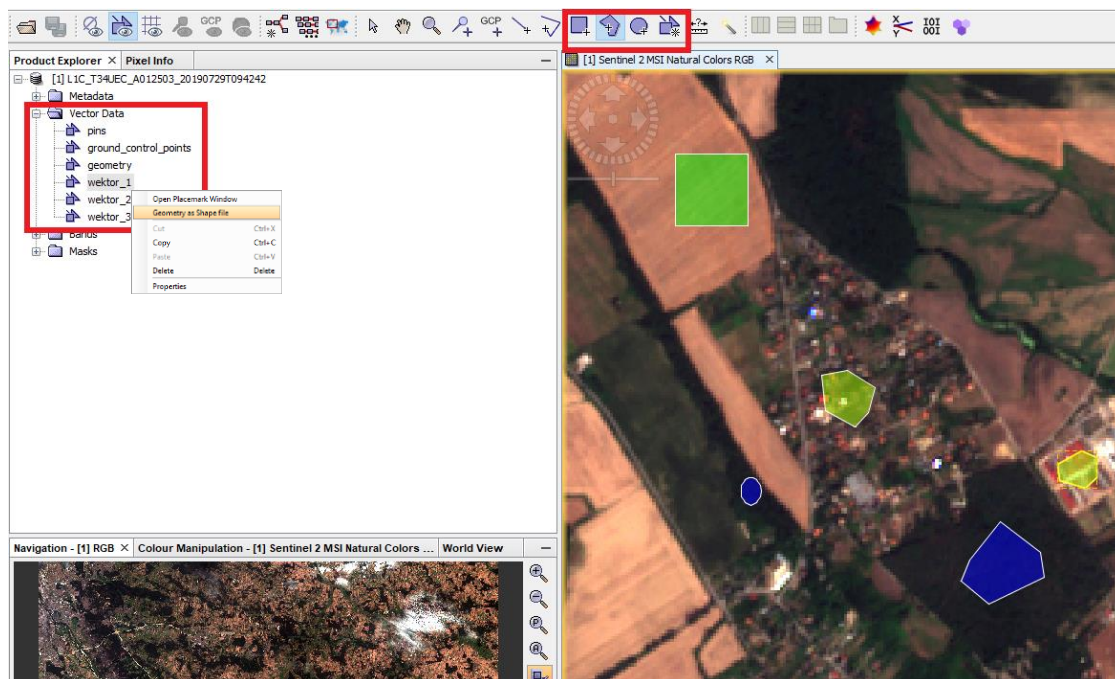
Aby stworzyć nowy wektor wybierz menu **Vector > New Vector Data Container**.



Po stworzeniu nowej warstwy wektorowej pojawi się ona w oknie zawartości w plikach obrazu **Vector Data** i zostanie odblokowana możliwość rysowania poligonów narzędziem **Drawing Tools**.

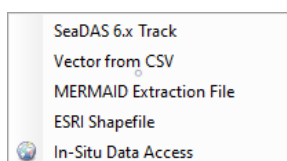
Narysuj kilka poligonów.

Jeżeli wektorów jest więcej należy zwrócić szczególną uwagę do którego wektora przypisany jest dany poligon.



Eksport warstwy wektorowej możliwy jest do formatu shapefile (PPM na wybranej warstwie > **Geometry as Shape file** lub menu **Vector > Export > Geometry as Shape file**).

Warstwy wektorowe można importować do programu SNAP z formatów:



3.6. Mozaikowanie obrazów Sentinel-2 i przycinanie do wektora w programie SNAP

Dane satelitarne Sentinel-2 podzielone są na sceny (tzw. granule, tile), które są przyciętymi obrazami satelitalnymi z jednej orbity o wielkości 100x100 km z dodatkowym pasem wspólnego pokrycia o szerokości 10 km. Gdy wybrany obszar zainteresowania znajduje się na granicy dwóch scen, można te sceny połączyć ze sobą (zmozaikować) i przyciąć do wybranego obszaru.

Ponieważ proces mozaikowania całych scen Sentinel-2 jest czasochłonny, a powstała mozaika bardzo dużym plikiem, na potrzeby ćwiczenia przygotowano dwa mniejsze fragmenty sąsiednich scen Sentinel-2 w formacie wielokanałowego rastra TIFF (składające się z kanałów Sentinel-2 B2, B3, B4 i B8), które zostaną poddane procesowi mozaikowania. Fragmenty scen Sentinel-2 zostały zapisane do rastrów, gdzie poszczególne kanały spektralne zostały zapisane w następującej kolejności:

B2 (kanał niebieski) = band_1

B3 (kanał zielony) = band_2

B4 (kanał czerwony) = band_3

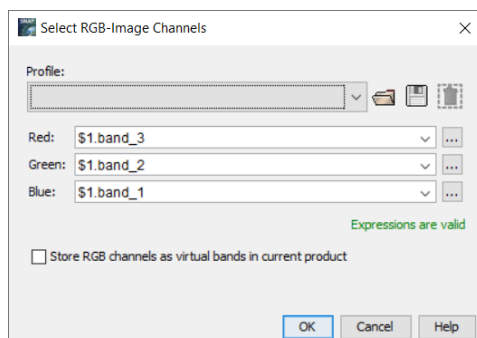
B8 (kanał podczerwieni) = band_4

Usuń wszystkie wczytane dane z programu menu **File > Close All Products** i dodaj do projektu dwa wielokanałowe rastry (**File > Open Product**) z folderu: z folderu `MD_3_1\Dane\`

`S2_20190729_T34UDC_10m_clip.tif`

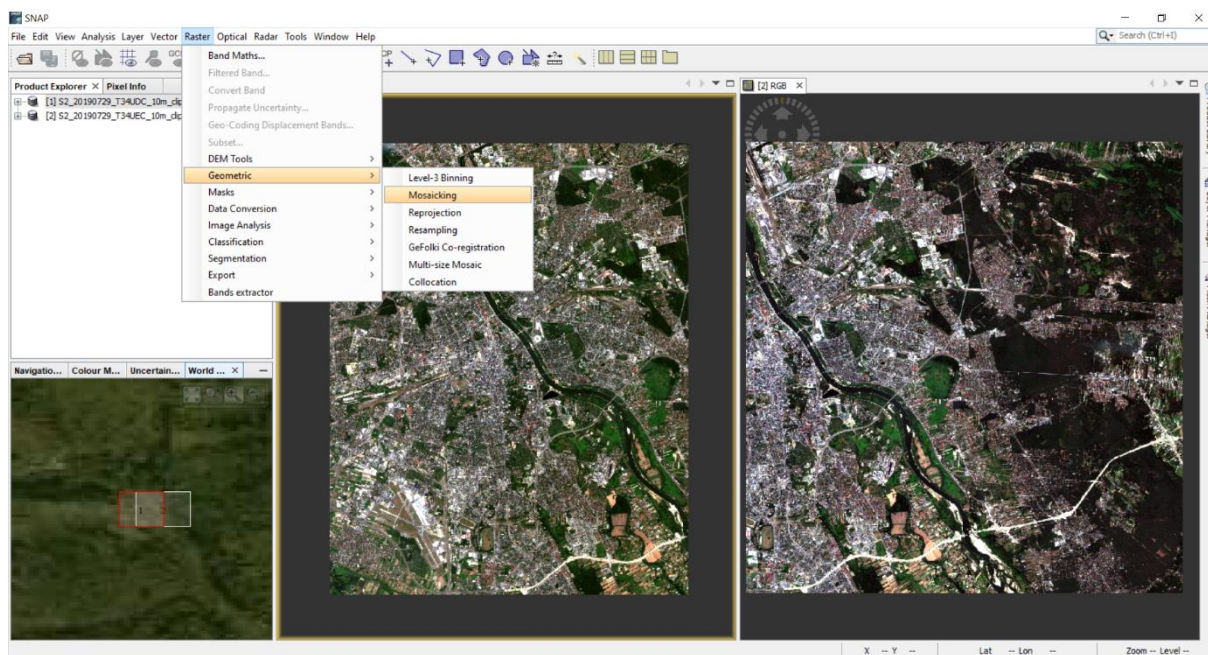
`S2_20190729_T34UEC_10m_clip.tif`


Następnie dla nowo dodanych produktów stwórz kompozycje w barwach naturalnych RGB (**Open RGB Image Window**)

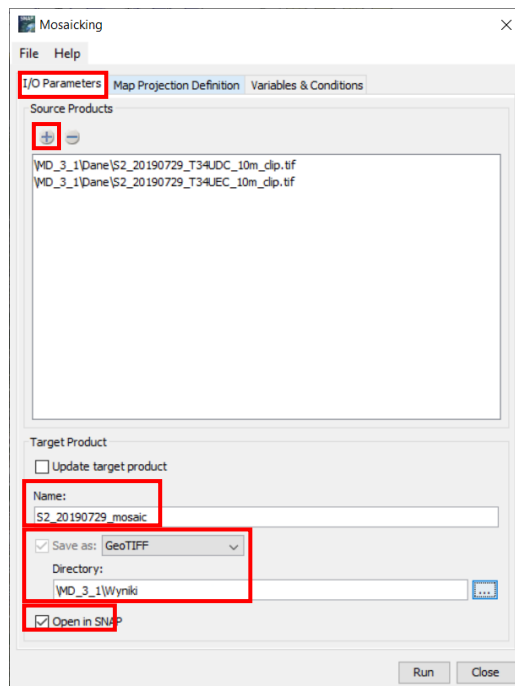


W celu zmozaikowania obu scen Sentinel-2 wybierz z menu **Raster > Geometric > Mosaicing**

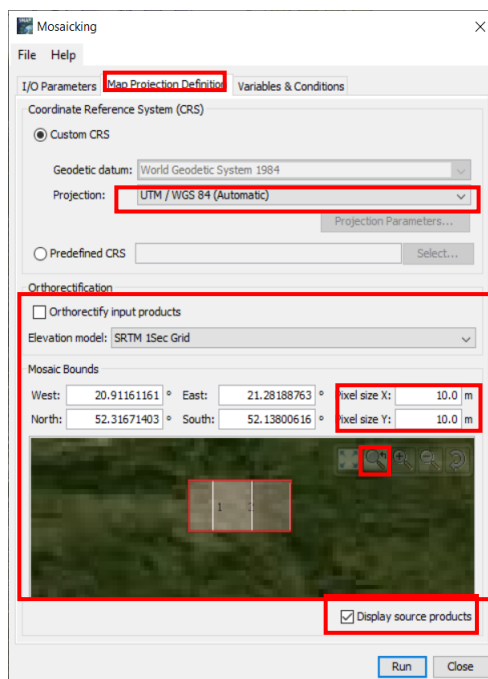
Narzędzie **Mosaicing** wymaga, aby wszystkie kanały łączonych rastrów były tej samej rozdzielczości przestrzennej. Jeżeli rastry wybrane do mozaikowania nie są tej samej rozdzielczości należy je wcześniej przetworzyć do tej samej rozdzielczości przestrzennej narzędziem **Resampling** (menu **Raster > Geometric > Resampling**) lub do mozaikowania użyć narzędzia **Multi-size mosaic** (menu **Raster > Geometric > Multi-size mosaic**)



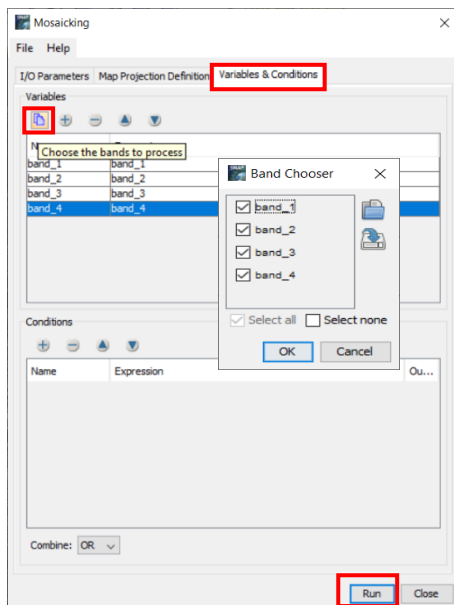
W oknie **Mosaicing** w zakładce **I/O Parameters** dodaj oba rastry klikając w ikonę  i wybierając odpowiednie pliki **TIFF** z fragmentami obu scen Sentinel-2. Wskaż miejsce zapisu mozaiki **MD_3_1\Wyniki**, jej nazwę np. **S2_20190729_mosaic** oraz rozszerzenie np. **GeoTIFF** i zaznacz opcję **Open in SNAP**.



