



Możliwości systemu TerraEye

Analiza kondycji zieleni w okresie
referencyjnym na podstawie
współczynnika VCI

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



TERRA-EYE

Rozwijana aplikacja TerraEye przez Remote Sensing Business Solutions (RSBS) służy do monitorowania wybranych elementów środowiska naturalnego w oparciu o analizę obrazów satelitarnych, wspieraną algorytmami uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji. Bazując na otwartych danych, system w sposób bezinwazyjny i szybki dostarcza danych na potrzeby wspierania procesów decyzyjnych, wskazując na anomalie, które wymagają podjęcia działań mitygujących.

Susza jest zjawiskiem naturalnym, które szczególnie negatywnie wpływa na społeczeństwo, środowisko oraz gospodarkę.

Spośród czterech rodzajów suszy, wyróżniamy suszę rolniczą (glebową), która jest konsekwencją wydłużającej się suszy atmosferycznej (deficytu opadów atmosferycznych).

Występuje, gdy wilgotność gleby jest niewystarczająca do zaspokojenia potrzeb wodnych roślin i prowadzenia normalnej gospodarki w rolnictwie oraz gdy widoczne są negatywne zmiany w stanie roślinności (objawy stresu wodnego, ograniczenie w biomasie i plonowaniu). Susza rolnicza przynosi straty zarówno w ekosystemach naturalnych jak i w produkcji rolnej oraz leśnej.

Niestety susza glebowa może zostać spotęgowana działalnością człowieka. W kopalniach odkrywkowych, ze względu na możliwy napływ wód gruntowych i opadowych do wyrobisk, konieczne jest odpowiednie odwodnienie

złóż, aby umożliwić prowadzenie wydobycia. Odwadnianie złóż studniami głębinowymi prowadzi do tworzenia się leja depresji, którego promień może sięgać nawet kilkudziesięciu kilometrów. Prowadzi to do obniżania się poziomu wód podziemnych i powierzchniowych w otoczeniu kopalni, tym samym zwiększając ryzyko wystąpienia stresu wodnego na obszarze objętym wpływem leja depresji.



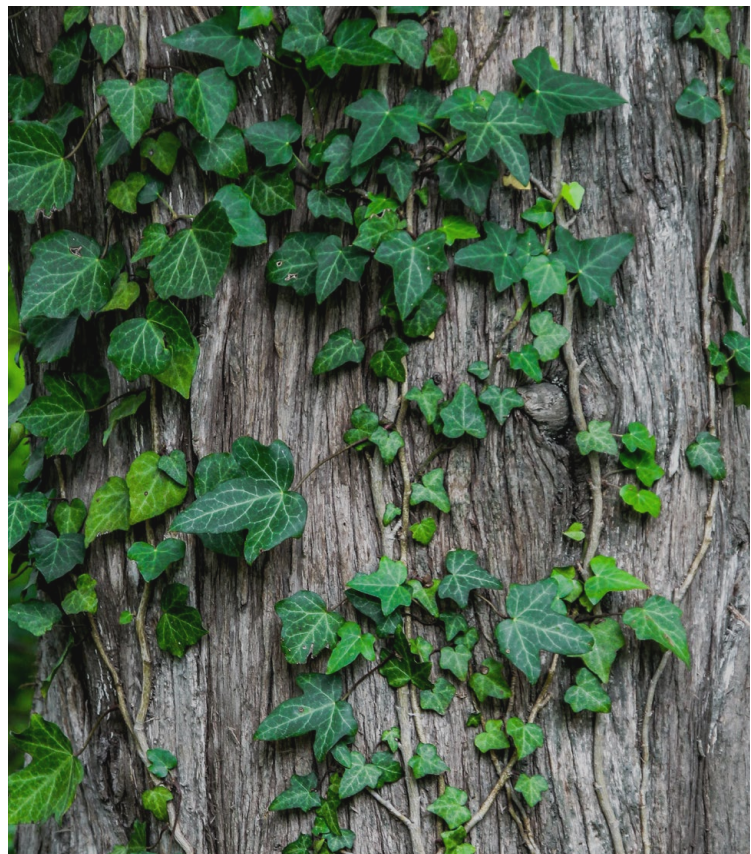
Dane optyczne są doskonałym źródłem informacji do interpretacji wizualnej. Pozwalają „gołym okiem” dostrzec zmiany, jakie zaszły na analizowanym obszarze. Stanowią też podstawę do przeprowadzania bardziej złożonych analiz, bazujących na widmach spektralnych.

Aplikacja TerraEye umożliwia użytkownikowi przeprowadzenie analiz z wykorzystaniem współczynników teledetekcyjnych.

