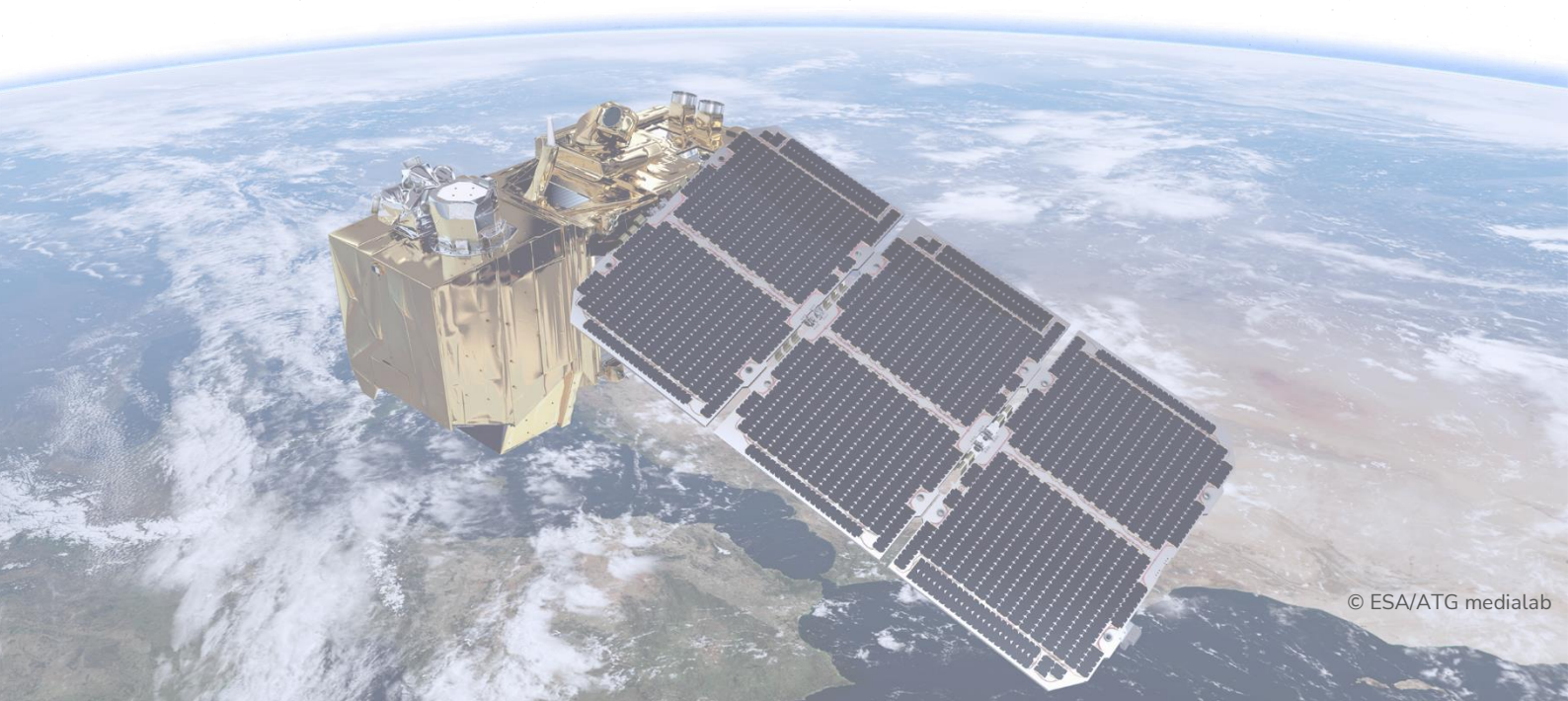


Dane satelitarne dla administracji publicznej

Scenariusz warsztatowy 2

WIELOCZASOWA ANALIZA ZMIAN KORYTA RZEKI NA PODSTAWIE OBRAZÓW OPTYCZNYCH I RADAROWYCH



© ESA/ATG medialab

Spis treści

Spis treści.....	2
Opis zadania.....	3
Cel zadania	3
Wykaz danych przestrzennych GIS	3
Wykaz stron internetowych.....	3
Wykaz zastosowanego oprogramowania.....	3
Opis ćwiczenia	4
1. Wyznaczenie wskaźnika NDWI.....	4
2. Wyznaczenie koryta rzeki na podstawie wartości granicznej NDWI.....	7
3. Analiza zmian koryta cieku.....	8
4. Analiza zmian koryta cieku na podstawie danych z satelity Sentinel-2.....	10
5. Analiza zmian koryta cieku na podstawie danych z satelity Sentinel-1.....	11

Opis zadania

Celem niniejszych warsztatów jest analiza zmian koryta rzeki na podstawie obrazów optycznych. Podczas warsztatów będzie wykorzystane oprogramowanie QGIS (wersja Long term release 3.16 lub nowsza – w zależności od wykorzystanej wersji niektóre funkcje oraz zrzuty ekranów mogą się nieznacznie różnić) oraz ogólnodostępne dane z satelitów misji Landsat.

Cel zadania

- Analiza zmian koryta rzeki na podstawie obrazów optycznych

Wykaz danych przestrzennych GIS

Dane przestrzenne potrzebne do wykonania ćwiczenia znajdują się w folderze [MD_3_2\Dane](#).

- Wykorzystano dane zarejestrowane przez satelity Landsat 5, 7 i 8. W ćwiczeniu zastosowano dane pozyskane w interwałach 15 letnich w trzech terminach:
15.05.1985 (Landsat 5): [Bug_1985_subset.tif](#)
30.04.2000 (Landsat 7): [Bug_2000_subset.tif](#)
16.04.2015 (Landsat 8): [Bug_2015_subset.tif](#)

Dane zostały pobrane ze strony <https://earthexplorer.usgs.gov/> dla ścieżki (path) 187 i szeregu (row) 23 obejmujące swoim zasięgiem część doliny rzeki Bug.