W zakładce **Map Projection Definition** wybierz docelowy układ współrzędnych mozaiki **UTM/WGS 84 (Automatic)**. W oknie z widokiem mapy **Mosaic Bound** zaznacz opcję **Display source products**, wyświetl granice załadowanych scen klikając w ikonę **Zoom to selected product** i dostosuj granice wynikowej mozaiki oraz ustal rozmiar piksela wynikowej mozaiki **Pixel size X, Pixel Size Y** na 10 m.

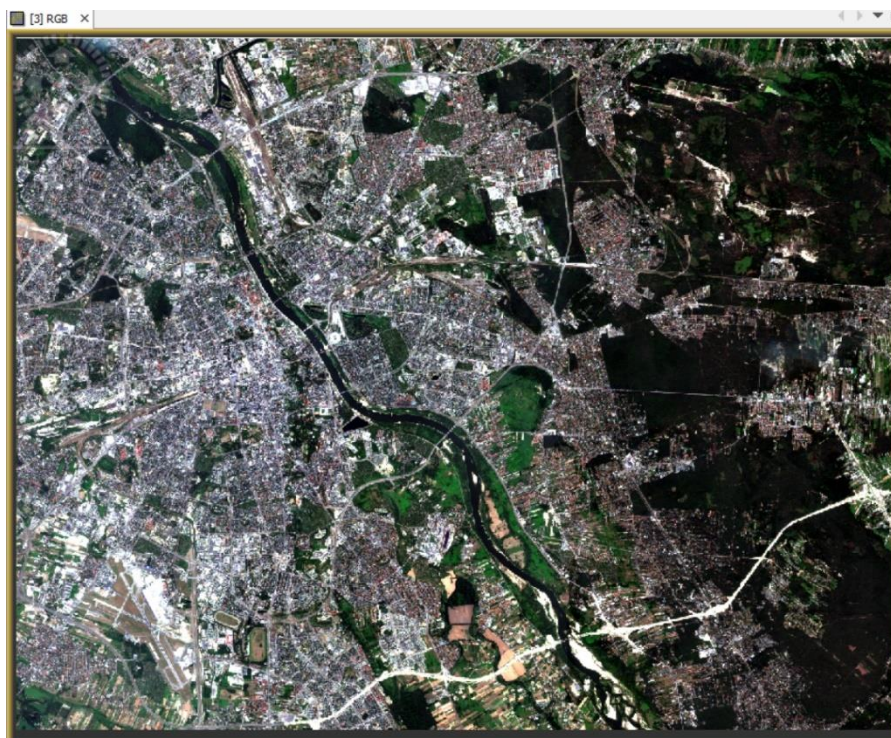


W zakładce **Variables & Conditions** wybierz które kanały scen Sentinel-2 mają zostać zmozaikowane klikając w ikonę **Choose the bands to process**. W celu stworzenia kompozycji w barwach naturalnych w oknie **Band chooser** zaznacz wszystkie kanały **Select all**. Uruchom proces mozaikowania klikając w przycisk **Run**.

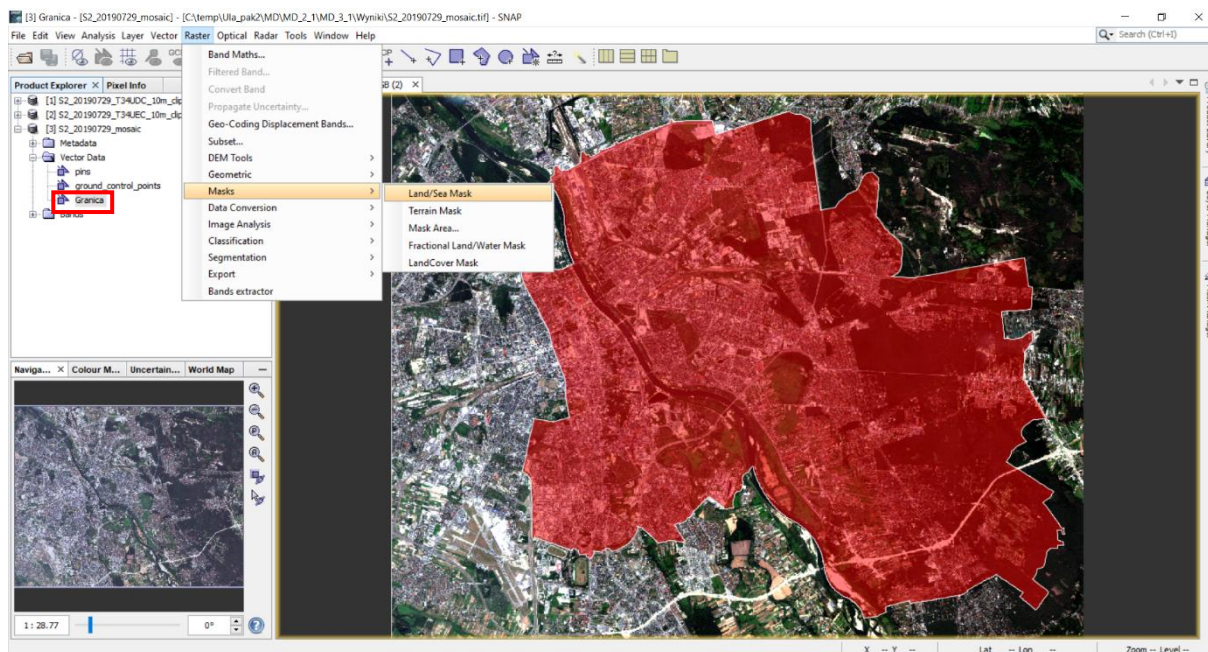


Po zakończeniu procesu mozaikowania w oknie zawartości **Product Explorer** pojawi się obliczona mozaika. Wyświetl ją w kompozycji barw naturalnych za pomocą narzędzia **Open RGB Image Window**.

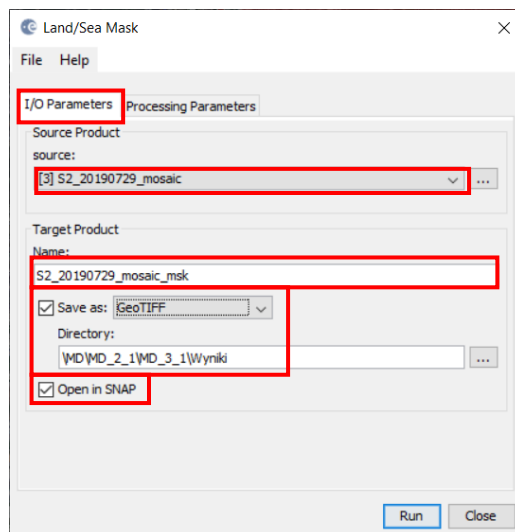
Wynikowa mozaika w kompozycji barw naturalnych.



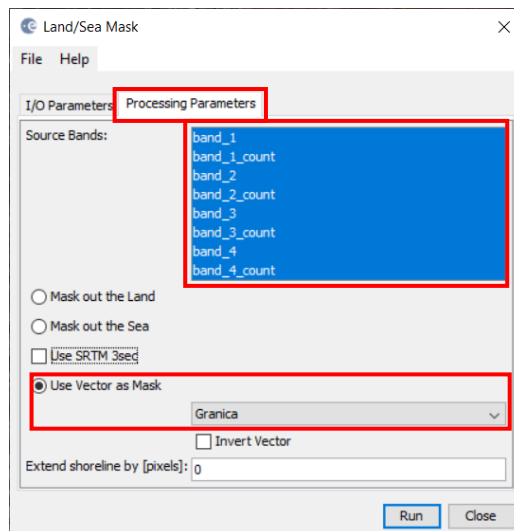
W celu przycięcia mozaiki do danego obszaru zainteresowania w pierwszej kolejności należy wczytać plik wektorowy z granicą obszaru zainteresowania *Granica.shp* do programu SNAP za pomocą narzędzia **File > Import > Vector Data > ESRI Shapefile**. Następnie uruchom narzędzie do przycinania rastrów z menu **Raster > Masks > Land/Sea Mask**



W oknie **Land/Sea Mask** w zakładce **I/O Parameters** jako **Source Product** wybierz utworzoną mozaikę. Wskaż miejsce zapisu mozaiki **MD_3_1\Wyniki**, jej nazwę np. **S2_20190729_mosaic_msk** oraz rozszerzenie np. **GeoTIFF** i zaznacz opcję **Open in SNAP**

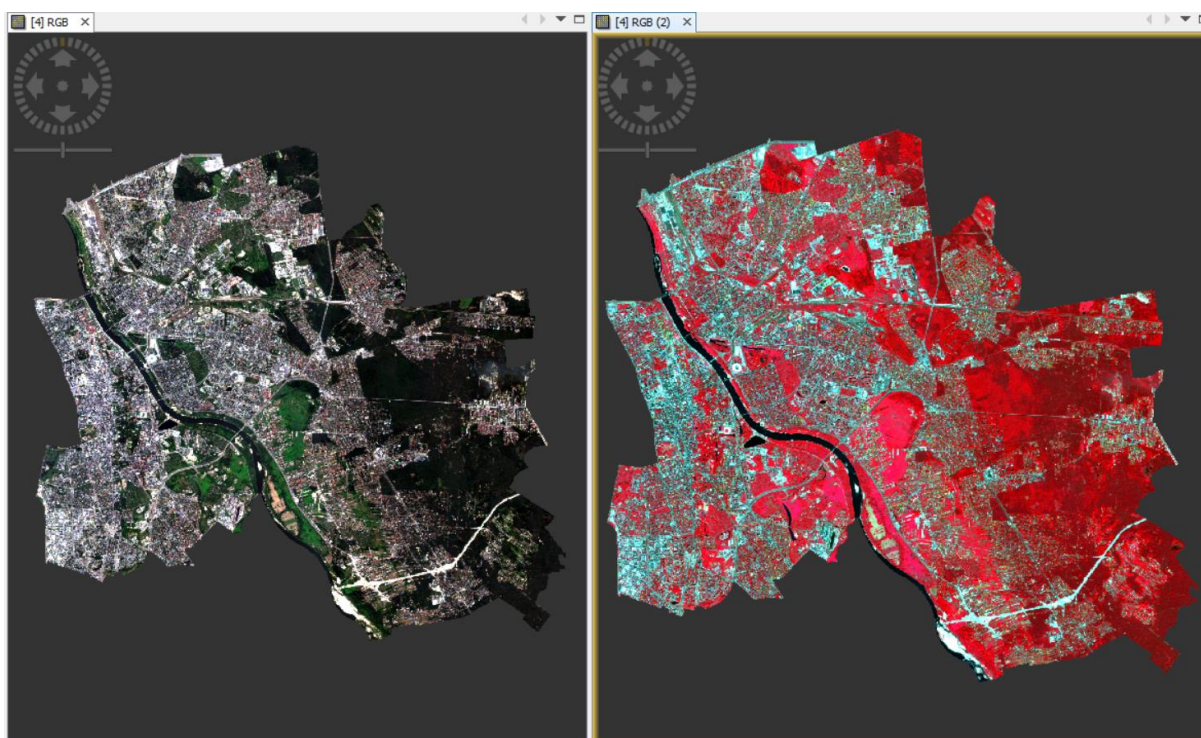


W zakładce **Processing Parameters** zaznacz do przycięcia wszystkie kanały **Source Band**, odznacz opcję **Use SRTM3sec**, zaznacz opcję **Use Vector as Mask** i z rozwijalnej listy wybierz warstwę **Granica**. Pozostałe parametry pozostaw bez zmian i kliknij **Run**.



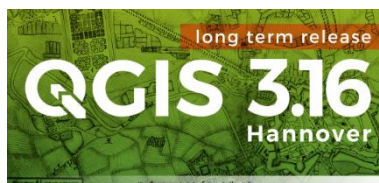
Mozaika przycięta do granicy obszaru zainteresowania zostanie dodana do programu SNAP jako kolejny produkt. Wyświetl ją w kompozycji barw rzeczywistych i fałszywych CIR.