Współczynniki teledetekcyjne określają parametry jakościowe badanych obiektów. Wykorzystanie satelitarnych danych multispektralnych do obliczania indeksów teledetekcyjnych umożliwia użytkownikowi aplikacji analizę stanu środowiska naturalnego oraz antropogenicznego. Dzięki wskaźnikom już zaimplementowanym w naszym systemie możliwe jest monitorowanie m. in.:

- **stanu rozwojowego oraz kondycji roślin** (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index),
- **zawartości chlorofilu w liściach** (NDRE – Normalized Difference Red-Edge Index),
- **zawartości wody w listowiu** (NDII – Normalized Difference Infrared Index), oraz
- **względnej zmiany kondycji terenów zielonych na przestrzeni czasu** (VCI – Vegetation Condition Index).

W przypadku zdrowej, zielonej roślinności powyższe wskaźniki odznaczają się wysokimi wartościami, które skorelowane są z ilością biomasy, zawartością chlorofilu czy ilością wody w liściach. W przypadku niedoboru składników, niezbędnych do prawidłowego rozwoju roślin w/w wskaźniki odznaczać się będą niższymi wartościami.

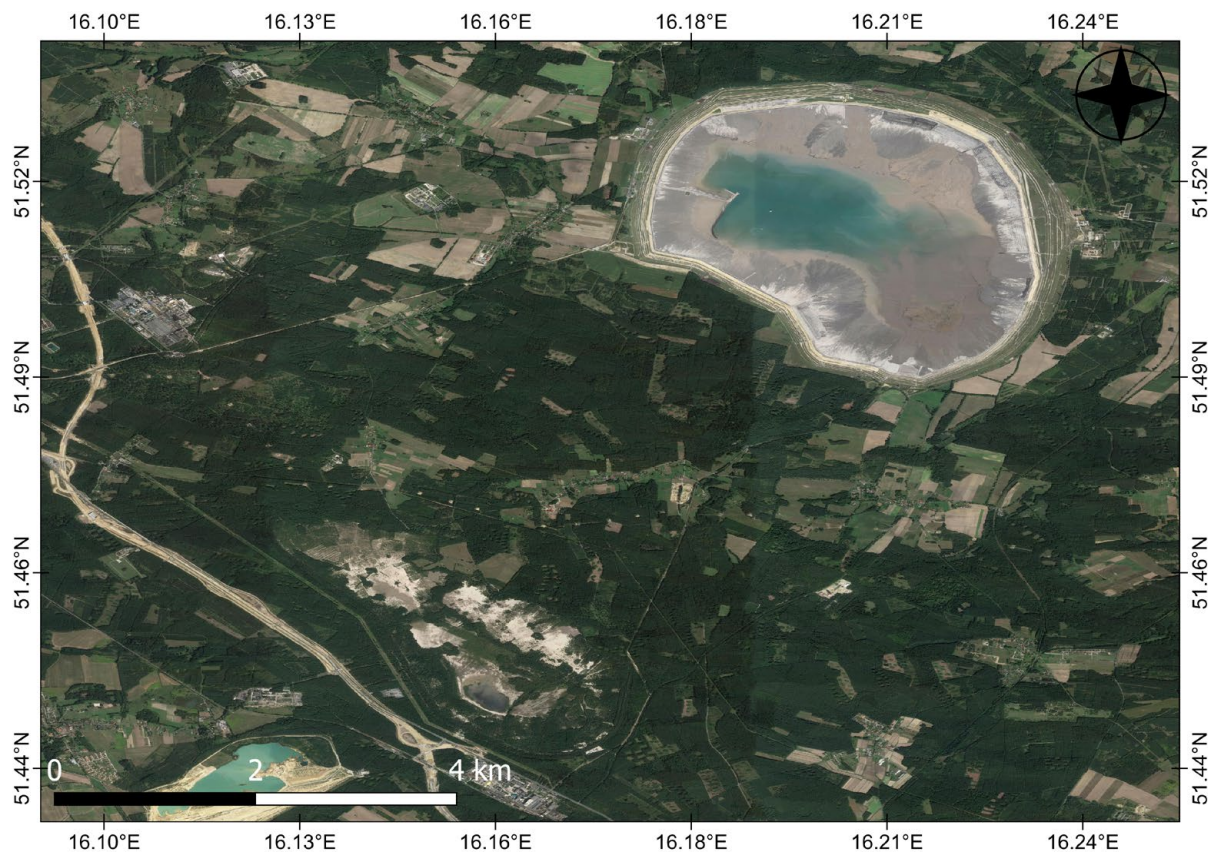


Vegetation Condition Index (VCI) wykorzystuje serię historycznych wartości wskaźników wegetacji roślin i wskazuje jak stan kondycji roślinności w danym roku ma się do stanu w pozostałych latach objętych analizą. Pozwala to na ocenę dotkliwości suszy w porównaniu do lat ubiegłych, a także pozwala dostrzec skutki zmian klimatycznych, prowadzące do występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Zbiornik odpadów pogórnicznych Żelazny Most jest jednym z największych tego typu obiektów w Europie, a co więcej, niedawno rozpoczęto budowę dodatkowej kwatery.

