

Opracowanie algorytmu detekcji wybranych klas obiektów na podstawie wielospektralnych zdjęć satelitarnych

1. Cel

Celem zadania było stworzenie algorytmu wykrywającego lasy liściaste na podstawie wielospektralnych zdjęć satelitarnych.

2. Wstęp teoretyczny

Obraz wielospektralny składa się z wielu obrazów składowych zarejestrowanych w różnych fragmentach spektrum elektromagnetycznego. Taki obraz można rozdzielić na poszczególne kanały spektralne, co umożliwia prowadzenie szczegółowych analiz środowiskowych.

Wskaźniki wegetacyjne są niezwykle cennym narzędziem umożliwiającym bezinwazyjne badanie roślinności. Są oparte na charakterystycznym dla roślin występowaniu kontrastu między odbiciem promieniowania widzialnego z zakresu bliskiej podczerwieni.

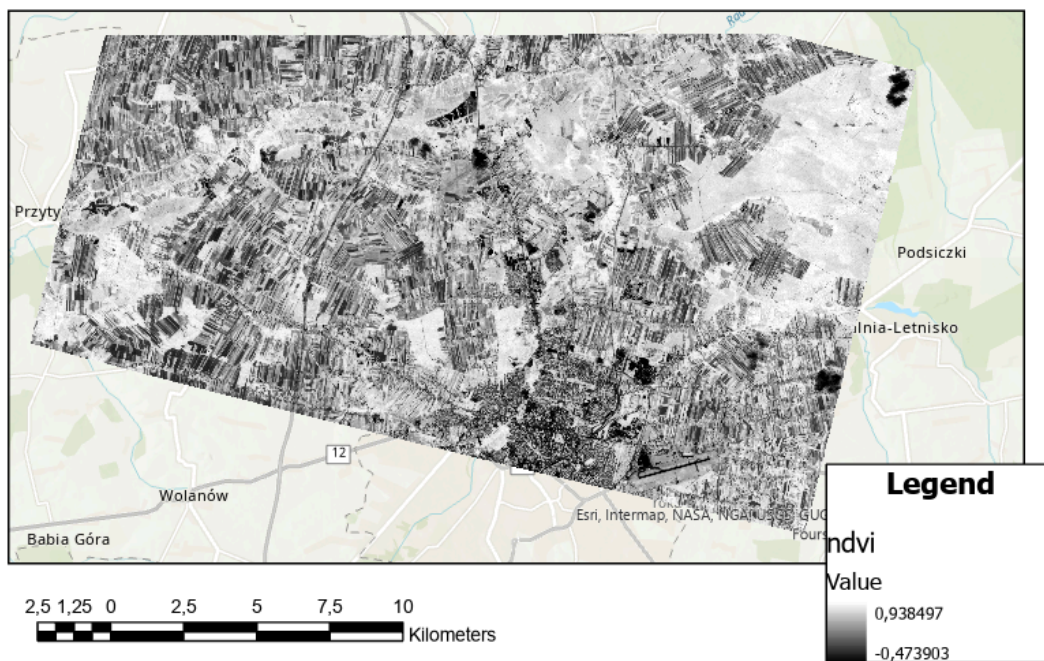
Najpopularniejszym indeksem wegetacyjnym jest wskaźnik **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index), który pozwala określić stan rozwojowy oraz kondycję roślinności. Do obliczenia tego wskaźnika wykorzystuje się wartości odbicia w zakresie czerwonym światła widzialnego oraz bliskiej podczerwieni oraz oblicza się na podstawie wzoru: $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$.

Innym wskaźnikiem roślinności jest **NDWI** (Normalized Difference Water Index), który służy do monitorowania zmian zawartości wody w liściach roślin oraz do monitorowania zmian związanych z zawartością wody w zbiornikach wodnych. NDWI wykorzystuje fale zielone i bliską podczerwień i wyraża się wzorem: $NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}$. W projekcie wykorzystywany jest również wskaźnik **CI-GREEN**, który służy do obliczania całkowitej zawartości chlorofilu w liściach. Wykorzystuje fale z zakresu zielonego i bliskiej podczerwieni. Jest obliczany na podstawie wzoru: $CI\ GREEN = \frac{NIR}{GREEN} - 1$.

