

**MONITOROWANIE ZAGROŻEŃ GEODYNAMICZNYCH
I HYDROGEOLOGICZNYCH NA TERENACH GÓRNICZYCH I POGÓRNICZYCH
W GÓRNOŚLĄSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM ORAZ ZAGROŻEŃ RADIACYJNYCH**

Zadanie 6. Opracowywanie zintegrowanych map zagrożeń geodynamicznych
i hydrogeologicznych na terenach górniczych i pogórnich.

RAPORT KWARTALNY 6.2

za okres 01.04.2025 – 30.06.2025

Podstawą sporządzenia Raportu jest rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 lipca 2023 r. w sprawie nadania Głównemu Instytutowi Górnictwa statusu państwowego instytutu badawczego (Dz.U. z 2023 r. poz. 1579) oraz umowa nr 7/D/10095/2830/DGH/MP/2025 z dnia 05.03.2025 r. zawarta pomiędzy Ministerstwem Przemysłu oraz Głównym Instytutem Górnictwa - Państwowym Instytutem Badawczym.

Jarosław Zagórowski
Dyrektor GIG-PIB

dr inż. Zbigniew Lubosik
Z-ca Dyrektora
ds. Geoinżynierii i Bezpieczeństwa
Przemysłowego

dr hab. inż. Adam Lurka prof. GIG-PIB
Kierownik Zakładu Geologii, Geofizyki
i Ochrony Powierzchni

dr inż. Piotr Gruchlik
Kierownik Zadania

Zespół autorski:

1. Bartosz APANOWICZ
2. Piotr GRUCLIK
3. Grażyna HOLECZEK
4. Karol KURA
5. Grzegorz MUTKE
6. Katarzyna NIEDBALSKA
7. Grażyna POŚPIECH

Zawartość raportu:

Kontynuacja realizacji geoportalu wspierającego monitoring zagrożeń geodynamicznych i hydrogeologicznych na obszarach eksploatacji górniczej i terenach pogórnich

1. Wstęp
2. Technologie wykorzystane w projekcie
3. Dane źródłowe i ich charakterystyka
4. Przygotowanie danych w QGIS
5. Budowa geoportalu z wykorzystaniem qgis2web
6. Opis warstw i funkcjonalności geoportalu
7. Publikacja geoportalu
8. Ograniczenia i możliwości rozwoju
9. Wnioski końcowe

Załącznik nr 1. Mapa GZW z pionowymi przemieszczeniami powierzchni w II kwartale 2025, zinwentaryzowanych w 2024 roku wyrobisk górniczych mających połączenie z powierzchnią, lokalizacją epicentrów indukowanych wstrząsów sejsmicznych oraz rejonów zalewisk i podtopień - II kwartał 2025

1. Wstęp

Niniejszy raport stanowi opis oraz ogólną dokumentację geoportalu opracowanego z wykorzystaniem środowiska QGIS i wtyczki qgis2web. Projekt został zrealizowany w ramach zadania 6 prowadzonego przez Główny Instytut Górnictwa – Państwowy Instytut Badawczy (GIG-PIB) i służy integracji oraz prezentacji danych przestrzennych dotyczących zagrożeń geodynamicznych i hydrogeologicznych na terenach górniczych i pogórnich dla obszaru Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW).

Głównym celem utworzenia geoportalu było stworzenie narzędzia wspomagającego analizę oraz monitorowanie zjawisk niebezpiecznych związanych z działalnością górnictwem i jej skutkami. Obejmuje on m.in. takie zjawiska jak:

- sejsmiczność indukowana działalnością górnictwem,
- deformacje powierzchni terenu,
- lokalizacje szybów i szybków (wzrost z dostępem do powierzchni),
- występowanie zapadlisk,
- zbiorniki wodne oraz obszary zalewowe i podtopienia.

Stworzony geoportal umożliwia interaktywne przeglądanie, analizę i porównywanie danych przestrzennych w kontekście lokalizacji oraz charakterystyki występujących zagrożeń. System jest dostępny pod adresem <https://geoportal.gig.eu>, przy czym dostęp do niego został ograniczony do uprawnionych użytkowników za pośrednictwem systemu logowania.

Projekt oparto na narzędziach open-source, co pozwoliło na elastyczne dostosowanie rozwiązania do potrzeb zadania oraz zapewnia możliwość jego dalszego rozwoju w przyszłości.