- Wykorzystano dane z satelitów Sentinel-2 (kanal zielony i bliska podczerwień) przedstawiające fragment koryta rzeki Amu-daria:
20.03.2019: -[subset_Amudaria_2019_03_20_GREEN.tif](#),
- [subset_Amudaria_2019_03_20_NIR.tif](#)
25.11.2019: - [subset_Amudaria_2019_11_25_GREEN.tif](#),
- [subset_Amudaria_2019_11_25_NIR.tif](#)
- Wykorzystano dane z satelitów Sentinel-1 przedstawiające fragment koryta rzeki Amu-daria:
25.03.2019: [sentinel1_sigmaVV_20190325.tif](#)
21.11.2019: [sentinel1_sigmaVV_20191121.tif](#)

Dane przygotowane do warsztatów zostały już wstępnie przetworzone. Dookoła rzeki Bug (pozyskanej z MPHP10 - Mapa Podziału Hydrograficznego Polski) wyznaczono bufor o szerokości 1 km. Na podstawie tak przygotowanej warstwy ograniczono obszar analiz tylko do tej strefy.

Dane z satelity Sentinel-2 również zostały przycięte do obszaru koryta rzeki.

Wykaz stron internetowych

- Pobieranie zobrażeń satelitarnych Sentinel-1 i Sentinel-2:
<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
- Pobieranie zobrażeń satelitarnych Landsat: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Informacje (m.in. rozdzielczość przestrzenna i spektralna) na temat satelitów Landsat:
<https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat>

Wykaz zastosowanego oprogramowania

- QGIS 3.16

Opis ćwiczenia

1. Wyznaczenie wskaźnika NDWI

Zasięg koryta ciekła dla trzech zdjęć zostanie wyznaczony na podstawie wskaźnika NDWI (Normalized Difference Water Index), wskaźnik ten obliczany jest ze wzoru:

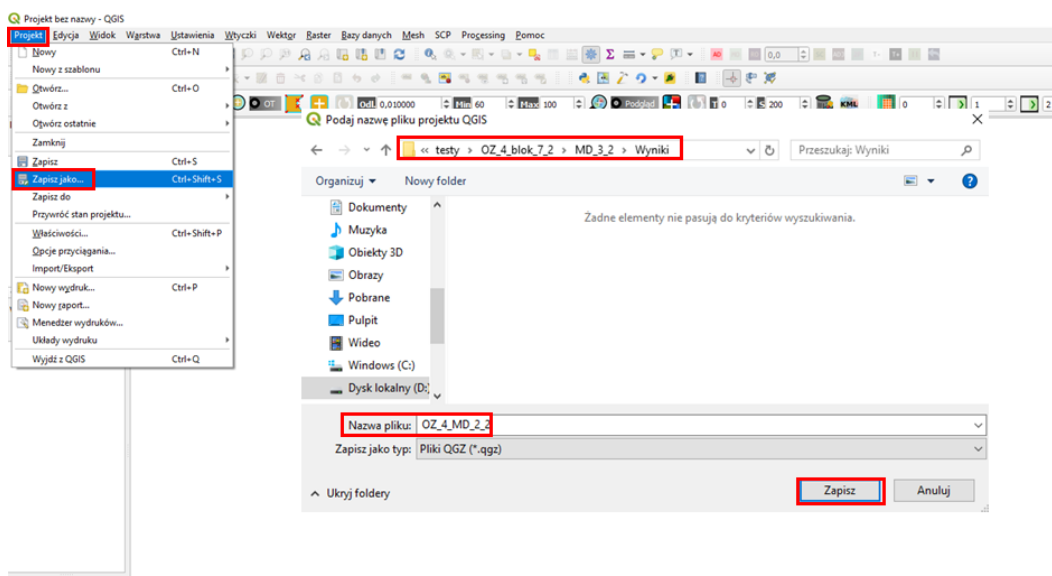
$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

gdzie:

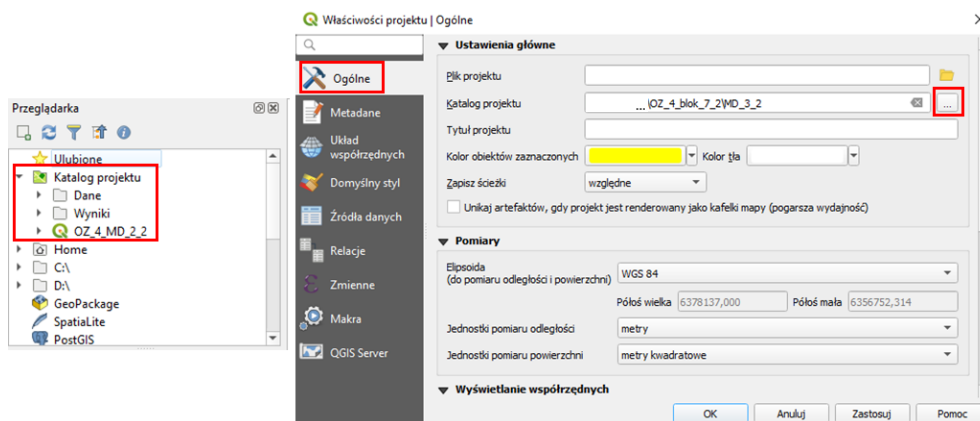
Green – refleksyjność w kanale zielonym,

NIR – refleksyjność w kanale bliskiej podczerwieni.

