

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

Zadanie 1.6. Opracowywanie zintegrowanych map zagrożeń geodynamicznych
i hydrogeologicznych na terenach górniczych i pogórnich

RAPORT KWARTALNY 1.6.2.

za okres 01.04.2024 – 30.06.2024

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 17/D/10095/2830/2024/DA z dnia 12.08.2024 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 inż. Piotr Gruchlik
Kierownik Zadania

Zawartość raportu:

- I. Opracowanie szablonów i stylów wizualizacji danych monitoringowych.
- II. Geoprocessing testowych danych wsadowych i ich przetworzenie do formatu GeoPackage.
- III. Przygotowanie podstaw modelu wizualizacji danych przestrzennych w serwisie internetowym.

Załącznik nr 1. Mapa GZW z pionowymi przemieszczeniami powierzchni, lokalizacją wyrobisk górniczych mających połączenie z powierzchnią, lokalizacją epicentrow indukowanych wstrząsów sejsmicznych w II kwartale 2024

I. Opracowanie szablonów i stylów wizualizacji danych monitoringowych

1. Cel etapu

Celem tego etapu jest stworzenie spójnych, estetycznych i funkcjonalnych szablonów oraz stylów wizualizacji danych monitoringowych, które będą skutecznie wspierać proces interpretacji wyników oraz ich prezentację dla różnych grup interesariuszy. Odpowiednie zaprojektowanie tych szablonów nie tylko ułatwi zrozumienie danych, ale również zapewni ich przejrzystość i intuicyjność w zależności od potrzeb konkretnych odbiorców.

2. Wymagania dotyczące wizualizacji

- **Przystępność:**
 - Wizualizacje muszą być łatwe do zrozumienia dla użytkowników o różnym poziomie wiedzy technicznej.
 - Należy unikać nadmiernej komplikacji i stosować jasne, intuicyjne symbole oraz kolory.
- **Czytelność:**
 - Dane muszą być prezentowane w sposób przejrzysty, z odpowiednimi etykietami i legendami.
 - Ważne informacje powinny być wyróżnione i łatwo dostępne.
- **Spójność:**
 - Szablony i style wizualizacji muszą być spójne w całym projekcie, aby zapewnić jednolity wygląd i sposób interpretacji danych.
 - Używane kolory, czcionki i formatowanie muszą być jednolite.

3. Narzędzia i oprogramowanie

- **GIS (Geographic Information System):** ArcGIS, QGIS.
- **Oprogramowanie do analizy danych i wizualizacji:** MATLAB, R, Python (biblioteki matplotlib, seaborn, plotly).
- **Platformy do wizualizacji danych:** Tableau, Power BI.
- **Oprogramowanie graficzne:** Adobe Illustrator, Inkscape.

4. Kroki w opracowaniu szablonów i stylów

- **Analiza istniejących standardów i wymagań użytkowników:**
 - Przegląd standardów wizualizacji danych w geofizyce, geologii i hydrogeologii.
 - Zbieranie informacji na temat preferencji i wymagań użytkowników końcowych.
- **Projektowanie podstawowych elementów wizualizacji:**
 - **Kolorystyka:** Dobór kolorów do reprezentacji różnych typów danych, takich jak warstwy geologiczne, poziomy wód gruntowych, anomalii geofizycznych.

- **Symbole i ikony:** Stworzenie zestawu symboli do reprezentacji punktów pomiarowych, stacji monitoringu, itp.
- **Czcionki i formatowanie:** Wybór czcionek i stylów tekstu dla tytułów, etykiet, legend i opisów.
- **Tworzenie szablonów wizualizacji:**
 - **Mapy tematyczne:** Szablony map prezentujących różne typy danych (geofizyczne, geologiczne, hydrogeologiczne).
 - **Wykresy i diagramy:** Szablony wykresów czasowych, histogramów, diagramów kołowych itp.
 - **Profile i przekroje:** Szablony dla profili sejsmicznych, geologicznych i hydrogeologicznych.
- **Prototypowanie i testowanie:**
 - Tworzenie prototypów wizualizacji na podstawie danych testowych.
 - Przegląd prototypów przez zespół interesariuszy.
 - Wprowadzenie poprawek na podstawie feedbacku użytkowników.
- **Opracowanie instrukcji i dokumentacji:**
 - Przygotowanie dokumentacji opisującej standardy wizualizacji, wytyczne dotyczące użycia szablonów i stylów oraz przykłady poprawnie wykonanych wizualizacji.
 - Stworzenie krótkich poradników i tutoriali w formie pisemnej lub wideo.