2. Technologie wykorzystane w projekcie

Do realizacji geoportalu wykorzystano oprogramowanie typu open-source, co zapewniło nie tylko redukcję kosztów wdrożenia, ale również dużą elastyczność w zakresie rozwoju i utrzymania systemu.

QGIS (Quantum GIS) stanowił podstawowe środowisko pracy z danymi przestrzennymi. Umożliwia on tworzenie, edycję, analizę i wizualizację danych geograficznych. Dzięki rozbudowanemu ekosystemowi wtyczek możliwe było zastosowanie dodatkowych narzędzi do generowania aplikacji webowych.

qgis2web to wtyczka QGIS służąca do automatycznego eksportu widoku mapy z QGIS do formatu strony internetowej. Użytkownik może wybrać między technologiami Leaflet

a Mapbox GL JS, a także dostosować wiele funkcjonalności, takich jak popupy, legenda, narzędzia nawigacyjne, skala, czy przełączniki warstw.

W projekcie wykorzystano eksport do formatu Leaflet, który jest lekki, intuicyjny oraz dobrze wspierany przez społeczność. Aplikacja została wygenerowana jako statyczny zbiór plików HTML, CSS i JavaScript, gotowy do umieszczenia na serwerze.

3. Dane źródłowe i ich charakterystyka

Dane zaimplementowane w geoportalu obejmują przestrzenną reprezentację różnorodnych zjawisk geodynamicznych i hydrogeologicznych, których występowanie i natężenie mają istotny wpływ na bezpieczeństwo ludzi, infrastrukturę oraz środowisko. Zakres przestrzenny danych ograniczono do granic Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW).

Rodzaje danych:

- Punkty:
 - sejsmiczność indukowana (lokalizacja, magnituda, data),
 - zapadliska (współrzędne lokalizacji),
 - szyby i szybiki (id, nazwa, nazwa OG, współrzędne lokalizacji).
- Linie:
 - granice obszarów terenów górniczych i pogórnich,
 - granice deformacji terenu.
- Poligony:
 - zbiorniki wodne,
 - zalewiska i podtopienia.

Źródła danych

Wyniki działań realizowanych w sposób ciągły przez GIG – PIB:

- Monitorowanie sejsmiczności indukowanej
- Monitorowanie i prowadzenie bazy terenów o potencjalnym zagrożeniu zapadliskowym
- Monitorowanie deformacji terenu w obszarach górniczych i pogórnich Górnośląskiego Zagłębia Węglowego
- Monitorowanie i prowadzenie bazy danych o obszarach zalewisk i podtopień

W geoportalu mapy podkładowe, OpenStreetMap oraz ortofotomapy o wysokiej rozdzielczości pełnią kluczową rolę jako warstwy referencyjne. OpenStreetMap to ogólnodostępna, otwarta baza danych kartograficznych, która dostarcza aktualnych informacji o elementach infrastruktury, takich jak drogi, budynki czy punkty użyteczności publicznej. Ortofotomapy to przetworzone zdjęcia lotnicze lub satelitarne, które zostały georeferencyjnie przekształcone w celu wiernego odwzorowania powierzchni terenu, umożliwiając szczegółową analizę przestrzenną na podstawie rzeczywistego obrazu terenu. Każda z tych warstw pełni istotną funkcję w geoportalu, wspierając interpretację i analizę danych przestrzennych.

4. Przygotowanie danych w QGIS

Przed utworzeniem geoportalu, dane przestrzenne wymagały przygotowania w środowisku QGIS:

1. Import danych – wczytanie plików SHP, GeoJSON, GPKG oraz warstw rastrowych.
2. Czyszczenie atrybutów – usunięcie zbędnych kolumn, ujednolicenie nazw pól, weryfikacja wartości.
3. Stylizacja – nadanie warstwom indywidualnych stylów wizualnych:
 - kolory według klasy (np. magnituda sejsmiczna),
 - symbole punktowe dla szybów i zapadlisk,
 - półprzezroczystość dla poligonów zbiorników i zalewisk.
4. Konfiguracja widoczności i skali – ustawienie widoczności warstw względem poziomu zoomu.
5. Projekt mapy – stworzenie kompozycji mapy w QGIS jako widoku bazowego.

5. Budowa geoportalu z wykorzystaniem qgis2web

Po zakończeniu prac w QGIS, użyto wtyczki qgis2web do wygenerowania wersji webowej mapy.