W przeszłości wielokrotnie podnoszono temat negatywnego wpływu substancji zrzucanych do zbiornika na okoliczne tereny. Bazując na satelitarnych zobrazeniach optycznych oraz wskaźnikach teledetekcyjnych, możliwy staje się wielkoobszarowy monitoring wpływu obiektów przemysłowych na środowisko naturalne (w tym użytki zielone) znajdującą się w ich otoczeniu. Poniżej zaprezentowano przykład wykorzystania wskaźnika względnej zmiany kondycji terenów

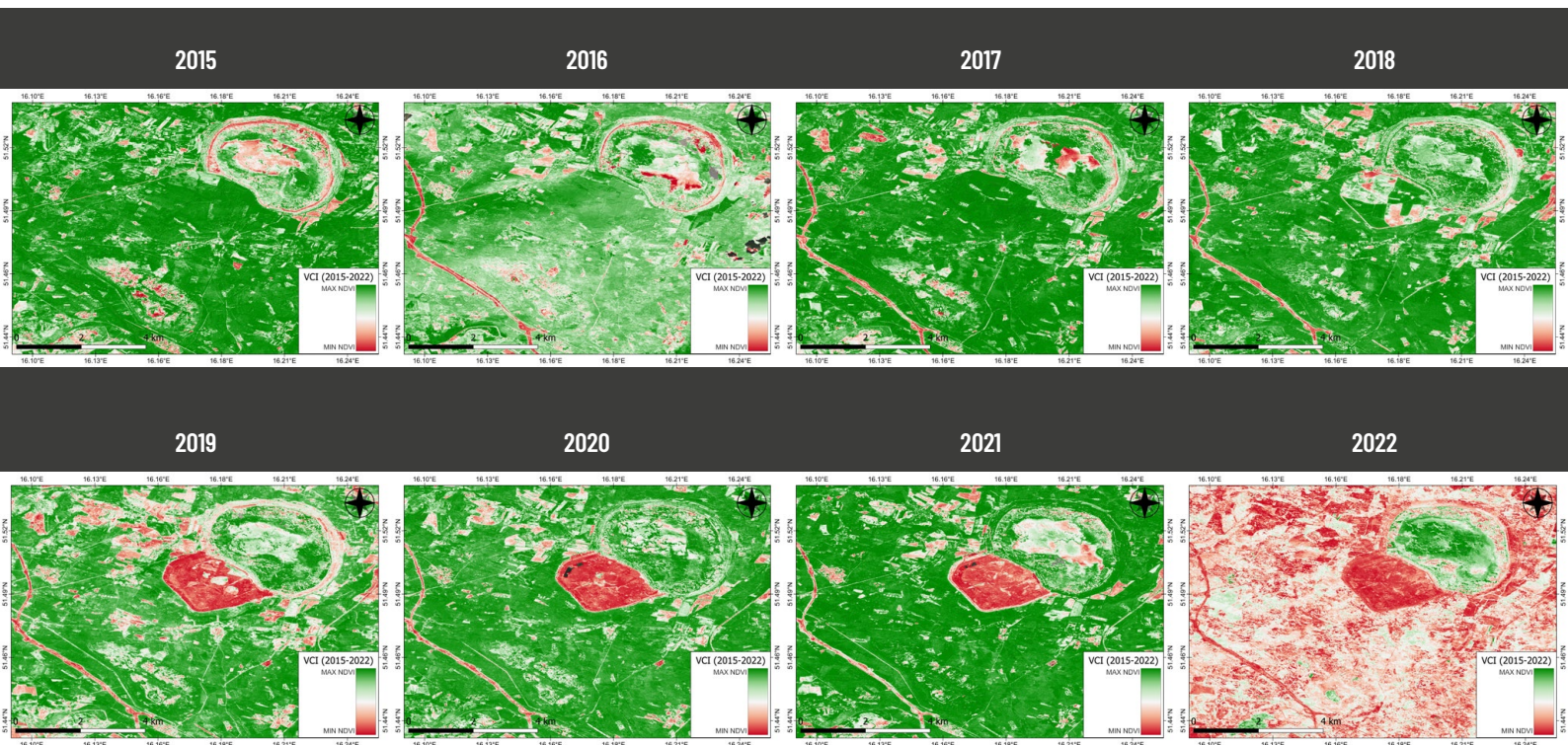
zielonych do ciągłego monitoringu kondycji zieleni, mierzonej za pomocą znormalizowanego różnicowego wskaźnika wegetacji (NDVI). W przypadku postępującej degradacji gleby moglibyśmy z roku na rok obserwować postępujący spadek kondycji roślin na terenach zielonych. Analizy zostały przeprowadzone dla danych z lipca, zgromadzonych dla lat 2015-2022. Na rysunku 1 przedstawiono analizowany obszar w roku 2017.