5. Przykłady wizualizacji

1. Mapy tematyczne:

- **Mapa gradientów anomalii geofizycznych:** Kolorowe kontury reprezentujące zmiany wartości anomalii.
- **Mapa warstw geologicznych:** Różne kolory i wzory reprezentujące poszczególne warstwy skalne.
- **Mapa izopiezometryczna:** Linie konturowe pokazujące poziom wód gruntowych.

2. Wykresy i diagramy:

- **Wykresy czasowe:** Wykresy pokazujące zmiany poziomów wód gruntowych lub anomalii geofizycznych w czasie.
- **Histogramy:** Rozkład wartości wybranych parametrów, takich jak przepuszczalność skał.
- **Diagramy kołowe:** Procentowy udział różnych typów skał w danym obszarze.

3. Profile i przekroje:

- **Przekrój sejsmiczny:** Profil pokazujący struktury podpowierzchniowe na podstawie danych sejsmicznych.
- **Profil geologiczny:** Warstwy geologiczne z opisem litologicznym.
- **Profil hydrogeologiczny:** Poziomy wód gruntowych oraz przepuszczalność warstw.

6. Wnioski i dalsze kroki

Wdrożenie opracowanych szablonów i stylów wizualizacji danych monitoringowych stanowi kluczowy krok w zapewnieniu spójnej, estetycznej i funkcjonalnej prezentacji danych. Przeszkolenie zespołu oraz monitorowanie efektywności tych narzędzi są niezbędne do zapewnienia ich skuteczności w codziennym użytkowaniu. Stałe zbieranie informacji zwrotnej, opinii oraz wprowadzanie usprawnień pozwolą na utrzymanie wysokiej jakości raportów, które będą dostarczać użytkownikom cennych informacji w przejrzysty i intuicyjny sposób.

II. Geoprocessing testowych danych wsadowych i ich przetworzenie do formatu GeoPackage

1. Cel etapu

Celem tego etapu jest **przetworzenie testowych danych wsadowych**, które obejmują dane geofizyczne, geologiczne i hydrogeologiczne, a następnie ich **konwersja do formatu GeoPackage (GPKG)**. Proces ten ma na celu zintegrowanie różnych typów danych przestrzennych i atrybutów w jednym, spójnym formacie, co umożliwi ich łatwe przechowywanie, analizę oraz udostępnianie w środowiskach GIS (Geographic Information System). Format GeoPackage, opracowany przez Open Geospatial Consortium (OGC), to otwarty standard, który gwarantuje interoperacyjność, wydajność oraz szerokie wsparcie w różnych aplikacjach geoprzestrzennych.

2. Wymagania dotyczące danych

- **Źródła danych:**
 - **Geofizyczne:** Pliki z danymi sejsmicznymi, magnetycznymi, grawimetrycznymi i elektrooporowymi.
 - **Geologiczne:** Dane o warstwach skalnych, ich właściwościach fizycznych i chemicznych, mapy geologiczne.
 - **Hydrogeologiczne:** Informacje dotyczące poziomów wód gruntowych, przepuszczalności warstw, chemizmu wód podziemnych.
- **Formaty danych wejściowych:**
 - Pliki CSV, SHP (Shapefile), GeoTIFF, KML, GDB (Geodatabase), itp.

3. Narzędzia i oprogramowanie

- **GIS (Geographic Information System):** QGIS, ArcGIS.
- **Oprogramowanie do analizy danych i konwersji formatów:** GDAL (Geospatial Data Abstraction Library), ogr2ogr.
- **Języki programowania:** Python (biblioteki geopandas, fiona, shapely).