Wynikowa mozaika przycięta do granicy obszaru zainteresowania w barwach naturalnych oraz fałszywych CIR (z użyciem kanału podczerwieni):



4. Wstęp do pracy z danymi satelitarnymi w programie QGIS

Program QGIS jest darmowym oprogramowaniem GIS przeznaczonym do pracy na danych rastrowych oraz wektorowych. QGIS daje możliwość m.in. gromadzenia, przetwarzania (tworzenia, selekcji, identyfikowania, edytowania, przeglądania, zarządzania), wyświetlania, analizowania, interpretowania i udostępniania danych przestrzennych, oraz publikowanie ich w Internecie.

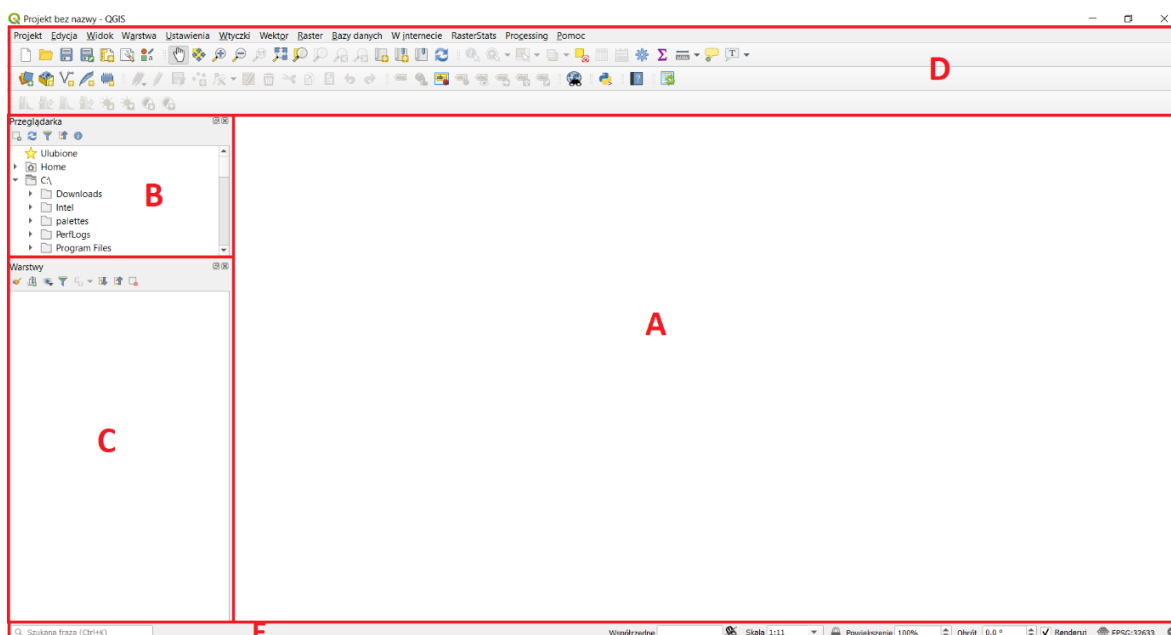


4.1. Uruchomienie programu QGIS Desktop 3.16.

W **Start** systemu operacyjnego Windows wyszukaj i wybierz **QGIS Desktop 3.16**.

Interfejs programu QGIS 3.16. składa się z następujących głównych elementów:

- A. Pole pracy.
- B. Pole przeglądarki.
- C. Pole warstw.
- D. Pola zakładek i narzędzi.
- E. Pole informacyjne.




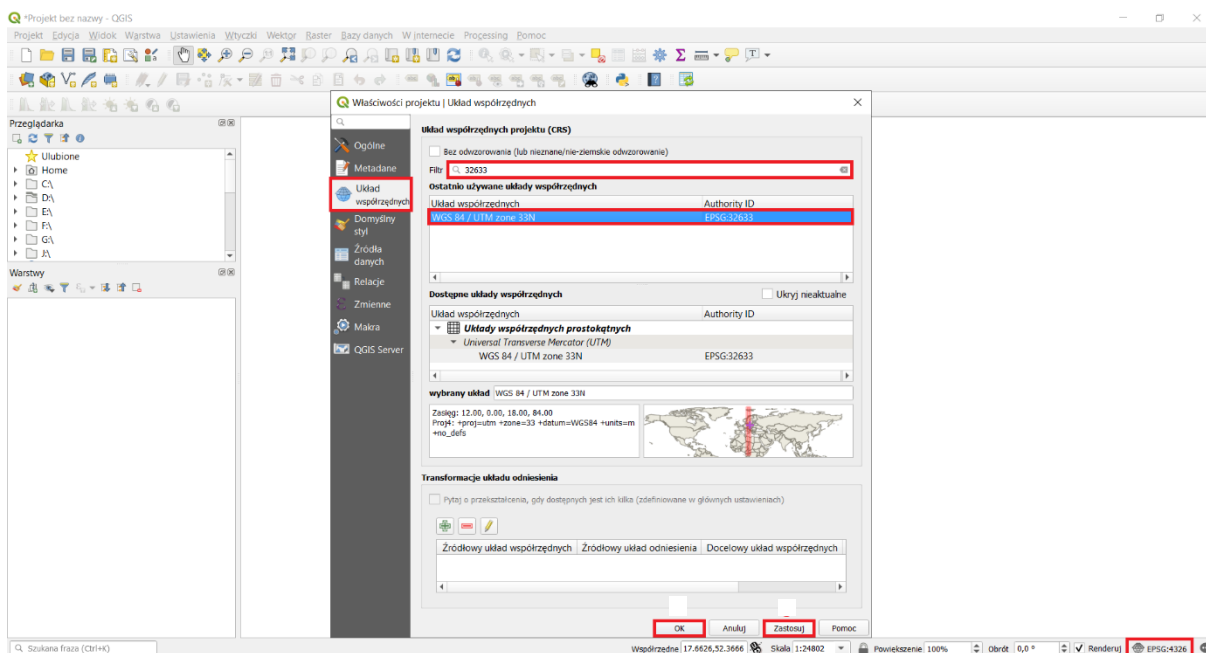
Jednak trzeba mieć na uwadze, że wygląd poszczególnych elementów może się różnić w zależności od wersji QGIS i ustawień użytkownika.

4.2. Dostosowanie układu współrzędnych projektu do układu odpowiadającego pobranym zobrazowaniom satelitarnym Sentinel-2.

W celu dostosowania układu współrzędnych do układu danych Sentinel-2 wybierz menu **Projekt > Właściwości** i zakładkę **Układ współrzędnych** lub w polu informacyjnym w prawym dolnym rogu ekranu kliknij ikonę **Bieżący układ współrzędnych**.

Zobrazowania satelitarne Sentinel-2 posiadają układ współrzędnych UTM (Universal Transverse Mercator), strefa 33N lub 34N.

W oknie **Właściwości projektu** wybierz układ współrzędnych UTM (Universal Transverse Mercator), strefa 34N. W celu wyszukania danego układu w polu wyszukiwania **Filtr** wpisz odpowiedni kod EPSG: 32634 i wybierz wyszukany układ **WGS84/ UTM zone 34N**. Wybór układu zatwierdź przyciskiem **Zastosuj** oraz **OK**. Po wykonaniu powyższych czynności w prawym dolnym rogu powinien być widoczny kod układu EPSG ( EPSG:32634).



4.3. Zapisanie projektu

Z menu **Projekt** wybierz **Zapisz**. Zapisz projekt pod nazwą *QGIS_Podstawy* w lokalizacji: *MD_3_1\Wyniki*

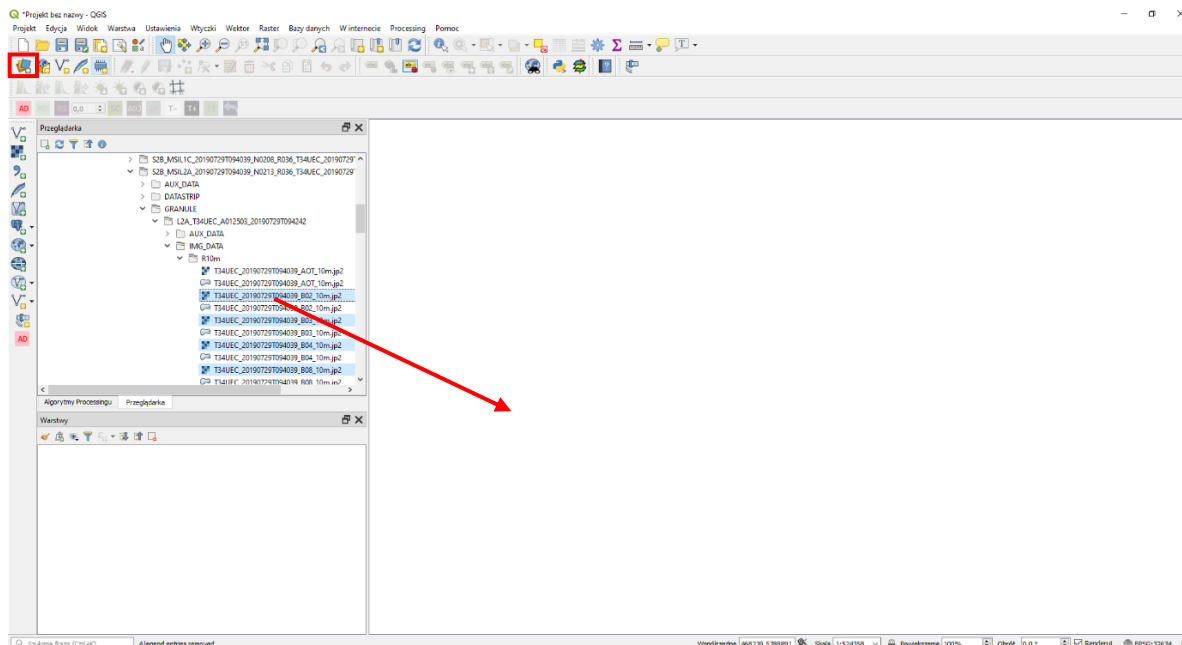
4.4. Wczytanie danych Sentinel-2 do projektu.

W celu dodania danych do projektu przejdź do zakładki **Przeglądarka** (zlokalizowana jest po lewej stronie interfejsu programu QGIS 3.16.) i ustal lokalizację folderu *MD_3_1\Dane*. Z folderu *MD_3_1\Dane*

S2B_MSIL2A_20190729T094039_N0213_R036_T34UEC_20190729T123310.SAFE\GRANULE\2A_T34UEC_A012503_20190729T094242\IMG_DATA\10m wybierz pliki JP2 z kanałami Sentinel-2 L2A z zakresu widzialnego (2, 3, 4) i podczerwieni (8) o GSD 10 m:

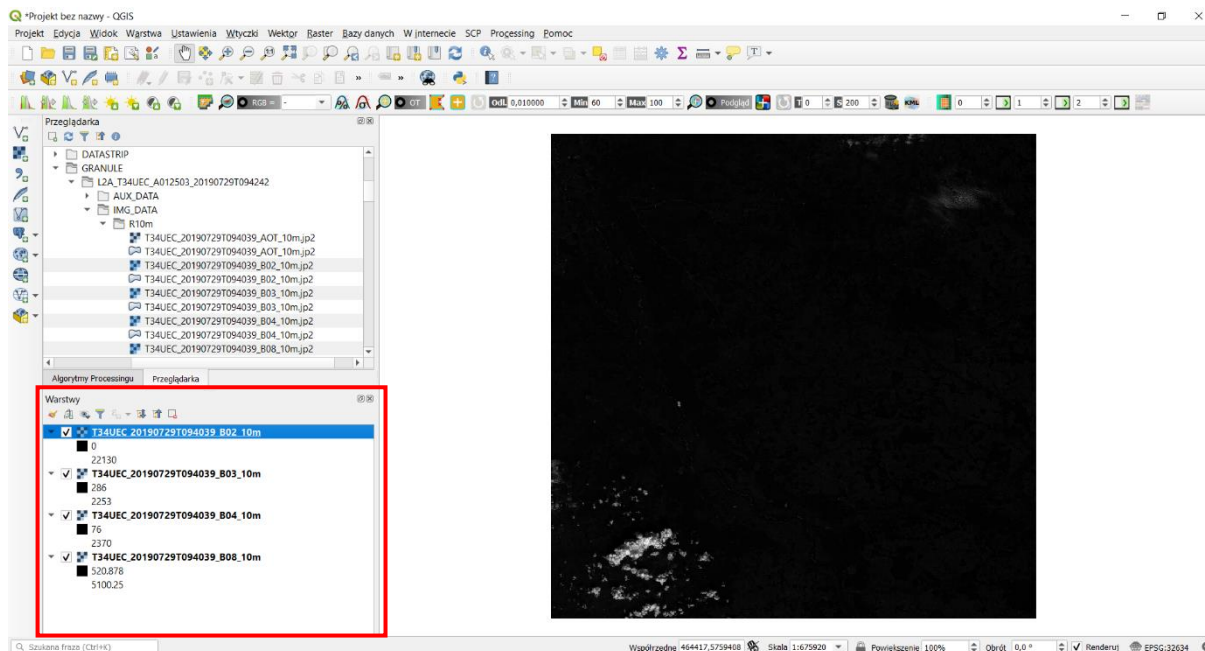
- *T34UEC_20190729T094039_B02_10m.jp2*
- *T34UEC_20190729T094039_B03_10m.jp2*
- *T34UEC_20190729T094039_B04_10m.jp2*
- *T34UEC_20190729T094039_B08_10m.jp2*

i przeciągnij je do centralnej części interfejsu programu QGIS 3.16.



