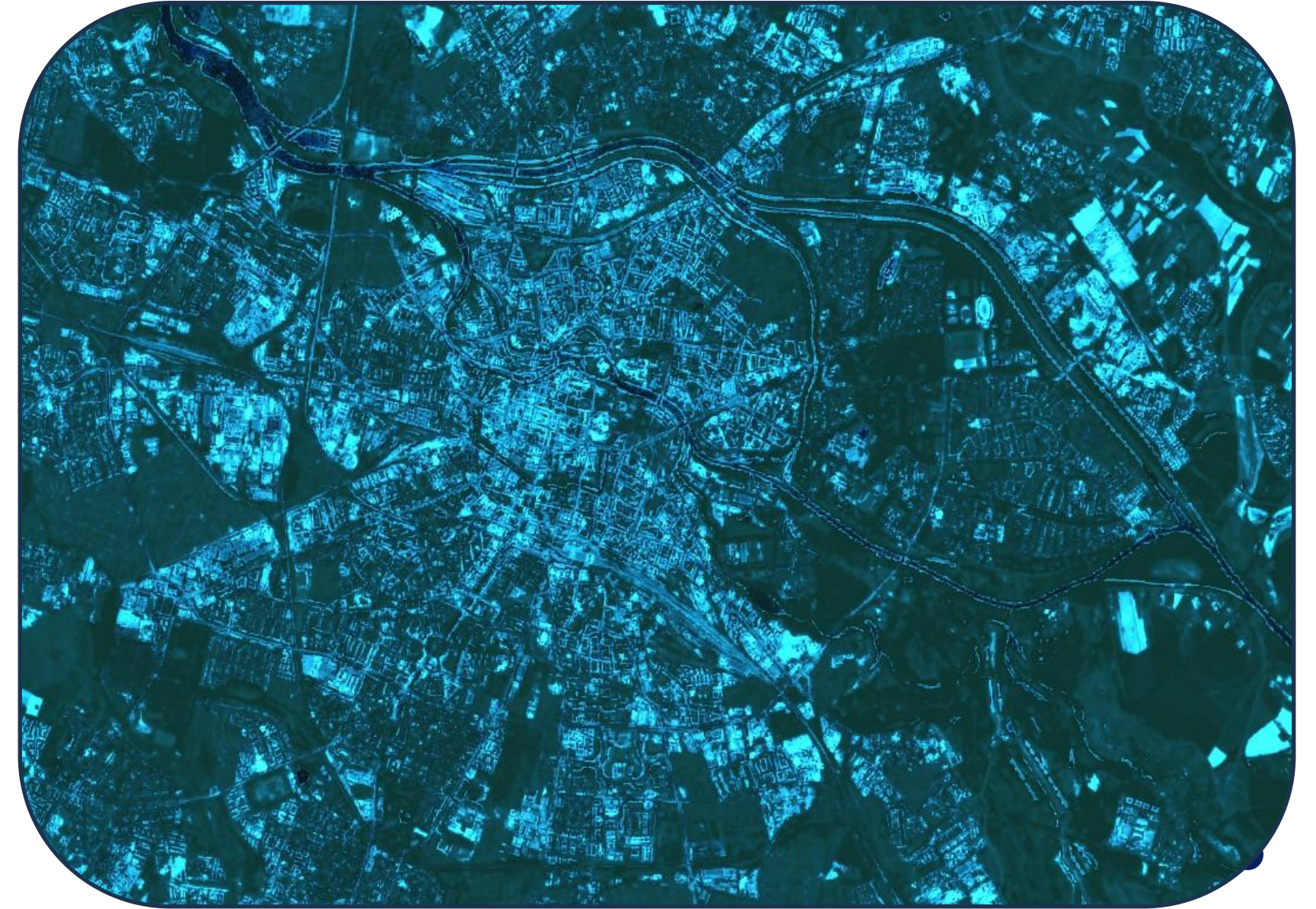


# Więcej niż zdjęcie - obrazy satelitarne w służbie administracji



**Marcin Spiralski**



# o mnie



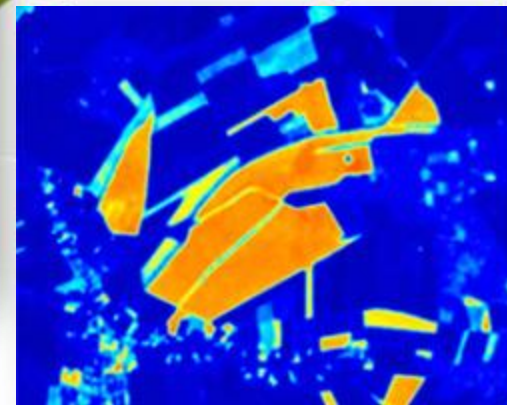
**Marcin Spiralski** - ekspert w dziedzinie teledetekcji, GIS i architektury danych obserwacji Ziemi, z doświadczeniem zdobytym m.in. w ITP-PIB czy Łukasiewicz – Instytucie Lotnictwa, gdzie pełnił rolę Kierownika Sekcji Usług Teledetekcyjnych. Posiada ponad 10 lat doświadczenia w działalności B+R jako ekspert GIS/EO, kierownik projektów (o wartości ponad 7 mln PLN), specjalista GIS oraz lider zespołów. Specjalizuje się w systemach agentowych, fuzji danych satelitarnych i dronowych, uczeniu maszynowym dla EO, technologiach GIS oraz projektowaniu aplikacji opartych o dane przestrzenne. Uczestnik ekspedycji do Chile, Kazachstanu, Boliwii i Austrii. Założyciel 2 spółek technologicznych.



**Pomiary  
naziemne**



**Dane  
lotnicze**



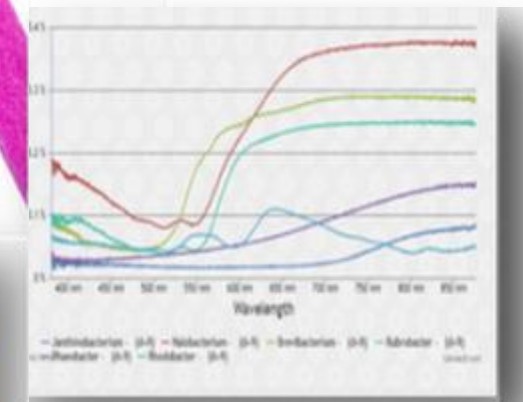
**Dane  
satelitarne**



**Dane  
wektorowe**



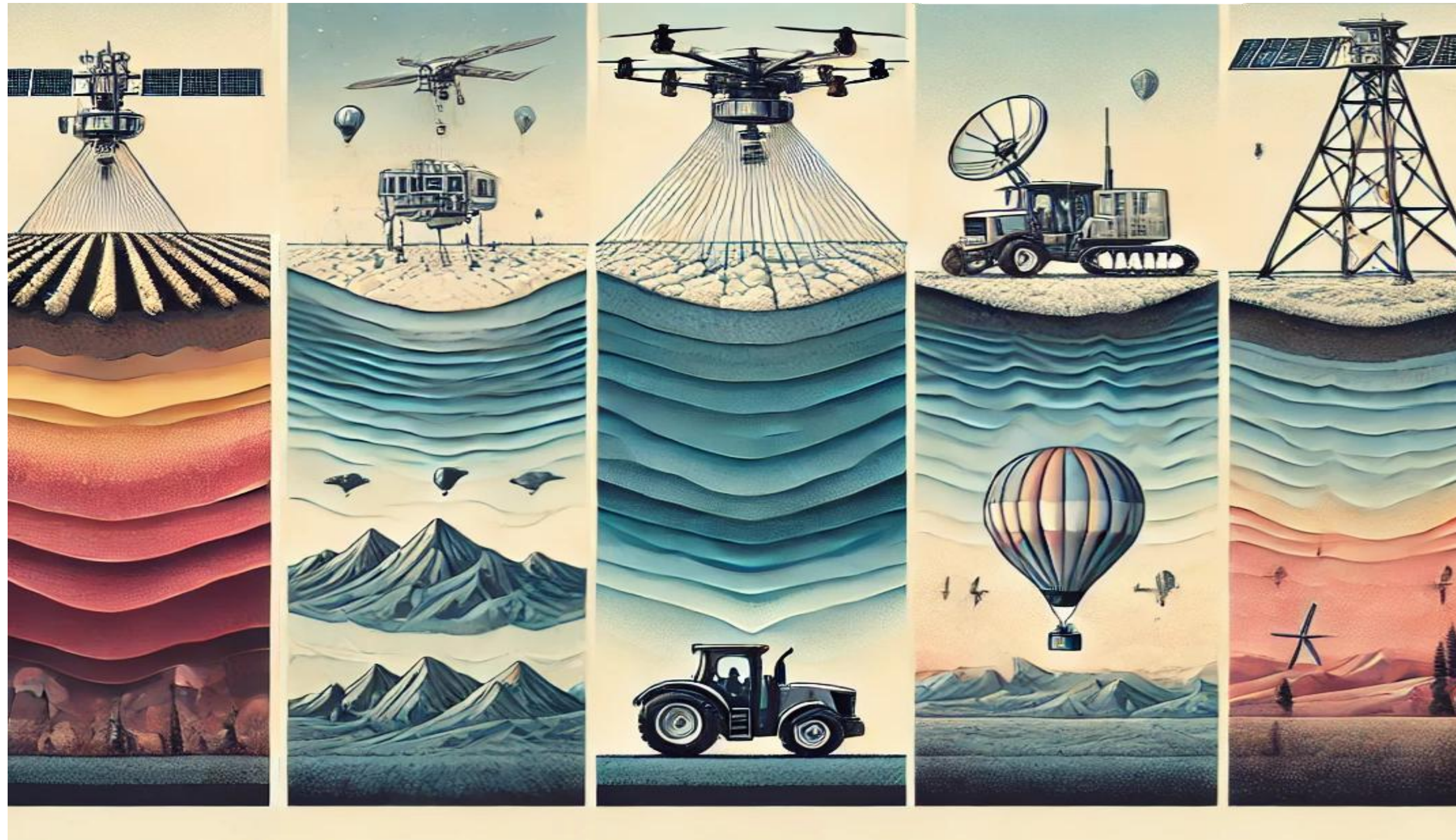
**Dane geodezyjne**



**Dane spektralne**

# Rodzaje i Typy Danych

# Podstawy Teledetekcji



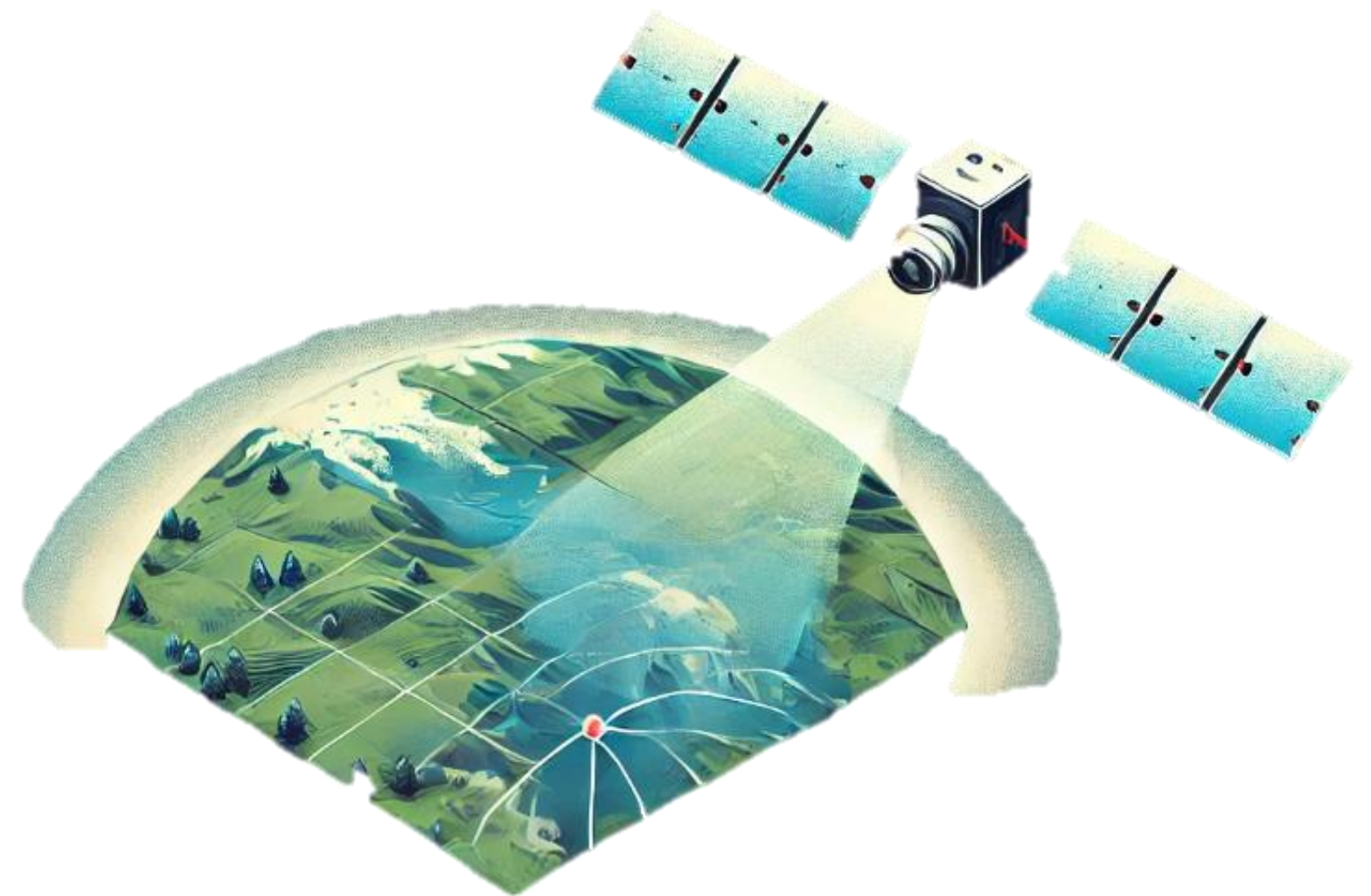
# Podstawy Teledetekcji

**Rozdzielczość czasowa:** Określa, jak często dany obszar jest obserwowany przez satelitę, co ma kluczowe znaczenie w monitorowaniu dynamicznych procesów, takich jak zmiany pogody czy sezonowe zmiany roślinności.

**Rozdzielczość przestrzenna:** Odnosi się do wielkości najmniejszego obiektu, który może być rozróżniony na obrazie satelitarnym, wyrażana jako rozmiar piksela na powierzchni ziemi (np. 10 m, 30 m).

**Rozdzielczość spektralna:** Definiuje zdolność sensora do rozróżniania różnych długości fal w zakresie elektromagnetycznym, co pozwala na analizę cech powierzchni i identyfikację materiałów.

**Rozdzielczość radiometryczna:** Opisuje zdolność sensora do rozróżniania różnic w intensywności promieniowania, mierzona liczbą poziomów jasności (np. 8-bitowa daje 256 poziomów).