4. Kroki w geoprocessingu i konwersji do GeoPackage

- **Zbieranie i przygotowanie danych wsadowych:**
 - **Kompilacja danych:** Zgromadzenie wszystkich testowych danych wsadowych w różnych formatach.
 - **Weryfikacja jakości:** Sprawdzenie kompletności i dokładności danych, usunięcie duplikatów, weryfikacja poprawności współrzędnych.
- **Normalizacja danych:**
 - **Przekształcenie układów współrzędnych:** Upewnienie się, że wszystkie dane są w jednolitym układzie współrzędnych (np. WGS 84).
 - **Formatowanie atrybutów:** Standaryzacja nazw atrybutów i ich jednostek miar.
- **Geoprocessing:**
 - **Przestrzenne przetwarzanie danych:** Wykonanie operacji takich jak łączenie warstw, klipowanie, buforyzacja, przetwarzanie rastrów, itp.
 - **Analizy przestrzenne:** Przeprowadzenie niezbędnych analiz geoprzestrzennych (np. interpolacja, analizy przestrzenne).
- **Konwersja do formatu GeoPackage:**
 - **Użycie narzędzi GDAL/ogr2ogr:** Wykorzystanie GDAL do konwersji różnych formatów plików do GeoPackage.

```
sh
przykładowy kod
ogr2ogr -f "GPKG" output.gpkg input.shp
```

- **Skryptowanie w Pythonie:** Automatyzacja procesu konwersji przy użyciu skryptów Python.

```
python
przykładowy kod
import geopandas as gpd
# Wczytanie danych z pliku SHP
data = gpd.read_file('input.shp')
# Zapisanie danych do formatu GeoPackage
data.to_file('output.gpkg', driver='GPKG')
```

- **Weryfikacja i walidacja danych GeoPackage:**
 - **Sprawdzenie integralności danych:** Upewnienie się, że wszystkie dane zostały poprawnie przetworzone i skonwertowane.
 - **Testowanie w środowisku GIS:** Wczytanie plików GeoPackage do oprogramowania GIS (np. QGIS) w celu sprawdzenia poprawności i kompletności danych.
- **Dokumentacja procesu:**
 - **Sporządzenie dokumentacji:** Opis procesu geoprocessingu i konwersji, użytych narzędzi, skryptów oraz ewentualnych problemów napotkanych podczas przetwarzania.
 - **Instrukcje użytkownika:** Przygotowanie krótkiego przewodnika dla użytkowników dotyczącego korzystania z danych GeoPackage.

5. Przykłady operacji geoprocessingu

- **Łączenie warstw:**
 - Łączenie różnych warstw geologicznych w jeden spójny zbiór danych.
- **Klipowanie:**
 - Wycinanie danych do określonego obszaru zainteresowania.
- **Buforyzacja:**
 - Tworzenie stref buforowych wokół punktów pomiarowych.
- **Interpolacja:**
 - Generowanie ciągłych powierzchni na podstawie punktowych danych.

6. Wnioski i dalsze kroki

Po zakończeniu konwersji danych do formatu GeoPackage, konieczne jest przeprowadzenie testów, które sprawdzą, czy dane zostały poprawnie przekonwertowane i czy zachowują swoją integralność oraz funkcjonalność. Testy powinny obejmować:

- Sprawdzanie poprawności danych – weryfikacja, czy wszystkie warstwy, atrybuty i metadane zostały poprawnie przeniesione do nowego formatu.
- Testy wydajności – ocena, jak szybko i sprawnie dane są odczytywane i analizowane w systemie GIS po konwersji.
- Optymalizacja – jeśli podczas testowania pojawią się problemy z wydajnością lub kompatybilnością, konieczne może być przeprowadzenie optymalizacji plików GeoPackage, np. poprzez kompresję danych rastrowych czy reorganizację atrybutów.

Wdrożenie tego etapu pozwoli na efektywne zarządzanie i udostępnianie danych geofizycznych, geologicznych i hydrogeologicznych w formie łatwo dostępnej, co przyspieszy procesy analizy i decyzyjne w kontekście terenów górniczych i pogórnich.