3. Opis analizowanej klasy obiektów

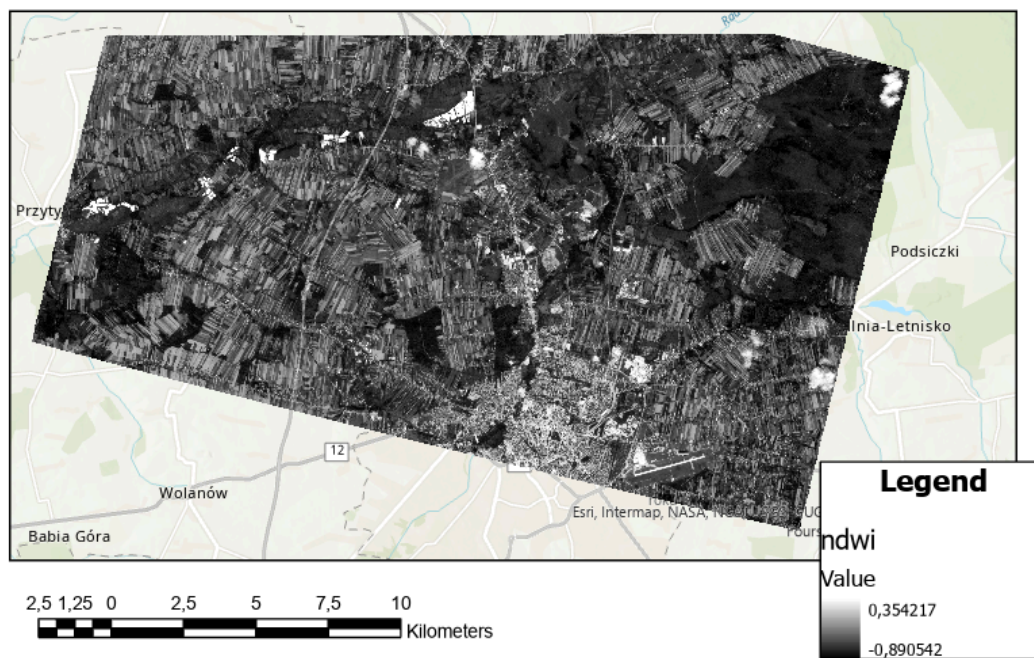
Stworzony w projekcie algorytm miał wykrywać lasy liściaste. Jest to klasa charakteryzująca się sezonowością wegetacji, co wpływa na ich odmienną widoczność na zdjęciach wielospektralnych w zależności od pory roku. Lasy liściaste cechują się wysokimi wartościami dla wskaźników roślinności. Zdrowe lasy liściaste osiągają bardzo wysokie wartości dla wskaźnika NDVI. Dodatkowo, lasy liściaste cechują się wysoką zawartością chlorofilu w liściach, co znajduje odzwierciedlenie we wskaźniku CI Green. Przyjmowanie skrajnych wartości umożliwia za pomocą wskaźnika odróżnienie lasów liściastych od innych typów roślinności. Również wysoka ilość wody i wskaźnik NDWI jest pomocny podczas odróżniania lasów liściastych od innych struktur, w tym lasów iglastych.