Kluczowe etapy:

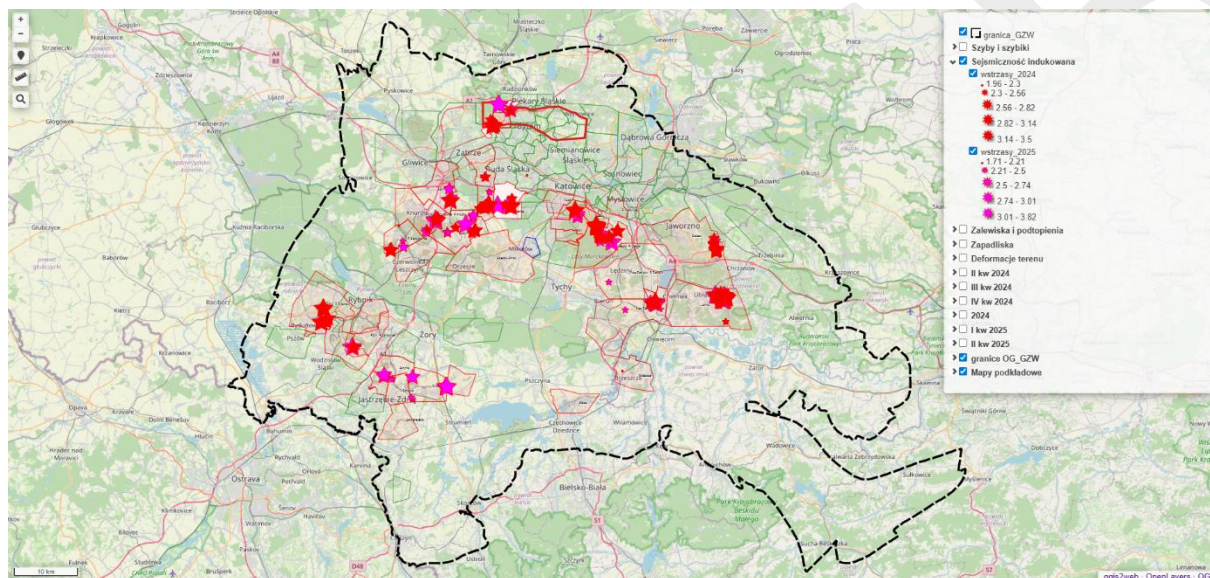
- Wybór silnika renderującego – w projekcie wykorzystano Leaflet.
- Konfiguracja popupów (okienek informacyjnych) dla warstw punktowych i poligonów.
- Włączenie narzędzi: legenda, nawigacja, zoom, przełączniki warstw.
- Eksport plików HTML, JS i CSS do folderu lokalnego.
- Weryfikacja poprawności działania aplikacji w przeglądarce.

Pliki zostały następnie wdrożone na serwerze GIG pod adresem <https://geoportal.gig.eu>. Geoportal działa jako aplikacja statyczna z ograniczonym dostępem.

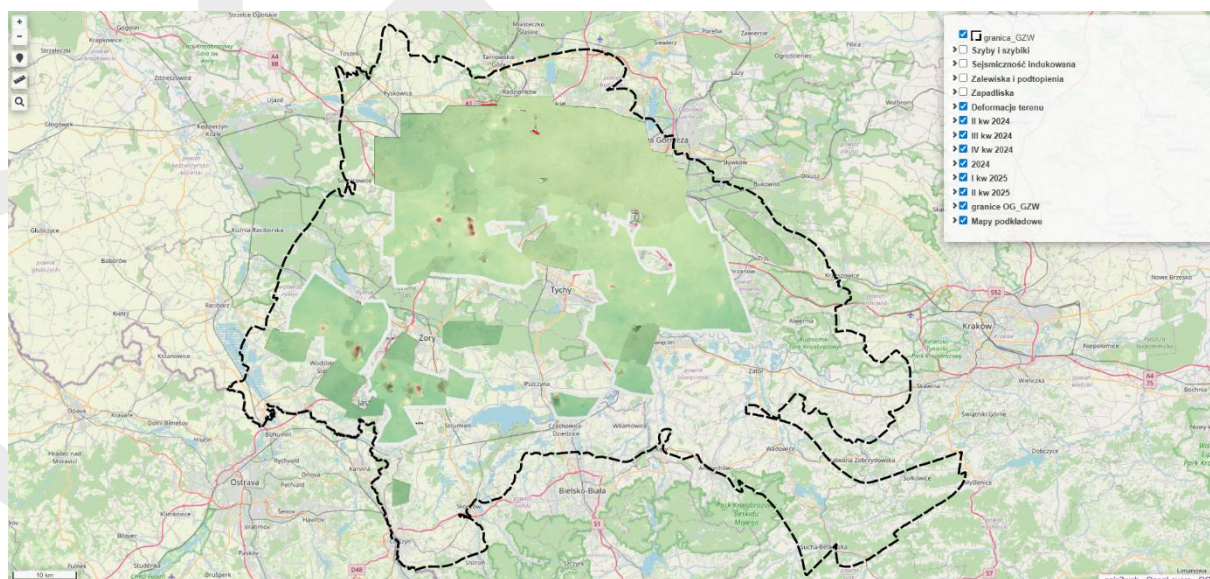
6. Opis warstw i funkcjonalności geoportalu