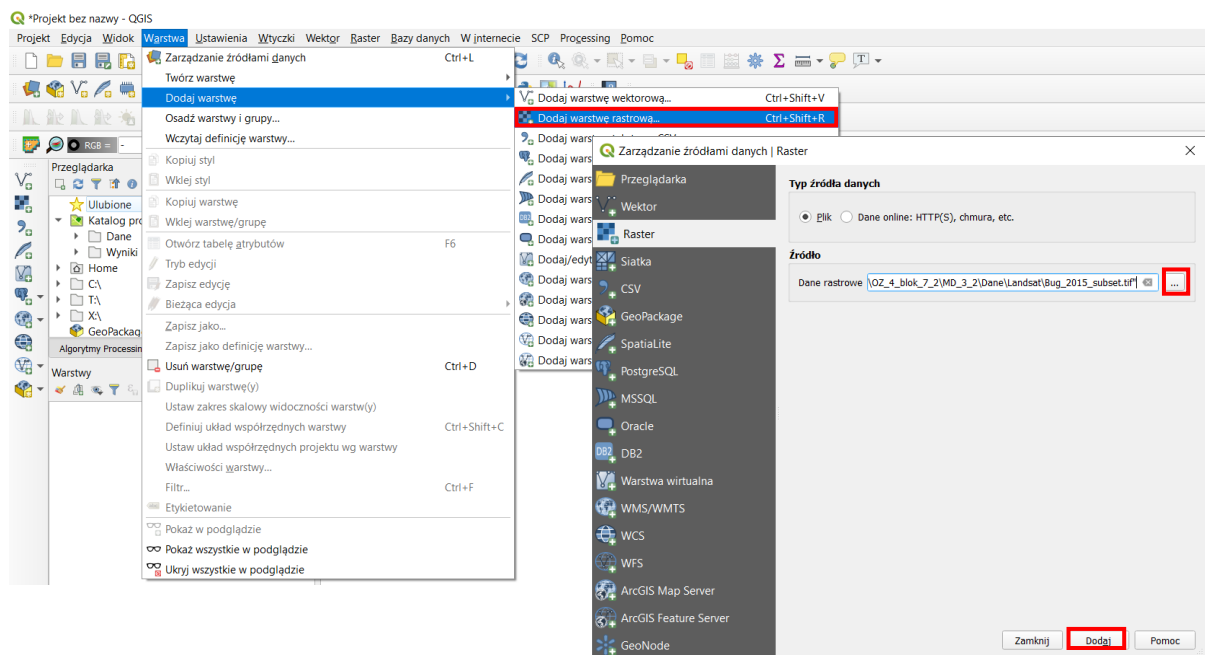
Otwórz program QGIS i zapisz nowy projekt w katalogu roboczym (najlepiej jak będzie to katalog ze wszystkimi danymi wejściowymi i późniejszymi przetworzeniami) z paska menu wybierz: **Projekt > Zapisz jako...** w oknie wybierz swój folder i nadaj projektowi nazwę, zapisany plik będzie miał rozszerzenie **qgz** (w czasie pracy w programem QGIS pamiętaj, aby nie nazywać folderów i plików używając polskich diakrytycznych znaków i spacji).



Wejść we właściwości projektu **Projekt > Właściwości** wybierz zakładkę **Ogólne** i ustaw folder z danymi i projektem jako katalog domowy projektu (**Katalog projektu**). Jeżeli wszystko zostało ustawione poprawnie w panelu **Przeglądarka** po rozwinięciu zakładki **Katalog projektu** uzyskasz dostęp do danych w folderze roboczym.



Wczytaj dane Landsat (*Bug_1985_subset.tif*, *Bug_2000_subset.tif*, *Bug_2015_subset.tif*) z katalogu *MD_3_2\Dane\Landsat* do projektu za pomocą narzędzia **Dodaj warstwę rastrową** (menu **Warstwa > Dodaj warstwę > Dodaj warstwę rastrową**)

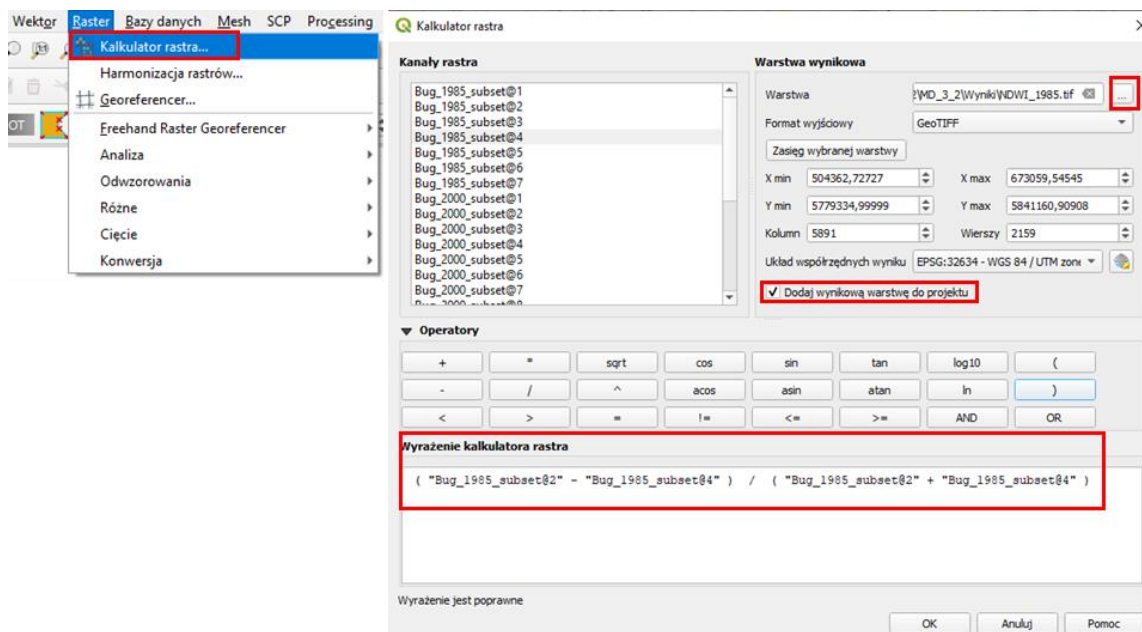


Po zapoznaniu się z obszarem badawczym możesz przejść do obliczeń. Z głównego menu wybierz **Raster > Kalkulator rastra** otworzy się okno, w którym możesz wykonywać obliczenia na warstwach rastrowych.