Zaawansowana Wizualizacja Teledetekcji (Advanced Remote Sensing Visualization)

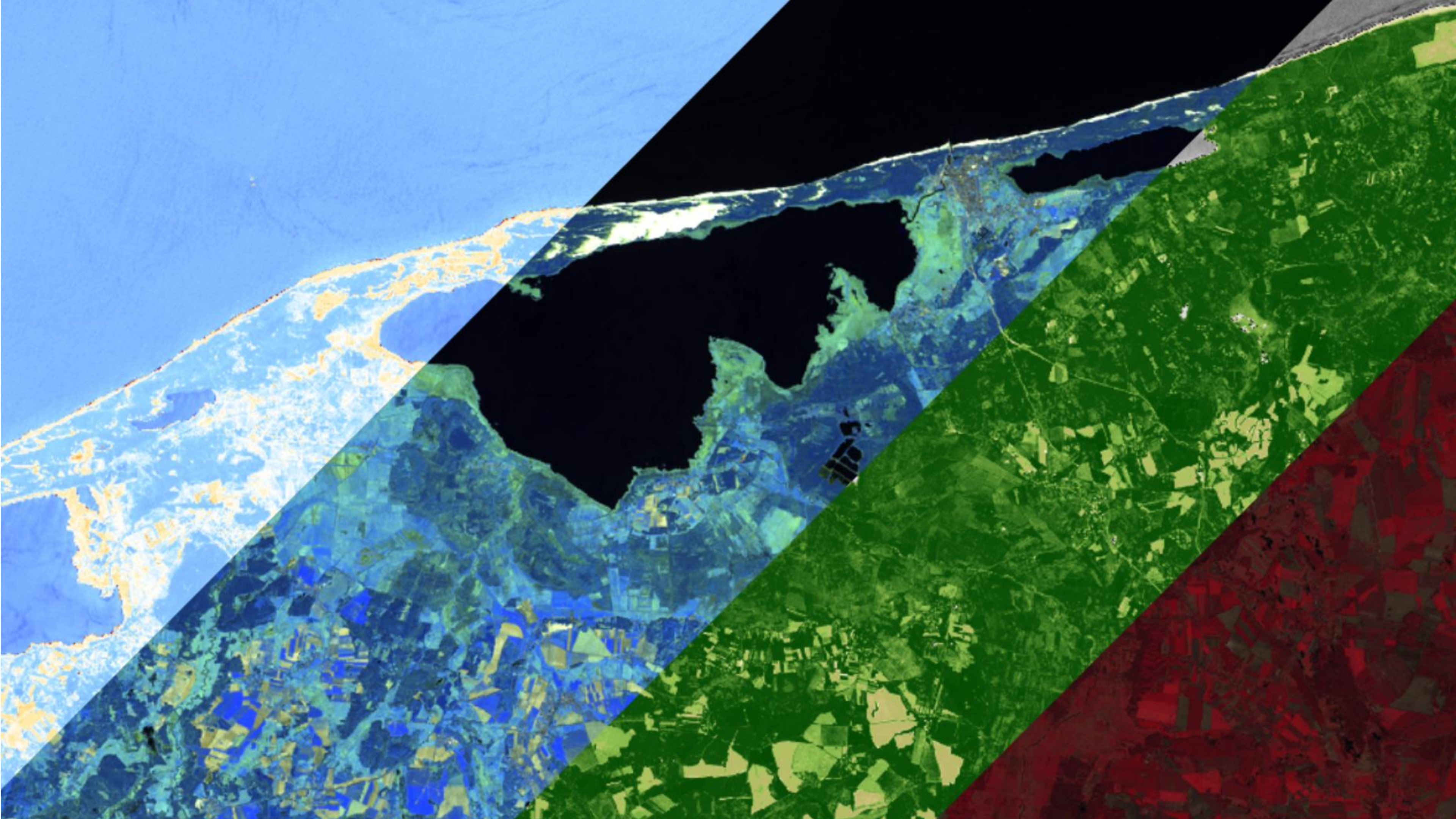
Obecnie – generator grafiki – np. Nano Banana – 2 minuty pracy

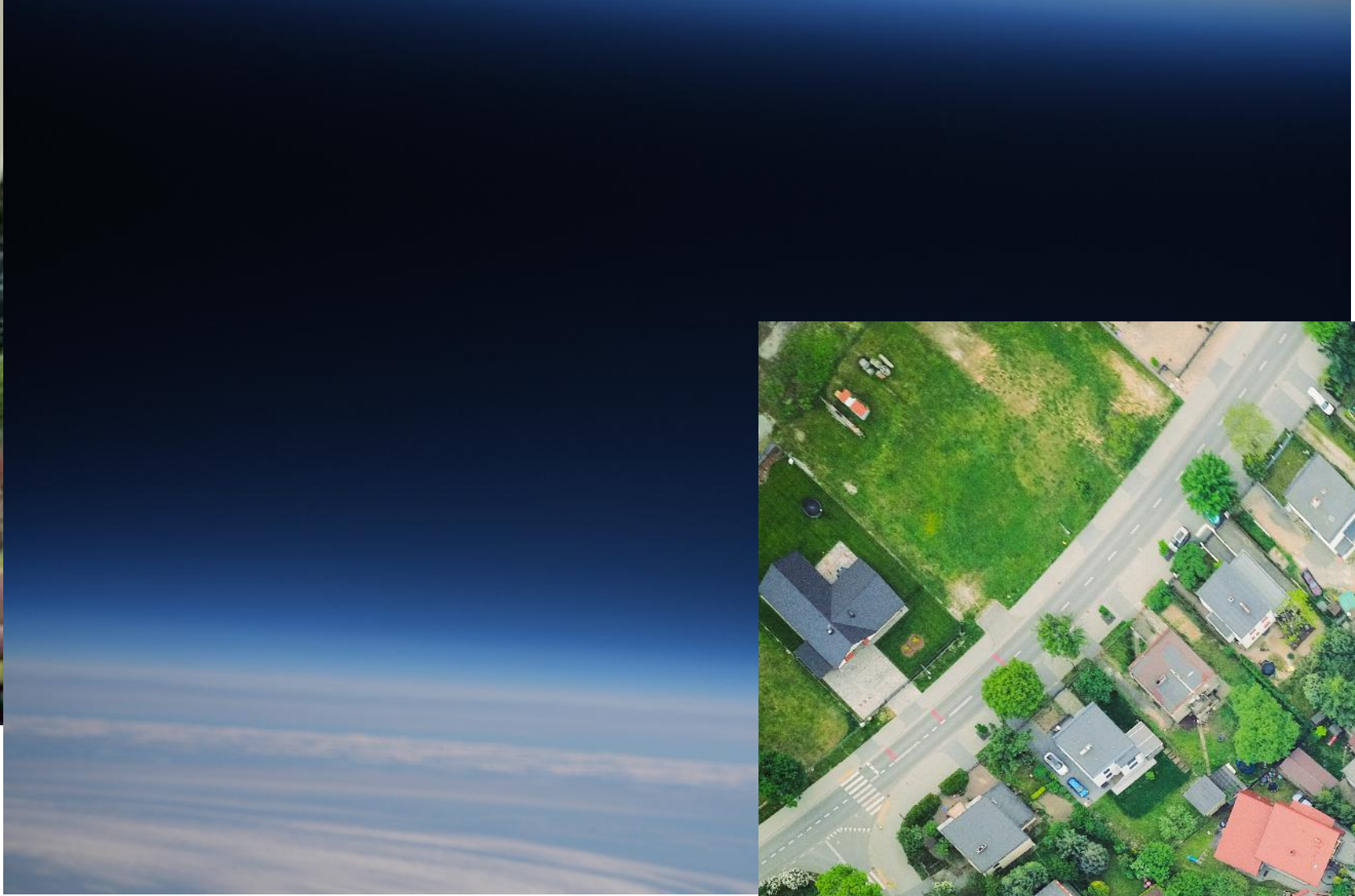


7.06.2026

esa



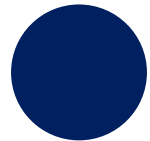
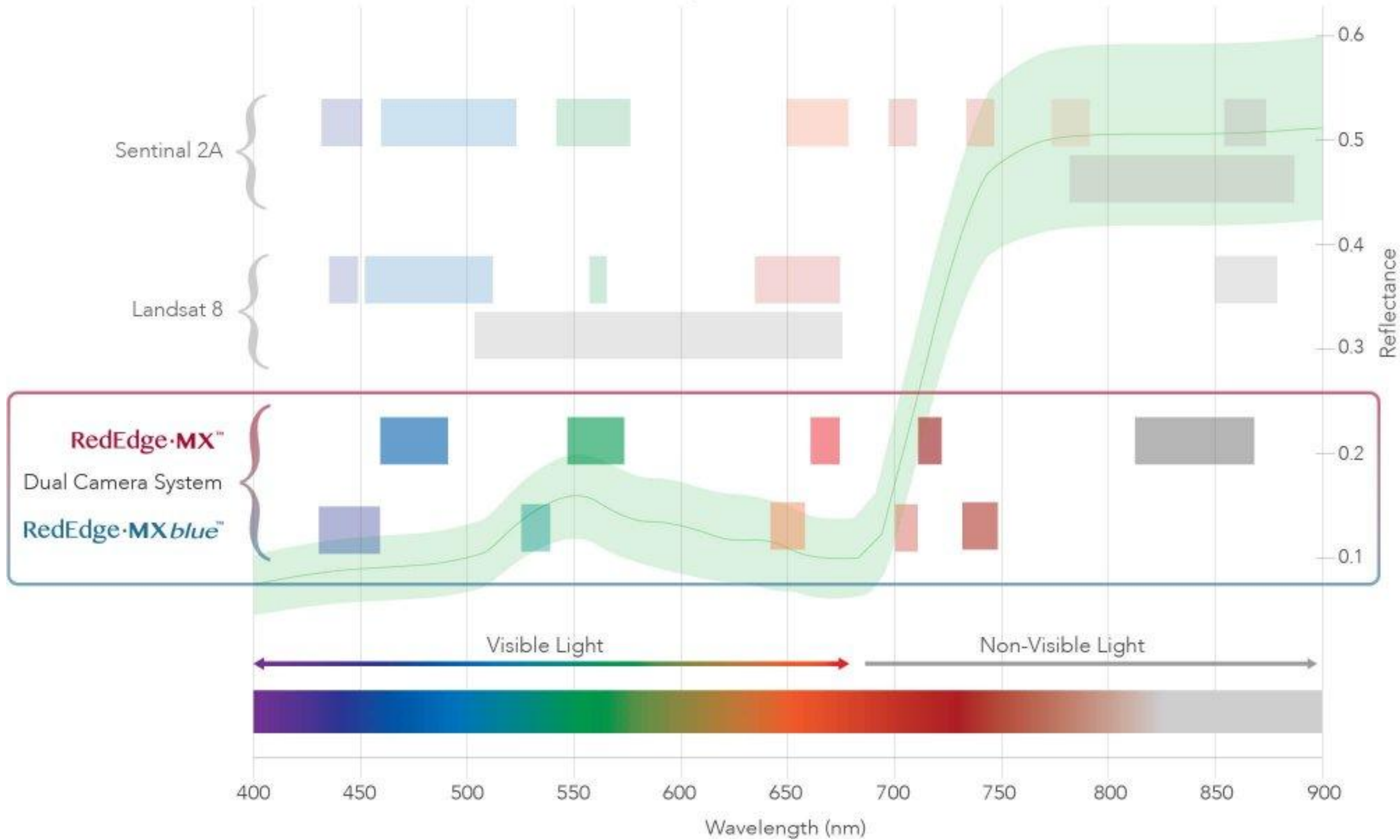






Źródło: [spheredrones.com.au](http://spheredrones.com.au)

# RedEdge-MX Dual Camera Imaging System Compared to Satellites



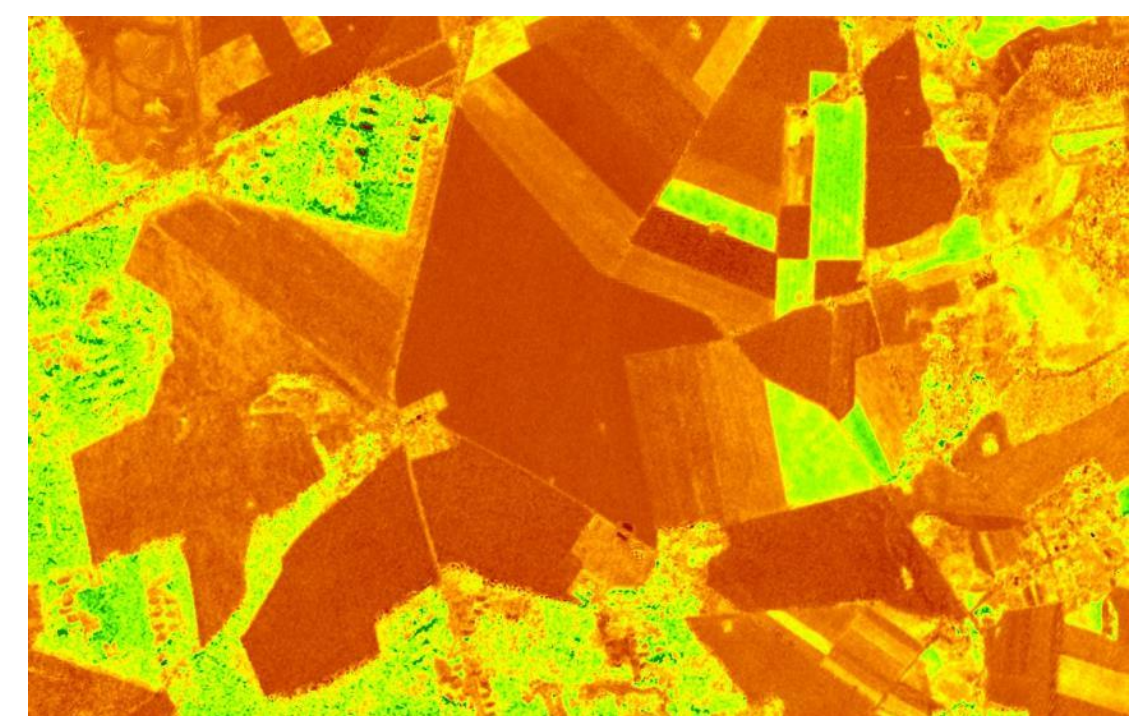
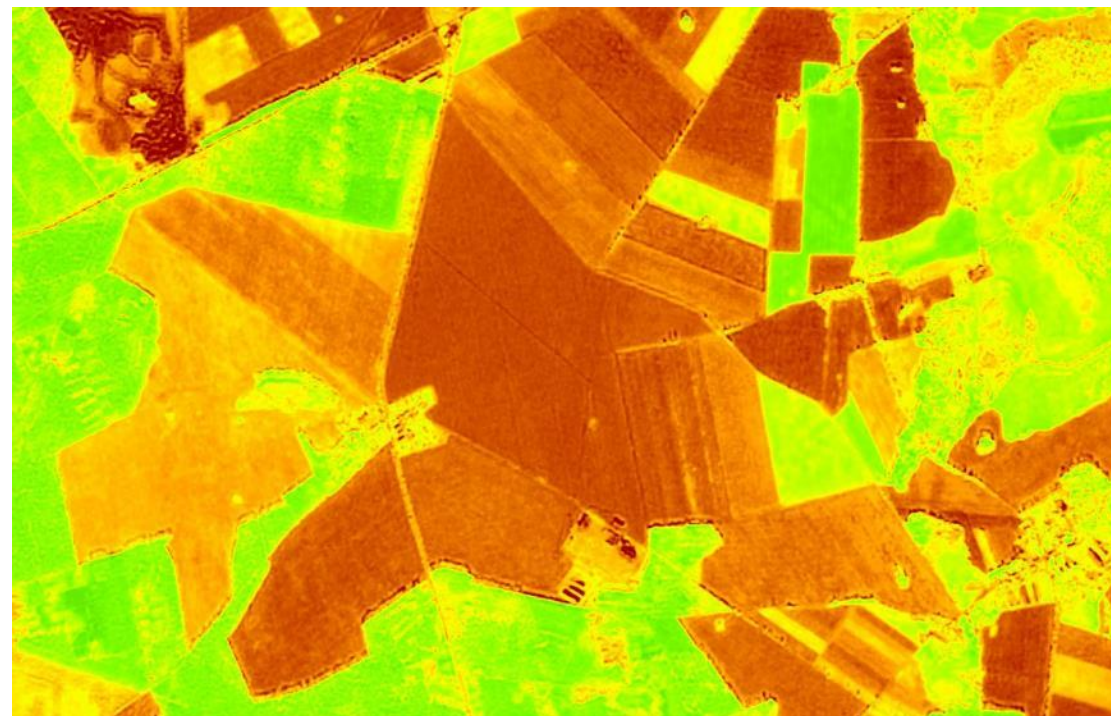
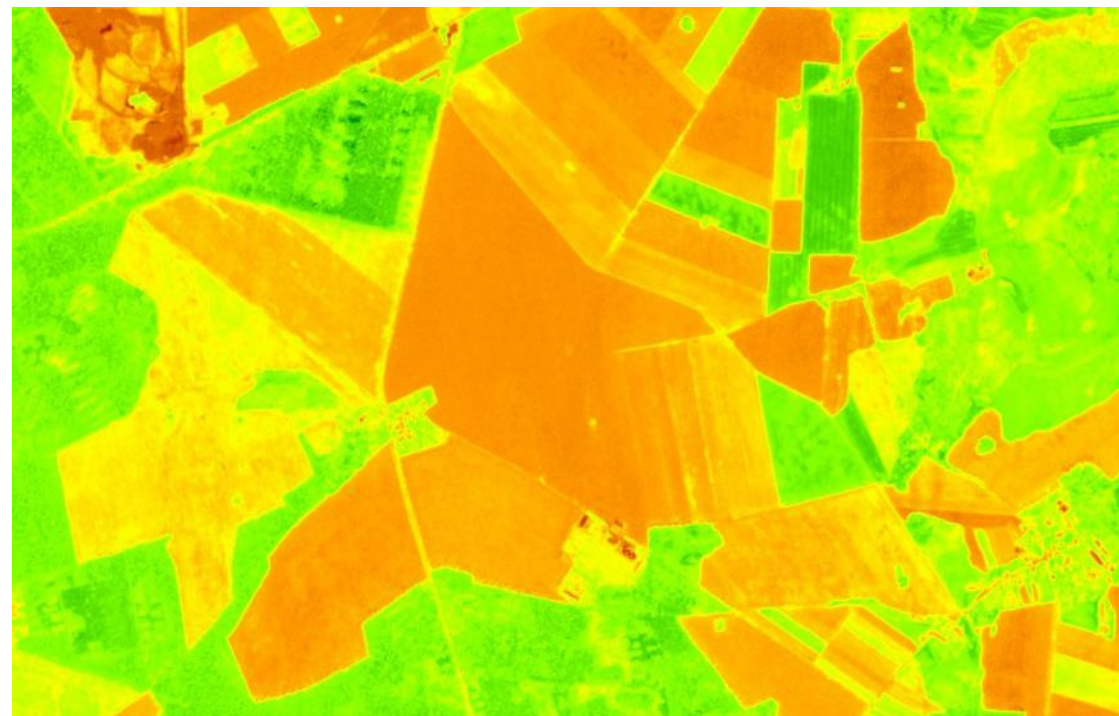
# Wskaźniki teledetekcyjne



