



TERRA•EYE

Potencjał TerraEye

**Możliwości wykorzystania obrazowań
spektralnych w poszukiwaniu stref
przemian hydrotermalnych
(porfirowych złóż miedzi)**



**REMOTE SENSING
BUSINESS
SOLUTIONS**

**Maximizing efficiency and accuracy
with AI-powered satellite data processing**

Rozwijany przez nas system TerraEye to narzędzie służące do monitorowania niektórych elementów środowiska naturalnego.



TERRA•EYE

Rozwijana przez Remote Sensing Business Solutions aplikacja TerraEye służy do monitorowania wybranych elementów środowiska naturalnego w oparciu o analizę obrazów satelitarnych i algorytmy uczenia maszynowego. **System w sposób bezinwazyjny i szybki dostarcza danych na potrzeby wspierania procesów decyzyjnych.**

W ramach projektu Hype4Explor, Remote Sensing Business Solutions prowadzi prace badawczo-rozwojowe w celu opracowania nowej funkcjonalności służącej wspieraniu procesów poszukiwania złóż surowców mineralnych poprzez dostarczanie map mineralizacji powierzchniowych, tworzonych w oparciu o zobrażenia satelitarne. Projekt uzyskał dofinansowanie z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w konkursie Szybka Ścieżka - Innowacje Cyfrowe.

W ostatnim czasie notuje się znaczący wzrost popytu na surowce niezbędne w dążeniu do transformacji energetycznej, w tym miedzi oraz surowców krytycznych.

Istnieje ogromna dysproporcja pomiędzy światowymi planami transformacji energetycznej a dostępnością niezbędnych surowców, takich jak miedź, lit, nikiel, kobalt oraz REE potrzebnych w tych celach. **Przewiduje się, że łańcuchy dostaw tych surowców gwałtownie wzrosną w nadchodzących latach, aby światowe cele klimatyczne mogły zostać osiągnięte.**

Dodatkowo ze względu na wysokie koszty jak i troskę o środowisko naturalne, duży nacisk kładziony jest na wykorzystanie nieinwazyjnych metod poszukiwawczo-rozpoznawczych jak powierzchniowe metody geofizyczne oraz metody teledetekcyjne. Techniki teledetekcyjne znacząco przyczyniają się do obniżenia czasu i kosztów związanych z pracami poszukiwawczymi.

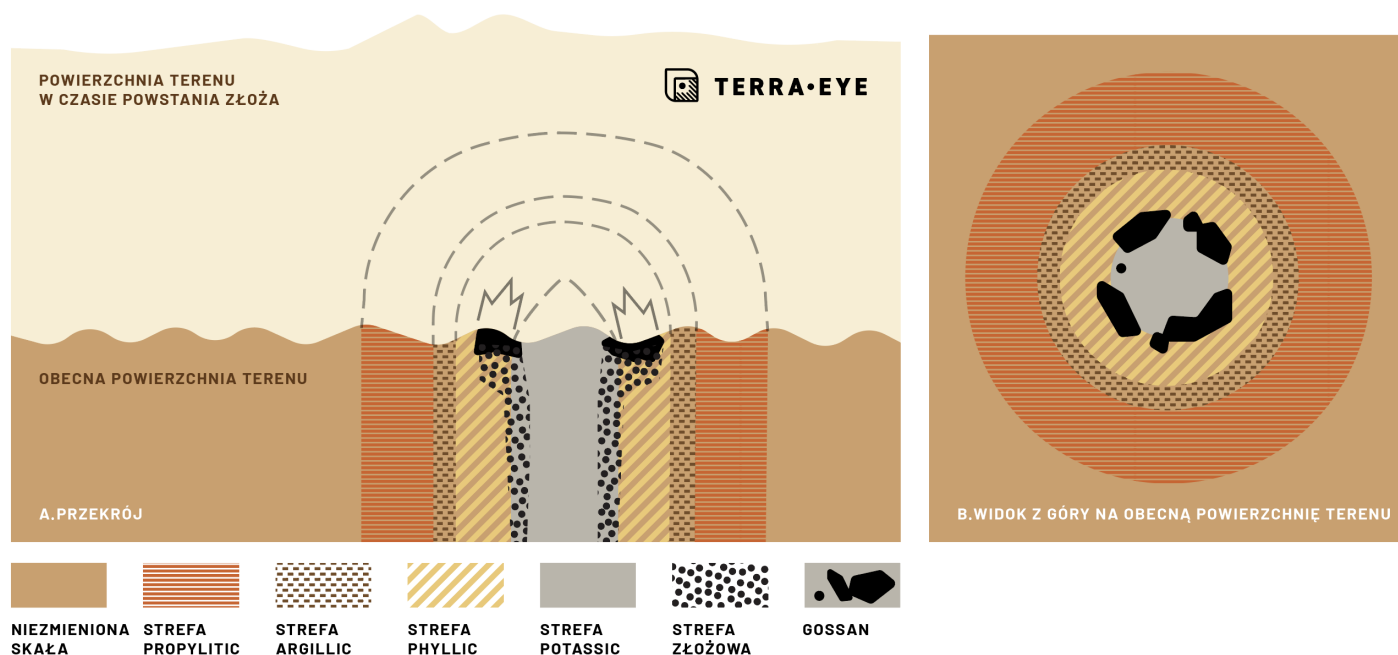
TerraEye w przyszłości dostarczając i przetwarzając satelitarne dane teledetekcyjne w poszukiwaniu złóż kopalin mineralnych może być traktowana zarówno jako jeden z pierwszych etapów w poszerzaniu istniejącej wiedzy geologicznej o danym obszarze, jak również jako suplementarny element w całej kampanii poszukiwawczo-rozpoznawczej.



