

# Wstrząsy parasejsmiczne pod kontrolą...

Potrzeba bezpośredniego i automatycznego monitorowania skutków antropogenicznych i naturalnych zdarzeń sejsmicznych, zainicjowała w 2018 roku współpracę konsorcjum w składzie: KGHM Cuprum – Centrum Badawczo-Rozwojowe (lider), Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie oraz Geotronics Dystrybucja. Efektem podjętych działań jest, będący w końcowej fazie realizacji, automatyczny system do analizy, zarządzania i prezentacji oddziaływania wysokoenergetycznych wstrząsów parasejsmicznych na powierzchnię terenu.

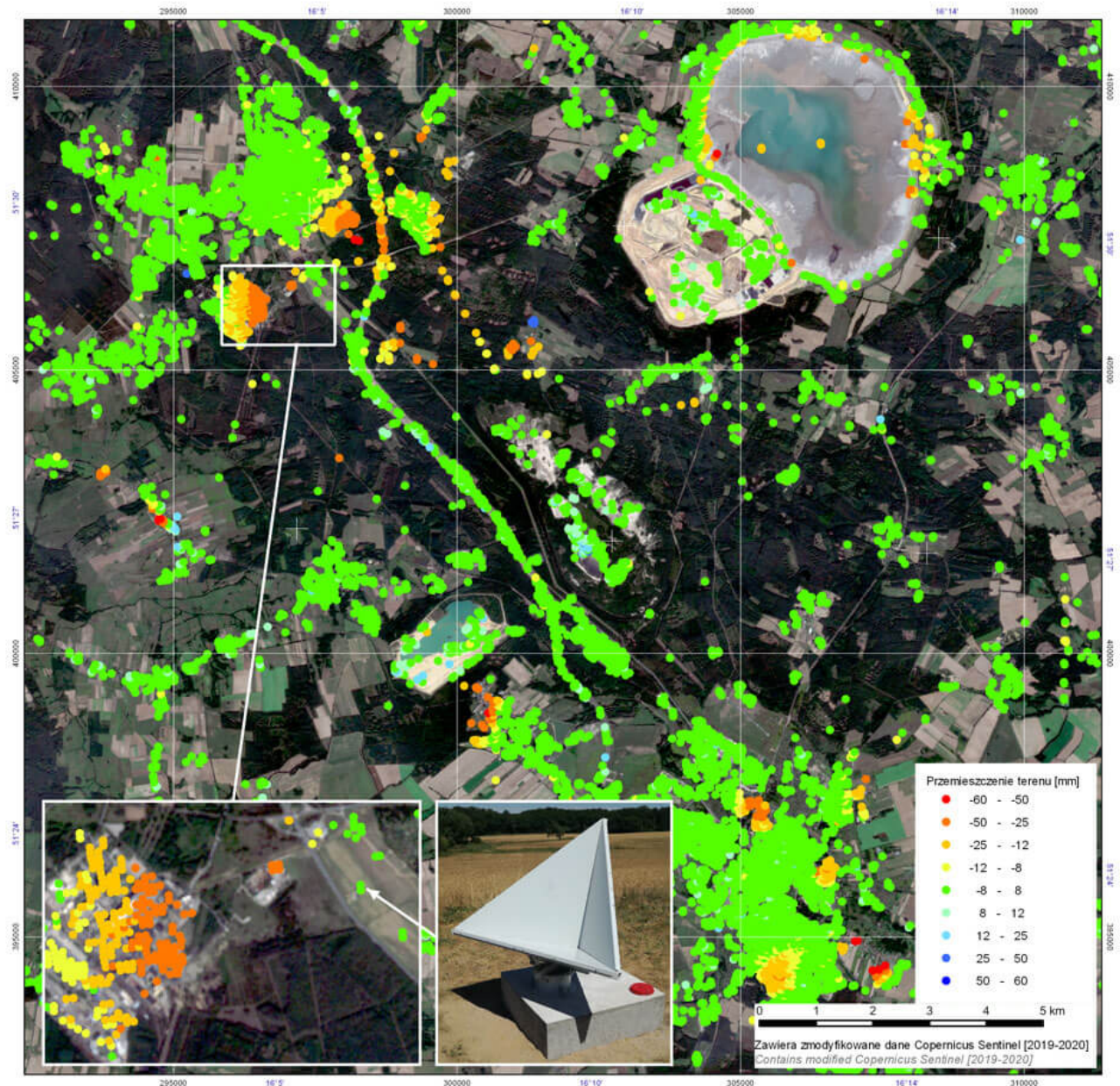
## Po co to wszystko...