**Wskaźniki teledetekcyjne** to matematyczne przekształcenia danych spektralnych uzyskanych z satelitów lub dronów, które pozwalają na wyodrębnienie określonych cech powierzchni Ziemi. Pomagają one m.in. analizować zdrowie roślinności, wilgotność gleby, czy identyfikować zmiany w środowisku. Są one kluczowym narzędziem w analizie danych teledetekcyjnych, ułatwiając ich interpretację i praktyczne zastosowanie.



# Wskaźniki teledetekcyjne



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

**NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)**  
Wskaźnik wykorzystujący pasma czerwone (Red) i bliskiej podczerwieni (NIR) do oceny zdrowia i gęstości roślinności.

$$NDRE = \frac{NIR - RedEdge}{NIR + RedEdge}$$

**NDRE (Normalized Difference Red Edge Index)**  
Podobny do NDVI, ale wykorzystuje pasmo red edge zamiast czerwonego, co pozwala na dokładniejszą ocenę zawartości chlorofilu w roślinach.

$$VARI = \frac{Green - Red}{Green + Red - Blue}$$

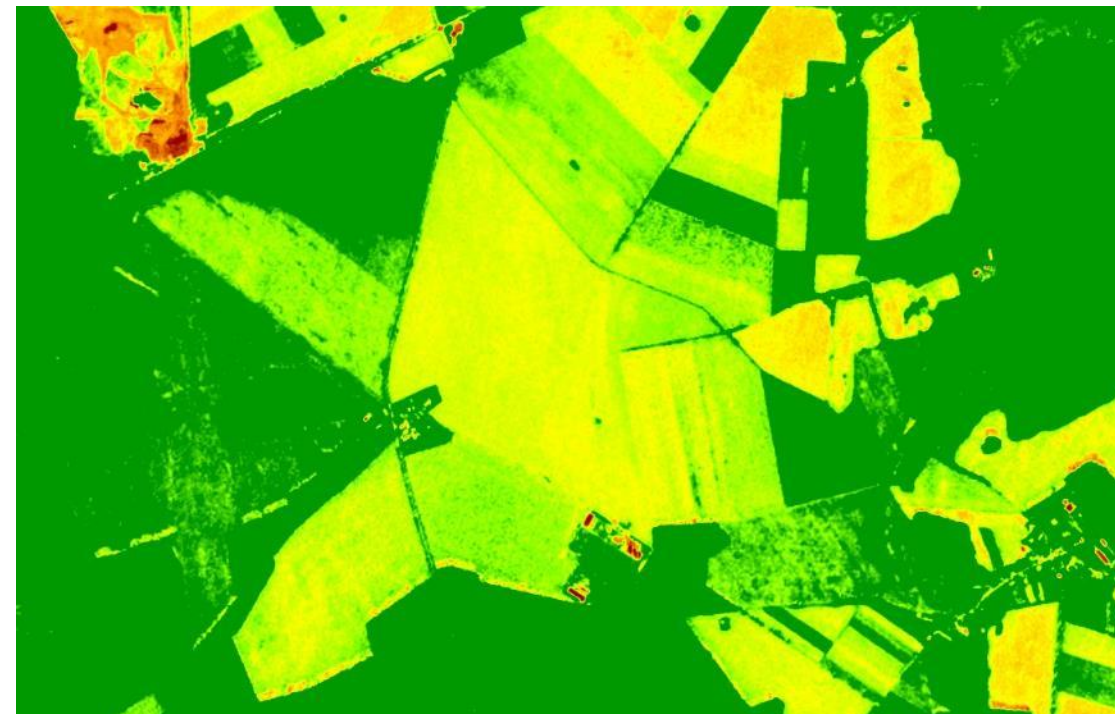
**VARI (Visible Atmospherically Resistant Index)**  
Indeks do oceny wegetacji oparty wyłącznie na pasmach widzialnych (RGB).

# Wskaźniki teledetekcyjne



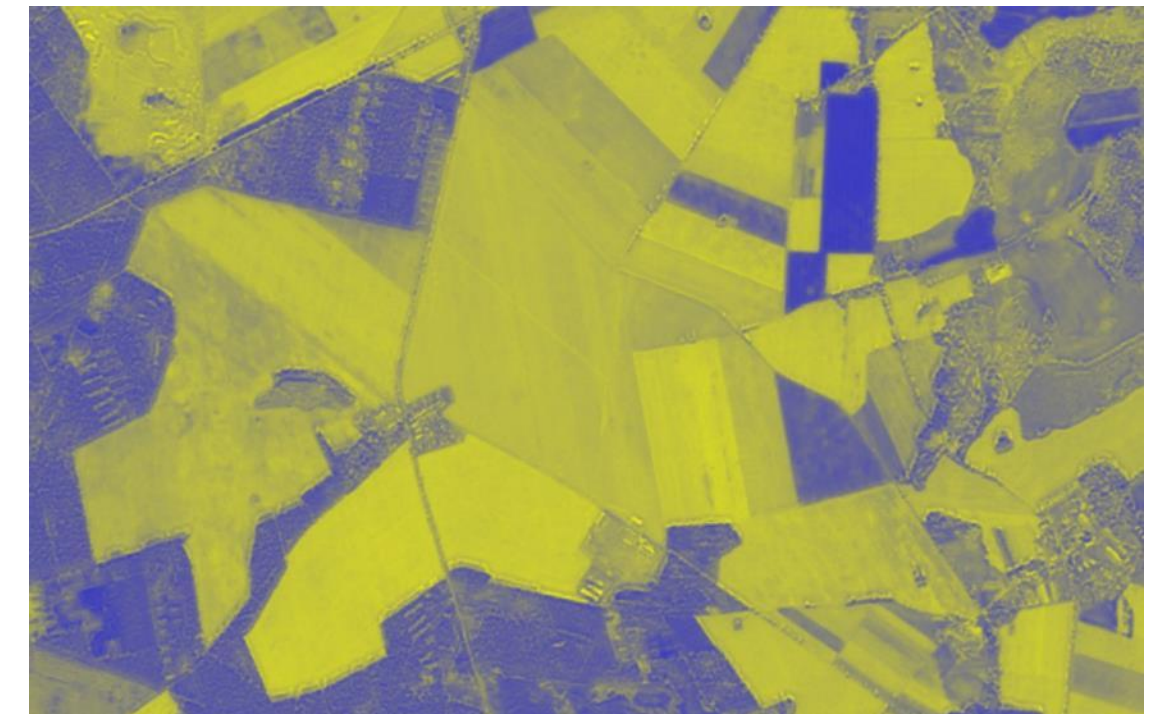
$$SAVI = \left( \frac{NIR - Red}{NIR + Red + L} \right) \times (1 + L)$$

**SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index)**  
Modyfikacja NDVI uwzględniająca wpływ tła glebowego, co poprawia dokładność w obszarach o rzadkiej roślinności.



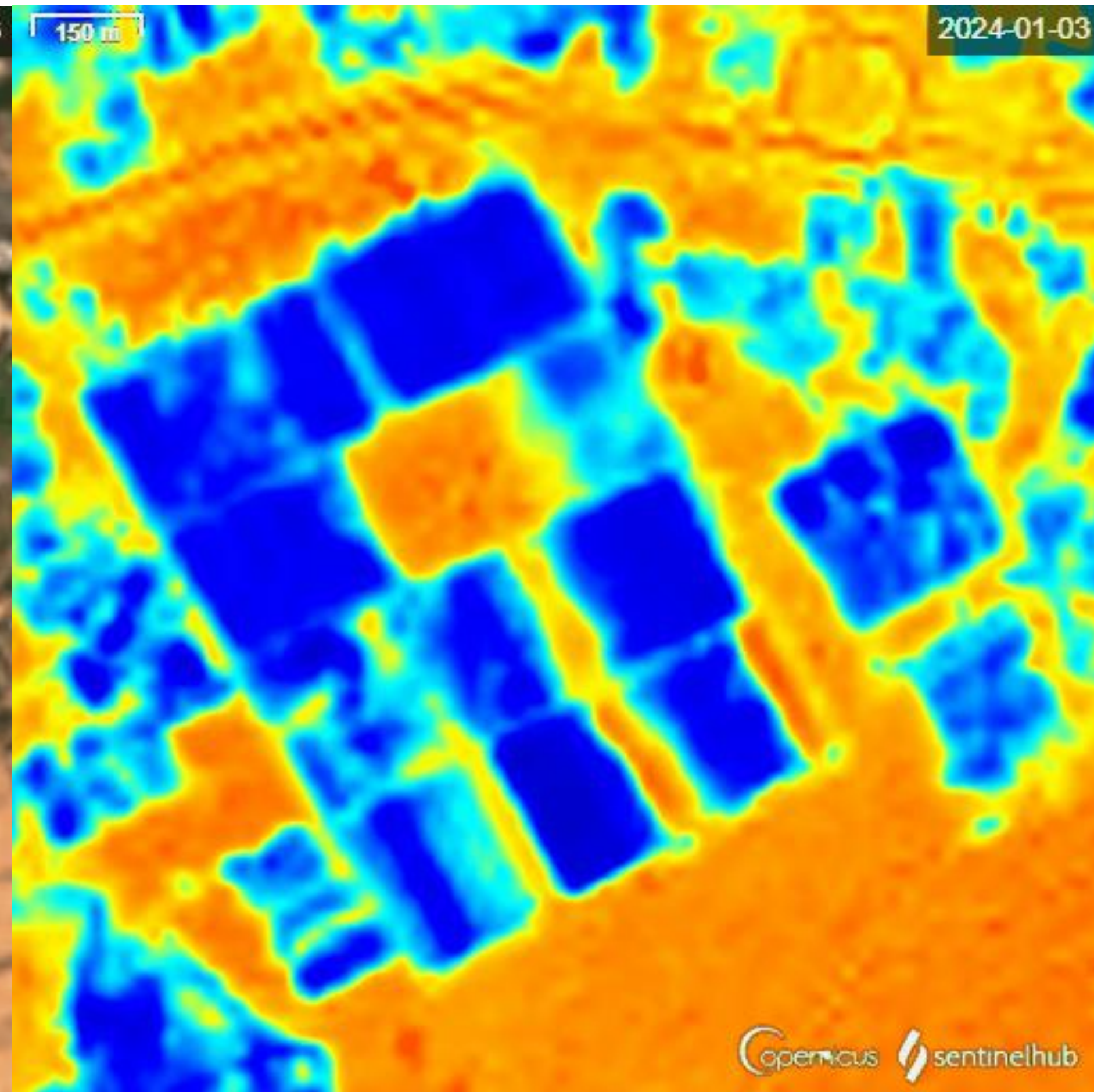
$$GCI = \frac{NIR}{Green} - 1$$

**GCI (Green Chlorophyll Index)**  
Wskaźnik oceniający zawartość chlorofilu w roślinach, wykorzystujący pasma zielone i bliskiej podczerwieni.



$$NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

**NDMI (Normalized Difference Moisture Index)**  
Indeks służący do monitorowania wilgotności gleby i roślinności, wykorzystuje pasma bliskiej podczerwieni (NIR) i krótkofalowej podczerwieni (SWIR).



# Copernicus DataSpace




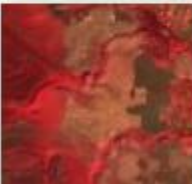


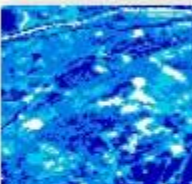

- **Przeglądanie map satelitarnych** – oferuje możliwość eksploracji danych na mapach w przeglądarce, z funkcją podglądu w czasie rzeczywistym i porównania różnych warstw danych.
- **Filtrowanie i wyszukiwanie danych** – zaawansowane narzędzia pozwalające na przeszukiwanie zobrazowań według lokalizacji, zakresu dat, parametrów technicznych czy poziomu przetworzenia.
- **Pobieranie danych w wysokiej rozdzielczości** – opcja bezpłatnego pobierania dużych zbiorów danych do lokalnego przetwarzania, co może być przydatne dla projektów GIS i teledetekcji.
- **Integracja z aplikacjami zewnętrznymi** – wsparcie dla protokołów API, takich jak WMS i WCS, co ułatwia wykorzystanie danych w programach GIS, np. QGIS czy ArcGIS.
- **Podstawowe narzędzia analityczne** – funkcje przeglądowe pozwalające na szybkie analizy, np. zmiany pokrycia terenu, indeksy wegetacji (NDVI) czy monitorowanie zjawisk atmosferycznych.