Jednym z typów złóż surowców o dużym potencjale w skali świata są porfirowe złoża miedzi, stanowiące największe na świecie źródło miedzi oraz jedno z głównych źródeł molibdenu, złota i srebra.

Pomimo stosunkowo niskich zawartości (średnio 0,3-2,0% Cu), PCD mają znaczący wpływ ekonomiczny i społeczny ze względu na duże zasoby (zwykle od setek milionów do miliardów ton metrycznych), długi okres eksploatacji złóż (dziesiątki lat), możliwość udostępnienia metodami odkrywkowymi i idące za tym wysokie poziomy rocznej produkcji w kopalniach.

Ważnym elementem możliwości poszukiwania porfirowych złóż miedzi jest związane z nimi występowanie na powierzchni ziemi stref przemian hydrotermalnych, które mogą być mapowane dzięki metodom teledetekcji (Rys. 1).



Rys. 1. Model stref przemian hydrotermalnych związanych z porfirowymi złożami miedzi (opracowanie własne, na podstawie Sabins, 1999).

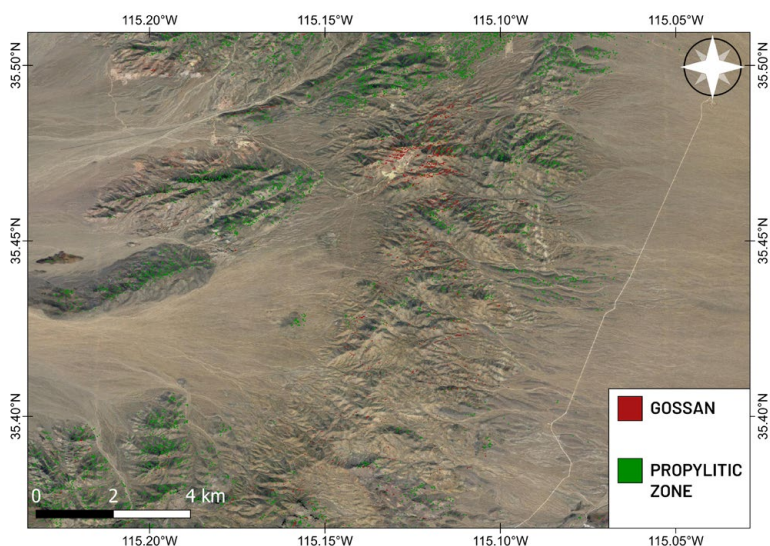
Analizę przeprowadzono w oparciu o dane multispektralne dla lokalizacji położonej w Ameryce Północnej w stanie Nevada.

W celu przedstawienia próbki możliwości TerraEye przeprowadzono analizę w oparciu o dane multispektralne dla lokalizacji położonej w Ameryce Północnej w stanie Nevada, przedstawiony obszar pokrywa powierzchnię o wielkości ~300 km² (rysunek 2.).



Rys. 2. Analizowany obszar zlokalizowany w Ameryce Północnej w stanie Nevada, stan na 2022 rok.