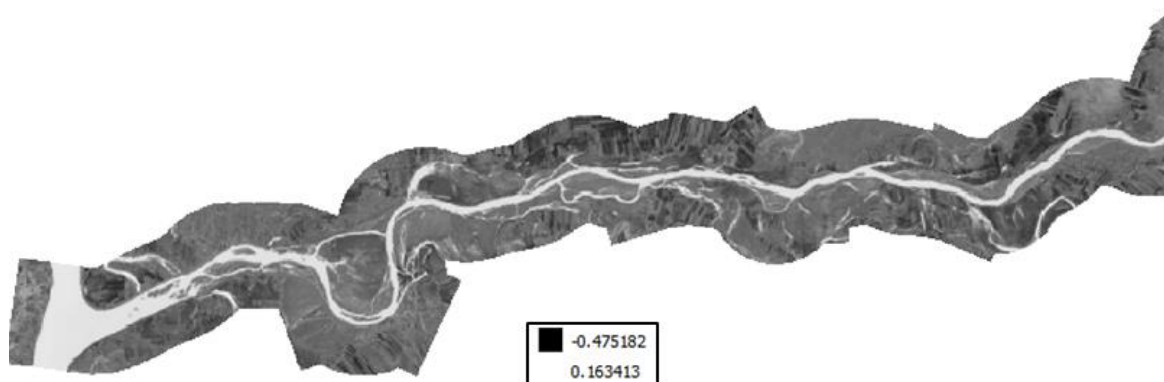
W polu **Kanały rastra** widzisz wszystkie dostępne zdjęcia i ich kanały w następującym formacie: **nazwa_obrazu@numer_kanału**. Aby wykonać obliczenia musisz napisać (lub stworzyć) równanie w polu **Wyrażenie kalkulatora rastra**. W celu uniknięcia błędów podczas wpisywania nazw obrazów kliknij dwukrotnie na nazwę kanału, żeby przeniósł się do pola **Wyrażenie kalkulatora rastra**. Napisz równanie na NDWI i w polu **Warstwa** wskaż swój katalog i nadaj nazwę wynikowi obliczeń (np. *NDWI_1985.tif*). Upewnij się, że kwadracik przy **Dodaj wynikową warstwę do projektu** jest aktywny i kliknij **OK**.

Dla różnych satelitów Landsat numeracja kanałów jest nieco inna. Dlatego na potrzeby tego ćwiczenia wybierz:


- dla Landsat 5 i Landsat 7 (1985 i 2000) kanały: 2 i 4
- dla Landsat 8 (2015) kanały: 3 i 5



Wynikiem jest mapę w skali szarości jak na rysunku poniżej. Jeżeli chcesz zmienić kolory, aby obraz był dla Ciebie czytelniejszy w panelu **Właściwości warstwy** wybierz rodzaj mapy **Jednokanałowy pseudokolor** i dostosuj kolory.



Wykonaj obliczenia wskaźnika NDWI dla każdego roku.

Przeanalizuj otrzymane wyniki używając narzędzia **Informacje o obiekcie** . Narzędzie to pozwala na odczytanie wartości we wskazanej komórce rastra. Zmieniając tryb działania z rozwijanym menu na **od góry w dół** - **wszystkie** możesz odczytać wartości dla wszystkich aktywnych warstw na raz. Sprawdź jakie wartości współczynnik przyjmuje dla wody, a jakie dla innych obszarów.

Wynik identyfikacji

Obiekt	Wartość
NDWI_2000	0
NDWI_2000	
Kanał 1	0.172952
(pochodne)	
NDWI_2015	1
NDWI_2015	
Kanał 1	0.667836
(pochodne)	
NDWI_1985	2
NDWI_1985	
Kanał 1	0.46125
(pochodne)	

Tryb: od góry w dół - wszystkie

Widok: Drzewo Pomoc

2. Wyznaczenie koryta rzeki na podstawie wartości granicznej NDWI

Koryto cieku zostanie wyznaczone na podstawie progowej wartości NDWI. Według literatury dla wody wartość wskaźnika NDWI powinna wynosić powyżej 0. Analizując wyniki rezultat powinien być podobny.

Narzędzie **Kalkulator Rastra**, oprócz obliczeń na warstwach rastrowych, pozwala na tworzenie map binarnych na podstawie warunków logicznych. Piksele mapy wynikowej spełniające warunek przyjmują wartości 1, a pozostałe piksele 0. Wpisz w polu **Wyrażenie kalkulatora rastra**: "NDWI_1985@1">0.

Kalkulator rastra

Kanały rastra

- NDWI_1985@1
- NDWI_2000@1
- NDWI_2015_315@1

Warstwa wynikowa

Warstwa: 2\Wyniki\koryto_1985_0.tif

Format wyjściowy: GeoTIFF

Zasięg wybranej warstwy

X min: 504345,00000 X max: 673065,00000

Y min: 5779335,00000 Y max: 5841165,00000

Kolumn: 5624 Wierszy: 2061

Układ współrzędnych wyniku: EPSG:32634 - WGS 84 / UTM

Dodaj wynikową warstwę do projektu

Operatory

+ * sqrt cos sin tan log10 (

- / ^ acos asin atan ln)