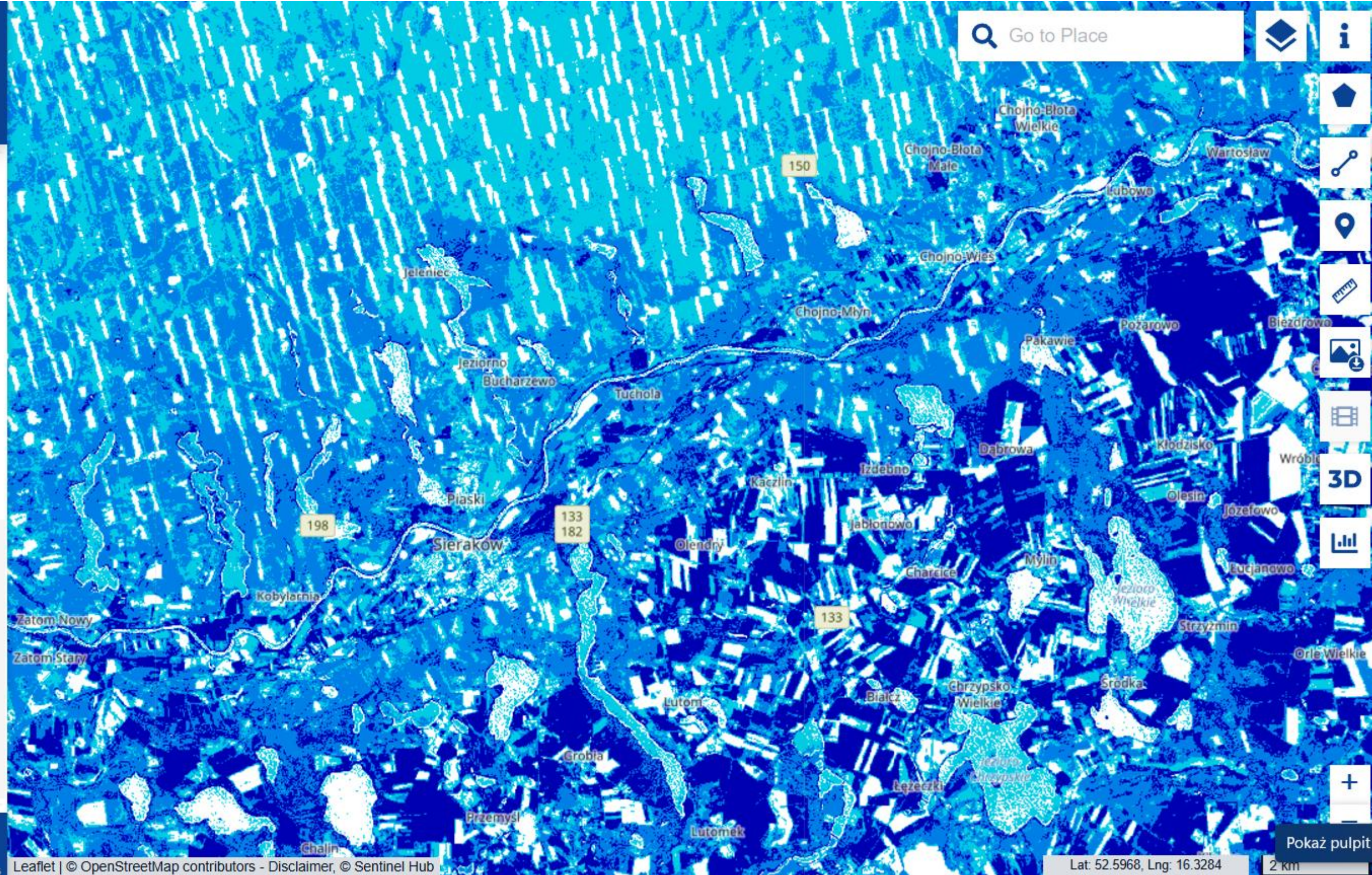
VISUALIZE

SEARCH

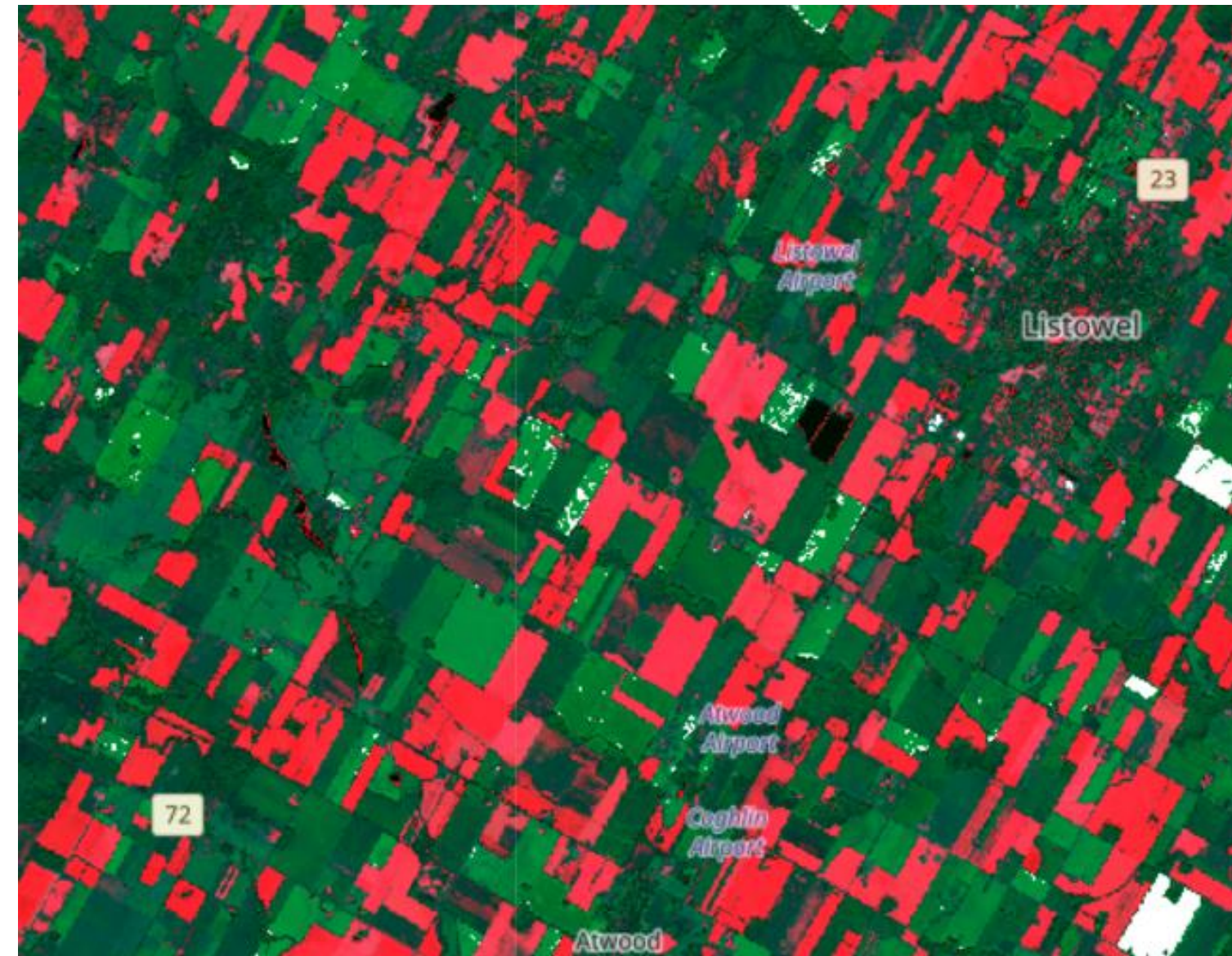
Go to Place

Map navigation and utility icons: Home, Info, Layers, Full Screen, Print, Share, Location, 3D, and Scale.

-  Agriculture along the Nile River (EVI)  
Date: 2020-01-21
-  Agriculture in Ethiopia (False Color)  
Date: 2020-01-19
-  Agriculture in Cambodia (Agriculture Composite)  
Date: 2019-12-15
-  Agriculture in Ontario, Canada (Barren Soil)  
Date: 2019-10-09
-  Agriculture in Poland (Moisture Stress)  
Date: 2019-06-03
-  Agriculture in the Veneto Region, Italy (Barren Soil)  
Date: 2019-04-16



# Przykłady zastosowań



# Custom Scripts



The screenshot shows the Sentinel Hub website interface. At the top left is the Sentinel Hub logo. To its right is a search bar with the text "Search Sentinel Hub custom scripts". Below the logo is a navigation menu with the following items: Home, Sentinel (with an upward arrow), Sentinel-1, Sentinel-2 (highlighted with a blue bar and an upward arrow), Sentinel-3, Sentinel-5P, Sentinel-1 Monthly Mosaic, Sentinel-2 L2A 120m Cloudless Mosaic, Sentinel-2 L2A Quarterly Cloudless Mosaic, Landsat (with a downward arrow), Harmonized Landsat Sentinel, MODIS, and DEM. The main content area is titled "Sentinel-2" and includes a "TABLE OF CONTENTS" section with a downward arrow. The table of contents lists the following items:

- [Popular RGB composites](#)
- [Remote sensing indices](#)
- [Cloud detection algorithms](#)
- [Snow and glaciers algorithms](#)
- [Disaster management and prevention algorithms](#)
- [Land use/cover classification algorithms](#)
- [Vegetation algorithms](#)
- [Agriculture and forestry algorithms](#)
- [Marine and other water bodies environment algorithms](#)
- [Urban planning algorithms](#)
- [Other multi-temporal scripts](#)
- [Other scripts](#)
- [Scripts including machine learning techniques \(eo-learn\)](#)



# Wykorzystanie ML

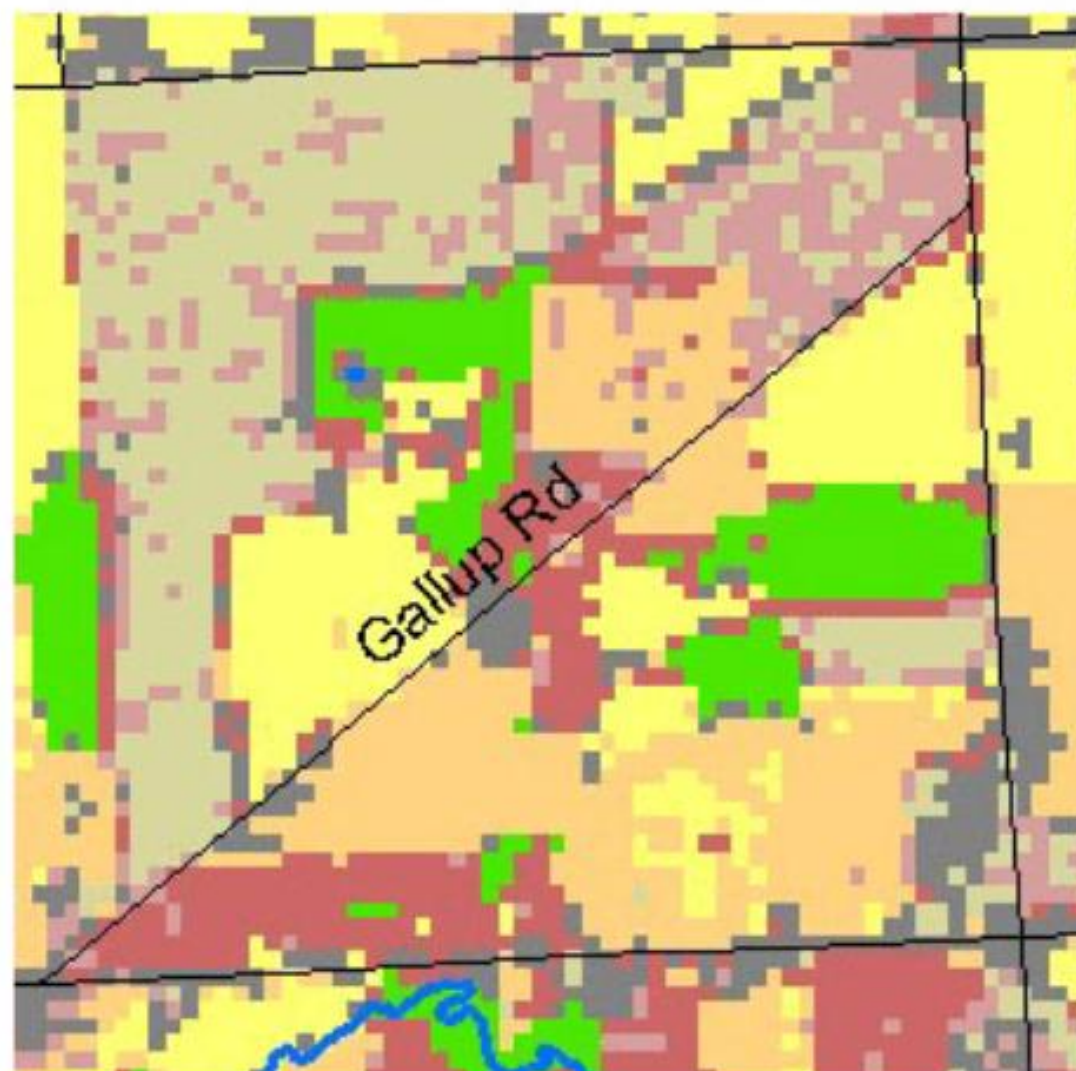
- **Klasyfikacja pokrycia terenu (lasy, pola, zbiorniki wodne)**  
Precyzyjne mapowanie pól uprawnych i identyfikacji terenów pod uprawę.
- **Analiza zmian w czasie (porównanie z innymi obrazami)**  
Śledzenie zmiany w zdrowiu roślin i wydajności pól w trakcie oraz na przestrzeni sezonów wegetacyjnych.
- **Wykrywanie anomalii (np. ślady erozji, zalania)**  
Wykrywanie problemów, takich jak zalania, erozja gleby czy stres wodny na polach uprawnych.
- **Generowanie map wektorowych z tych danych**  
Automatyzacja tworzenia wektorowych granic pól uprawnych, wsparcie zarządzania gospodarstwem.
- **Modelowanie zjawisk środowiskowych**  
Prognozowanie ryzyka suszy i planowanie nawadniania w rolnictwie precyzyjnym.
- **Optymalizacja zarządzania zasobami naturalnymi**  
Wsparcie optymalnego wykorzystania wody i nawozów na potrzeby upraw.