Innym sposobem dodawanie danych rastrowych jest użycie narzędzia **Zarządzanie źródłami danych** w menu **Warstwa > Dodaj warstwę > Dodaj warstwę rastrową**.

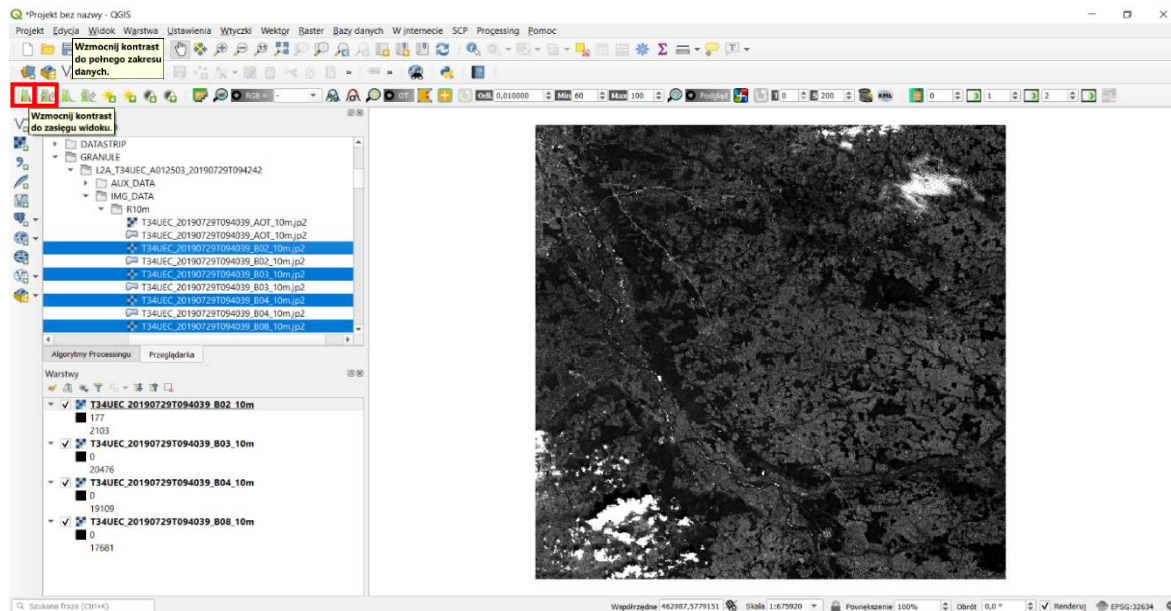
W polu pracy zostaną wyświetlone dodane zobrazowania, a w zakładce **Warstwy** pojawią się odpowiednie pliki.



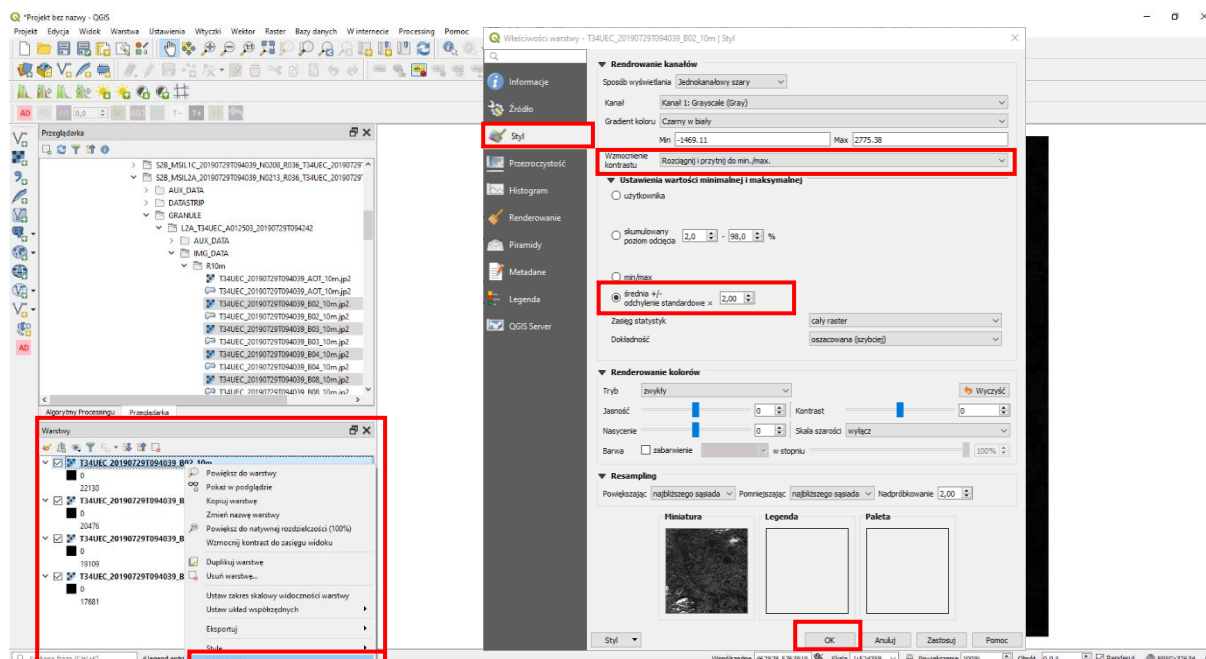
4.5. Wzmocnienie kontrastu wyświetlania zobrazowania – rozciągnięcie histogramu.

Wczytując dane rastrowe do programu zostają one wyświetlone w domyślnych ustawieniach, czyli wyświetlane są wszystkie wartości jasności od minimum do maksimum. Często przy tych ustawieniach zobrazowania Sentinel-2 są nieczytelne. Dlatego konieczna jest zmiana ustawień wyświetlania obrazu, poprzez wzmocnienie kontrastu obrazu.

Prostym sposobem wzmocnienia kontrastu wybranego rastra jest użycie narzędzia **Wzmocnij kontrast do zasięgu widoku** lub **Wzmocnij kontrast do pełnego zakresu danych** z paska narzędzi **Raster**. Jeżeli pasek narzędzi nie jest widoczny włącz go przez wybranie menu **Widok > Paski narzędzi > Raster**



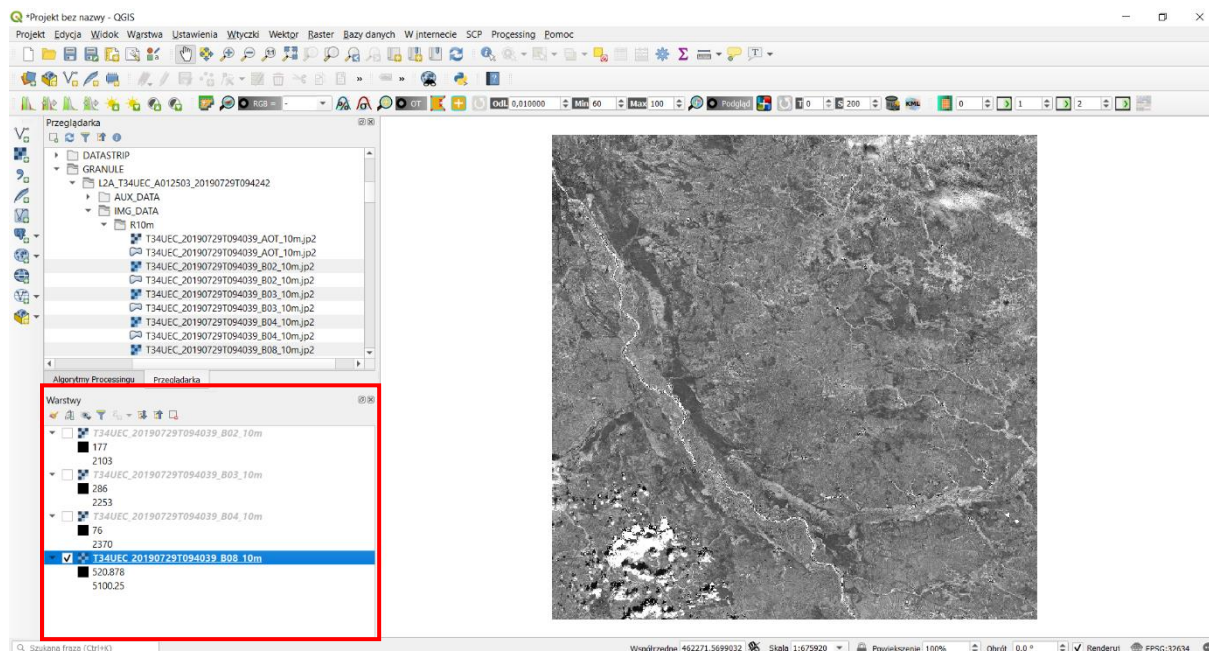
Aby mieć pełniejszą kontrolę nad sposobem wyświetlania obrazu w zakładce **Warstwy** wybierz obraz **T34UEC_20190729T094039_B02_10m** i pod prawym przyciskiem myszy (PPM) z menu kontekstowego wybierz **Właściwości**. W oknie **Właściwości warstwy** w zakładce **Styl** ustal parametr **Wzmocnienie kontrastu** na **rozciągnij i przytnij do min./max.** Następnie rozwiń pasek **Ustawienia wartości minimalnej i maksymalnej** i wybierz opcję **średnia +/- odchylenie standardowe x** i zatwierdź przyciskiem **OK**.



Analogicznie zmień sposób wyświetlania pozostałych kanałów spektralnych poprzez wzmocnienie kontrastu.

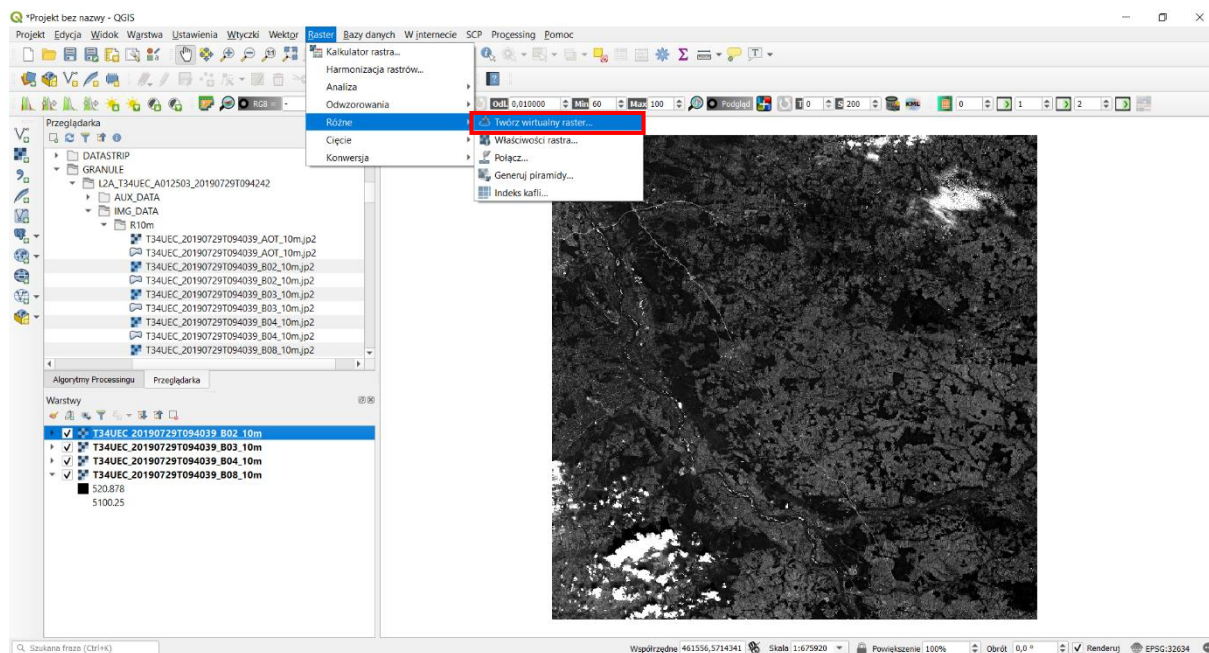
4.6. Zarządzanie wyświetlaniem danych rastrowych.