< > = != <= >= AND OR

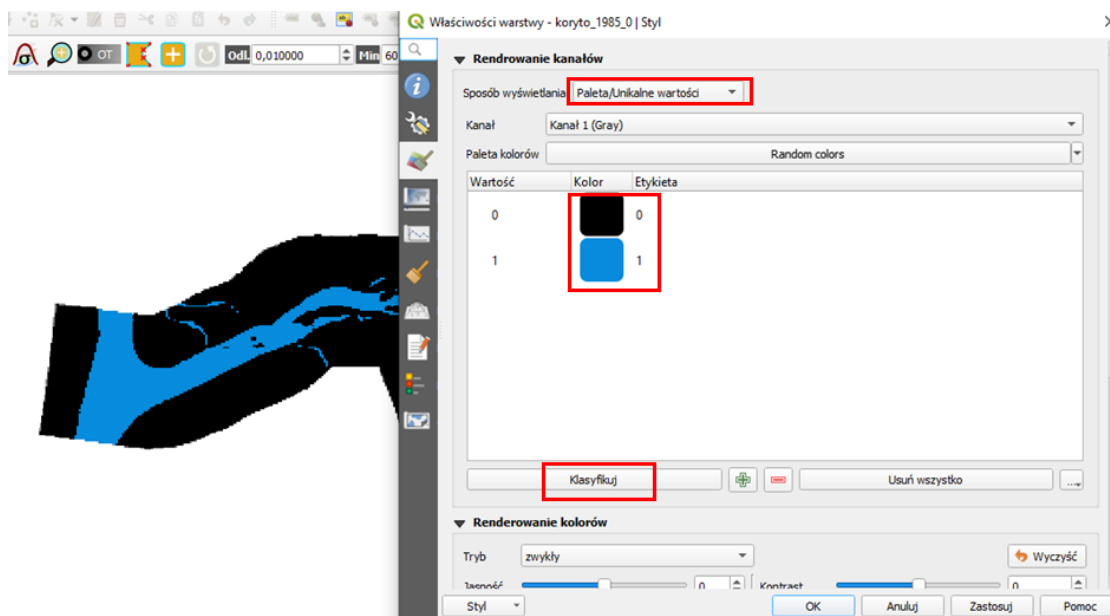
Wyrażenie kalkulatora rastra

"NDWI_1985@1" > 0

Wyrażenie jest poprawne

OK Anuluj Pomoc

W wyniku otrzymasz czarnobiałą mapę, gdzie kolorem białym zaznaczone jest koryto rzeki (wartości NDWI > 0), a czarnym wszystko inne. Jeżeli chcesz zmienić sposób wyświetlania wyniku w panelu **Właściwości warstwy > Styl** wybierz typ legendy **Paleta/unikalne wartości** i kliknij **Klasyfikuj** (przed sklasyfikowaniem wartości obraz zniknie z obszaru roboczego). Następnie możesz ustawić dowolne kolory dla koryta i pozostałych obszarów.



Przeanalizuj otrzymane wyniki, jeżeli uważasz, że wynik mógłby być dokładniejszy przetestuj inne wartości progowe wskaźnika NDWI. Następnie powtórz obliczenia dla pozostałych terminów (dla różnych terminów możesz zastosować inne wartości progowe, ale nie powinny one się od siebie znacząco różnić).

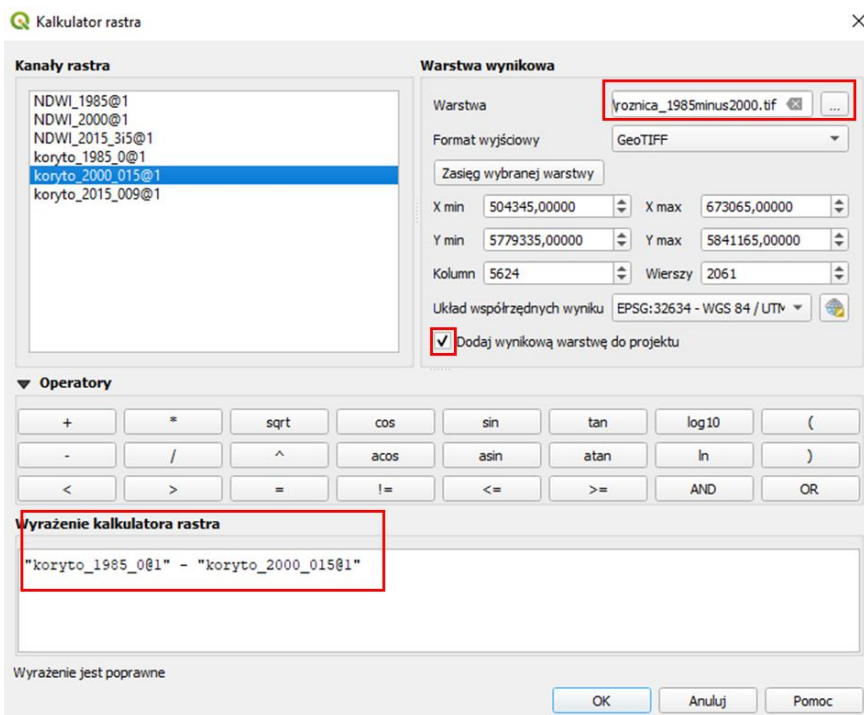
3. Analiza zmian koryta cieku.

Analiza zmian koryta cieku obejmować będzie wyznaczenie lokalizacji tych zmian w przestrzeni w postaci mapy zmian koryta oraz obliczenie powierzchni zmian koryta cieku.

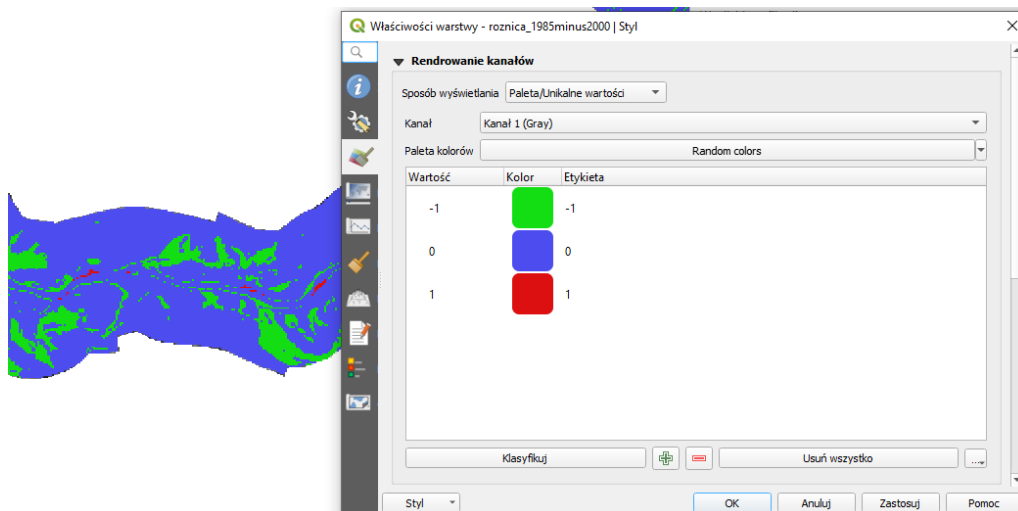
Do wyznaczenia mapy zmian koryta wykorzystamy funkcję **Kalkulator rastra**. Odejmując warstwę rastrową z jednego terminu od warstwy rastrowej z drugiego terminu zarejestrowanych na zobrazowaniach satelitarnych. W wyniku otrzymamy mapę z 3 wartościami:

- 0 – brak zmiany (0 – 0 lub 1 – 1);
- +1 – koryto uległo zmniejszeniu;
- -1 – koryto uległo zwiększeniu.

Ponownie otwórz **Raster > Kalkulator rastra** i w polu **Wyrażenie kalkulatora rastra** odejmij warstwę z korytem wyznaczonym dla 2000 roku od warstwy z korytem dla 1985 roku.

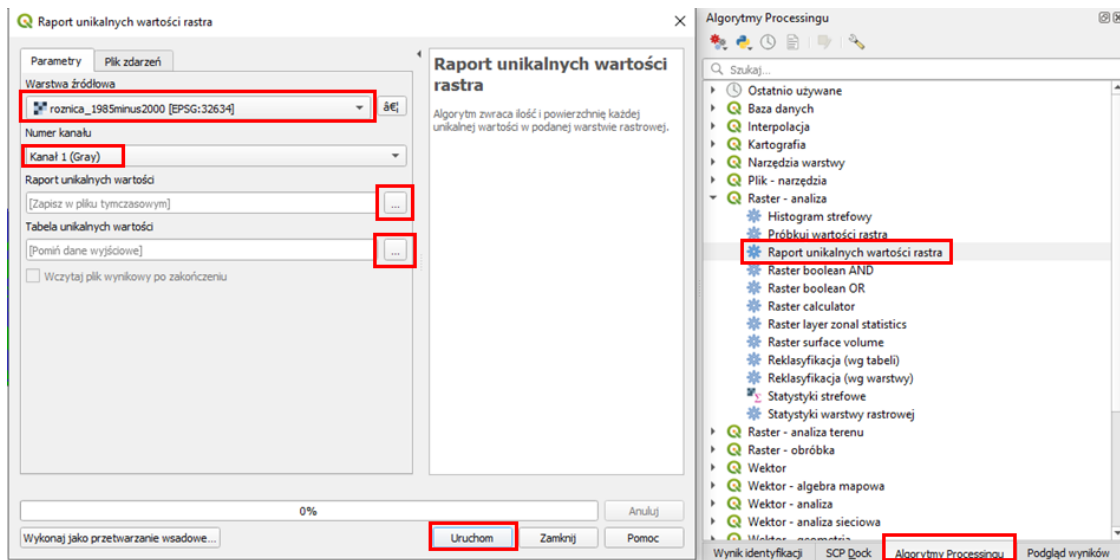


Wynik domyślnie wyświetli się w skali szarości, aby był bardziej czytelny przejdź do panelu stylu i ustaw **Paleta/unikalne wartości**, kliknij **Klasyfikuj** . Powinieneś otrzymać wynik podobny do przedstawionego poniżej.

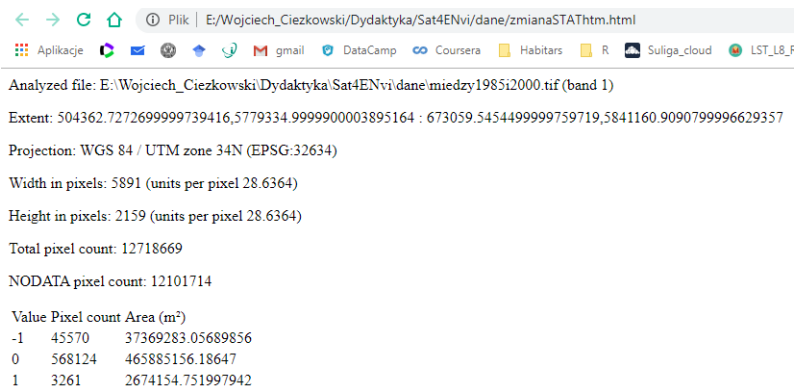


W ten sposób otrzymaliśmy mapę zmian koryta cieku w latach 1985 - 2000. Wykonując analogiczne kroki możesz wykonać mapę zmian koryta cieku w latach 2000 - 2015 lub w okresie 1985 - 2015.

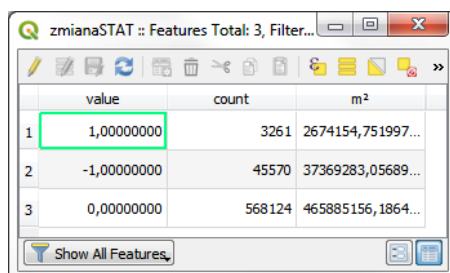
Ostatnim krokiem w ćwiczeniu będzie obliczenie powierzchni zmian koryta. W panelu **Algorytmy Processingu** znajdź narzędzie **Raport unikalnych wartości rastra** . Jako **Warstwa źródłowa** wybierz warstwę będącą wynikiem odejmowania dwóch terminów, **Numer kanału** wybierz Kanał 1 (Gray), wskaż, gdzie zapisać raport w postaci pliku *.html i pliku *.shp. Kliknij **Uruchom**.