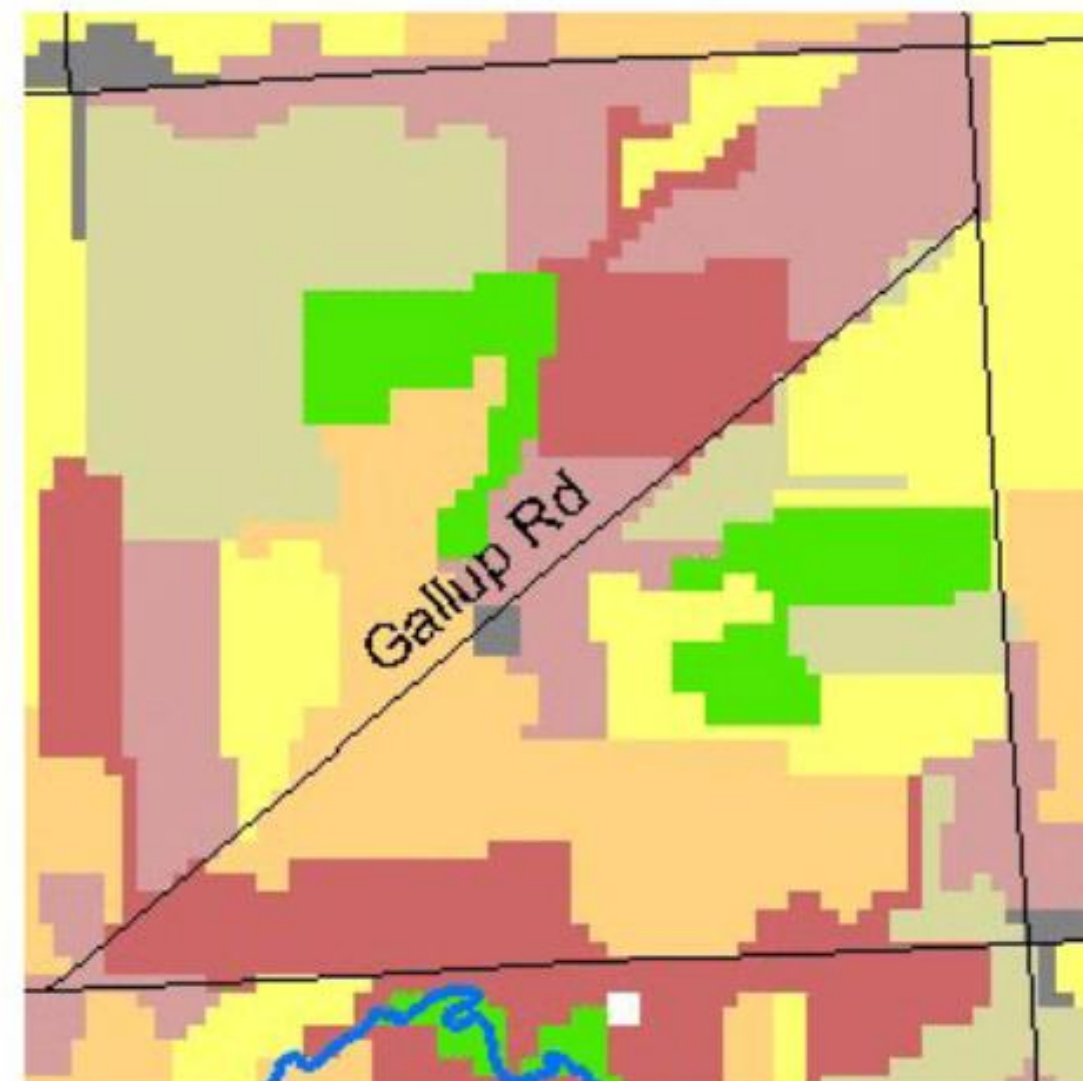
# Rodzaje klasyfikacji



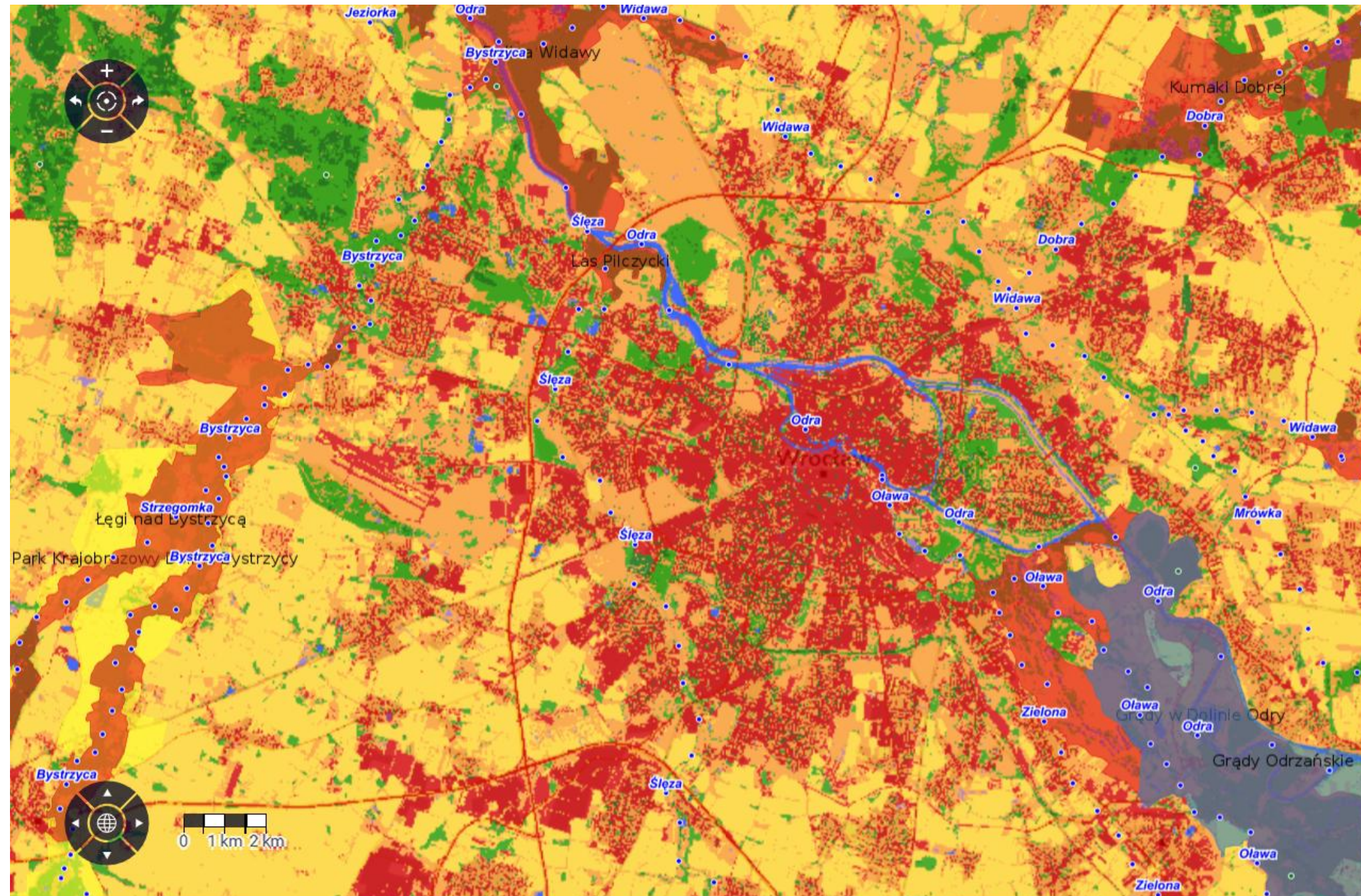
Pixel-based



Object-based



# PORTAL NSIS



## Drzewo warstw i legenda

Warstwy

Legenda

Wyszukaj

- Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny (PZGIK)
- Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody (GDOŚ)
- Krajowa Integracja Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego (KIMP)
- Miejskie wyspy ciepła
- Mapa Pokrycia Terenu
- Mapa zmian pokrycia terenu
- Produkty pochodne MZPT
- Granice stref zalewowych 2018 (CLMS)
- Serwis monitorowania obszarów lądowych (CLMS)

Podkład mapowy

Mapa NSIS

Układ odniesienia

EPSG:2180

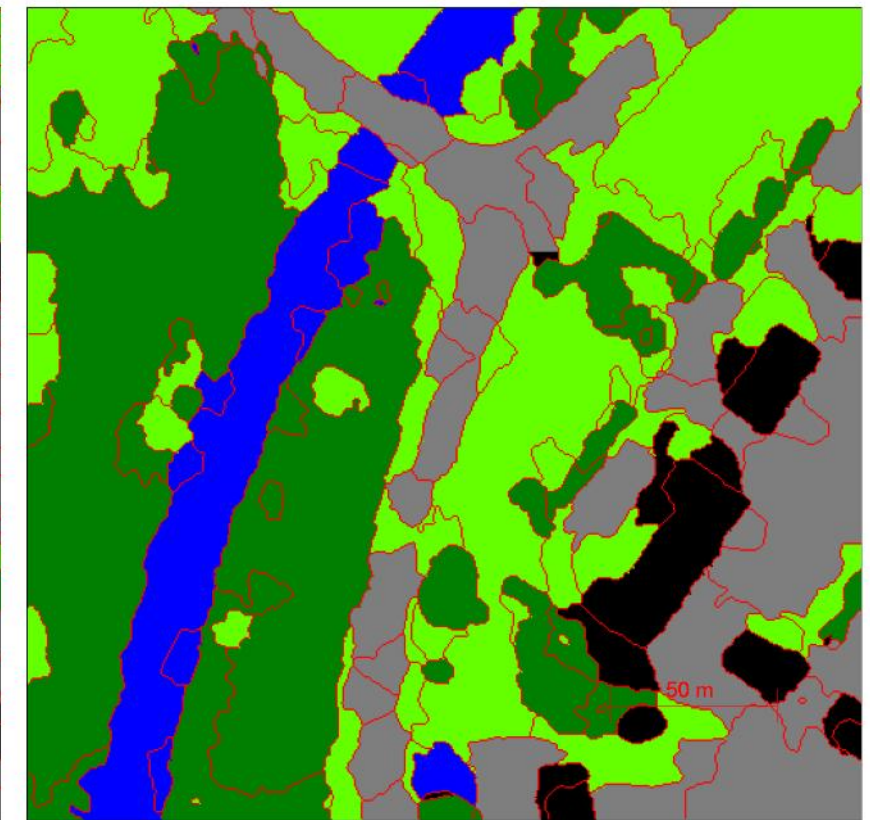
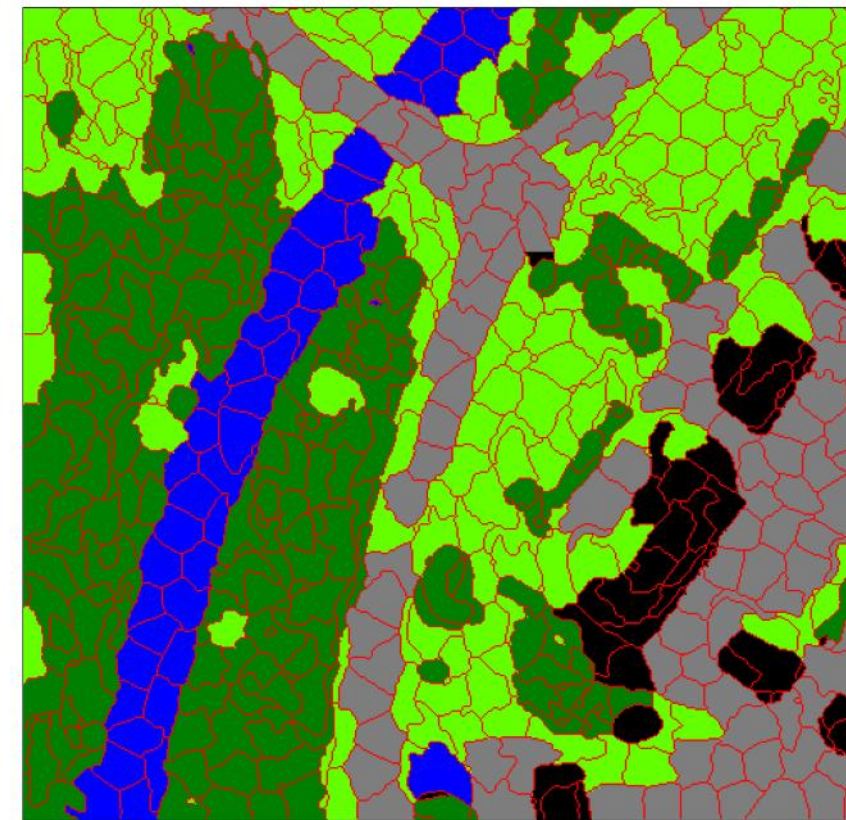
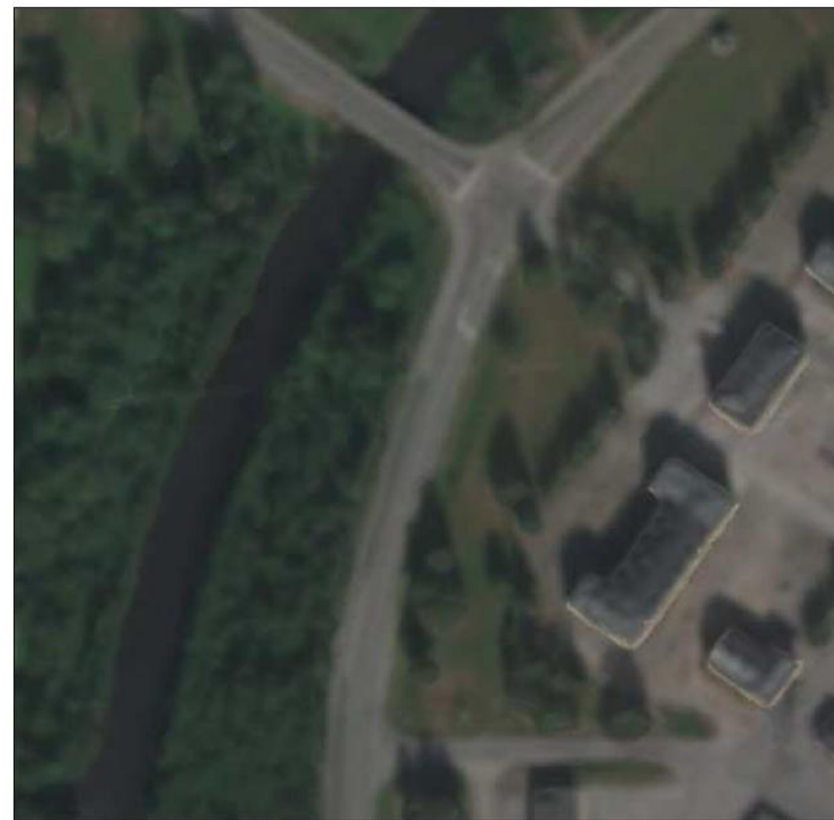
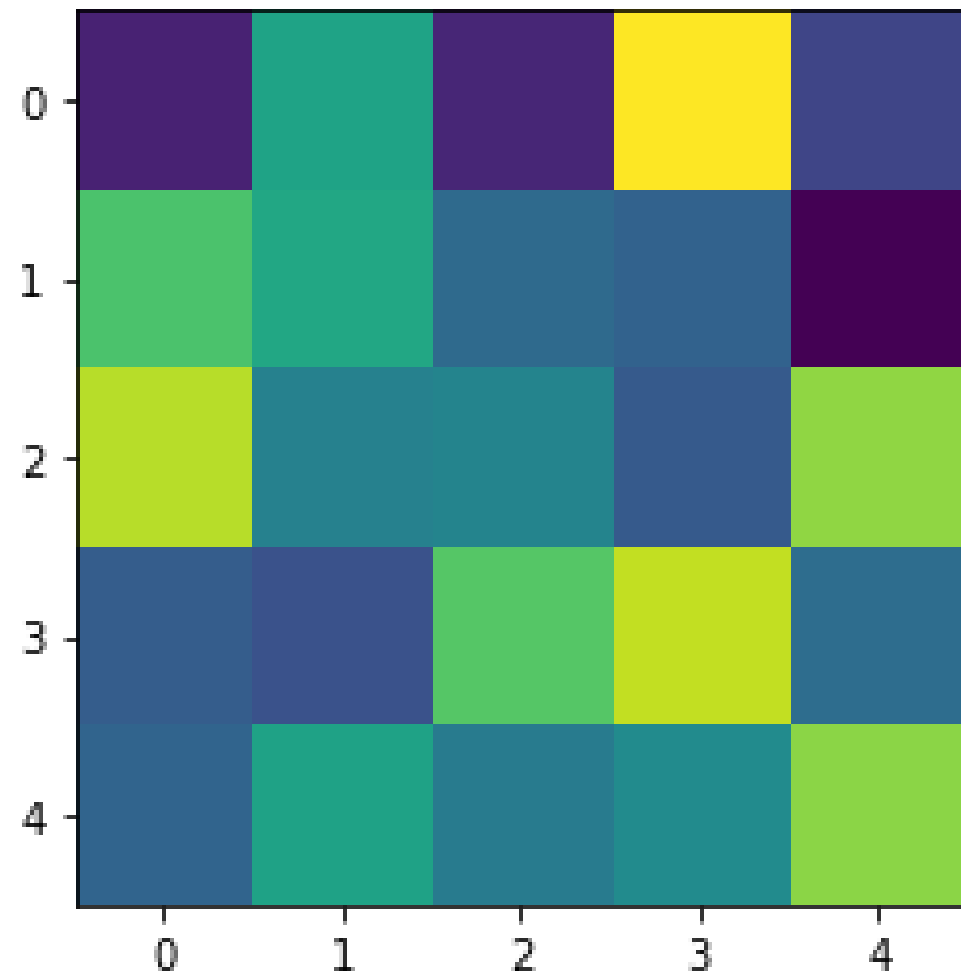
Skala mapy