Warstwy tematyczne:

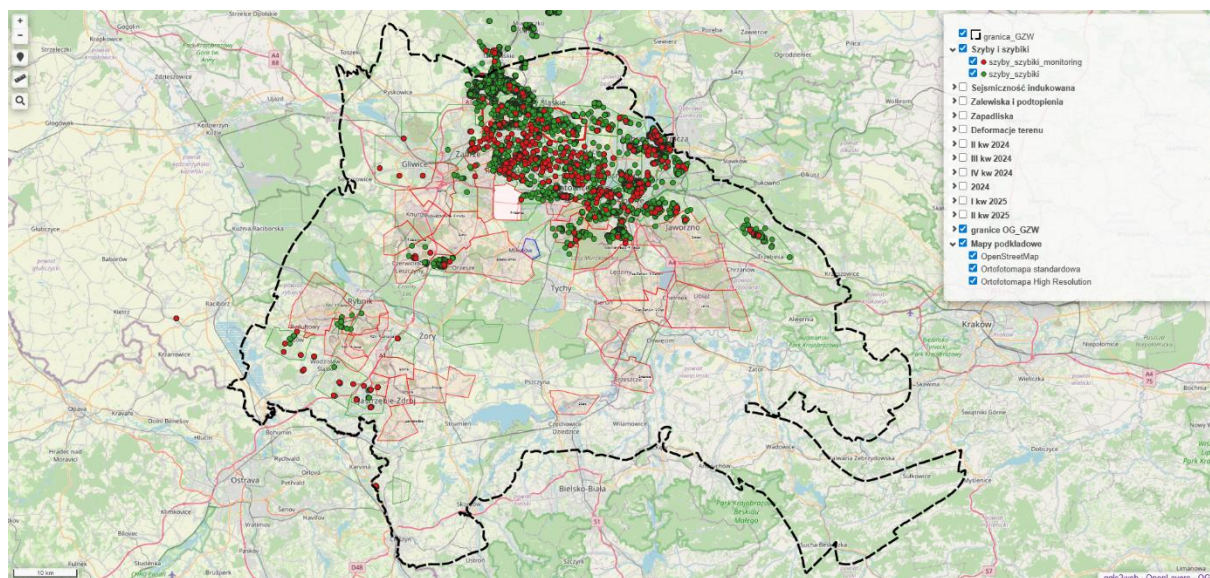
- Sejsmiczność indukowana – punkty reprezentujące zdarzenia sejsmiczne, zawierające informacje o magnitudzie, dacie, czasie i współrzędnych lokalizacji.



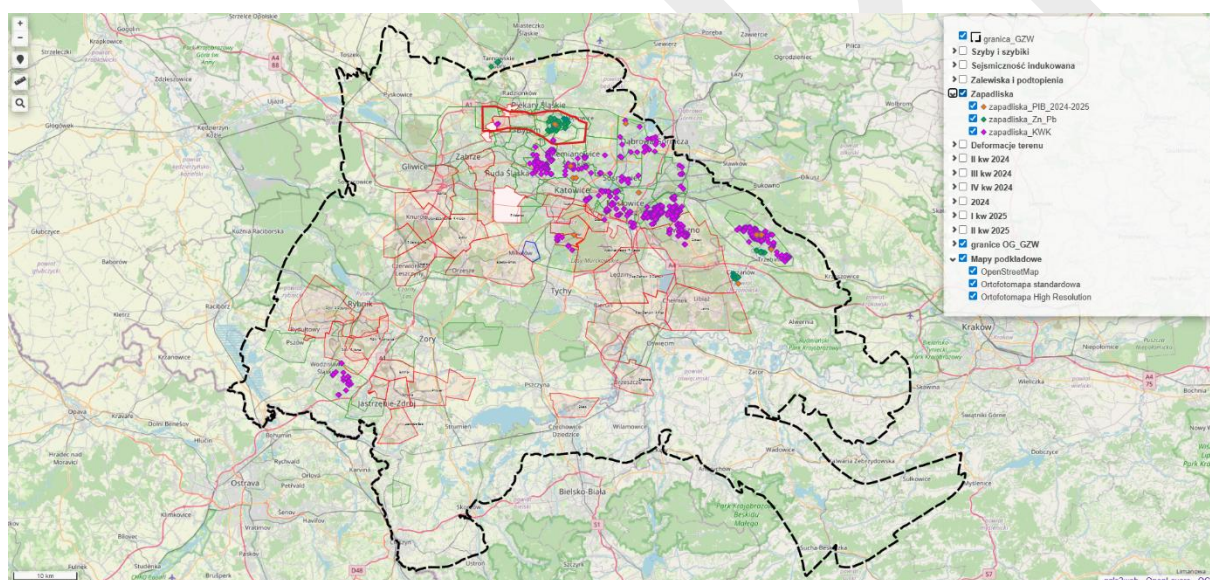
- Deformacje terenu – linie lub obszary, w których zarejestrowano przemieszczenia powierzchni.