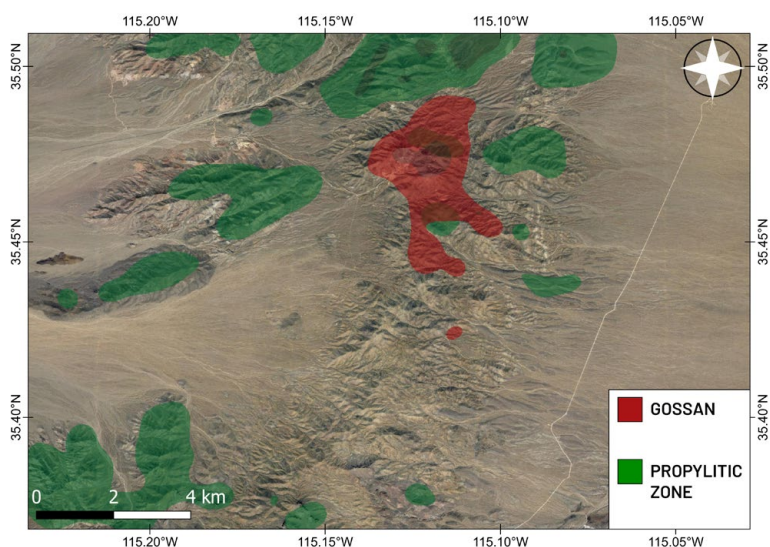
W celu wizualizacji wyników sporządzono mapy występowania powierzchniowych stref przemian hydrotermalnych w badanej lokalizacji.



Rys. 3. Lokalizacja stref przemian hydrotermalnych, klasyfikacja per-piksel.

W niniejszym opracowaniu skupiono się na poszukiwaniu stref przemian hydrotermalnych, których obecność na powierzchni jest związana z występowaniem porfirowych złóż miedzi. W tym celu wykorzystano multispektralne zobrazowania satelitarne pochodzące z misji ASTER. Dane pozyskane do analizy pochodzą z 2006 roku. Na ich podstawie obliczono następujące wskaźniki teledetekcyjne:

- **Gossan Index** – wskaźnik służy do identyfikacji nagromadzeń takich minerałów jak hematyt, getyt czy jarosyt, które występują w gossanach; oraz
- **Epidote / Chlorite / Amphibole Index** – wskaźnik wykorzystywany jest do lokalizacji nagromadzeń chlorytu oraz epidotu, które można odnaleźć w strefie przemian hydrotermalnych propylitic.



Rys. 4. Estymowany zasięg przemian stref hydrotermalnych.

Wybrany obszar analizy jest reprezentywnym przykładem występowania stref przemian hydrotermalnych, ze strefą gossanową (ang. gossan) w części centralnej oraz otaczającą ją strefą propylitową (ang. propylitic). W celu weryfikacji wysuniętych wniosków porównano zbieżność otrzymanych wyników z bazą danych występowania porfirowych złóż miedzi sporządzoną przez USGS (United States Geological Survey). Weryfikacja potwierdziła występowanie złoża PCD na badanym obszarze. Uzyskiwanie prezentowanych wyników pozwala na zawężenie potencjalnego kontynuowania prac poszukiwawczo-rozpoznawczych na obszarach o największym prawdopodobieństwie występowania mineralizacji miedzi.

Naszym celem jest dostarczenie komercyjnego narzędzia dla spółek górniczych w celu wsparcia procesu decyzyjnego w poszukiwaniu złóż.

W ramach realizacji projektu Hype4Explor w celu opracowania nowej funkcjonalności TerraEye, satelitarne dane hiperspektralne będą przetwarzane automatycznie ze wsparciem algorytmów uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji.

Na ten moment w swoich pracach skupiamy się na strefach mineralizacji powierzchniowych związanych z porfirowymi złóżami miedzi (PCD) z uwagi na ich powszechne globalne występowanie oraz wysoki potencjał złożowy. Niemniej, w przyszłości, w oparciu o pozyskany w projekcie know-how, chcemy rozszerzyć zakres naszych działań o inne rodzaje złóż surowców mineralnych.

W projekcie stworzona zostanie aplikacja, w której zaimplementowany zostanie system wspomagania decyzji dla górnictwa i firm poszukiwawczo-rozpoznawczych w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złóż surowców mineralnych. Stworzenie systemu będzie obejmowało algorytmy ML i AI, a także mnóstwo danych geologicznych w celu wsparcia benchmarkingu złóż na podstawie danych satelitarnych.

Proponowana usługa oparta na aplikacji webowej będzie polegała na:

- automatycznym pozyskiwaniu i przetwarzaniu obrazów hiperspektralnych oraz multispektralnych dla obszarów zainteresowań;
- generowaniu map mineralizacji powierzchniowych dla poszczególnych minerałów;
- klasyfikacji i benchmarkingu potencjalnych parametrów złóż PCD w oparciu o modele sztucznej inteligencji.