W zakładce **Warstwy** zmień kolejność wyświetlania warstw (przeciągnij, upuść) i pozostaw widoczny tylko kanał podczerwieni (*T34UEC_20190729T094039_B08_10m*)

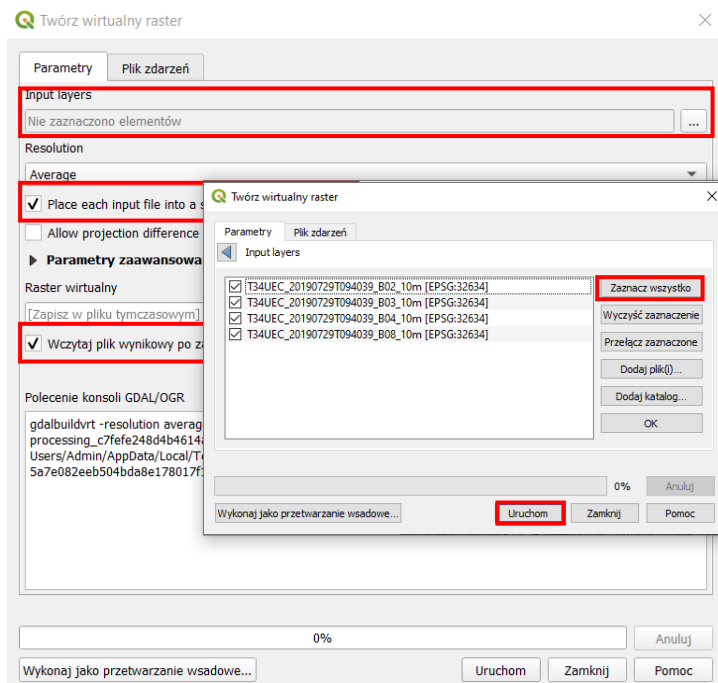


4.7. Tworzenie kompozycji barwnych.

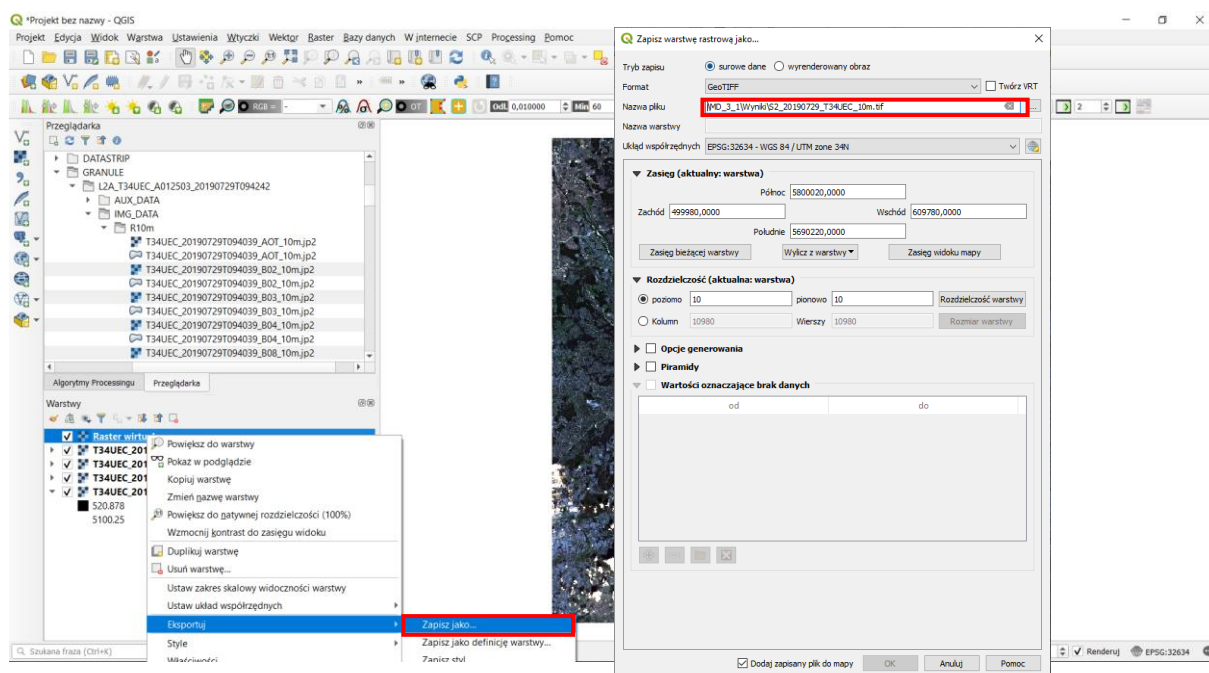
W celu stworzenia kompozycji barwnej w barwach naturalnych obrazu Sentinel-2 utwórz nowy raster tymczasowy zawierający kanały 4, 3, 2 – menu **Raster > Różne > Twórz wirtualny raster**.



W oknie **Twórz wirtualny raster** kliknij  na zakładkę **Input layers** i w oknie **Zaznaczanie wielokrotnie** wybierz **Zaznacz wszystko** i zatwierdź. Zapisz wirtualny raster w pliku tymczasowym i uruchom proces **Uruchom**.

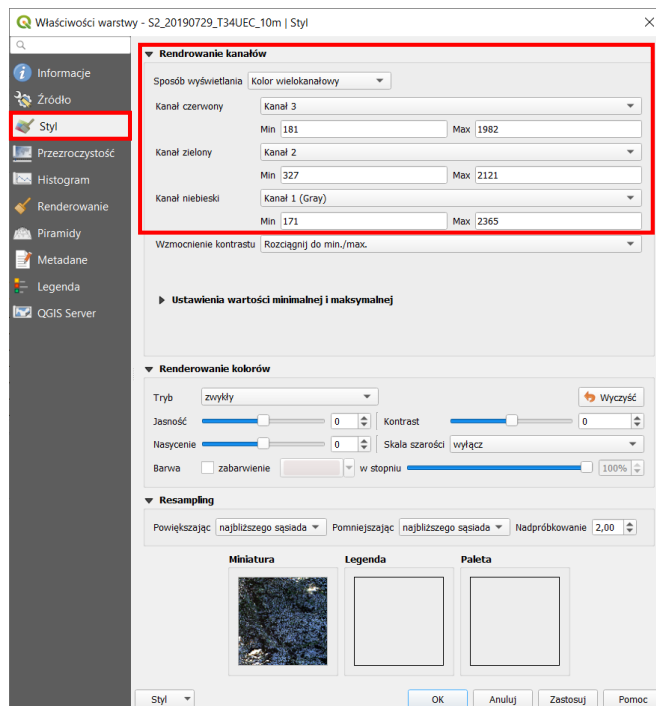


W zakładce **Warstwy** utworzony zostaje **Raster wirtualny**. Jest on zapisany tymczasowo. Aby zapisać wirtualny raster wielokanałowy do pliku kliknij PPM na **Wirtualny raster** i wybierz **Eksportuj > Zapisz jako...** W oknie **Zapisz warstwę rastrową jako** podaj **Nazwa pliku: S2_20190729_T34UEC_10m.tif** i lokalizację zapisywanego obrazu: **MD_3_1\Wyniki**.



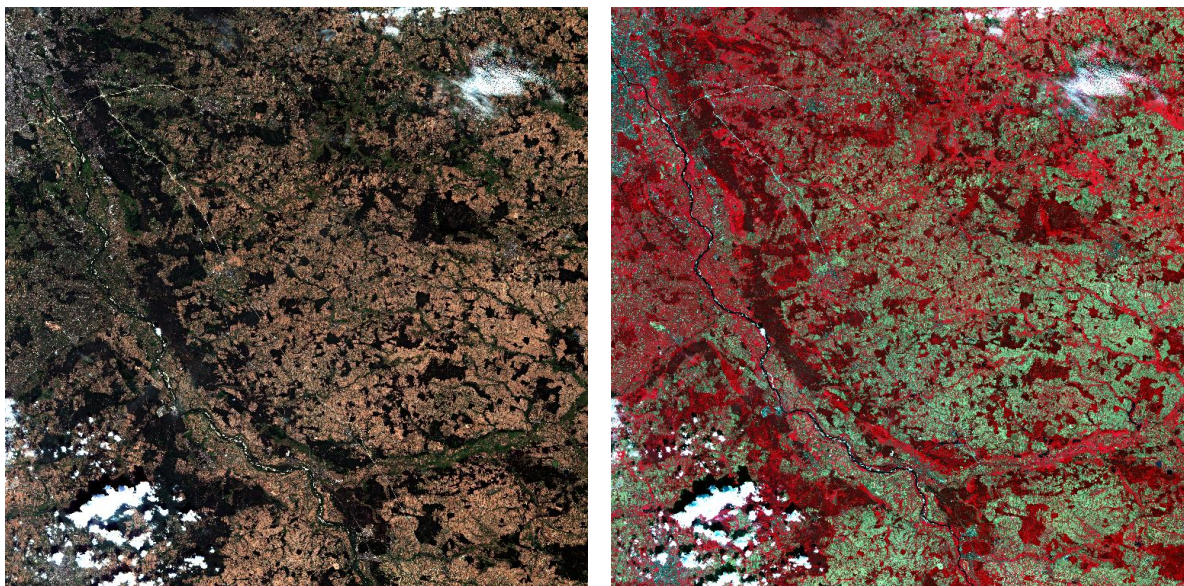
W celu ustawienia odpowiedniej kompozycji barwnej w zakładce **Warstwy** kliknij dwukrotnie na stworzony raster wielokanałowy (**S2_20190729_T34UEC_10m**) i uruchom okno **Właściwości**.

W oknie **Właściwości warstwy** wskaż zakładkę **Styl**. W polu **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 kolejność kanałów nowo stworzonego wielokanałowego rastra to (4,3,2). *Kompozycja CIR (Color Infrared) w kolorze czerwonym lub purpurowym przedstawia tereny zielone, natomiast w niebieskim tereny pozbawione wegetacji.*



Uwaga: Numery kanałów wybierane na tym etapie mogą nie zgadzać się z oryginalnymi numerami kanałów obrazu Sentinel-2. Na etapie tworzenia rastra wirtualnego brane pod uwagę są tylko wybrane kanały i w nowym rastrze zapisane są z nową kolejnością – taką 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.