NDVI



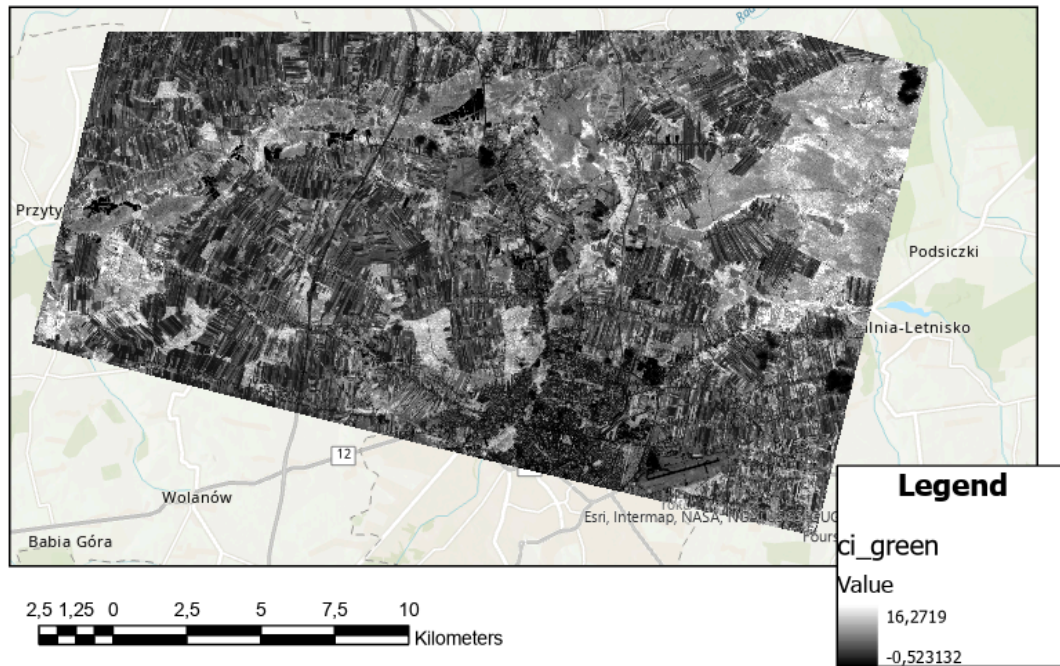
Zdj. 1 Wskaźnik NDVI

NDWI



Zdj. 2 Wskaźnik NDWI

CI GREEN



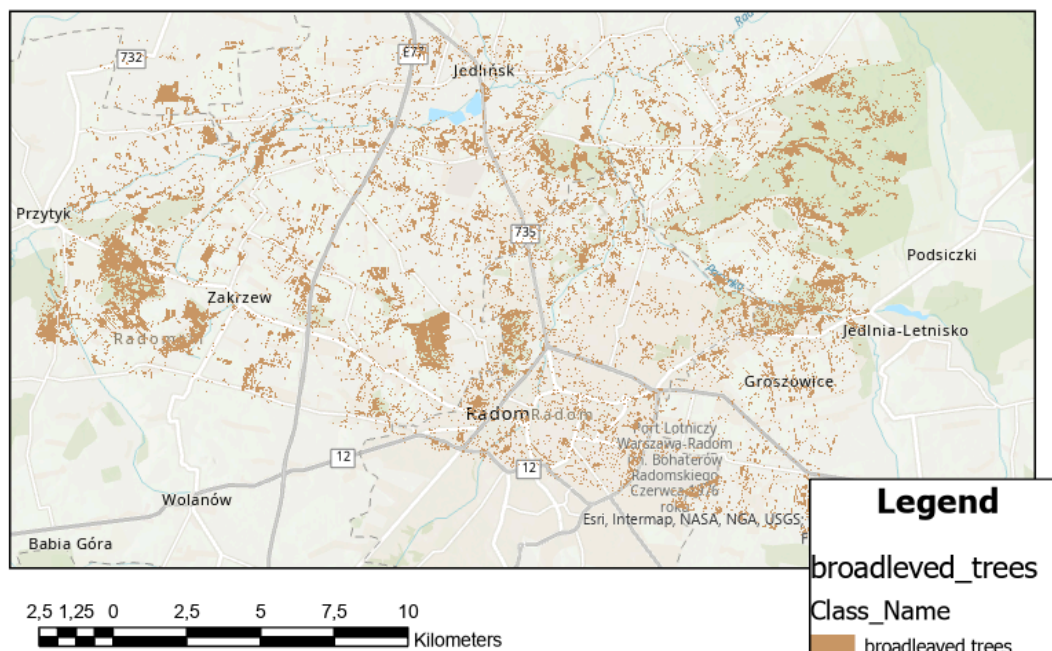
Zdj. 3 Wskaźnik CI GREEN

4. Realizacja zadania

Zadanie zostało zrealizowane w notebook ArcGis PRO. Pracę nad projektem rozpoczęto od przygotowania danych. Wykorzystano zdjęcie satelitarne w formacie tif, aby dalsze analizy były możliwe konieczne było wydobycie kanałów spektralnych ze zdjęcia. Na ich podstawie policzono wskaźniki spektralne: NDVI, CIGREEN i NDWI. Kolejnym krokiem było wyznaczenie statystyk dla każdego wskaźnika, aby móc w następnych etapach wybrać odpowiednie przedziały. Wartości przedziałów zostały wybrane na podstawie charakterystyki wskaźników. Dla CI Green oraz NDVI wybrano wartości od średnia + 1,5 * odchylenie do wartości maksymalnych. Lasy liściaste w tych wskaźnikach przyjmują wartości maksymalne, dlatego przyjęto takie przedziały. Dla NDWI od wartości minimalnej do wartości minimalnej powiększonej o 0.1. Użycie trzech wskaźników dało podobne, ale nie dokładnie takie same wyniki. Podobieństwo wyników potwierdziło wybranie prawidłowych przedziałów dla wskaźników. Z utworzonych warstw stworzono nową warstwę zawierającą wszystkie wskazane piksele rozpoznane jako obszary lasu liściastego. Należało wykluczyć wszystkie obszary, których powierzchnia jest mniejsza niż 0,1 ha, wynikało to z definicji lasu. Z tego powodu wybrane obszary zamieniono na poligony, a następnie połączone sąsiadujące obiekty. Ostatnim krokiem było stworzenie warstwy zawierającej jedynie obiekty o powierzchni większej niż 0,1ha. W celu sprawdzenia poprawności wyników warstwę wynikową porównano z High