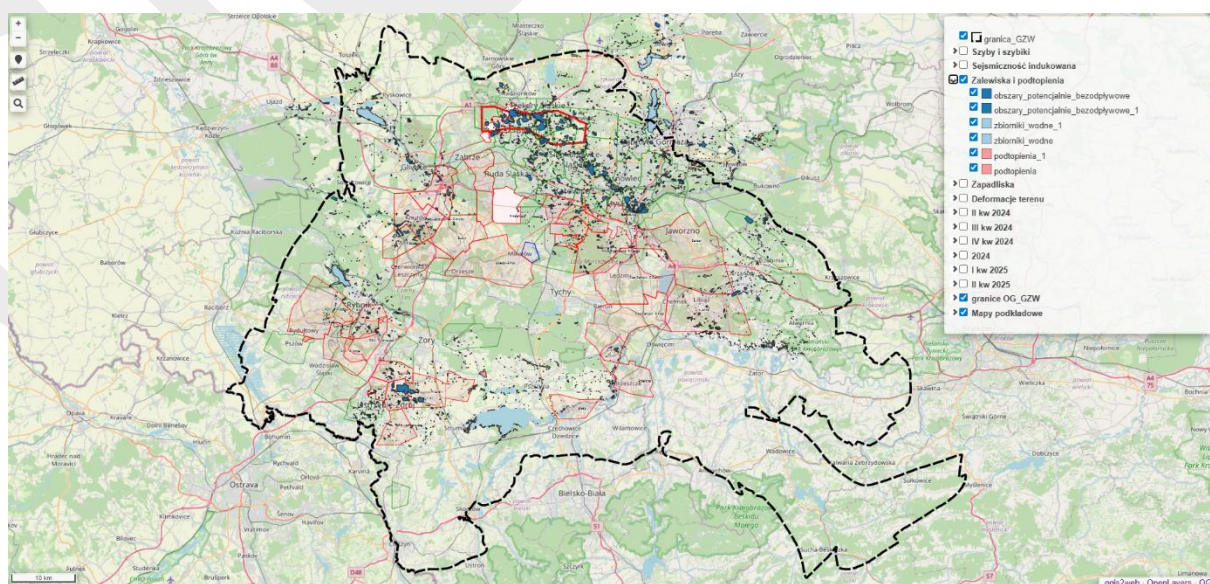
- Szyby i szybiki – dane o głębokości, funkcji (czynny/nieczynny), statusie i nazwie wyrobiska.



- Zapadliska – poligony określające obszary zapadnięć gruntu.