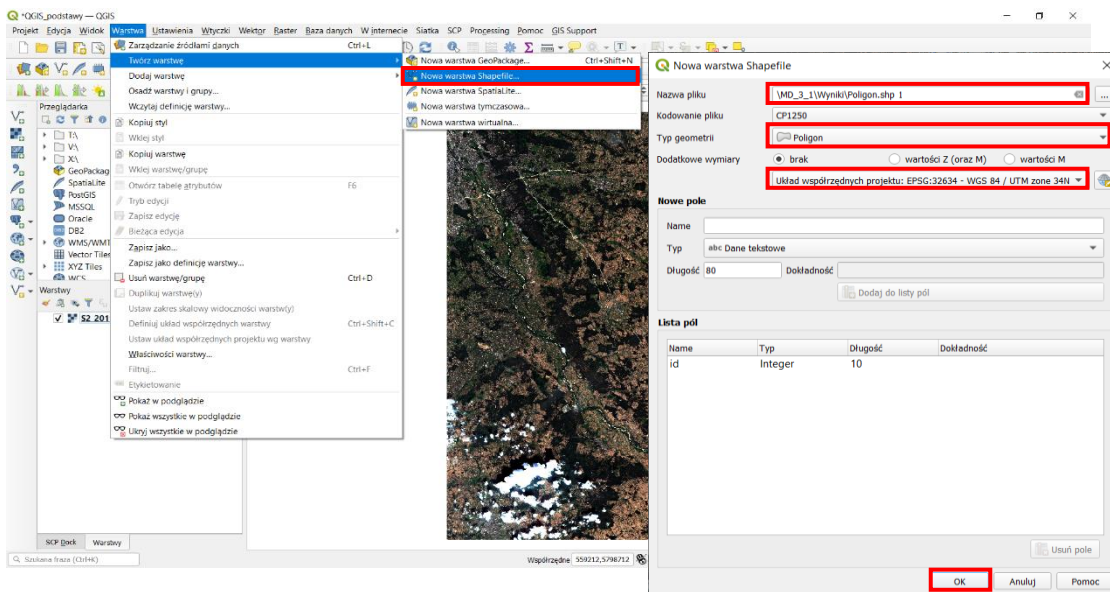
Wynikowe kompozycje w barwach naturalnych oraz fałszywych CIR (z użyciem kanału podczerwieni):



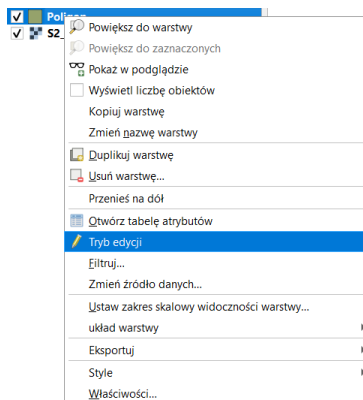
4.8. Praca z danymi wektorowymi w programie QGIS.

Program QGIS ma rozbudowaną funkcjonalność tworzenia i edytowania danych wektorowych. W tym ćwiczeniu poznamy jedynie podstawy pracy z danymi wektorowymi.

Stwórz nową warstwę wektorową wykorzystując narzędzie z menu **Warstwa > Twórz warstwę > Nowa warstwa shapefile**. Nadaj nazwę plikowi wektorowemu np. *Poligons.shp* i wskaż miejsce zapisu *MD_3_1\Wyniki*. Jako typ geometrii wybierz **Poligon**, a układ współrzędnych **WGS84/ UTM zone 34N**. Resztę ustawień pozostaw bez zmian i kliknij **OK**.



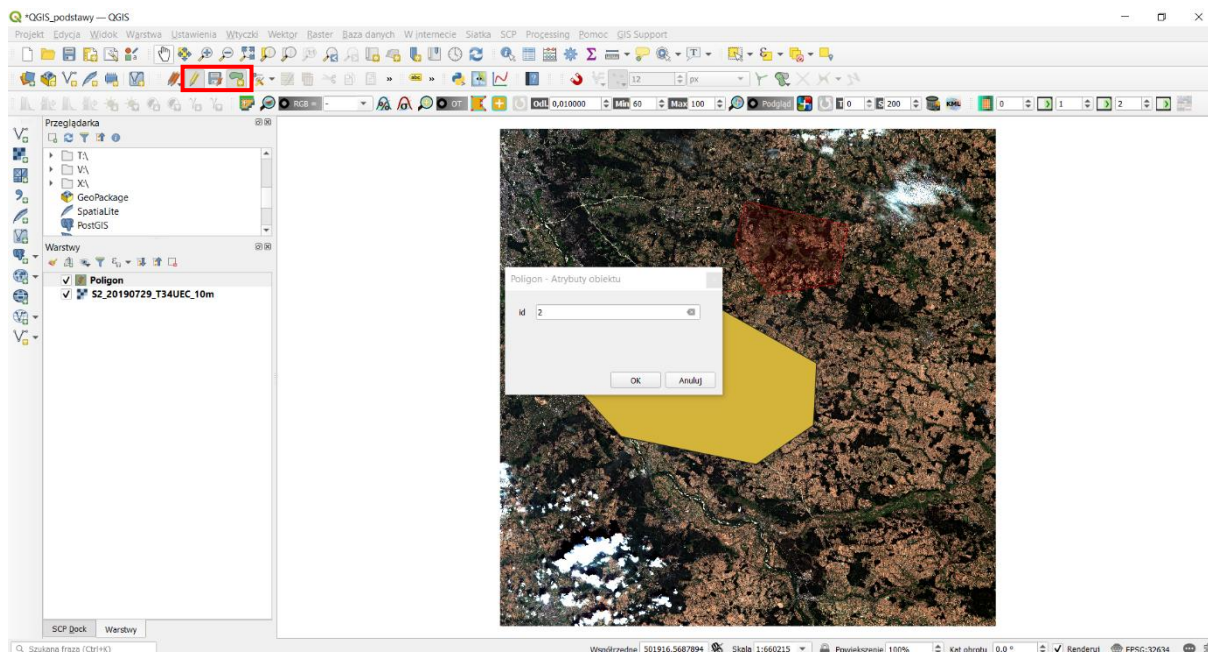
Do okna **Warstwy** zostanie dodany nowo utworzony plik Shapefile. Aby móc rysować nowe obiekty w stworzonym pliku wektorowym należy warstwę *Poligon* włączyć w tryb edycji (**PPM > Tryb edycji**) lub w pasku narzędzi kliknąć ikonę **Tryb edycji**.



Następnie narzędziem **Rysuj poligon** dostępnym w pasku narzędzi, narysuj kilka poligonów nadając im odpowiednie identyfikatory.

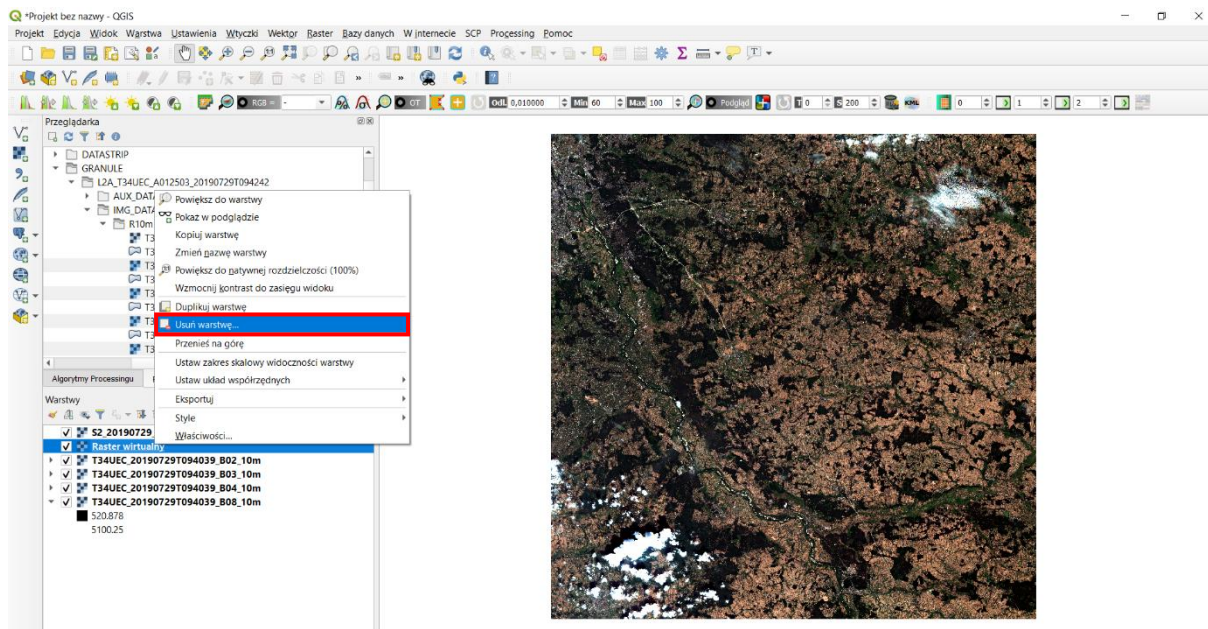
Kolejne wierzchołki poligonu wskazuje się lewym przyciskiem myszy, żeby zakończyć rysowanie poligonu, naciśnij prawy przycisk myszy i wpisz identyfikator narysowanego poligonu i kliknij **OK**.

Zapisz narysowane poligony używając narzędzia **Zapisz edycję** i wyłącz **Tryb edycji**.



4.9. Usuwanie warstw z widoku.

W celu usunięcia danych rastrowych lub wektorowych z widoku projektu zaznacz wybraną warstwę i z menu kontekstowego (PPM) wybierz **Usuń warstwę**. W celu jednoczesnego usunięcia kilku warstw, zaznacz z klawiszem **Shift** wiele warstw.



Zatwierdź usunięcie warstw i zapisz projekt menu **Projekt > Zapisz**.

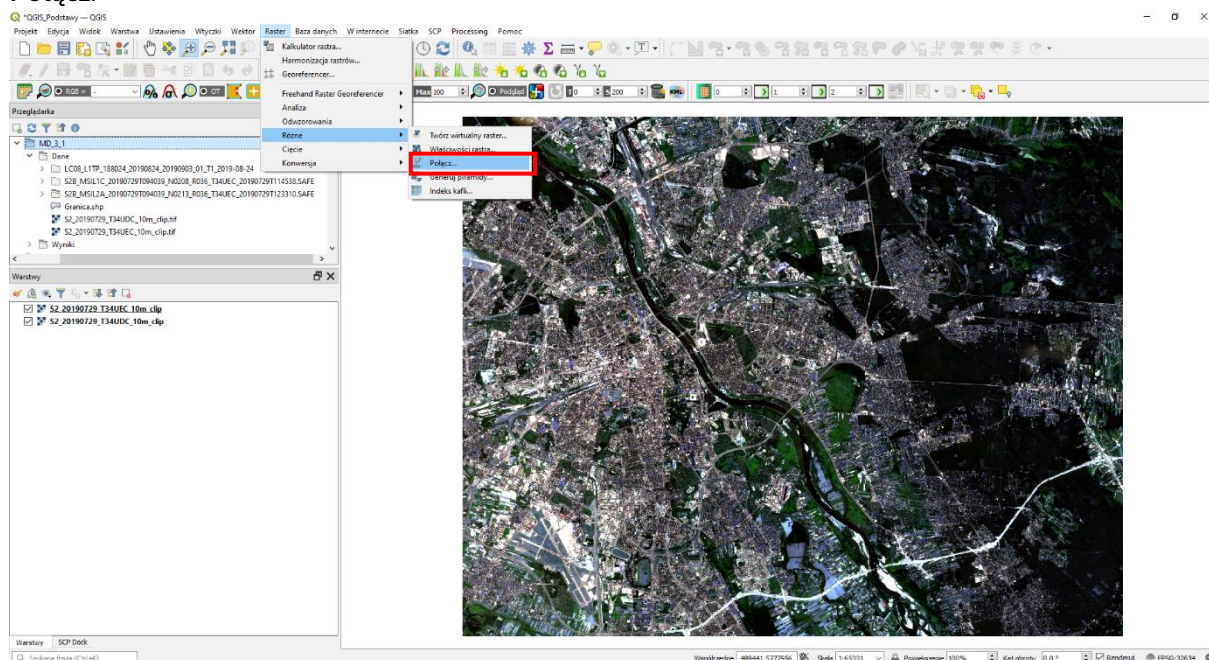
4.10. Mozaikowanie obrazów Sentinel-2 i przycinanie do wektora w programie QGIS.


W pierwszej kolejności otwórz przygotowane fragmenty scen Sentinel-2 (10 m rastry składające się z kanałów B2, B3, B4 i B8) z folderu *MD_3_1\Dane*

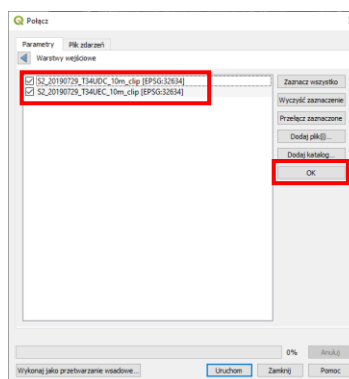
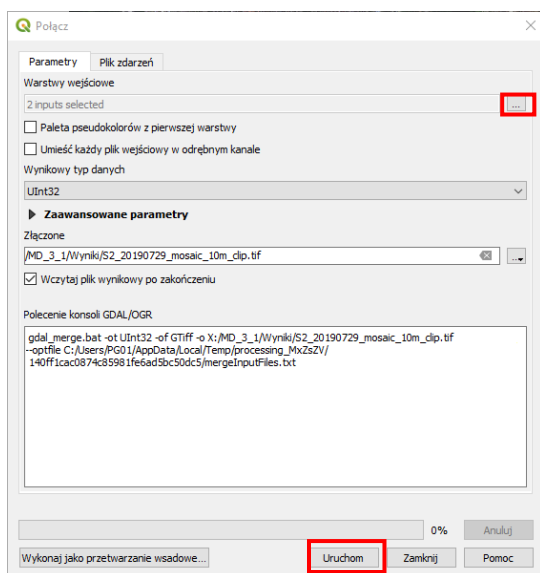
S2_20190729_T34UDC_10m_clip.tif

S2_20190729_T34UEC_10m_clip.tif

Do mozaikowania rastrów w programie QGIS wykorzystuje się narzędzie z menu **Raster > Różne > Połącz**.