Resolution Layer Forest Type¹. Pobrana warstwa zawiera informacje o lokalizacji terenów zadrzewionych przez lasy liściaste, iglaste i terenów niezalesionych.

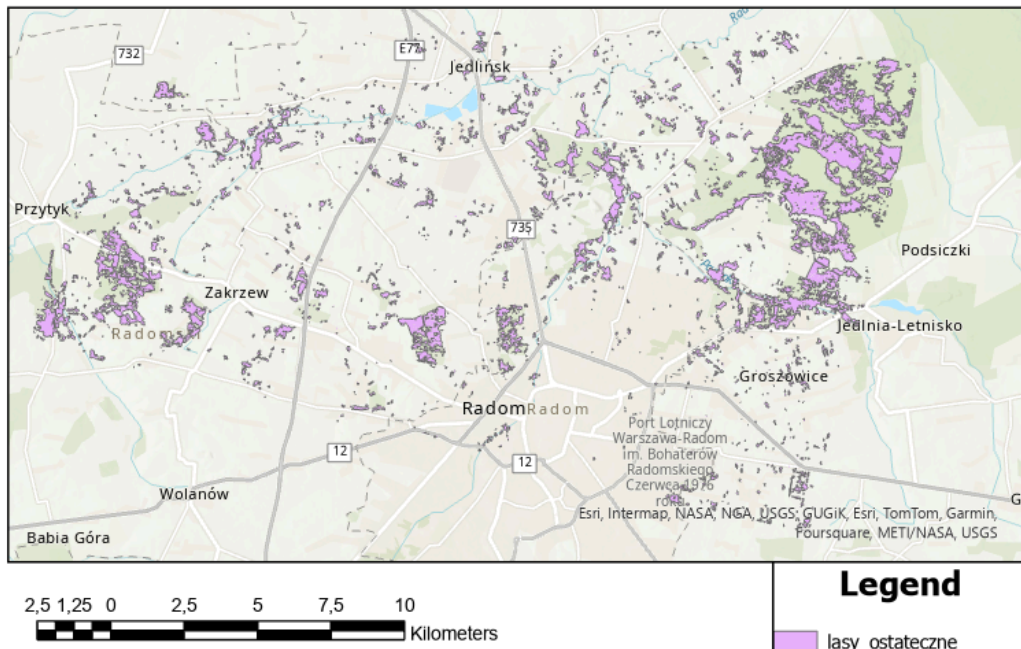
Lasy liściaste- dane referencyjne



Zdj. 4 Warstwa lasów liściastych pobrana ze strony Copernicus.eu

¹ <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-forest-type>

Lasy liściaste- wynik algorytmu



Zdj. 5 Wynik algorytmu wyszukiwania lasów liściastych

Porównanie wyniku algorytmu z danymi referencyjnymi

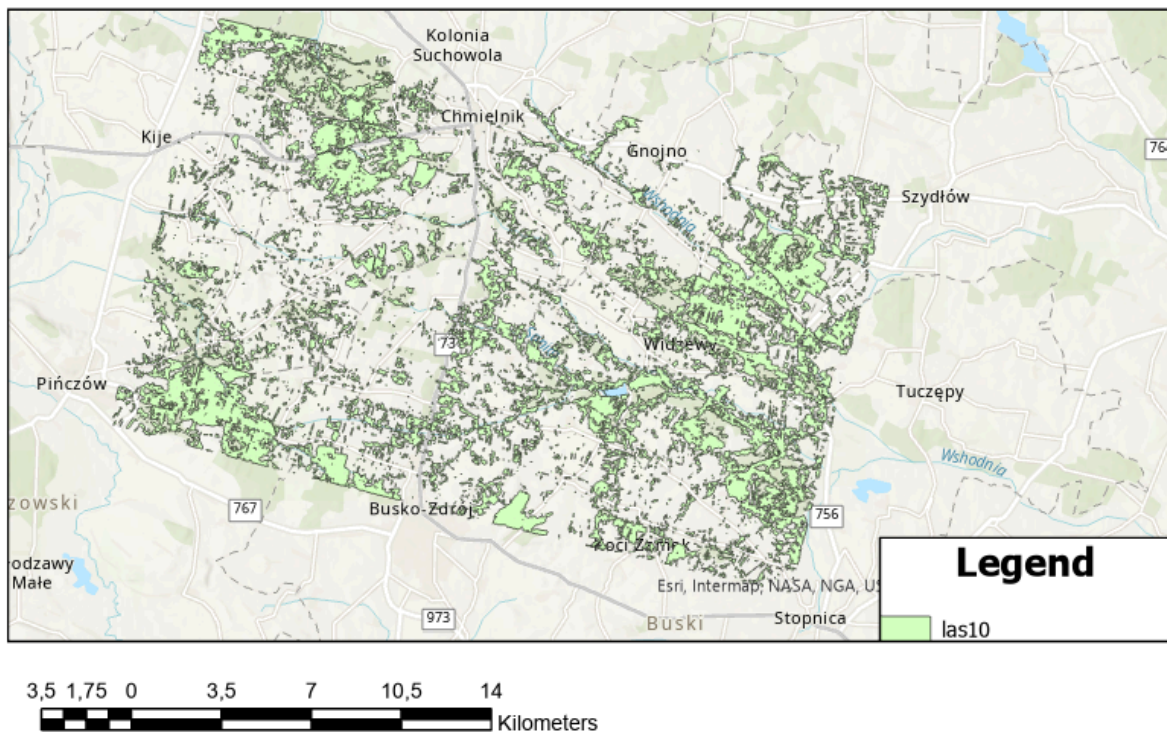
Dane referencyjne mają bardziej szczegółowy, rozproszony charakter, podczas gdy algorytm koncentruje się na bardziej zwartym wyznaczeniu lasów liściastych. Można zauważyć, że algorytm pominął część mniejszych fragmentów lasów liściastych, które są widoczne na mapie z danymi referencyjnymi. Zauważalne jest, że algorytm nie zidentyfikował części mniejszych fragmentów lasów liściastych, które zostały uwzględnione w danych referencyjnych. Jest to jednak działanie zamierzone, wynikające z przyjęcia minimalnego progu powierzchni lasu na poziomie 0,1 ha. Oznacza to, że drobne, rozproszone skupiska drzew zostały celowo pominięte, aby skupić się na większych jednostkach leśnych. Powierzchnia lasów liściastych w danych referencyjnych wynosi $52,15 \text{ km}^2$, a powierzchnia lasów będących wynikiem algorytmu wynosi $31,03 \text{ km}^2$. Oznacza to, że algorytm wykrył około 41 % mniej obszarów leśnych w porównaniu do danych wzorcowych.

5. Problematyka

Jednym z głównych problemów podczas realizacji projektu było wybranie lasów liściastych bez wybierania innych typów roślinności. Rozwiązaniem tego problemu okazało się użycie wskaźnika NDWI oraz odpowiednie zawężenie przedziałów dla pozostałych wskaźników. Przyniosło to również skutki w postaci nie wybierania obszarów lasu liściastego w całości. Algorytm jest zaprojektowany jedynie dla miesięcy letnich, kiedy lasy liściaste mają jeszcze