Przykładowy wynik w postaci raportu html:



Przykładowy wynik w postaci tabeli z pliku shp:



	value	count	m ²
1	1,00000000	3261	2674154,751997...
2	-1,00000000	45570	37369283,05689...
3	0,00000000	568124	465885156,1864...

4. Analiza zmian koryta cieku na podstawie danych z satelity Sentinel-2

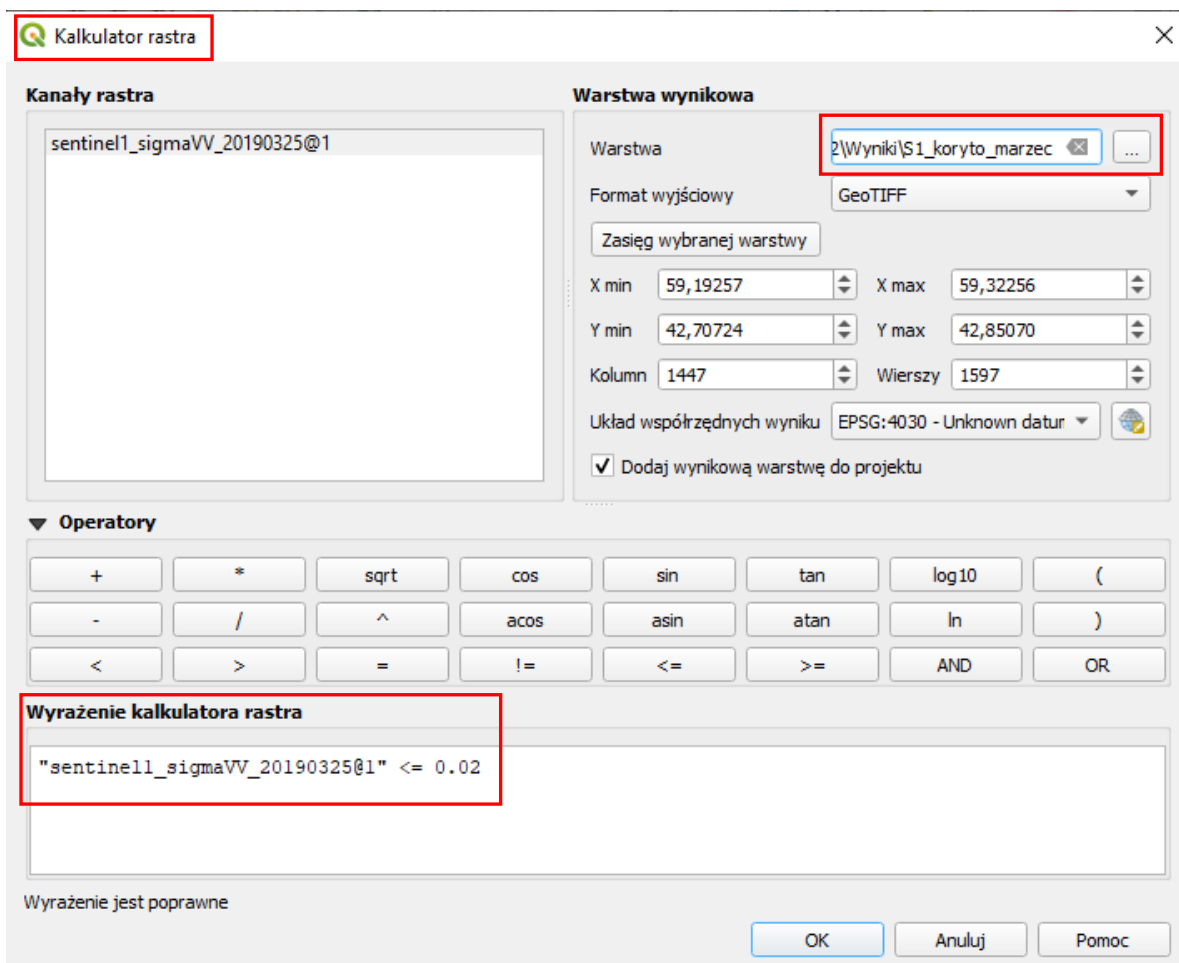
Z katalogu *MD_3_2\Dane\Sentinel-2* wczytaj do programu QGIS pliki:

- *subset_Amudaria_2019_03_20_GREEN.tif*
- *subset_Amudaria_2019_03_20_NIR.tif*
- *subset_Amudaria_2019_11_25_GREEN.tif*
- *subset_Amudaria_2019_11_25_NIR.tif*

Są to dane z satelity Sentinel-2 dla fragmentu koryta rzeki Amu-Daria. W analogiczny sposób jak w przypadku danych z satelitów Landsat wykonaj analizę zmian koryta ciek.

5. Analiza zmian koryta ciek na podstawie danych z satelity Sentinel-1

Otwórz obraz *sentinel1_sigmaVV_20190325.tif* (katalog: *MD_3_2\Dane\Sentinel-1*). Następnie otwórz **Kalkulator rastra** i w polu **Wyrażenie kalkulatora rastra** wpisz wyrażenie tak, aby przypisać komórkom rastra poniżej ustalonej wartości progowej (około 0.02, przetestuj inne wartości tak aby otrzymać zadowalający wynik) miały wartość 1. Pamiętaj o wskazaniu folderu zapisu i nadaniu wynikowemu plikowi nazwy w polu **Warstwa**.