Rys. 1. Zbiornik odpadów pogórnicznych „Żelazny Most” oraz jego otoczenie.

Wskaźnik VCI bazuje na danych w szeregu czasowym. W przypadku gdy z roku na rok kondycja zieleni ulegałaby pogorszeniu, powinniśmy zaobserwować systematyczny spadek jego wartości, świadczący o powolnej degradacji roślinności. Oczywiście nie bez znaczenia pozostają warunki atmosferyczne, które będą znacząco wpływać na kondycję zieleni. Natomiast w tym wypadku punktami odniesienia zawsze będą historyczne wartości maksymalne i minimalne danego wskaźnika.

Wskaźnik VCI opisuje bowiem jak aktualna w danym punkcie wartość wskaźnika wegetacji (w tym wypadku NDVI) ma się do maksymalnej i minimalnej wartości tego wskaźnika na przestrzeni analizowanych lat i analogicznym okresie roku (domyślnie jest to miesiąc). Im bardziej zielony jest piksel, tym bardziej jest on zbliżony do wartości maksymalnej i odwrotnie: im bardziej czerwony, tym bliżej mu do historycznej wartości minimalnej. Rysunek 2 przedstawia wyniki obliczeń VCI dla analizowanego terenu w latach 2015-2022.



Rys. 2. Szereg zdjęć przedstawiających wyniki VCI w latach 2015-2022, Zbiornik odpadów pogórnich „Żelazny Most” oraz jego otoczenie.

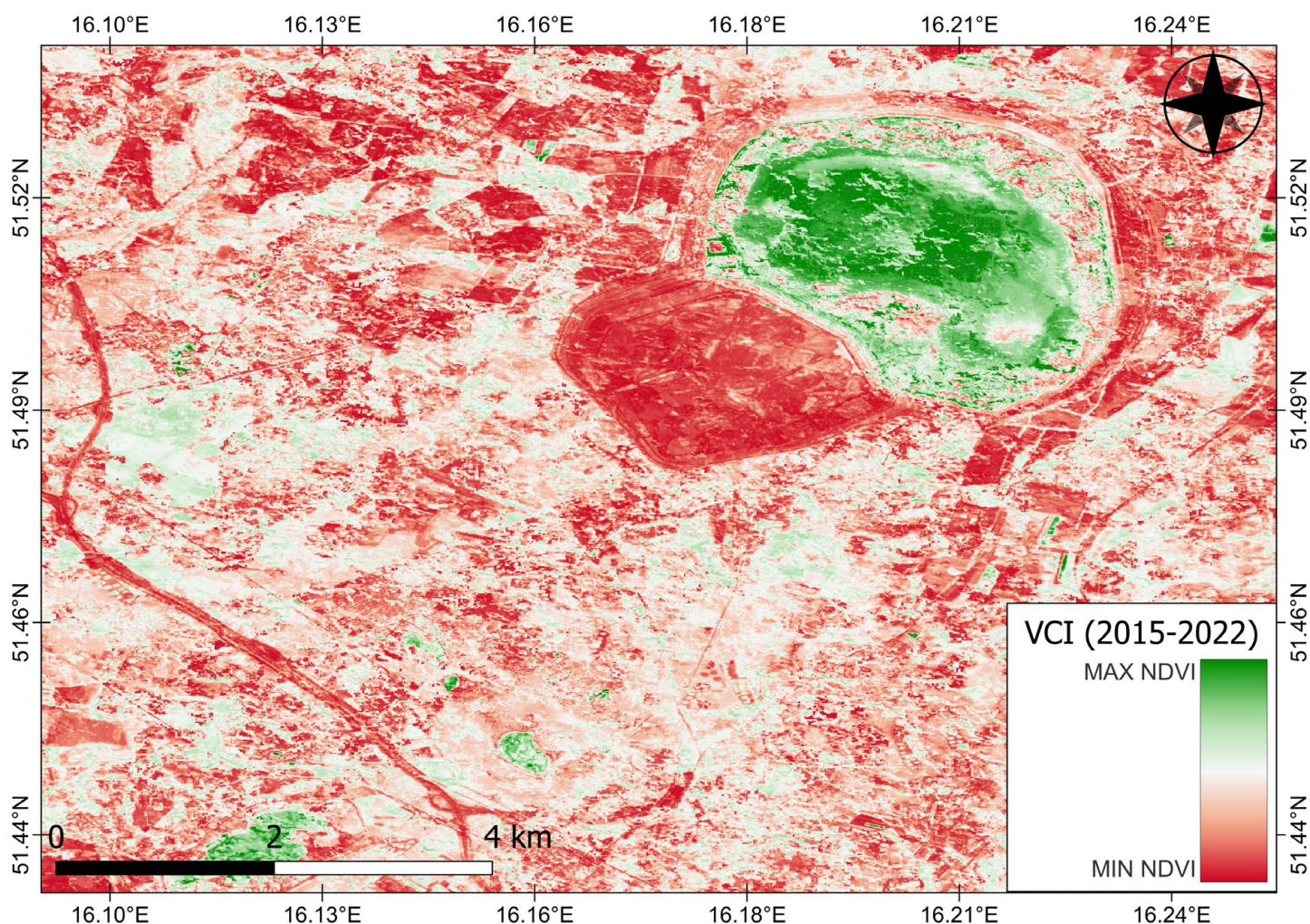
W oczy rzuca się wizualizacja z roku 2022, kiedy to praktycznie cały obszar w otoczeniu Żelaznego Mostu wykazywał się relatywnie niskimi wartościami współczynnika wegetacji (w powiększeniu na rysunku 3). Jest to niewątpliwie następstwo bardzo gorącego i ubogiego w opady okresu w roku. Panowały wówczas najbardziej niekorzystne warunki wegetacyjne na przestrzeni analizowanych lat.