112709

XY 480000.00, 520000.00



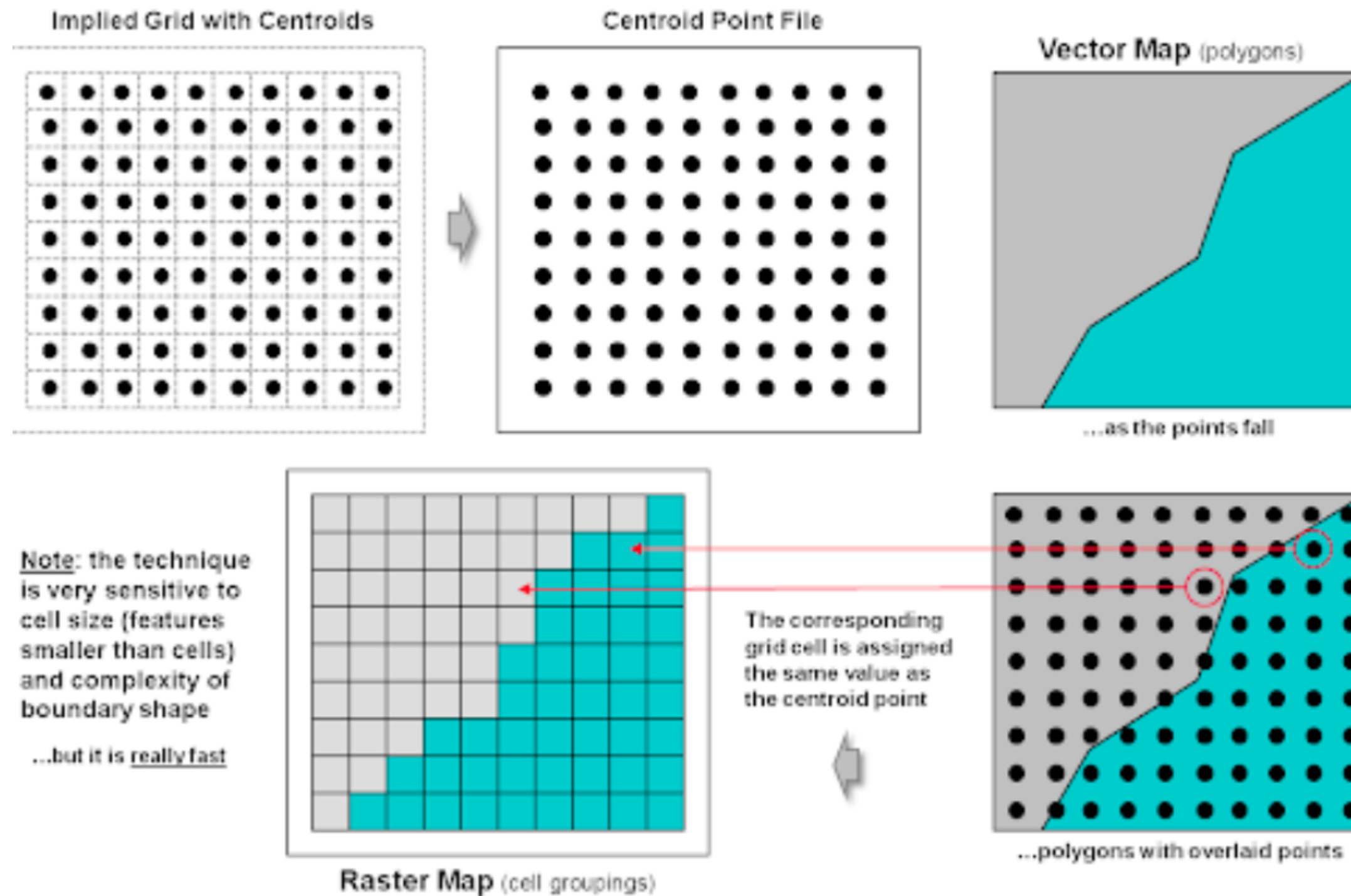
# Segmentacja



**Typy segmentacji: chessboard segmentation, multi-resolution segmentation, spectra difference segmentation, vector segmentation**

**Parametry segmentacji – np. shape, compactness i inne w zależności od rodzaju segmentacji**

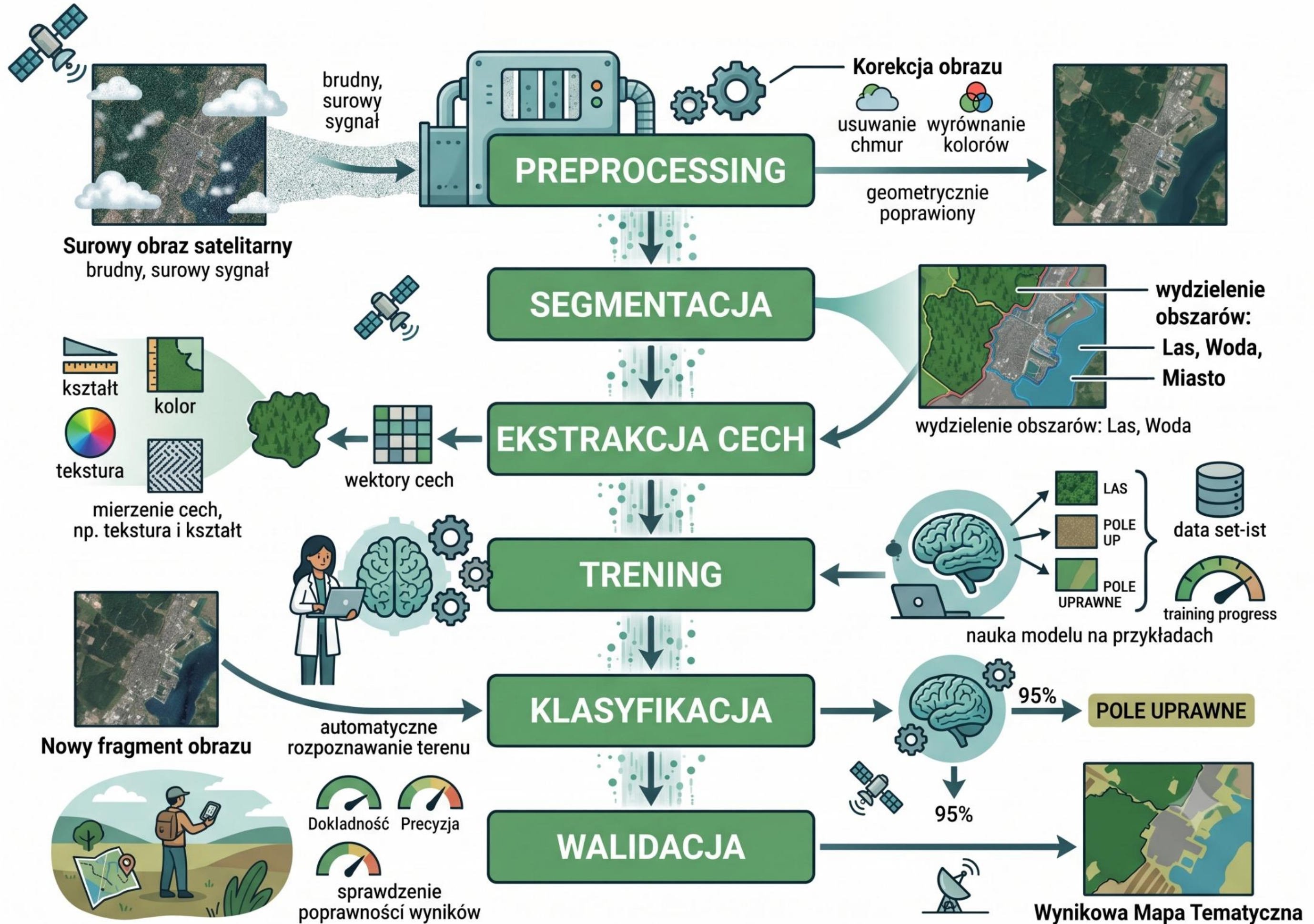
# Statystyki per segment



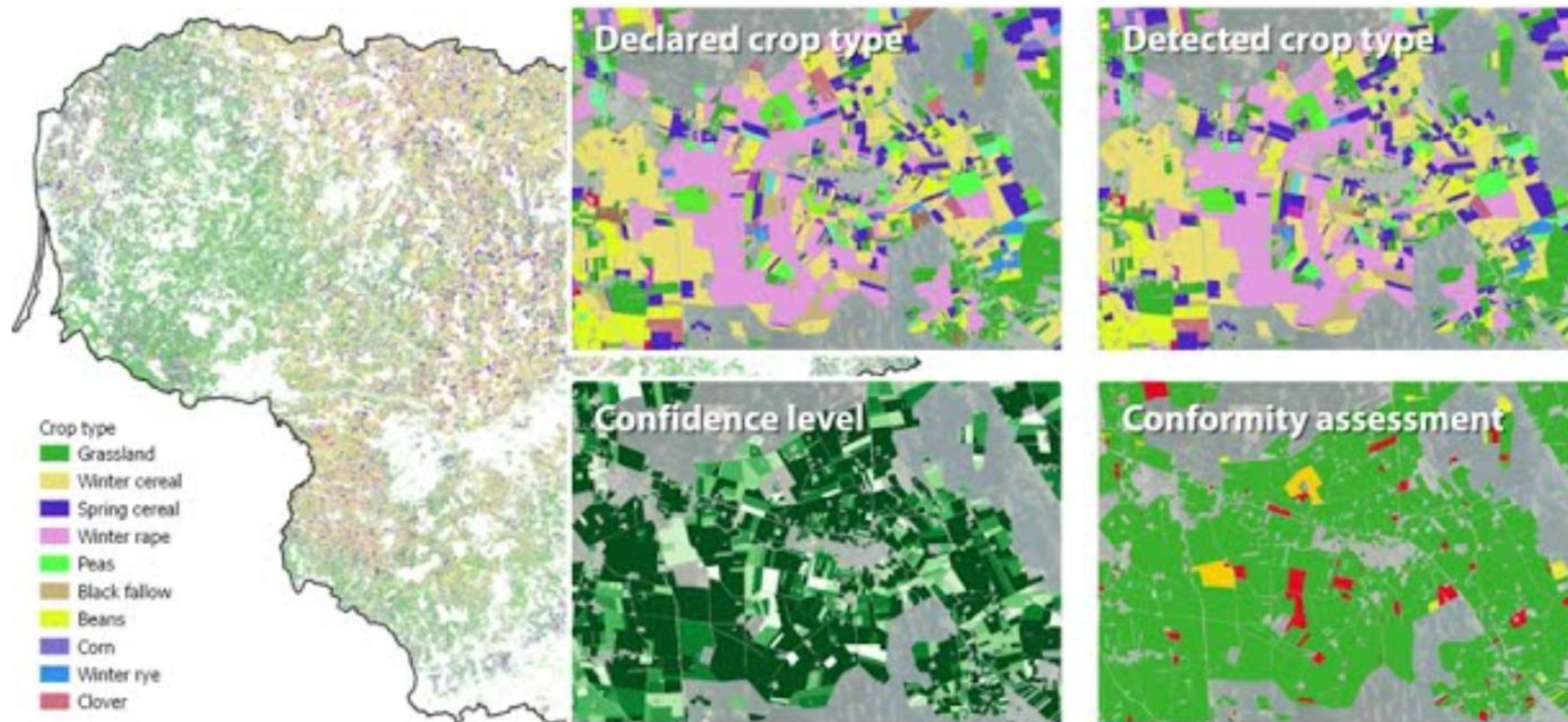
# Supervised vs unsupervised • • •

Cecha	Uczenie nadzorowane	Uczenie nienadzorowane
Dane wejściowe	Dane z etykietami (np. zdjęcia + klasy)	Dane bez etykiet (np. tylko zdjęcia)
Cel	Przewidywanie wartości/klasy dla nowych danych	Odkrywanie ukrytej struktury danych
Przykłady zastosowań	Klasyfikacja (np. spam/nie-spam), regresja	Klasteryzacja, analiza skupień, PCA
Przykład algorytmu	Drzewa decyzyjne, SVM, regresja liniowa	K-means, DBSCAN, PCA
Ocena modelu	Można mierzyć dokładność (accuracy, RMSE)	Trudniejsza – często subiektywna
Potrzeba anotacji danych	Wysoka – dane muszą być oznaczone	Niska – dane nie muszą być oznaczone