Kalkulator rastra

Kanały rastra
sentinel1_sigmaVV_20190325@1

Warstwa wynikowa
Warstwa: Z:\Wyniki\S1_koryto_marzec
Format wyjściowy: GeoTIFF
Zasięg wybranej warstwy
X min: 59,19257 X max: 59,32256
Y min: 42,70724 Y max: 42,85070
Kolumn: 1447 Wierszy: 1597
Układ współrzędnych wyniku: EPSG:4030 - Unknown datum
 Dodaj wynikową warstwę do projektu

Operatory

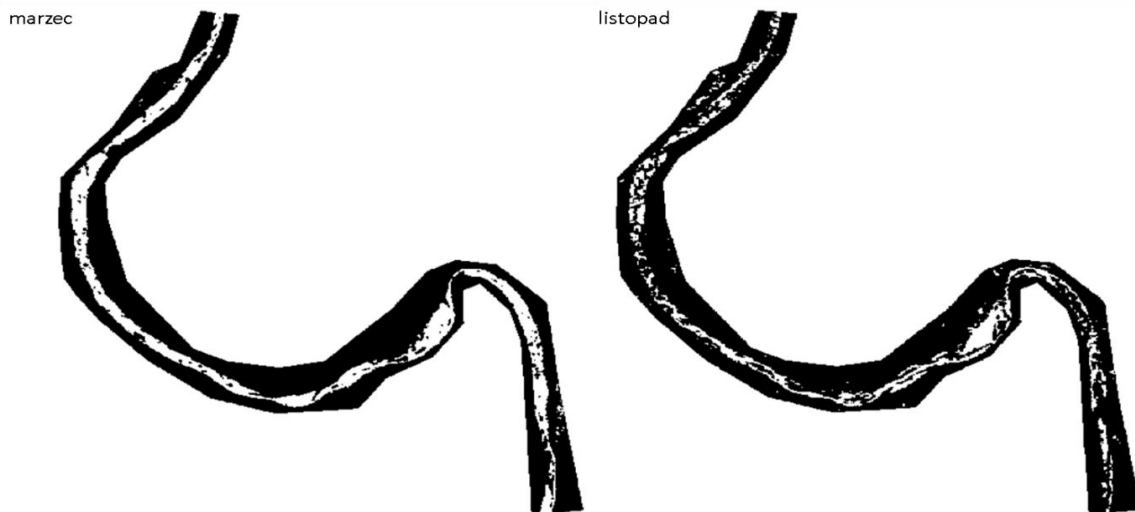
+, *, sqrt, cos, sin, tan, log10, (, -, /, ^, acos, asin, atan, ln,), <, >, =, !=, <=, >=, AND, OR

Wyrażenie kalkulatora rastra
"sentinel1_sigmaVV_20190325@1" <= 0.02

Wyrażenie jest poprawne

OK Anuluj Pomoc

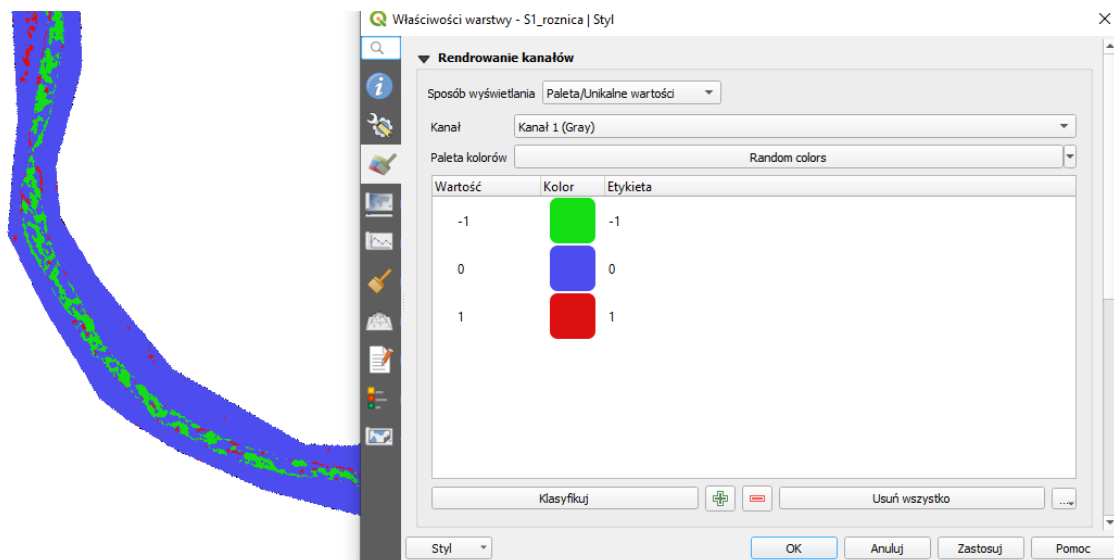
Wczytaj obraz z drugiego terminu (plik: *MD_3_2\Dane\Sentinel-1\sentinel1_sigmaVV_20191121.tif*) i wykonaj te same kroki. W wyniku, jak poprzednio, otrzymasz dwie mapy, gdzie koryto rzeki jest zaznaczone kolorem białym (wartości równe 1), a reszta obszaru kolorem czarnym (wartości równe 0). Wynik powinien być podobny do przedstawionego na poniższym zrzucie ekranu.



Ponownie otwórz **Raster Calculator** i odejmij warstwę przedstawiającą koryto rzeki uzyskane w listopadzie od warstwy przedstawiającej koryto rzeki uzyskane w marcu. W wyniku uzyskasz mapę przedstawiającą zmiany w korycie cieku (podobną do przedstawionej na poniższym zrzucie ekranu). Jak poprzednio mapa przyjmuje trzy wartości:

- 0 – brak zmiany (0 – 0 lub 1 – 1);
- +1 – koryto uległo zmniejszeniu;
- -1 – koryto uległo zwiększeniu.

W analogiczny sposób jak poprzednio możesz zmienić estetykę mapy i policzyć powierzchnię zmian koryta cieku.



Przedstawione w zadaniu analizy pozwalają na śledzenie zmian zachodzących w korytach rzek. W zależności od wykorzystanych danych mogą one służyć do analizy zmian wieloletnich (np. dane z satelitów Landsat dostępne dla długiego okresu) lub sezonowych (np. dane z satelitów Sentinel, dostępne od 2015 roku). Wyniki analiz oprócz wizualizacji w formie mapy, pozwalają na obliczenie powierzchni zmian koryta. Przedstawione narzędzie może również służyć do wyznaczania zasięgu wezbrań.