Również rok 2016 mógłby wskazywać na istotne pogorszenie się warunków wegetacyjnych, jednak nie było to zjawisko o takiej skali, z jaką mieliśmy do czynienia w roku 2022.

W odniesieniu do ewentualnego wpływu Żelaznego Mostu, nie można tutaj wskazać trendu, który świadczyłby o postępującej degradacji. Wartości niższe VCI przeplatane są wartościami wyższymi, co sugeruje raczej wpływ warunków atmosferycznych na wskaźnik wegetacji.

Analizując mapę w większej skali można zauważyć swoiste "odciski palców" przemian antropogenicznych, jakie zaszły na obserwowanym obszarze w analizowanych latach np. budowa południowej kwatery, budowa drogi na południowy zachód od Żelaznego Mostu. **Jest to jedna z cech wskaźnika VCI – w miejscach gdzie w analizowanym okresie doszło do znaczącego ubytku obszarów zielonych, zawsze będzie**

widoczny wyraźny ślad po tychże obszarach, dopóki nie zostanie przywrócony ich stan pierwotny. Otwiera to furtkę do monitorowania postępu rekultywacji np. terenów pogórnich. Pomaga także śledzić uprawy pod kątem zachowania ciągłości procesu wegetacyjnego – niektóre pola mogą być oznaczane na czerwono z powodu szybszych zbiorów niż miało to miejsce w latach ubiegłych.