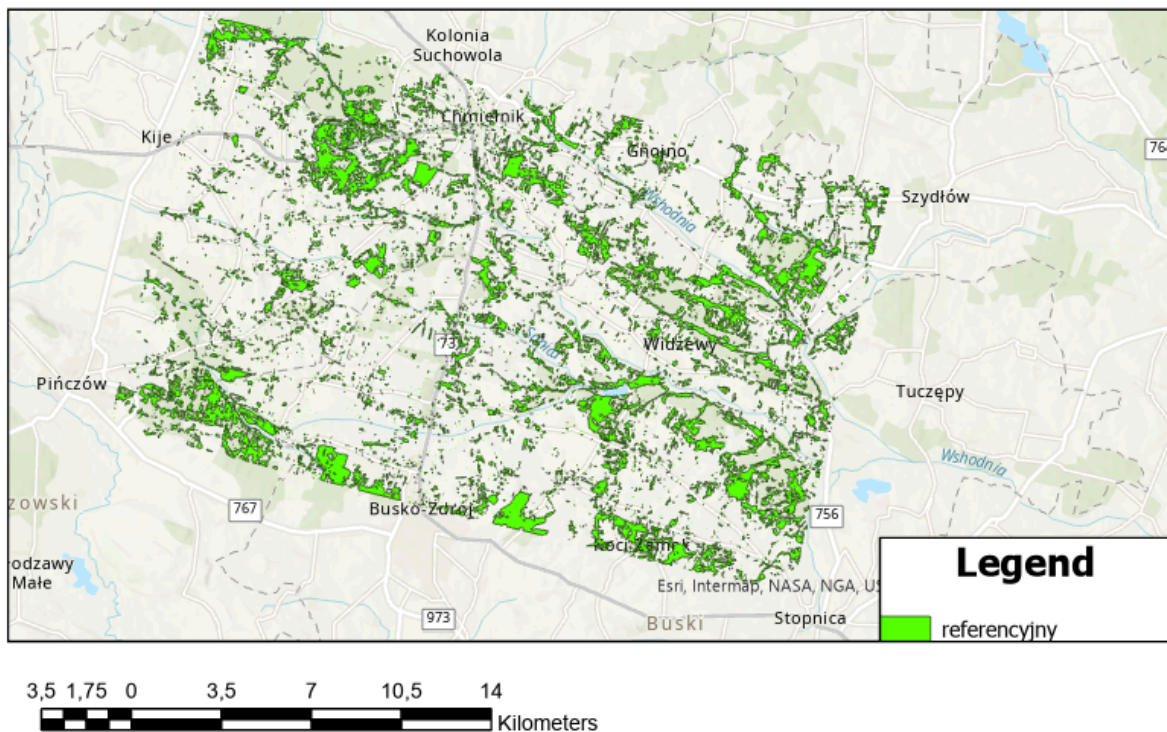
zielone liście. Na zdjęciach z miesięcy zimowych obiekty prawdopodobnie nie zostałyby poprawnie wybrane. Dodatkowo algorytm wybiera lasy liściaste o wiele dokładniej dla zdjęcia, na którym był tworzony. Uruchomienie algorytmu ze zdjęciem testowym pozwoliło na wykonanie się programu bez błędów, obszary są wybrane z większą dokładnością niż dla głównego zdjęcia. Powierzchnia lasów liściastych w danych referencyjnych wynosi 71.09 km^2 , a powierzchnia lasów będących wynikiem algorytmu wynosi 111.66 km^2 . Oznacza to, że algorytm wykrył około 36 % więcej obszarów leśnych w porównaniu do danych wzorcowych. Algorytm poza obszarami lasów liściastych wybierał również inne tereny porośnięte roślinnością. Takie różnice w działaniu algorytmu dla zdjęcia głównego i testowego świadczą o małej uniwersalności wybranych przedziałów. Powyższe problemy można by rozwiązać za pomocą lepiej dobranych, w bardziej uniwersalny sposób przedziałów dla wskaźników.

Lasy liściaste- wynik algorytmu



Zdj. 6 Warstwa lasów liściastych pobrana ze strony Copernicus.eu - obraz testowy

Lasy liściaste- dane referencyjne



Zdj. 7 Wynik algorytmu wyszukiwania lasów liściastych- obraz testowy

6. Wnioski

Algorytm skutecznie identyfikuje większe, zwarte obszary lasów liściastych, co potwierdza jego skuteczność w analizach wielkoobszarowych.

Zastosowanie wskaźników roślinności tj. NDVI odegrało istotną rolę w skutecznym rozróżnianiu lasów liściastych od innych typów pokrycia terenu.

Ustalone przedziały wartości wskaźników wegetacji roślinności mają kluczowe znaczenie w wyborze obszarów leśnych.

7. Bibliografia

- <https://agronomist.pl/artykuly/ndvi-czym-jest-i-jak-korzystac-z-tego-wskaznika>
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Znormalizowany_r%C3%B3żnicowy_wska%C5%82nik_vegetacji
- https://en.wikipedia.org/wiki/Normalized_difference_water_index