Rosnąca świadomość społeczna z zakresu ochrony środowiska oraz wpływu obywateli na politykę społeczno-gospodarczą, również w rejonach występowania sejsmiczności antropogenicznej, związanej z działalnością górniczą, postawiła nowe wyzwania przed jednostkami samorządów terytorialnych oraz przedsiębiorstwami górniczymi. Istniejąca potrzeba poszerzania wiedzy lokalnej społeczności w zakresie odczuć, związanych ze skutkami zaistniałych zdarzeń sejsmicznych, poprzez dostęp do danych na ich temat, wytworzyła popyt na wiarygodną, rzetelną, aktualną i czytelną informację, dotyczącą skutków wstrząsów górniczych. Podjęcie działań w kierunku zaspokojenia tej potrzeby skutkuje podniesieniem poziomu zaufania obywateli do sposobu zarządzania, realizowanego na terenach występowania zjawisk sejsmicznych.

## Trudny wybór...

Odpowiedzią na wskazane wyżej wyzwania stał się, realizowany przy współfinansowaniu Unii Europejskiej, ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju – automatyczny system

monitorowania wpływów wysokoenergetycznych wstrząsów parasejsmicznych na powierzchnię terenu z wykorzystaniem obserwacji satelitarnych GNSS/PSInSAR oraz pomiarów sejsmicznych (ASMoW). Głównym założeniem projektu było stworzenie rozwiązania, integrującego dane pozyskane z wykorzystaniem technik satelitarnych: GNSS i interferometrii radarowej (PSInSAR) oraz systemu sejsmicznego, dla wyznaczenia kompleksowych informacji o zasięgu i poziomie wpływów generowanych wstrząsem. Wyzwaniem stało się opracowanie oprogramowania, umożliwiającego gromadzenie obserwacji pomiarowych, ich zautomatyzowane przetwarzanie oraz analizę.



Niezależnie od powyższego – czynnikiem determinującym użyteczność proponowanego systemu, było wdrożenie rozwiązań umożliwiających udostępnienie wyników tych analiz zainteresowanym w wygodny i czytelny sposób. Wybór i wdrożenie systemu GIS, spełniającego specyficzne wymogi realizowanego projektu, w tym zapewniającego skalowalność, niezawodność, wysoką dostępność i bezpieczeństwo gromadzonych informacji, umożliwiającego automatyzację oraz wygodną współpracę z bazą danych czy udostępniającego narzędzia do tworzenia aplikacji webowych, stał się jednym z istotnych wyzwań etapu

realizacyjnego projektu. Przeprowadzone analizy pozwoliły wytypować oprogramowanie ArcGIS Enterprise, jako najbardziej odpowiednie dla celów przygotowywanego systemu, a dalej jego komercjalizacji.

### **Jak, gdzie, kiedy...**

Jako obszar do prowadzenia badań, umożliwiający obserwację charakterystyk i skutków wysokoenergetycznych wstrząsów sejsmicznych, wybrany został Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy (okolice miasta Polkowice). We wskazanym obszarze zabudowane zostały monitorujące stanowiska pomiarowe (urządzenia sejsmiczne, odbiorniki GNSS), rejestrujące zmiany zachodzące w trakcie i po zaistniałym zdarzeniu. Dla uzyskania niezmiennego w czasie układu odniesienia oraz w celu opracowania rozkładu parametrów drgań ośrodka gruntowego, poza obszarem wpływów rozłokowane zostały także stacje referencyjne GNSS oraz referencyjne stacje sejsmiczne. Koniecznością dla uzyskania wiarygodnych wyników z wykorzystaniem interferometrii radarowej, stała się także zabudowa na wytypowanym obszarze dwukierunkowych reflektorów narożnikowych. Całość oprzyrządowania spięta została w sieć obserwacyjną z wykorzystaniem infrastruktury IT i funkcjonuje jako warstwa sprzętowa systemu. Kolejną warstwę stanowi warstwa analityczna, składająca się z szeregu modułów, umożliwiających przetwarzanie danych do postaci informacji przestrzennych, gromadzonych w relacyjnej bazie danych. Ostatnim elementem systemu jest warstwa dostępu i prezentacji danych, realizująca zadania z wykorzystaniem aplikacji własnych oraz narzędzi ArcGIS Enterprise. Dane na temat zdarzeń sejsmicznych, niezbędne w procesie przygotowania i testowania ostatecznego systemu, gromadzone są sukcesywnie od 2019 r. i stanowią solidne i bogate źródło informacji testowej.