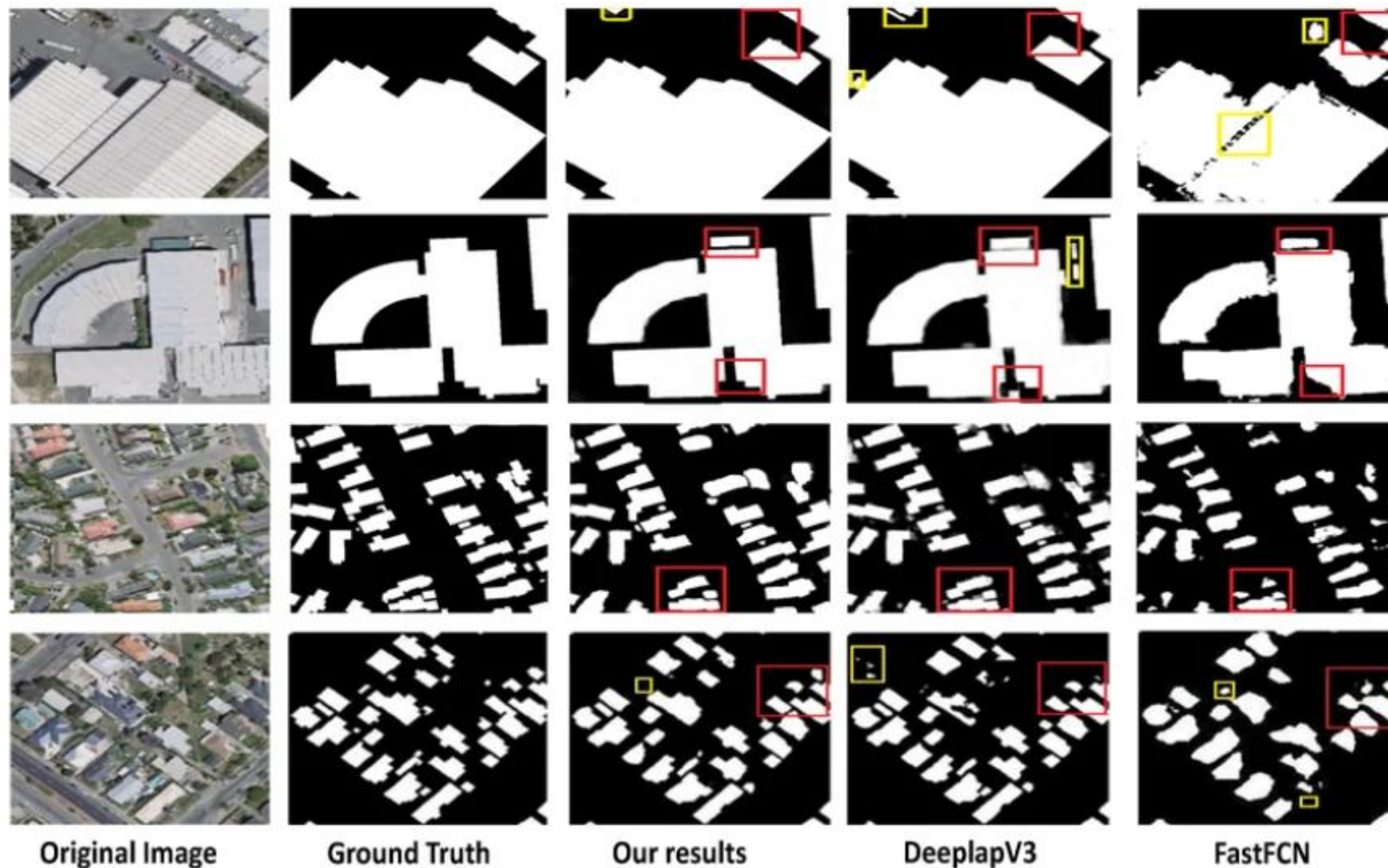
# UPROSZCZONY PROCES ANALIZY DANYCH SATELITARNYCH



# Przykłady użycia



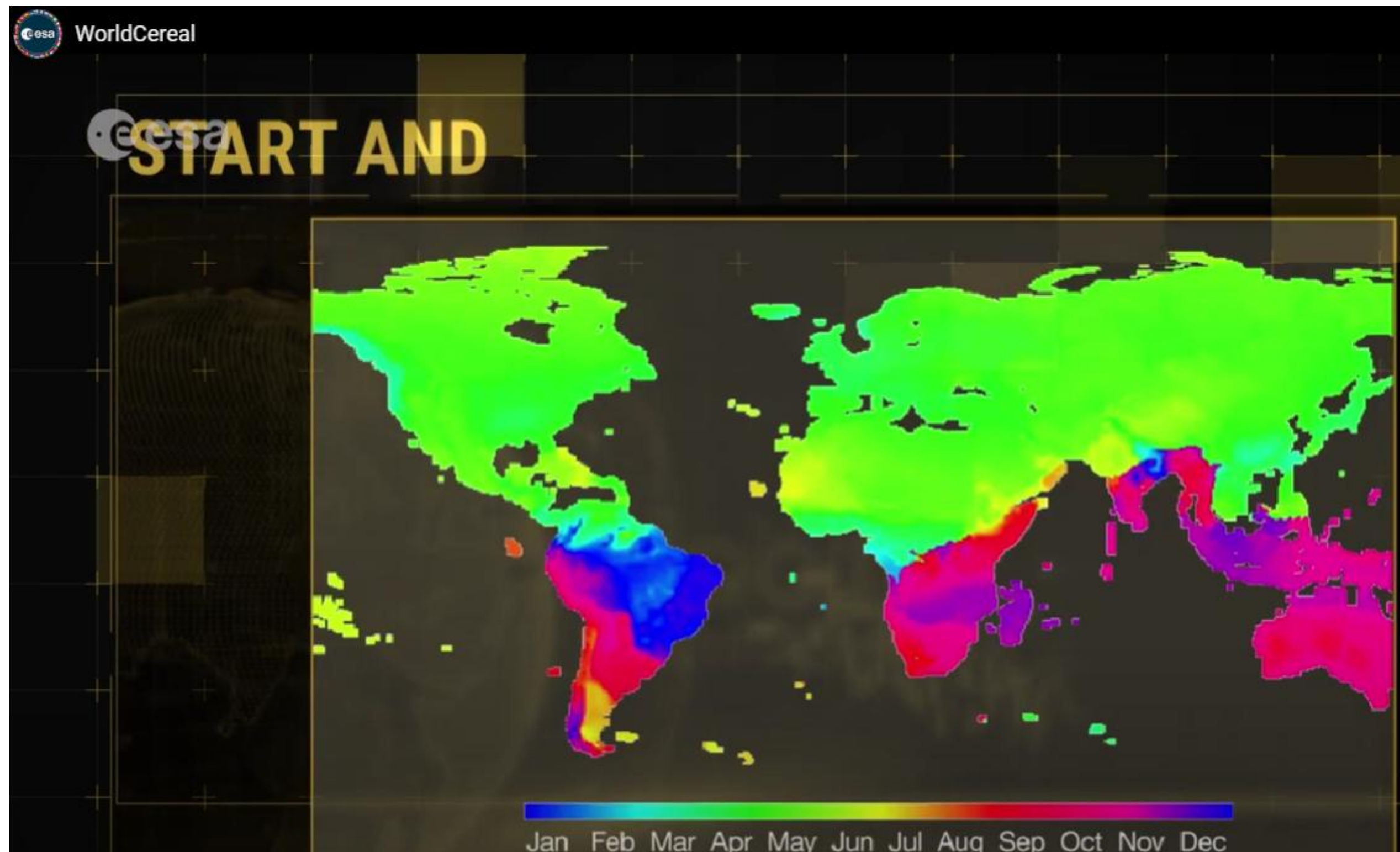
# Przykłady użycia



U-Net

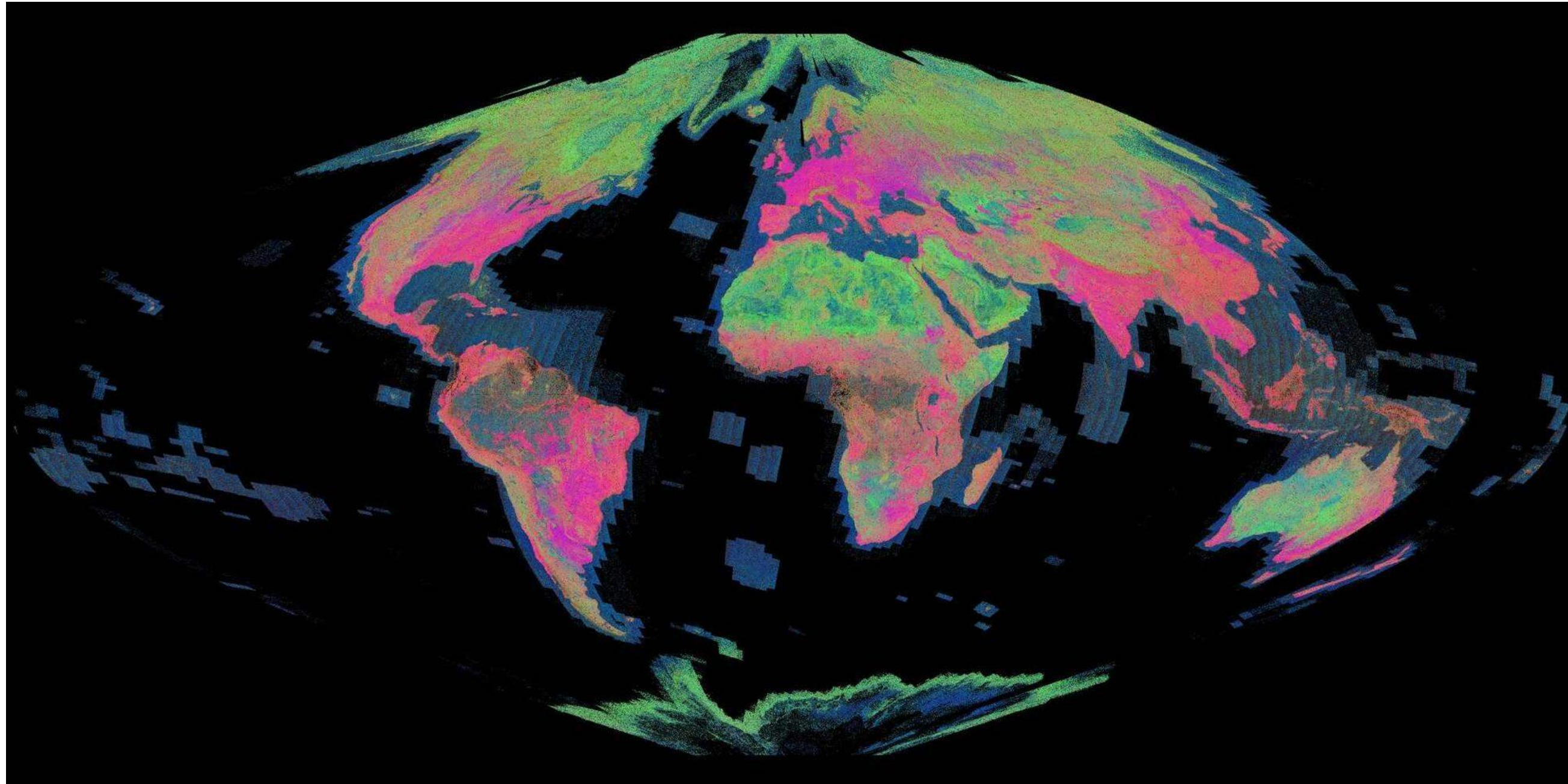
Moghalles, Khaled & Li, Heng-Chao & Alazeb, Abdulwahab. (2022). Weakly Supervised Building Semantic Segmentation Based on Spot-Seeds and Refinement Process. Entropy. 24. 741. 10.3390/e24050741.

# Przykłady użycia



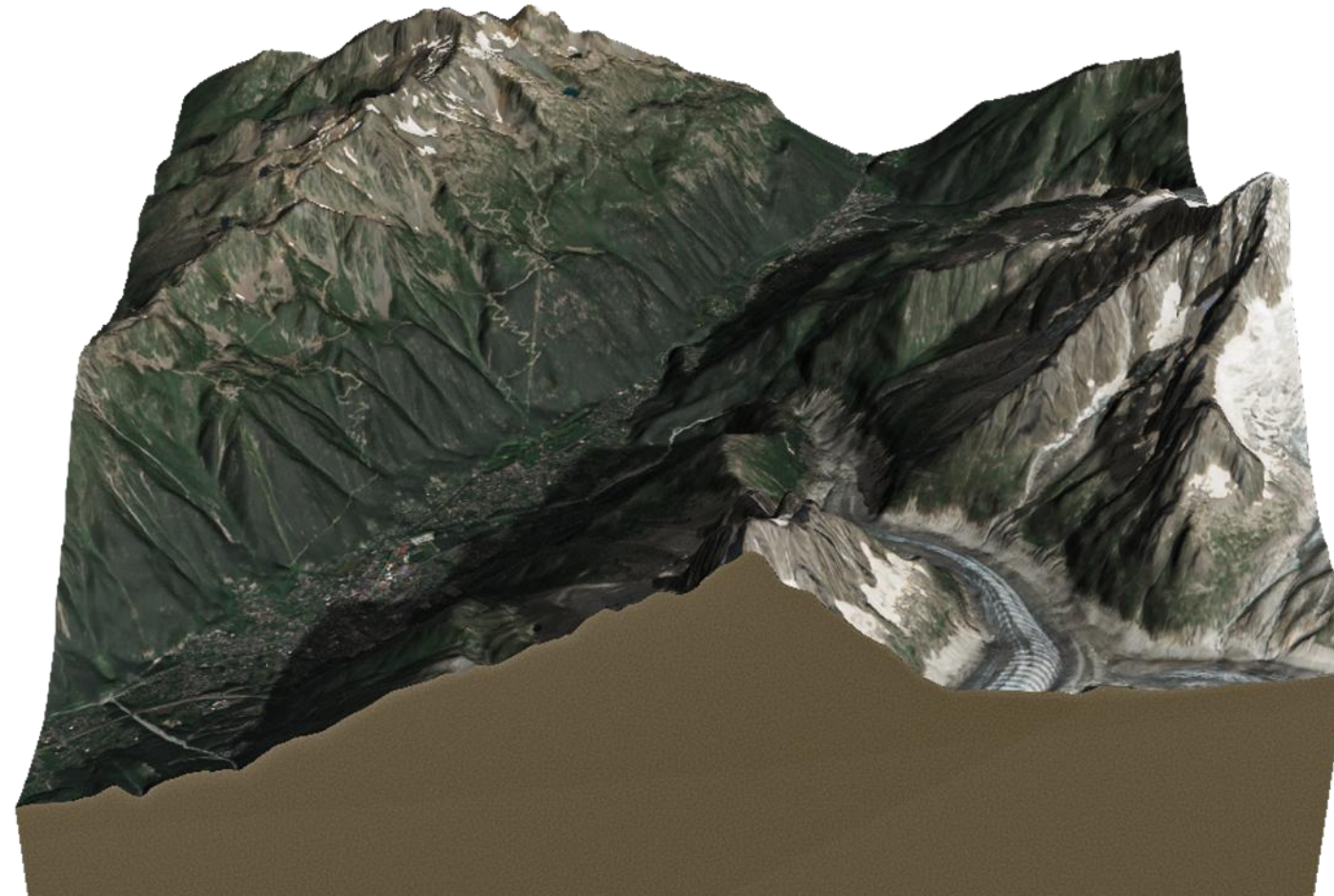
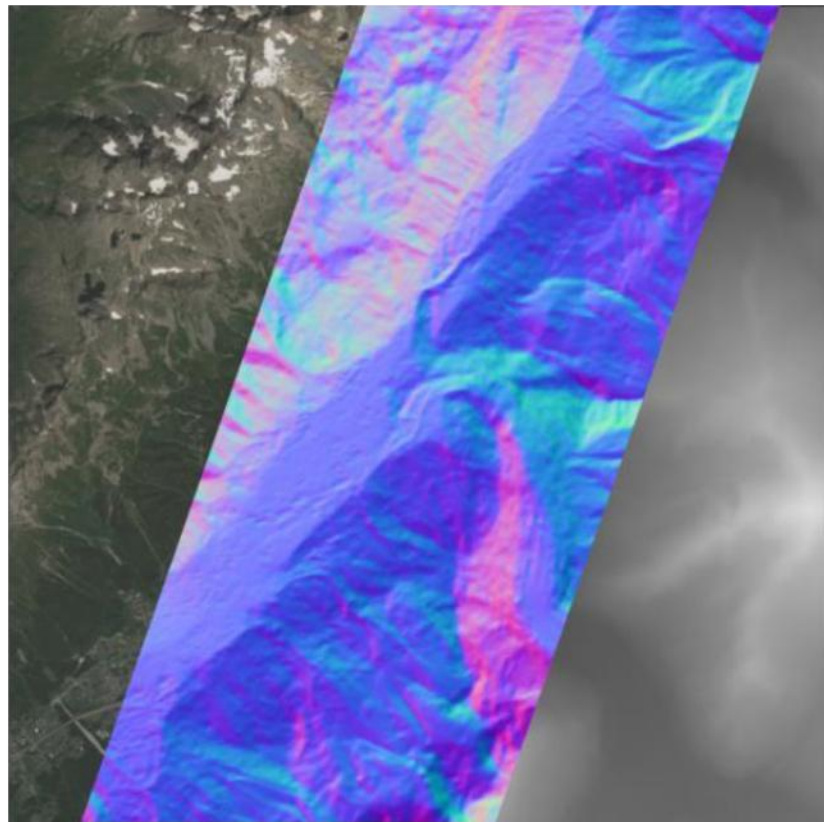
Van Tricht, K., et al. (2023). **WorldCereal: a dynamic open-source system for global-scale, seasonal, and reproducible crop and irrigation mapping.** *Earth System Science Data*, 15, 5491–5515. <https://doi.org/10.5194/essd-15-5491-2023>

# Przykłady użycia



Global AI embeddings in Earth  
Observation

# Major TOM Core-DEM

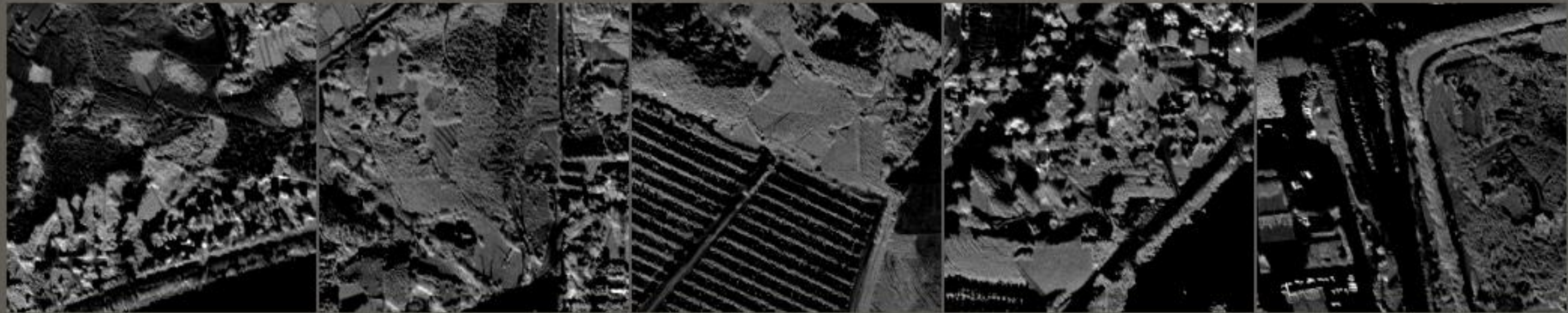


produced by



European Space Agency

# Przykłady użycia



(f)

(g)

(h)

(i)

(j)

Figure 3: Enhanced simulated images from ONERA's Radar simulator with creative content Top row: simulated images (512x512, 40cm). Bottom row: AI-enhanced simulated images (2048x2048, 40cm).