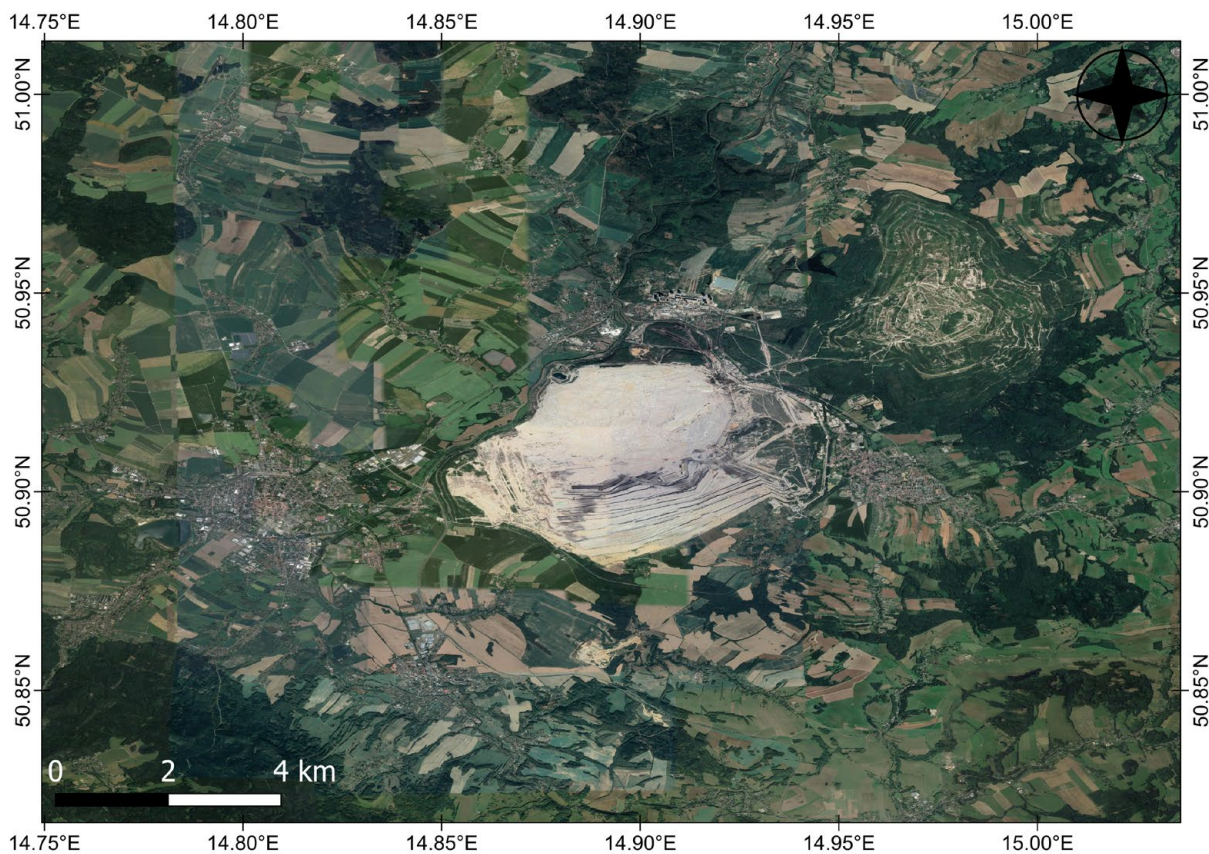


Rys. 3. Zbiornik odpadów pogórnich „Żelazny Most” oraz jego otoczenie, wyniki analiz VCI, wyniki analiz VCI dla lipca 2022 roku.

Działalność związana z prowadzeniem wydobycia kopalin, pozostaje jedną z tych, które w największym stopniu odciskają swoje piętno na środowisku naturalnym.

Łączy się ona nie tylko z procesem przeobrażania terenu, ale też implikuje zjawiska prowadzące do trudno odwracalnej degradacji przyrody. Przykładem mogą być zanieczyszczone wody opadowe, spływające po hałdach i przedostające się do wód powierzchniowych lub gruntowych. W czasie eksploatacji złoża, kiedy to zwierciadło wód gruntowych jest sztucznie obniżone w strefie aeracji (wytwarzania) dochodzi do utleniania niektórych związków chemicznych (np. siarczanów), które przy wzniosie zwierciadła wody podczas ponownego wypełniania leja depresji

(po likwidacji zakładu górniczego) w wyniku rozpuszczenia, zanieczyszczają wody podziemne oraz powierzchniowe. Przedmiotem analiz był obszar terenu górniczego kopalni KWB Turów, w pobliżu Bogatyni. Tereny te były przedmiotem sporu pomiędzy stroną polską a stroną czeską. Dotyczył on wpływu działalności górniczej na m.in. wysokość lustra wód podpowierzchniowych i powierzchniowych, na którą wpływało odpompowywanie wód dołowych z kopalni. Analizowany fragment terenu górniczego został przedstawiony na rysunku 4.