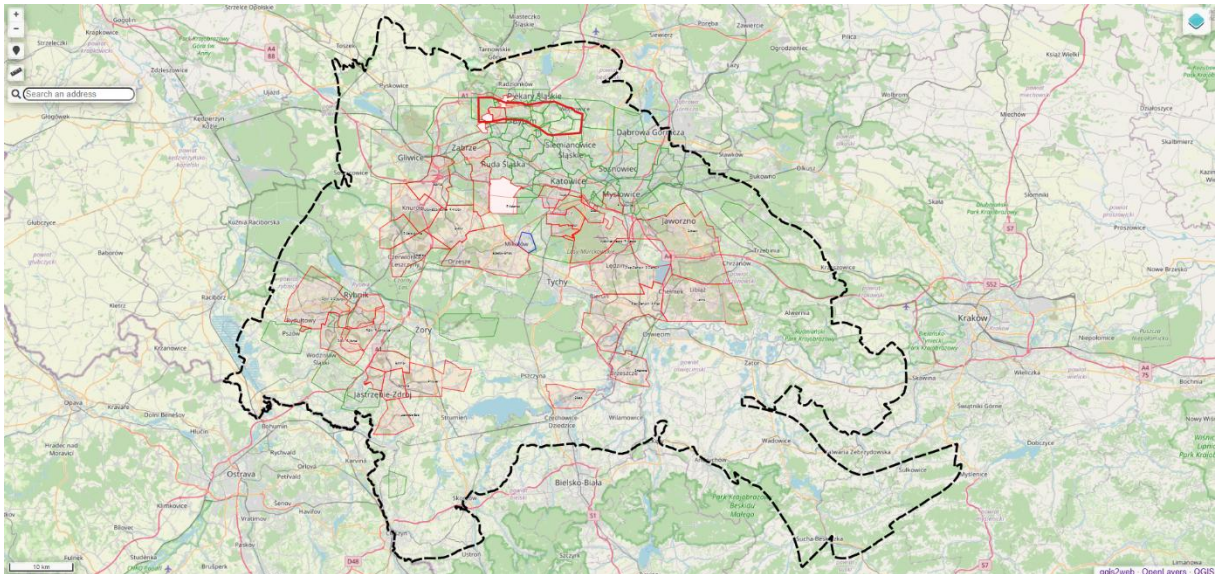
- Zbiorniki wodne i zalewiska – obszary okresowego lub trwałego występowania wód.



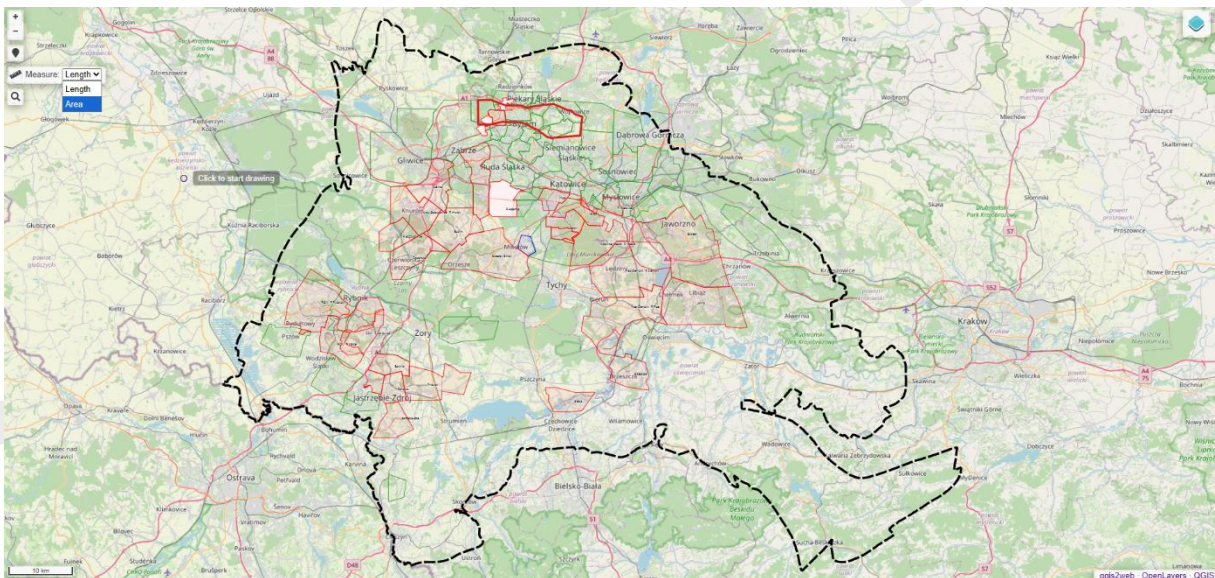
- Podtopienia – strefy narażone na czasowe zaleganie wody powierzchniowej.