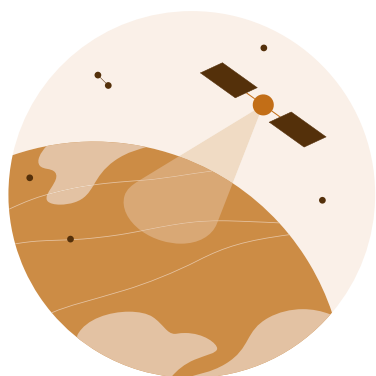
Wygenerowane mapy mineralizacji powierzchniowych mogą posłużyć jako **nisko-kosztowe dane do interpretacji przy zawężaniu obszarów prac rekonesansowych i poszukiwawczych w obszarach greenfieldowych, oraz zwiększeniu precyzji lokalizowania poszukiwawczych otworów wiertniczych**, co będzie przekładać się na zmniejszenie kosztów związanych z prowadzonymi pracami poszukiwawczymi oraz minimalizację ryzyka związanego z negatywnymi odwiertami.

Co więcej, w projekcie Hype4Explor chcemy pójść o krok dalej niż samo dostarczanie map mineralizacji - w oparciu o setki rozpoznanych porfirowych złóż miedzi na świecie, stworzymy modele sztucznej inteligencji, które powiązując mineralizacje powierzchniowe z parametrami złóż już rozpoznanych (m. in. grade - % Cu i tonaż całkowity), wskazywały będą predykcję potencjału złożowego obszarów, w celu wsparcia w podejmowaniu optymalnych decyzji jeszcze na wczesnym etapie prac poszukiwawczych.



Nasz pomysł na monitorowanie kluczowych lokalizacji

Dzięki szerokiemu gronu klientów rozumiemy zapotrzebowanie na dane o zróżnicowanym poziomie i stopniu szczegółowości. Dla zapewnienia tych typów informacji, naszym celem jest integracja wielu sposobów pozyskania danych.



W SZERSZEJ PERSPEKTYWIE

Zobrazowania satelitarne dostarczają najbardziej aktualnych i zróżnicowanych informacji:

- Co 2-3 dni dostępne są nowe zobrazowania multispektralne;
- Co 12 dni pozyskiwane są nowe dane radarowe w celu uzyskania informacji o deformacjach gruntu;
- Dostęp do zobrazowań hiperspektralnych umożliwia tworzenie bardziej kompleksowych analiz.



BLIŻSZE SPOJRZENIE

Drony (UAV) mogą być wysłane w celu dalszego uzupełnienia danych satelitarnych i uzyskania bardziej szczegółowych informacji o regionie lub miejscu:

- Gdy wymagana jest lepsza rozdzielczość;
- Gdy chmury przesłaniają określoną lokalizację;
- Gdy potrzebna jest walidacja danych satelitarnych.



IN-SITU DLA DETALI

Dostęp do szczegółowych informacji za pośrednictwem naziemnych sensorów i fizycznego pobierania próbek.

- Wykorzystywane do wyników analiz.
- Pobieranie próbek w konkretnych lokalizacjach w przypadku określonych zdarzeń lub w celu uzyskania lepszego wglądu w planowany przyszły projekt.



WSPARCIE

Aby osiągnąć najwyższą jakość ukazywanych informacji i ciągle ulepszać nasze algorytmy uczenia maszynowego współpracujemy z ekspertami:

- Pracujemy na danych pochodzących z optycznych konstelacji (w tym Pléiades Neo, Pléiades, SPOT DMC Constellation, Vision-1) poprzez współpracę z Airbus, SentinelHub, ESRI, Maxar, SatRev, Pixxel oraz SkyWatch.
- Współpracujemy z Prometheus S.A. w ramach realizacji oblotów dronowych oraz pozyskiwania danych.
- Współpracujemy z Wydziałem Geologii Uniwersytetu Warszawskiego oraz Politechniką Wrocławską, aby ulepszać nasze algorytmy.
- W rozwijaniu naszego systemu wspiera nas Microsoft, PWC oraz ESA.
- Otrzymujemy finansowanie z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

AIRBUS

MAXAR

esri

sentinelhub

pixxel

SATREV⁺

Microsoft

PROMETHEUS

pwc

eesa

**UNIWERSYTET
WARSZAWSKI**

**Politechnika
Wrocławska**

SKYWATCH

NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

O NAS

W RSBS naszą misją jest ograniczanie wpływu przemysłu na środowisko poprzez wprowadzanie innowacji technologicznych.

Przedstawiamy narzędzie, które przy wykorzystaniu zobrażeń satelitarnych i rozwiązań teledetekcyjnych, będzie wspierać proces oceny środowiskowej na wielu płaszczyznach.



Kontakt

Remote Sensing Business Solutions P. S. A
ul. Jana Długosza 60A
51-162 Wrocław, Polska
biuro@fourpoint.com.pl