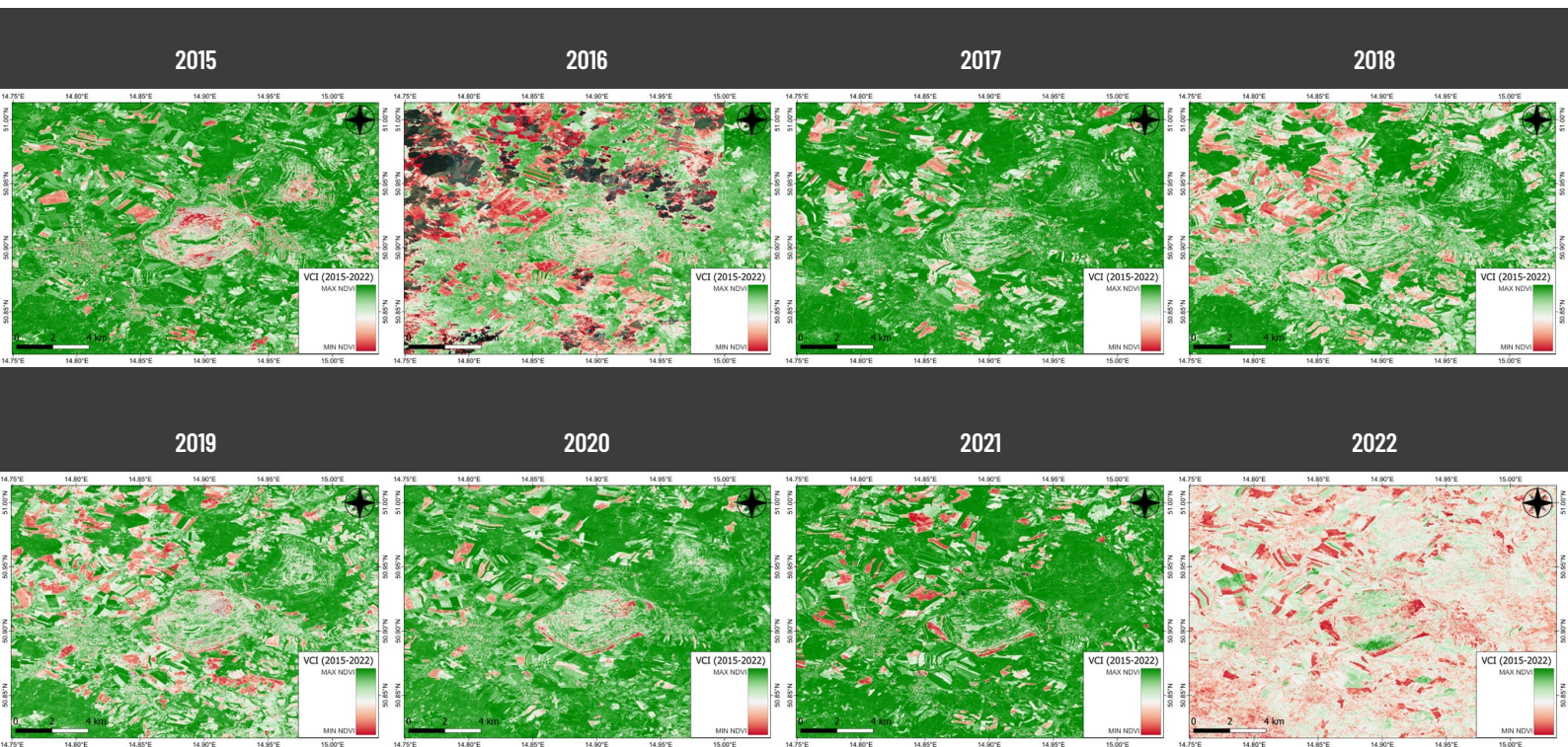


Rys. 4. Kopalnia odkrywkowa węgla brunatnego Turów oraz jej otoczenie.

TEREN GÓRNICZY KWB TURÓW - STUDIUM PRZYPADKU

Jedną z cech wskaźnika VCI jest wyższa czułość na zmiany na obszarach, gdzie z jakiegoś powodu rośliny dotyka zjawisko stresu wodnego. Im mniejsza jest wartość maksymalna i minimalna wskaźnika wegetacji roślin NDVI, tym mniejsza jego zmiana będzie istotnie wpływać na wartość wskaźnika VCI. Teren górniczy jest dobrym przykładem takiego obszaru. Kopalnia funkcjonuje już od ponad 100 lat i roślinności w otoczeniu zakładu górniczego od dawna poddana jest wpływowi leja depresji, który ma negatywne

działanie na wartości wskaźnika NDVI. Tym samym niewielkie zmiany w wegetacji będą wizualizowane znacznie bardziej intensywnie. Na rysunku 5 przedstawiono wyniki analiz dla obszaru otaczającego KWB Turów.



Rys. 5. Szereg zdjęć przedstawiających wyniki VCI w latach 2015-2022, Kopalnia odkrywkowa węgla brunatnego Turów oraz jej otoczenie.