Funkcjonalności użytkowe:

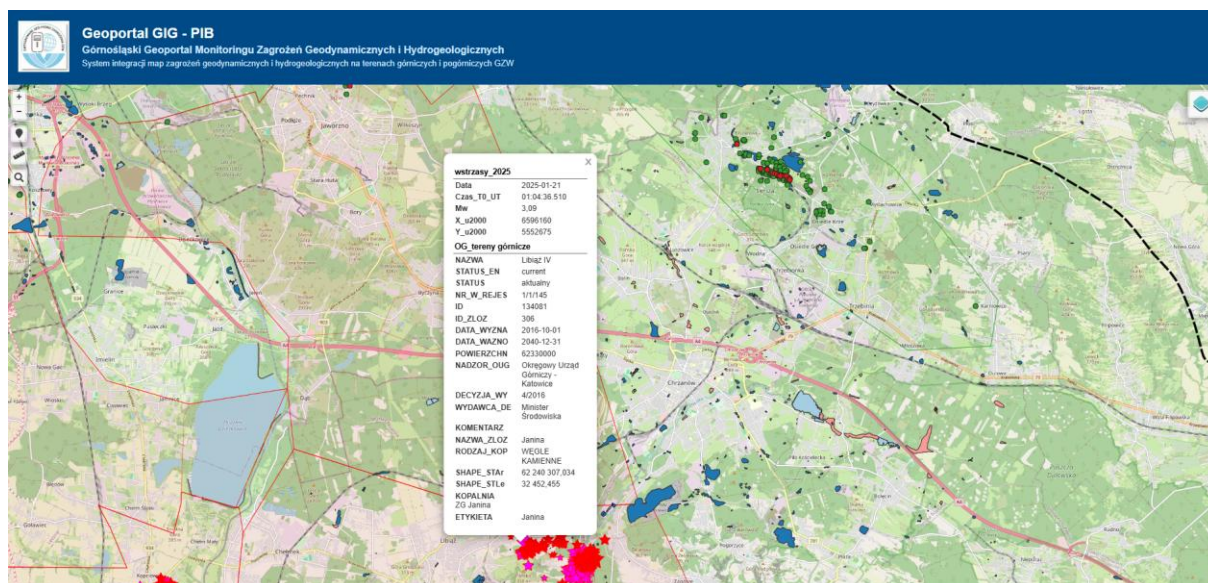
- Wyszukiwanie lokalizacji po adresie.



- Pomiar odległości i powierzchni.



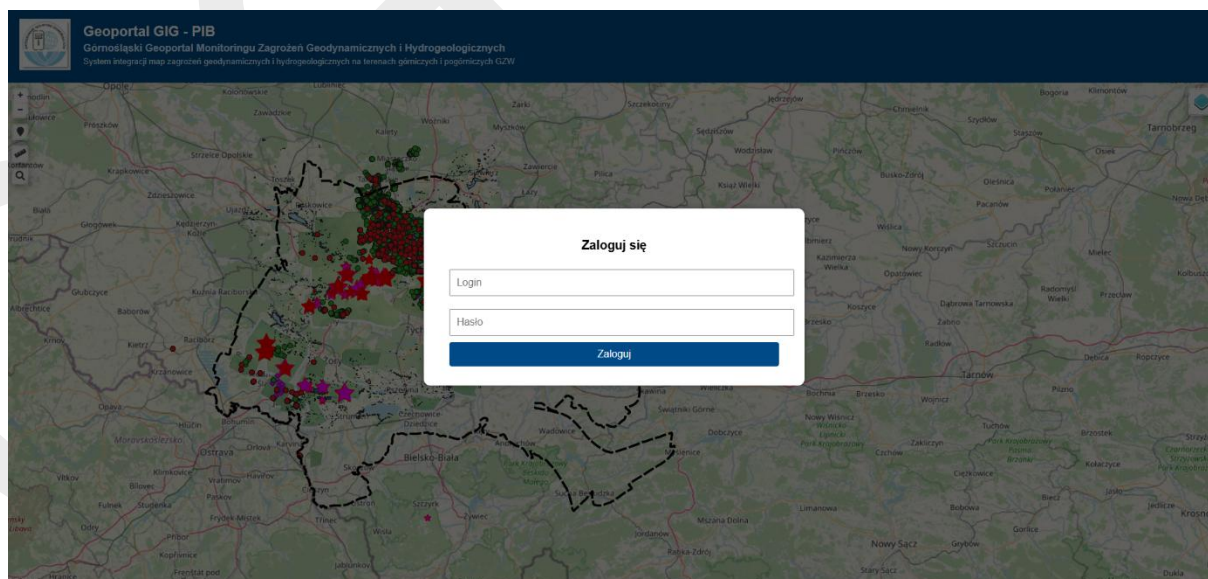
- Popupy – kliknięcie obiektu powoduje wyświetlenie jego szczegółów (data wstrząsu, czas, magnituda i współrzędne lokalizacji).



