



**TERRA•EYE**

# Możliwości systemu TerraEye

**Analiza deformacji gruntów.  
Infrastruktura rurociągową**



**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

Rozwijany przez nas system TerraEye to narzędzie służące do monitorowania wybranych elementów środowiska naturalnego w oparciu o analizę satelitarnych danych teledetekcyjnych wspieranych algorytmami uczenia maszynowego.

W odpowiedzi na istniejącą potrzebę ciągłego monitorowania obszarów wokół infrastruktury drogowej, kolejowej czy rurociągowej w czasie bliskim rzeczywistości, dostosowaliśmy wybrane funkcjonalności systemu TerraEye do tychże celów. Nasz system w sposób **bezinwazyjny i szybki dostarcza danych na potrzeby wspierania procesów decyzyjnych w sprawowaniu kontroli nad obszarami wokół infrastruktury liniowej.**

W niniejszym artykule, przedstawiamy wybraną funkcjonalność systemu TerraEye odnoszącą się do monitorowania zmian środowiskowych istotnych dla bezpieczeństwa infrastruktury.

# Deformacje gruntów wywierają niepożądany wpływ na istniejącą infrastrukturę rurociągową, stwarzając ryzyko wystąpienia awarii.

Uszkodzenia infrastruktury stanowią zagrożenie zarówno dla ludzi, jak i dla środowiska naturalnego. Jedną z ich przyczyn są osiadania terenu, które mogą być spowodowane między innymi podziemną eksploatacją złóż, czy zmianami w stosunkach gruntowo-wodnych na dużą skalę.

Deformacje terenu mogą negatywnie wpływać na liniową infrastrukturę lądową, znajdującą się w obszarze wpływów deformacji. Do obiektów liniowych zaliczamy drogi, linie kolejowe czy rurociągi, charakteryzujące się istotnie większą długością w stosunku do ich szerokości/średnicy.

Dla wskazanych przez użytkownika obszarów, w oparciu o technikę satelitarnej interferometrii radarowej (DinSAR) jesteśmy w stanie dostarczać informacji na temat osiadania terenu w czasie bliskim rzeczywistemu.

Analiza serii czasowych danych radarowych dostarcza użytkownikowi aplikacji dokładnych informacji na temat miejsca występowania deformacji terenu.

Generowane wyniki mają postać serii czasowych opracowanych na podstawie tzw. interferogramów różnicowych, będących złożeniem szeregu scen radarowych i przedstawiających różnice faz odbitego sygnału. Różnice te odzwierciedlają przemieszczenia na powierzchni terenu.

Pracujemy również nad systemem powiadomień, dzięki któremu użytkownik otrzyma komunikat, umożliwiający podjęcie szybkiej i odpowiedniej reakcji. Wiadomość zostanie wysłana, gdy osiadanie gruntów zlokalizowane w sąsiedztwie infrastruktury przekroczy wartości dopuszczalne.

## KONSEKWENCJE



Deformacje terenu, mogą mieć negatywny wpływ na stan sieci uzbrojenia terenu i urządzeń z nimi związanych. Dla pracy rurociągów umieszczonych w przypowierzchniowej warstwie gruntu największe znaczenie mają poziome i pionowe przemieszczenia oraz odkształcenia jej krzywizny, wywołują one dodatkowe obciążenia, które działają na elementy sieci rurociągowej (Rys.1.) co może przyczynić się do przekroczenia stanu granicznego nośności tychże elementów i ich uszkodzenia. Przykładami negatywnych skutków wpływu deformacji na rurociągi są **uszkodzenia o charakterze mechanicznym**, tj. w postaci destrukcji ich konstrukcji lub uszkodzeń, które pogarszają ich funkcjonalność lub powodują nieszczelność.