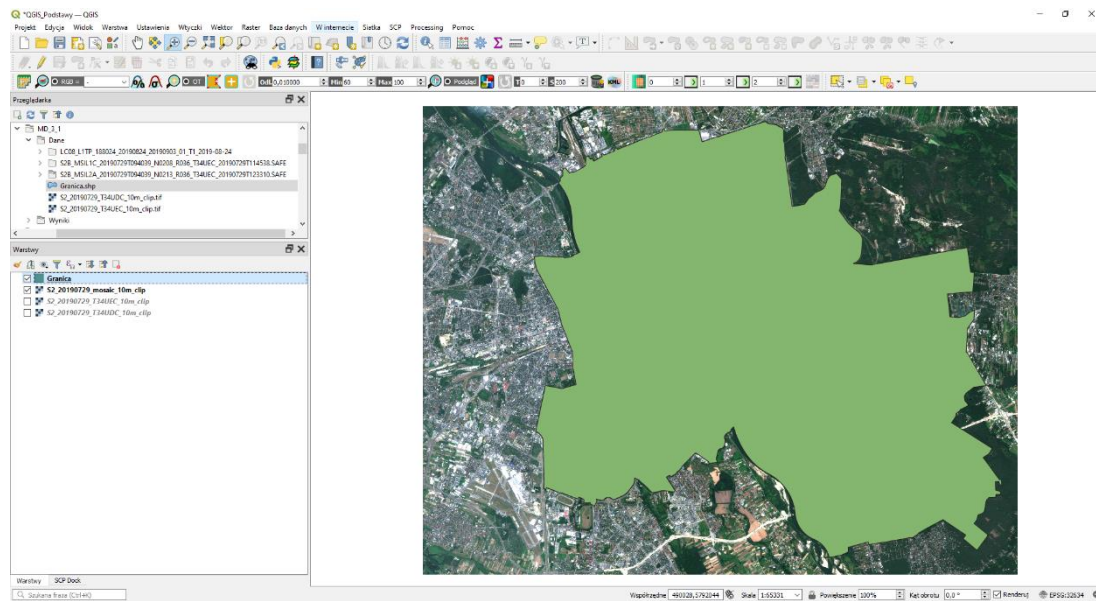


W oknie dialogowym narzędzia **Połącz** kliknij  i wybierz wczytane fragmenty scen Sentinel-2, wybierz typ danych wynikowej mozaiki taki jak danych wejściowych **UInt32** oraz wskaż nazwę i miejsce zapisu wynikowej mozaiki (**Zapisz do pliku...**), pozostałe parametry pozostaw bez zmian i kliknij **Uruchom**.

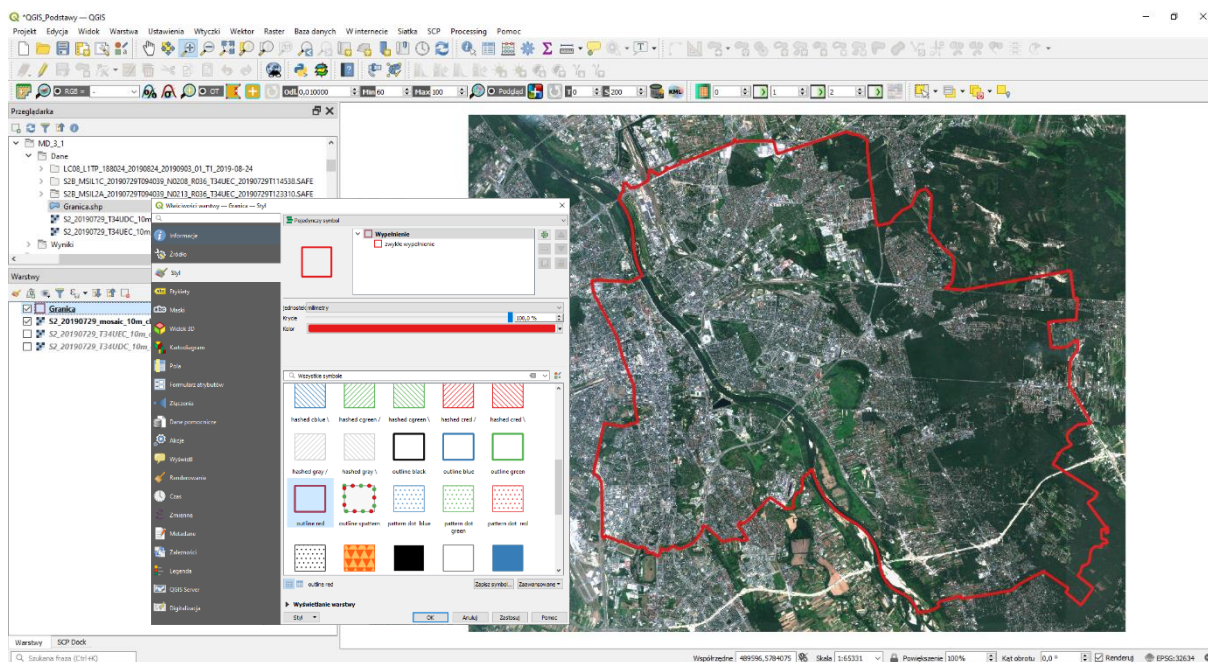


Zmień styl wyświetlania stworzonej mozaiki na barwy naturalne (**PPM > Właściwości > Styl**).

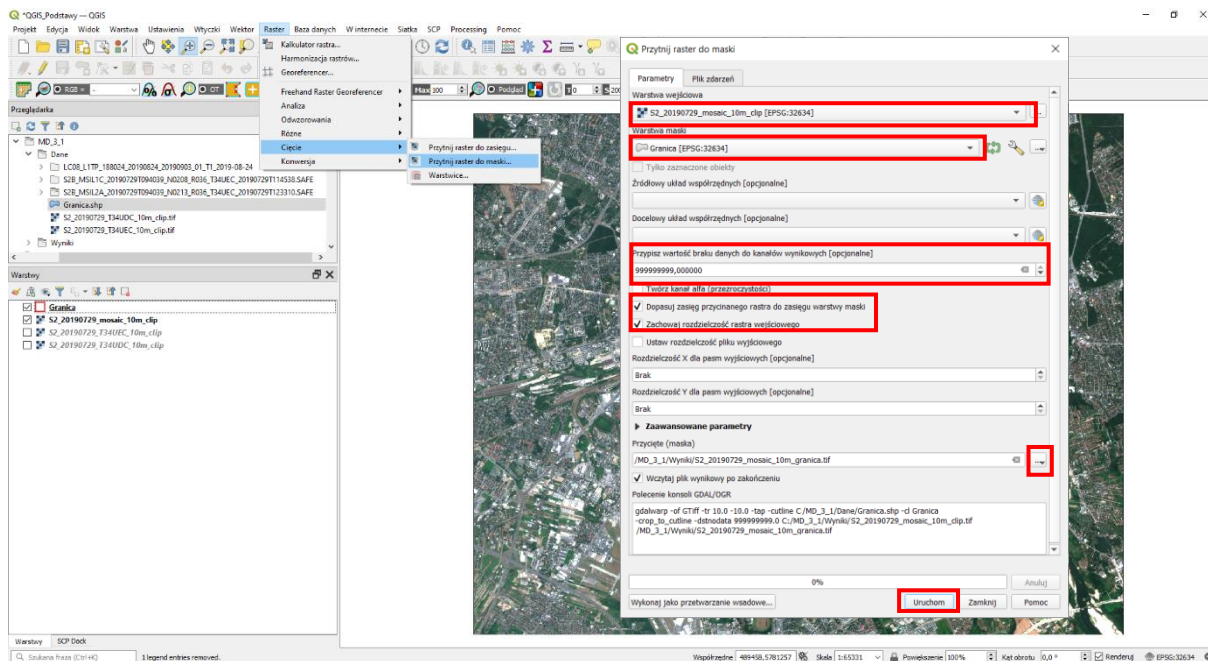
Następnie wczytaj do programu QGIS dane wektorowe z granicą obszaru zainteresowania, do którego należy przyciąć mozaikę: menu **Warstwa > Dodaj warstwę > Dodaj warstwę wektorową** i wskaż plik **Granica.shp** lub w polu **Przeglądarka** kliknij dwukrotnie na plik **Granica.shp**



Zmień styl wyświetlania danych wektorowych na **outline red** (PPM > Właściwości > Styl)



Przytnij wynikową mozaikę do granicy obszaru zainteresowania wykorzystując narzędzie **Przytnij raster do maski** (menu **Raster > Cięcie > Przytnij raster do maski**). Jako **Warstwę wejściową** wybierz stworzoną mozaikę, jako **Warstwę maski** wczytany plik wektorowy z granicą. Zaznacz opcję **Dopasuj zasięg przycinanego rastra do zasięgu warstwy maski** oraz **Zachowaj rozdzielczość rastra wejściowego**. W **Przypisz wartość braku danych do kanałów** wynikowych wpisz wartość 999999999 i wybierz nazwę oraz miejsce zapisania wynikowego obrazu. Pozostałe parametry pozostaw bez zmian i kliknij **Uruchom**.




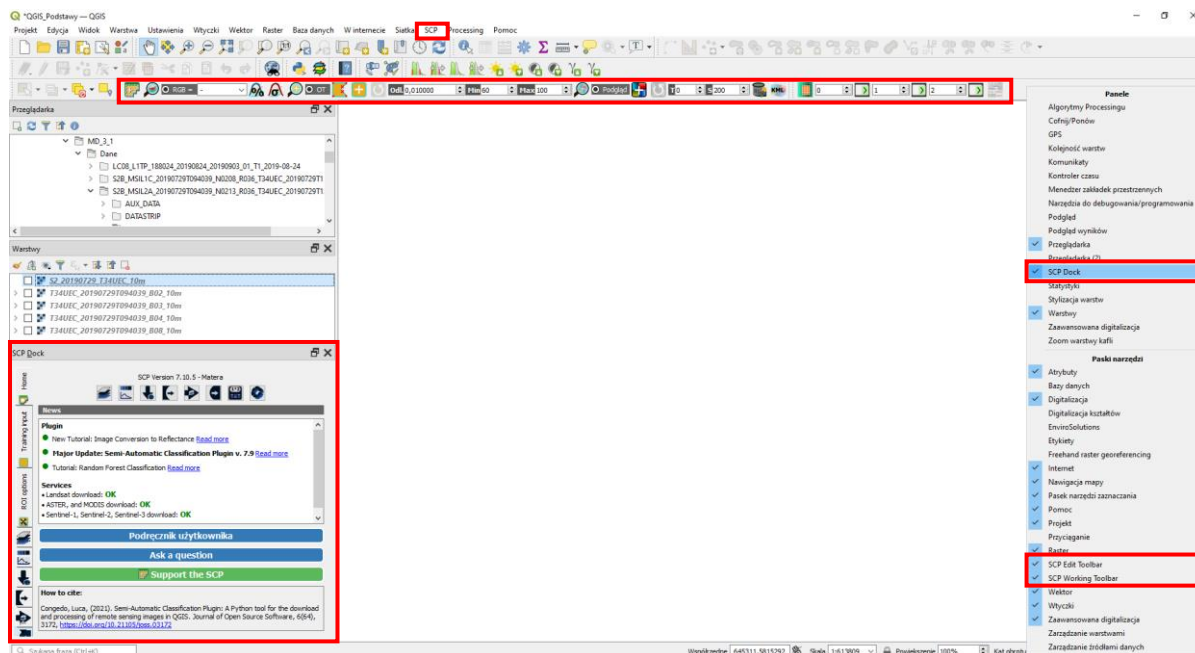
W przypadku nie przypisania wartości braku danych do kanałów, do pikseli „tła” mozaiki (obszaru rastra poza granicami obszaru zainteresowania) zostanie przypisana wartość „0” w każdym z kanałów rastra. Wówczas tło mozaiki będzie wyświetlane czarnym kolorem. Czarne tło rastra w programie QGIS można wyłączyć z wyświetlania ustawiając wartości RGB tła (0, 0, 0) w sposobie wyświetlania rastra na 100% przezroczyste (PPM > Właściwości > Przezroczystość: Dodaj wartości ręcznie).