### **Forma szkatułkowa...**

Głównym założeniem dla systemu monitoringu wstrząsów

parasejsmicznych jest ciągły i automatyczny sposób pracy oraz możliwość bieżącej wizualizacji zmian, zachodzących na powierzchni terenu, uwzględniających sukcesywnie pojawiające się i przetwarzane dane sejsmiczne, GNSS oraz PSInSAR. Oprogramowanie GIS, odpowiedzialne za zarządzanie i prezentację wyników, musi w skuteczny sposób realizować wyznaczone cele, zapewniając bezpieczeństwo i niezawodność działania, tak by każdy wstrząs przekraczający zadany próg drgań pozostał zwizualizowany bezpośrednio po zaistnieniu. Prezentacja wyników powinna gwarantować odpowiedni poziom czytelności danych, zachowując przy tym estetyczny wygląd.

Wobec powyższego – wykorzystując narzędzia ArcGIS Server, narzędzia geobazy, aplikacje i narzędzia udostępniane przez Portal for ArcGIS oraz stosując skonfigurowane WebAdaptory, przygotowano środowisko oraz opracowano prototypową wersję aplikacji webowej. Spójna prezentacja czasoprzestrzennych, wielowymiarowych, wieloskalarnych i heterogenicznych danych wynikowych, dotyczących wpływów wysokoenergetycznych wstrząsów parasejsmicznych na powierzchnię terenu, stanowiła kluczowe zadanie, w którym pomocne stało się fachowe wsparcie ze strony zespołu Esri Polska. Do jej realizacji wykorzystano narzędzia interaktywnego panelu, na którym zgromadzono wszystkie kluczowe dane w tym m.in.: lokalizację i status urządzeń sejsmicznych i GNSS oraz reflektorów narożnikowych, wyniki przetwarzania dla wysokoczęstotliwościowych danych GNSS, przemieszczenia wyznaczone na podstawie obserwacji z odbiorników GNSS, wielkości fizyczne dotyczące wykrytego wstrząsu (sejsmika) w postaci raportów oraz izolinii przyspieszeń drgań ośrodka gruntowego, przemieszczenia PSInSAR w postaci izolinii przemieszczeń czy model przestrzenno-czasowy przemieszczeń i odkształceń wraz z klasyfikacją wpływu wstrząsu na zabudowę.

Testy fazy budowy warstwy zarządzania i prezentacji informacji o skutkach zdarzeń sejsmicznych w realizowanym projekcie wykazały, że zastosowane rozwiązania pozwalają spełnić

założenia wstępne dla budowanego systemu. Opracowana w ramach systemu monitorowania aplikacja użytkownika zostanie w najbliższym czasie poddana ocenie przez specjalistów korzystających na co dzień z danych, dotyczących zmian w obrębie obszarów górniczych (dział szkód oraz mierniczy kopalń) pod kątem jej przejrzystości, użyteczności, spójności i czytelności informacji.

### **Coraz bliżej mety...**

Opracowywany system monitorowania wpływów wysokoenergetycznych wstrząsów parasejsmicznych, zwłaszcza w regionach występowania sejsmiczności indukowanej, wpisuje się w działalność, związaną z realizacją wyzwań obejmujących zapewnienie bezpieczeństwa i transformacji regionów górniczych. Rezultat realizowanego projektu – po fazie ostatecznych testów – włączony zostanie do oferty firmy Geotronics Dystrybucja Sp. z o.o., wzbogacając portfel jej produktów i świadczonych usług.