# VLM – Visual Language Models



DOTA



DIOR



HRRSD



RSOD



LEVIR



HRSC



Box-to-Caption (B2C)



Many small-vehicles in the middle of the picture .



A quantity of airplanes are located in the picture .



Lots of airplanes are located in the picture .



There are 15 aircrafts on the ground .



An airplane in the middle of the picture .



A ship in the middle of the picture .

<https://github.com/Jackbo1220/Awesome-Remote-Sensing-Foundation-Models>

# LLM – Large Language Models



**LLM**, czyli duży model językowy, pozwala zadawać pytania zwykłym językiem.

Dla administracji oznacza to, że pracownik nie musi od razu wiedzieć, gdzie znajduje się dana informacja.

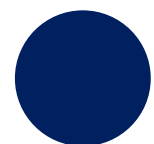
Może zapytać system:

„Które ulice są zagrożone przy wysokim stanie rzeki?”

„Przygotuj krótką informację dla mieszkańców.”

**Główna myśl:**

LLM upraszcza dostęp do informacji i skraca czas potrzebny na przygotowanie komunikatu lub analizy.



# Po co nam LLMy?



## Przykładowe zastosowania:

- szybkie streszczanie uchwał, raportów, decyzji i pism,
- przygotowanie komunikatów dla mieszkańców,
- wsparcie centrum zarządzania kryzysowego,
- analiza zgłoszeń od mieszkańców,
- pomoc w planowaniu ewakuacji, inwestycji lub działań środowiskowych,
- prostszy dostęp do danych GIS, map i zobrazowań satelitarnych.

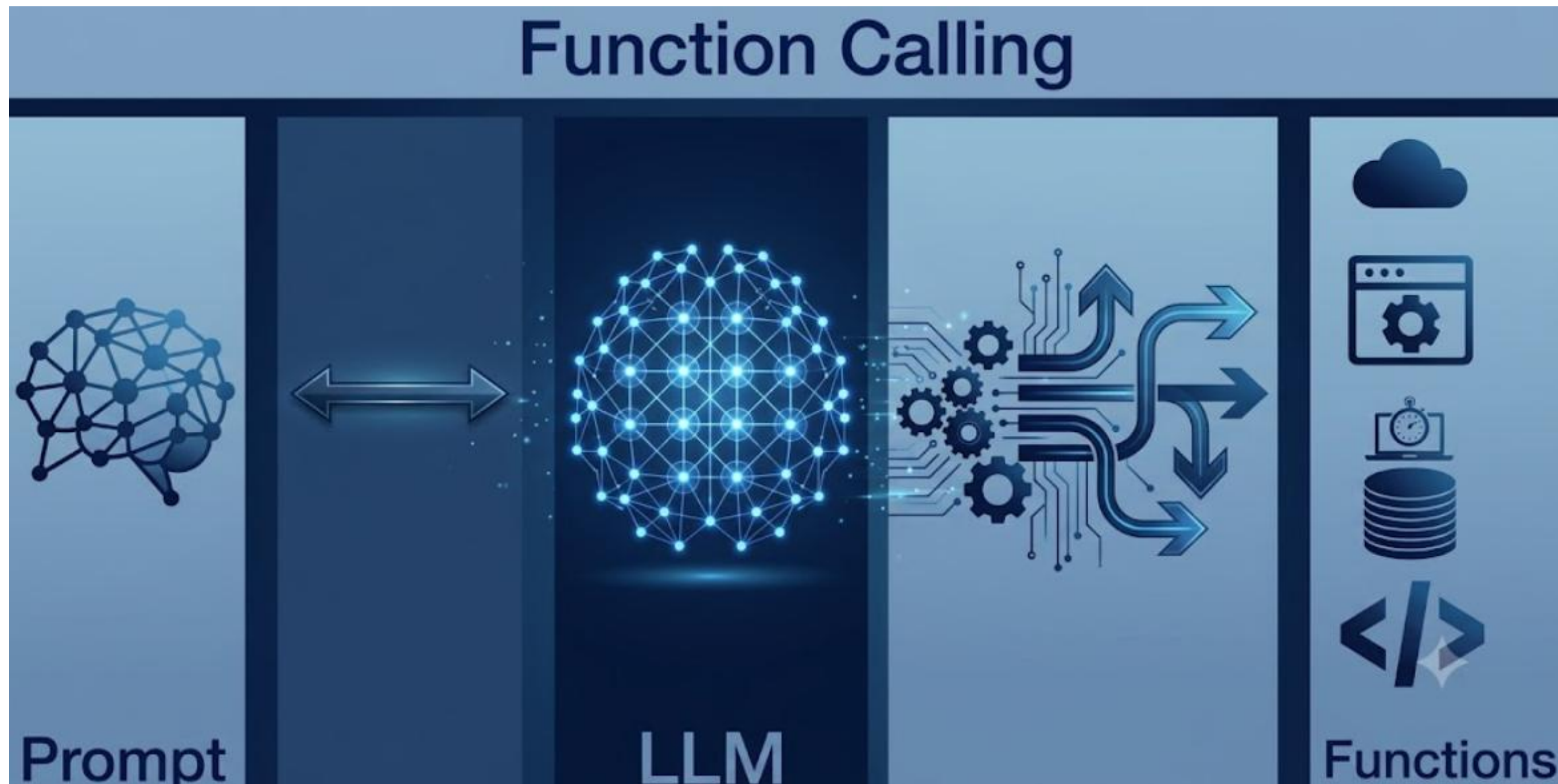
Pokaż mi teraz zieleń w Poznaniu. Daj w 5 krótkich myślach rekomendacje co do zarządzania nią.



- Wzmocnienie korytarzy zieleni i klinów napowietrzających
- Dogęszczanie zieleni przy głównych arteriach i w śródmieściu
- Ochrona i renaturyzacja terenów nadrzecznych (Warta i dopływy)
- Program zielonych podwórek, dachów i fasad w gęstej zabudowie
- Coroczny monitoring NDVI i priorytetyzacja nasadzeń wg deficytu zieleni

**LLM nie podejmuje decyzji za urząd. Pomaga szybciej zebrać informacje, uporządkować je i przygotować warianty działania dla człowieka.**

# Function calling



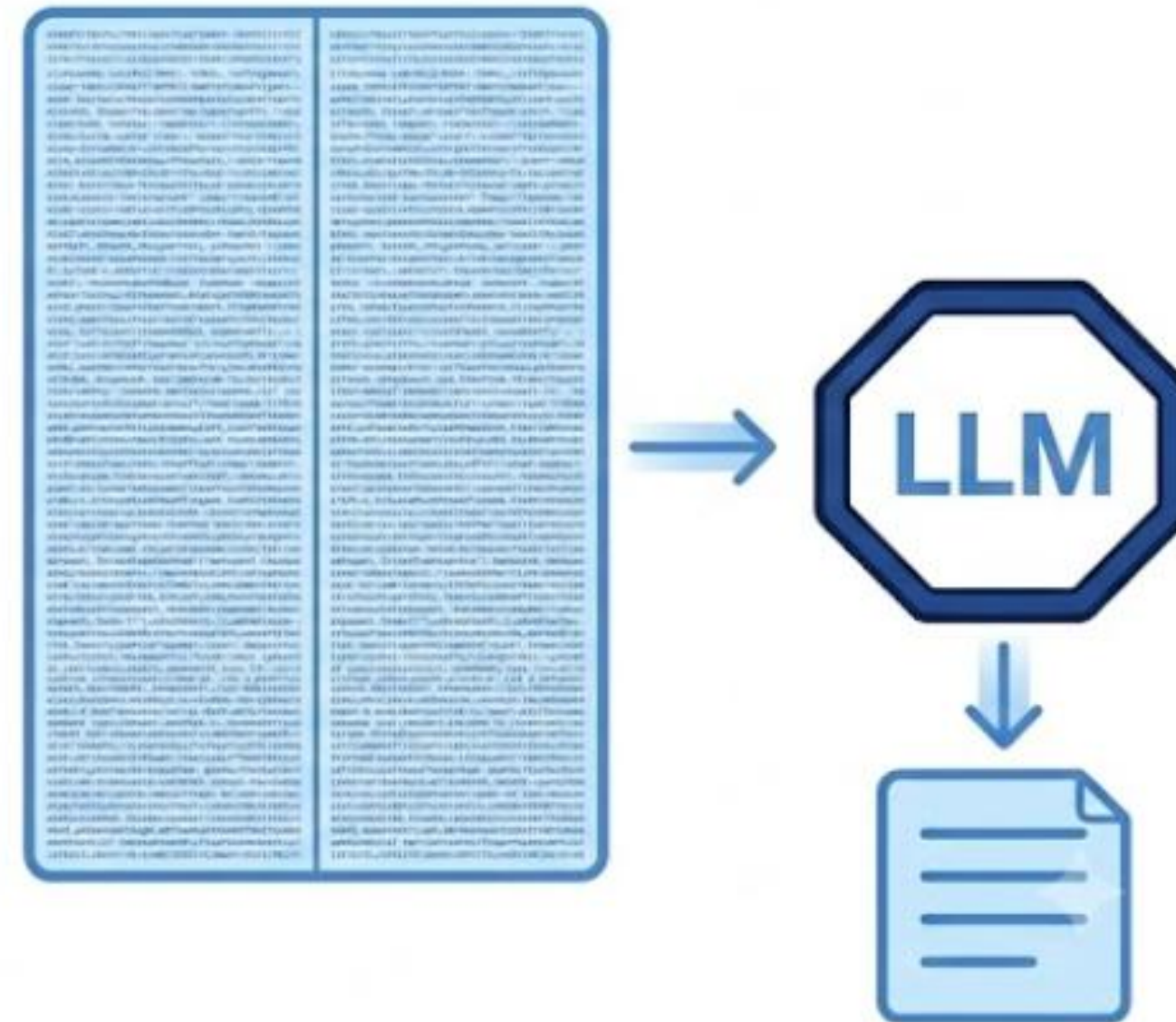
# Kontekst i RAG



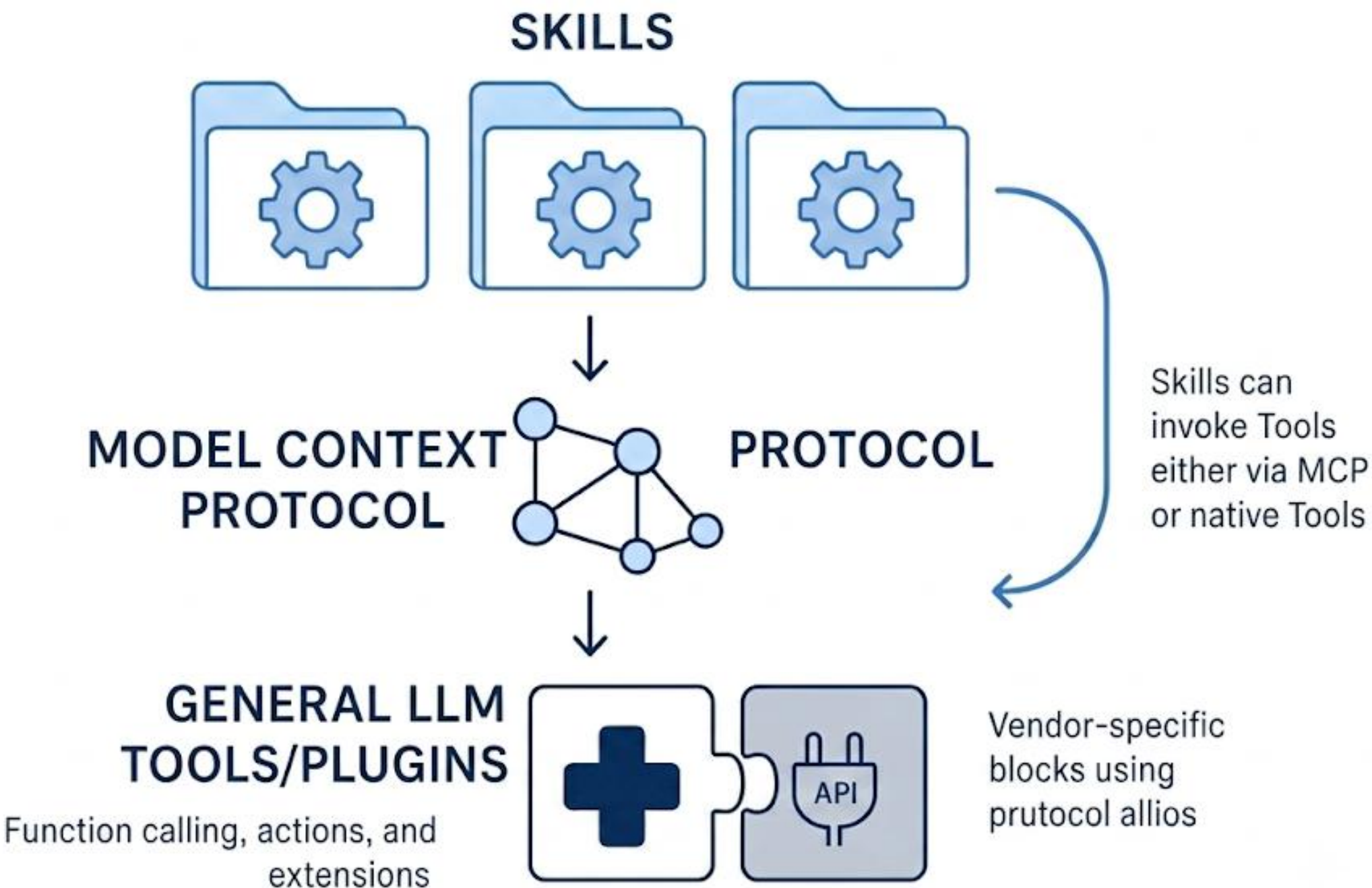
## RAG



## MASSIVE CONTEXT WINDOWS



# Struktura agentowego AI



# Co nam to daje?

Wyświetl samouczek.

Przejdź do mojej lokalizacji.

Wyświetl NDVI na mapie.

Napisz wiadomość tutaj...

# Lokalne AI



Qwen3



Gemma



GPT-OSS

# Dlaczego Edge AI?



## Gwarancja ciągłości działania (Offline-First):

Pelna operacyjność w warunkach kryzysowych. Niezależność od infrastruktury chmurowej i zewnętrznych dostawców internetu.



## Bezkompromisowe bezpieczeństwo danych:

Przetwarzanie w modelu on premise gwarantuje suwerenność danych (Data Sovereignty) i eliminuje ryzyko wycieku wrażliwych informacji operacyjnych.



## Decyzje w czasie rzeczywistym (Ultra-Low Latency):

W sytuacjach zagrożenia życia milisekundy mają znaczenie. Eliminujemy opóźnienia sieciowe – AI analizuje sytuację bezpośrednio na miejscu zdarzenia.



## Architektura Edge AI:

Lokalna moc obliczeniowa zapewniająca natychmiastowe wsparcie decyzyjne dla operatorów i dowodzących.



### AUTONOMIA OPERACYJNA

Działamy zawsze i wszędzie



### BEZPIECZEŃSTWO DANYCH

Suwerenność i ochrona



### BŁYSKAWICZNE DECYZJE

Milisekundy mają znaczenie



### WSPARCIE DLA LUDZI

Lepsze decyzje, większe bezpieczeństwo

## + Internet satelitarny



# Opcje na dziś - podsumowanie

## Analiza danych satelitarnych

Monitoring i detekcja zmian nawet w czasie rzeczywistym.

## Lokalne wdrożenia LLM

100% bezpieczeństwa danych lokalnie.

## Autorskie systemy agentowe

AI skrojone pod specyficzne dane i procesy decyzyjne.

## Inteligentny RAG

Błyskawiczny dostęp do wiedzy z własnych archiwów i baz danych.





# Porozmawiajmy o możliwościach AI!



**Dane**  
kontaktowe



**E-mail :**  
[marcin@sensorbite.com](mailto:marcin@sensorbite.com)



**Telefon :**  
+48790706759