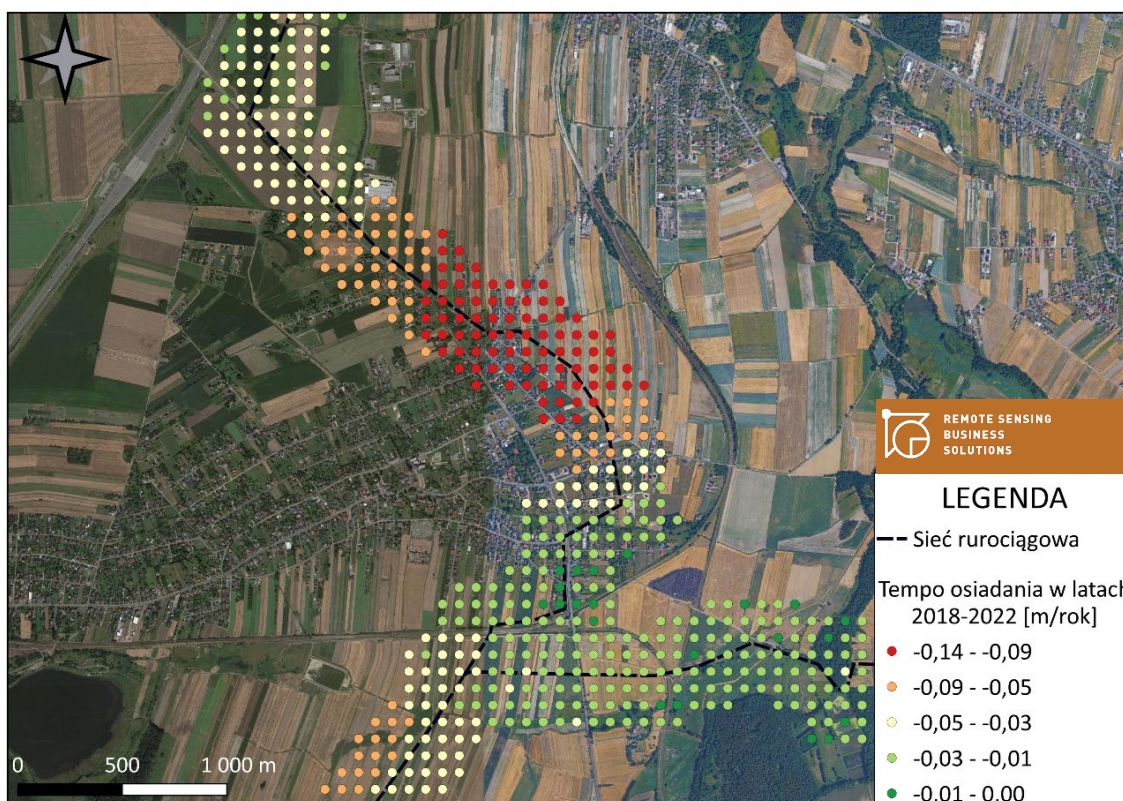
Rys. 1. Przykład sieci rurociągowej.  
„Pipeline” by ripperda, licensed under CC BY 2.0

## Rozszczelnienie może prowadzić do bezpośredniego zagrożenia zdrowia i życia mieszkańców, których domostwa znajdują się w otoczeniu.

W celu przedstawienia możliwości narzędzia służącego do monitorowania deformacji terenu, przeprowadzono analizę tempa osiadania terenu w województwie Śląskim, w powiecie gliwickim, w miejscowości Gierałtowie, dla okresu 2018 - 2022 (Rys. 2.).

Na Rys. 2. widoczne są punkty, których kolor jest zależny od tempa osiadania podłoża. Czarną przerywaną linią oznaczono sieć rurociągów biegnących pod powierzchnią terenu.

Jak widać, nitka rurociągu poprowadzona jest na obszarze, gdzie zaobserwowano deformacje podłoża. Osiadanie gruntu nie przebiega równomiernie, rurociąg położony jest zarówno w miejscach, gdzie osiadanie sięga nawet 14 cm/rok, jak i w takich, gdzie to zjawisko nie występuje. Takie warunki mogą sprzyjać występowaniu uszkodzeń rurociągu. Przykładowo może dojść do jego rozszczelnienia, co może prowadzić do bezpośredniego zagrożenia zdrowia i życia mieszkańców, których domostwa znajdują się w otoczeniu.