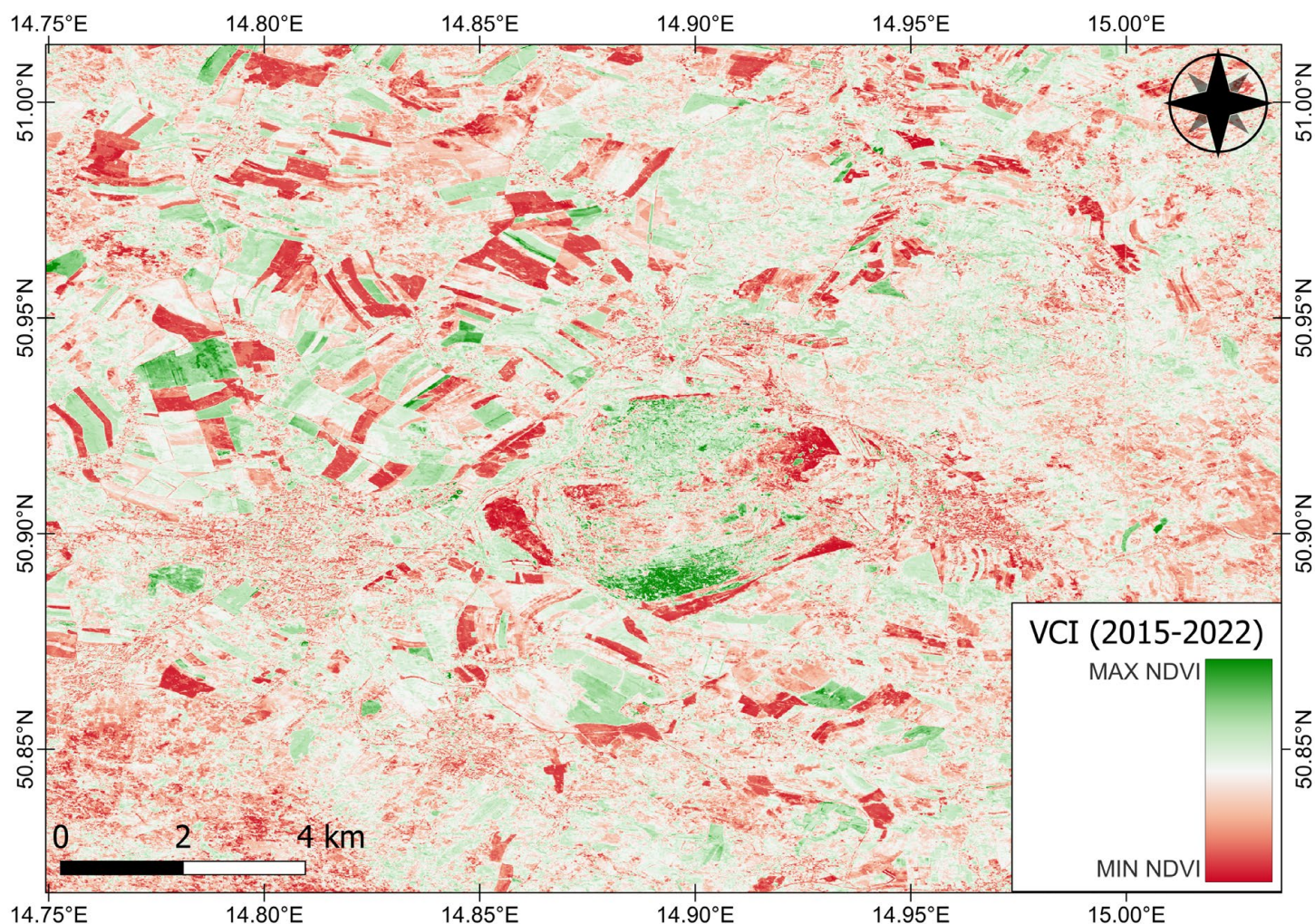
Powyżej widoczny jest szereg wyników analizy względnej zmiany kondycji terenów zielonych, w oczy rzuca się kompozycja z 2016 oraz 2022 roku gdzie wartości VCI jest wyraźnie niższa niż ma to miejsce w przypadku pozostałych lat. W przypadku roku 2022 skutki suszy zauważane są praktycznie na całym monitorowanym obszarze, tak jak miało to miejsce na terenach otaczających Żelazny Most. Na rysunku 6. przedstawiono bardziej szczegółowe dane z tego okresu, kiedy to odnotowano największy spadek wartości VCI w porównaniu do lat 2015-2021.

Panowały wtedy najbardziej niekorzystne warunki dla roślinności, prawdopodobnie spowodowane falami upału oraz deficytem opadów atmosferycznych.

ŻELAZNY MOST - STUDIUM PRZYPADKU

W przypadku KWB Turów w 2022 roku widać większą ilość „białych” oraz „zielonych” obszarów niż w przypadku obszarów otaczających Żelazny Most. Świadczy to o tym, że pomimo bardzo trudnych warunków panujących w 2022 roku,

w tych miejscach były okresy kiedy te warunki były jeszcze trudniejsze, dobrym przykładem jest wyżej wspomniany rok 2016.



Rys. 6. Kopalnia odkrywkowa węgla brunatnego Turów oraz jej otoczenie, wyniki analiz VCI dla lipca 2022 roku.

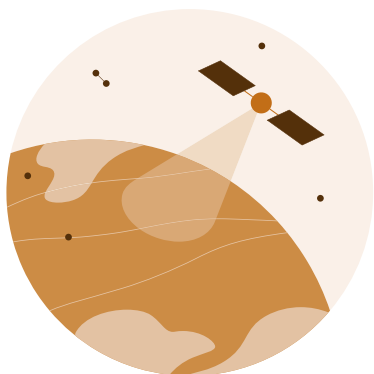
WNIOSKI

Z powyższej analizy wynika, że **rok 2022 był najtrudniejszym rokiem dla użytków zielonych** spośród analizowanych lat (2015-2022) dla obu analizowanych lokalizacji, pogarszająca się kondycja roślinności może być wynikiem postępującej suszy glebowej.

Wykorzystanie wskaźnika VCI pozwala skutecznie zrewidować kondycję roślinności w zadanym okresie, tym samym umożliwiając użytkownikowi aplikacji TerraEye obserwacje trendu jaki występuje na danym obszarze, zapewniając czas na odpowiednią reakcję w celu mitygacji ewentualnych negatywnych skutków pogarszającej się kondycji użytków zielonych.

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.



POTENCJAŁ

Powyższe studium przypadku przygotowano na podstawie satelitarnych zobrazowań optycznych, pochodzących z misji Sentinel-2.

W celu monitoringu zjawiska suszy, TerraEye oferuje synergie danych satelitarnych z danymi meteorologicznymi (m. in. temperatura powietrza, mapa opadów).

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, ESRIC, 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

esric

sentinelhub

pixxel

SATREV⁺

Microsoft

PROMETHEUS

pwc

esa

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