- Legenda – dynamiczna legenda z podziałem na warstwy.
- Przełącznik warstw – użytkownik może aktywować/dezaktywować poszczególne warstwy.
- Skalowalność mapy – obsługa zoomu oraz dopasowania widoku.
- Interfejs nawigacyjny – proste, intuicyjne sterowanie mapą.

7. Publikacja geoportalu

Po wygenerowaniu plików mapy, aplikacja została opublikowana na serwerze GIG-PIB pod adresem: <https://geoportal.gig.eu>



Dostęp do systemu zabezpieczono autoryzacją logowania – portal jest przeznaczony wyłącznie dla wybranej grupy użytkowników, ekspertów. W przyszłości przewiduje się umożliwienie publicznego dostępu do wybranych danych w trybie podglądu.

Dzięki temu geoportal może być używany do celów eksperckich, przy zapewnieniu bezpieczeństwa informacji i danych przestrzennych.

8. Ograniczenia i możliwości rozwoju

Ograniczenia:

Na tym etapie realizacji geoportalu wspierającego monitoring zagrożeń geodynamicznych i hydrogeologicznych na obszarach eksploatacji górniczej i terenach pogórnich:

- Brak integracji z dynamiczną bazą danych (np. PostGIS), co ogranicza aktualizacje w czasie rzeczywistym.
- Przy dużej liczbie obiektów (np. zdarzeń sejsmicznych) mogą występować opóźnienia w renderowaniu mapy.
- Brak funkcjonalności analitycznych (np. narzędzi bufora, profili terenu).

Możliwości rozwoju:

- Dodanie filtra czasowego do warstw (np. tylko zdarzenia z ostatnich 12 miesięcy).
- Rozbudowa o panel raportów PDF generowanych z mapy.
- Wersja mobilna z uproszczonym interfejsem.
- Integracja z bazą danych i automatyczne aktualizacje (np. z systemu monitoringu).

9. Wnioski końcowe

Opracowany geoportal stanowi funkcjonalne, czytelne i elastyczne narzędzie do prezentacji danych przestrzennych związanych z zagrożeniami geodynamicznymi i hydrogeologicznymi w rejonie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Integracja różnych typów danych oraz ich wizualizacja w środowisku przeglądarki internetowej znacząco ułatwia analizę przestrzenną i wspiera procesy decyzyjne.

Zastosowanie rozwiązań open-source (QGIS, qgis2web) pozwoliło na sprawne wdrożenie projektu przy zachowaniu wysokiej jakości i zgodności z dobrymi praktykami GIS. System może być z powodzeniem rozwijany i skalowany w przyszłości, w zależności od potrzeb użytkowników i nowych danych.

Załącznik nr 1 przedstawia przykładowy raport zawierający mapę Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) zintegrowaną z zagregowanymi warstwami geozagrożeń. Mapa ukazuje pionowe przemieszczenia powierzchni terenu zarejestrowane w II kwartale 2025 roku, a także lokalizacje wyrobisk górniczych mających połączenie z powierzchnią, zinwentaryzowanych w 2024 roku. Dodatkowo zaprezentowano rozmieszczenie zapadlisk, epicentrów wstrząsów sejsmicznych o charakterze indukowanym oraz obszary zalewisk i podtopień odnotowane w tym samym okresie. Zestawienie tych danych umożliwia kompleksową ocenę aktualnego stanu zagrożeń geologicznych i hydrogeologicznych w regionie.

Zasady korzystania z Raportów GIG-PIB

Zawartość Raportu, jego forma, treści, sposób wyrażenia, stanowi utwór w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 2022 roku, poz. 2509, t.j.) i podlega ochronie przewidzianej w tej ustawie.

Wykorzystanie danych zawartych w Raporcie w zakresie innym niż realizacja zadań publicznych oraz ich ewentualne dalsze przetwarzanie wymaga uzyskania zgody/odrębnej licencji Ministra Przemysłu/uprawnionego podmiotu.

Główny Instytut Górnictwa – Państwowy Instytut Badawczy nie ponosi odpowiedzialności za:

- Błędą interpretację i/lub przetwarzanie bazy danych,*
- Wykorzystanie danych niezgodne z ich przeznaczeniem,*
- Wykorzystanie danych niezgodne z ich standardem i szczegółowością.*
- Dokonywanie modyfikacji danych, ich opracowanie czy łączenie z innymi utworami.*