Wynikowa mozaika przycięta do granicy obszaru zainteresowania w barwach naturalnych oraz fałszywych CIR (z użyciem kanału podczerwieni):




5. Pobieranie i korekcja atmosferyczna zobrażeń satelitarnych za pomocą wtyczki Semi-Automatic Classification

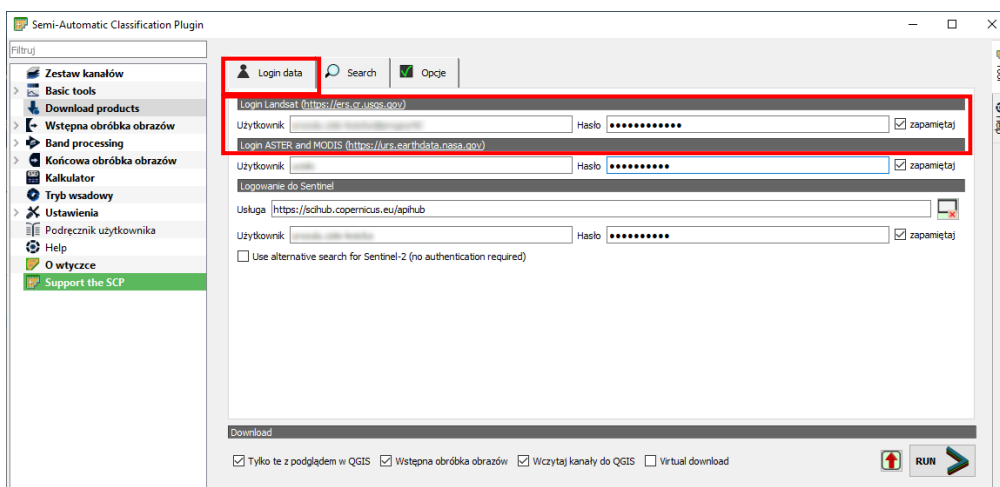
Po instalacji wtyczki w panelu głównym pojawi się ikona wtyczki , a w panelu bocznym pod panelem **Warstwy** lub na miejscu **Warstwy** powinien pojawić się zestaw narzędzi **SCP Dock** oraz dodatkowe menu **SCP**. Jeżeli zestaw narzędzi lub panel SCP nie jest widoczny, można go włączyć klikając PPM w pasek narzędzi i wybierając z menu kontekstowego **Panele > SCP Dock** i/lub **Paski narzędzi > SCP Edit Toolbar** i **SCP Working Toolbar**



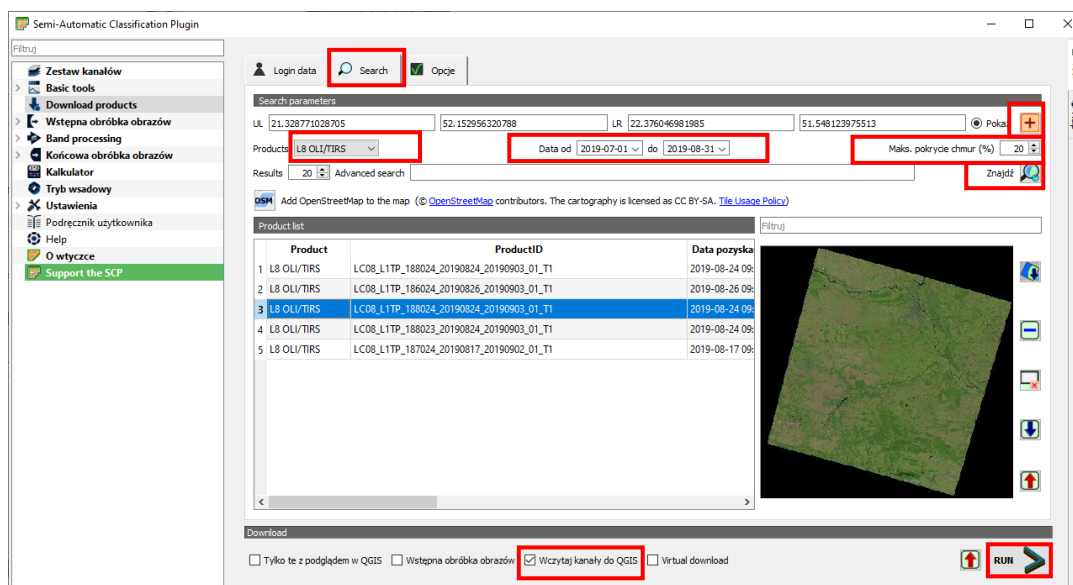
5.1. Pobranie danych satelitarnych Landsat 8.

Aby móc pobierać dane Landsat 8 za pomocą wtyczki **SCP Plugin** należy wcześniej założyć konto na serwisie **USGS / EROS** (<https://ers.cr.usgs.gov>). W analogiczny sposób można za pomocą wtyczki **SCP Plugin** pobierać dane Sentinel korzystając z konta na serwisie **Copernicus Open Access Hub** lub dane z satelitów **ASTER** i **MODIS** zakładając konto na serwisie **NASA EARTHDATA** (<https://urs.earthdata.nasa.gov>).

Uruchom narzędzie do pobierania danych satelitarnych **Download products** za pomocą menu **SCP > Download products** lub klikając w ikonę  w zakładce **SCP Dock**. W oknie wtyczki **Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)** w zakładce **Login data** uzupełnij swoje dane logowania do serwisu **Login Landsat**.



W zakładce **Search** za pomocą narzędzia **Wybierz obszar na mapie** zaznacz prostokątem obszar zainteresowania AOI (wskazując najpierw prawy dolny narożnik, następnie lewy górny) lub wpisz współrzędne geograficzne obszaru zainteresowania AOI. Wybierz satelitę **L8 OLI/TIRS** (Landsat 8) z listy **Products**. Zawęż czas pozyskania zobrazenia **Data od: 01.07.2019 do: 31.08.2019**, **Maks. Pokrycie chmur %: 20** i kliknij **Znajdź**.



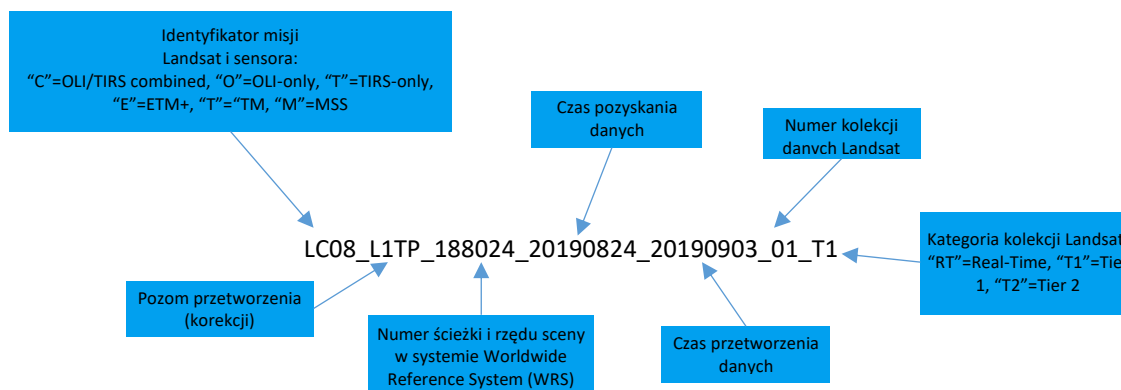
Do pobrania wybierz jedną ze scen Landsat 8 z daty 24.08.2019 i usuń z wyników wyszukiwania pozostałe sceny (✖). W celu pobrania zaznacz opcje **Wczytaj kanały do QGIS** oraz kliknij **Run** i wskaż folder wynikowy: **MD_3_1\Wyniki\L8**.

Na etapie pobierania danych zalecane jest również zaznaczenie opcji **Wstępna obróbka danych** co spowoduje, że pobrane dane zostaną automatycznie skorygowane o wpływ atmosfery i ich wartości radiometryczne zostaną przeliczone do współczynnika odbicia.

W zakładce **Opcje** można natomiast zaznaczyć, które kanały mają być pobierane dla określonych zobrażeń (domyślnie pobierane są wszystkie dane).

W folderze z pobranym zobrazowaniem Landsat 8 znajdują się pliki TIFF z poszczególnymi kanałami spektralnymi obrazu satelitarnego oraz plik tekstowy MTL z metadanymi pobranej sceny Landsat 8.

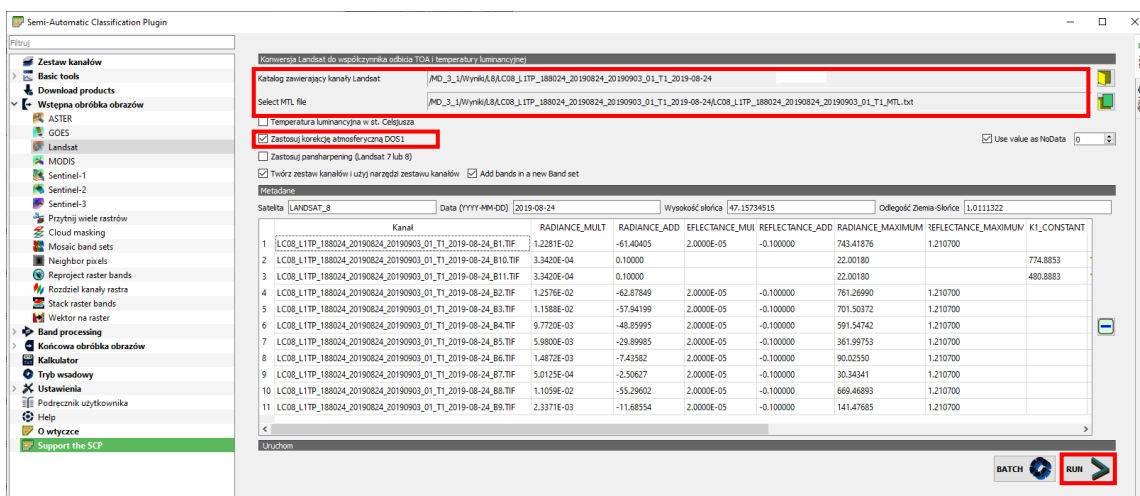
Poniżej przedstawiono schemat nazewnictwa pliku z obrazem satelitarnym Landsat 8.



5.2. Wstępne przetwarzanie danych satelitarnych Landsat 8.

W przypadku gdy zobrazowanie satelitarne zostało pobrane przez wtyczkę SCP bez zaznaczonej **Wstępnej obróbki obrazów** lub gdy obraz satelitarny został pobrany na poziomie 1 przetworzenia w inny sposób (np. Creodias Finder, EarthExplorer, Copernicus Open Access Hub) należy wykonać korekcję atmosferyczną takiego obrazu.

W celu usunięcia wpływu atmosfery i przeliczenia wartości radiometrycznych do współczynnika odbicia Landsat 8 wybierz zakładkę **Wstępna Obróbka danych** w oknie wtyczki SCP lub przez menu **SCP > Wstępna obróbka obrazów > Landsat** i wybierz folder gdzie znajdują się wszystkie kanały obrazu Landsat oraz wskaż plik **...MTL.txt** zawierający niezbędne parametry korekcji dla wybranej sceny – **Select MTL file**. Wybierz opcje **Zastosuj korekcję atmosferyczną DOS1**, resztę ustawień pozostaw bez zmian. Uruchom wstępną obróbkę obrazów przyciskiem **Run** i wskaż folder zapisu dla skorygowanych obrazów: **MD_3_1\Wyniki\L8_cor**.



Pobieranie i korekcję danych satelitarnych za pomocą wtyczki SCP wykonaj również dla dowolnego zobrazowania Sentinel-2.