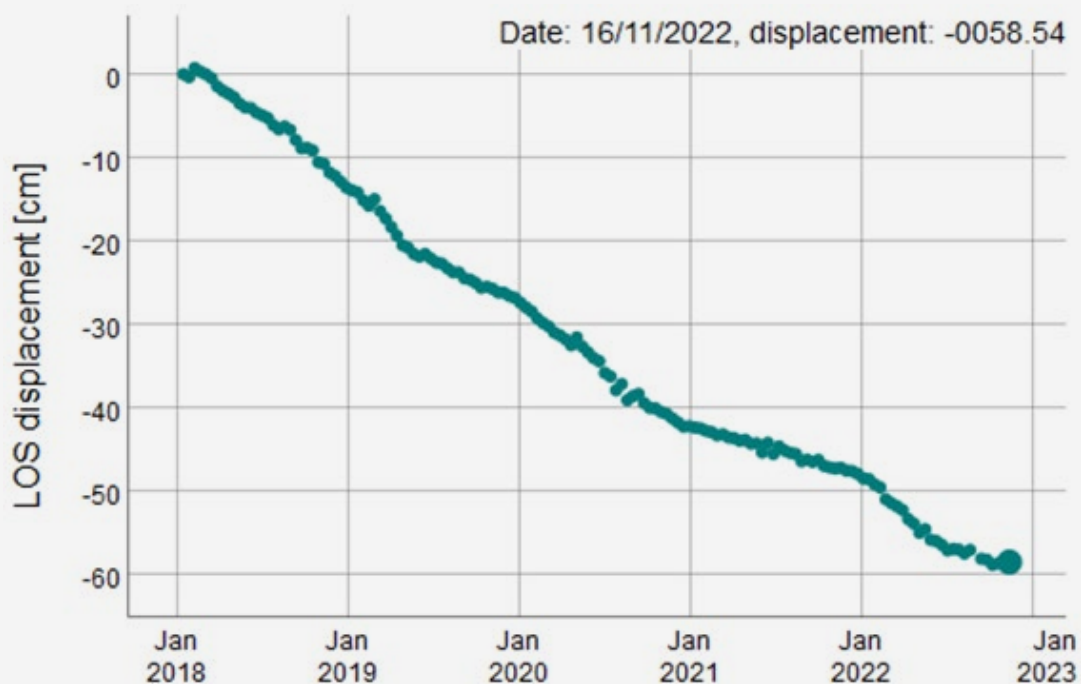


Rys. 2. Tempo deformacji podłoża wzdłuż nitki rurociągu w miejscowości Gierałtowie.

## Proponowane przez nas rozwiązanie umożliwi użytkownikowi monitorowania procesu deformacji terenu.

Proponowane przez nas rozwiązanie w postaci narzędzia służącego do monitorowania deformacji terenu umożliwi użytkownikowi monitorowanie procesu deformacji terenu, co pozwoli na odpowiednio szybkie podjęcie działań prewencyjnych.

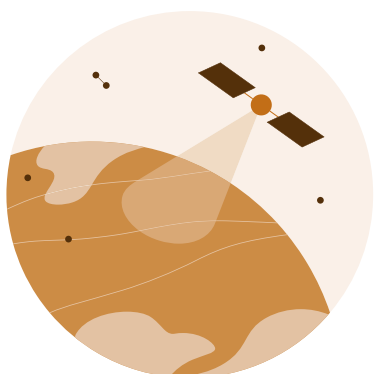
Dodatkowo użytkownik będzie mógł rozpatrywać wybrane punkty poprzez analizę wykresów przedstawiających tempo osiadania na przestrzeni czasu poszczególnych punktów (Rys. 3.).



Rys. 3. Przykład wykresu tempa osiadania w latach 2018-2022 w wybranym punkcie.

# 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, 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<sup>+</sup>**

**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 płaszczynach.

### Kontakt