III. Przygotowanie podstaw modelu wizualizacji danych przestrzennych w serwisie internetowym.

1. Cel etapu

Celem tego etapu jest stworzenie podstawowego modelu wizualizacji danych przestrzennych w serwisie internetowym, który pozwoli na interaktywną przeglądanie, analizę oraz prezentację takich danych, jak dane geofizyczne, geologiczne i hydrogeologiczne. Głównym zadaniem tego modelu jest zapewnienie użytkownikom końcowym intuicyjnego i efektywnego narzędzia do pracy z danymi przestrzennymi, które będą mogli wykorzystać w analizach oraz podejmowaniu decyzji. W tym etapie kluczowe jest połączenie zrozumiałych interfejsów z odpowiednimi narzędziami wizualizacyjnymi, aby dane mogły być przedstawione w przystępny sposób dla różnych grup odbiorców.

2. Wymagania dotyczące wizualizacji

- **Interaktywność:**
 - Możliwość przeglądania, przybliżania, oddalania oraz przesuwania map.
 - Interaktywne narzędzia do pomiaru, rysowania i selekcji.
- **Czytelność i użyteczność:**
 - Przejrzyste prezentowanie danych z odpowiednimi etykietami i legendami.
 - Intuicyjny interfejs użytkownika dostosowany do różnych poziomów zaawansowania użytkowników.
- **Integracja z bazami danych:**
 - Możliwość pobierania i aktualizacji danych z centralnej bazy danych.

3. Narzędzia i technologie

- **Frontend (warstwa kliencka):**
 - HTML, CSS, JavaScript
 - Biblioteki do wizualizacji map: Leaflet, OpenLayers, Mapbox GL JS
 - Frameworki JavaScript: React, Vue.js, Angular
- **Backend (warstwa serwerowa):**
 - Serwer aplikacji: Node.js, Flask, Django

- Baza danych: PostgreSQL z PostGIS, MySQL, MongoDB
- Serwery map: GeoServer, MapServer
- **APIs i formaty danych:**
 - WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service)
 - GeoJSON, TopoJSON

4. Kroki w przygotowaniu modelu wizualizacji

- **Projektowanie architektury systemu:**
 - **Warstwa frontendowa:** Wybór biblioteki do wizualizacji map i frameworku JavaScript.
 - **Warstwa backendowa:** Wybór serwera aplikacji i bazy danych.
 - **Interfejsy API:** Określenie formatów danych i standardów komunikacji między frontendem a backendem.
- **Instalacja i konfiguracja środowiska:**
 - Instalacja narzędzi do tworzenia serwisu internetowego (np. Node.js, npm, framework wybranego języka).
 - Konfiguracja serwera map (np. GeoServer) do obsługi danych przestrzennych.
- **Przygotowanie i import danych:**
 - Import danych przestrzennych do bazy danych (PostGIS, GeoServer).
 - Przygotowanie warstw map, stylów i legend.
- **Tworzenie interfejsu użytkownika:**
 - **Podstawowa mapa:** Dodanie mapy bazowej (np. OpenStreetMap) i warstw danych przestrzennych.
 - **Narzędzia interaktywne:** Implementacja narzędzi do przeglądania, przybliżania, oddalania i pomiarów.
 - **Panele informacyjne:** Dodanie legend, etykiet i okien informacyjnych.
- **Integracja z backendem:**
 - Implementacja serwisów API do pobierania i aktualizacji danych przestrzennych.
 - Obsługa zapytań do bazy danych (np. zapytania przestrzenne w PostGIS).
- **Testowanie i walidacja:**
 - Testowanie funkcjonalności serwisu na różnych urządzeniach i przeglądarkach.
 - Walidacja poprawności wyświetlanych danych i interakcji użytkownika.
- **Dokumentacja i szkolenie:**
 - Przygotowanie dokumentacji technicznej opisującej architekturę systemu, konfigurację i sposób korzystania z serwisu.
 - Przeprowadzenie szkoleń dla użytkowników końcowych i administratorów systemu.

5. Przykłady implementacji

1. Podstawowa mapa:

```
html
przykładowy kod
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <title>Mapa Przestrzenna</title>
  <link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet/dist/leaflet.css" />
  <style>
    #map {
      height: 100vh;
    }
  </style>
</head>
<body>
  <div id="map"></div>
  <script src="https://unpkg.com/leaflet/dist/leaflet.js"></script>
  <script>
    var map = L.map('map').setView([51.505, -0.09], 13);
    L.tileLayer('https://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png', {
      maxZoom: 19
    }).addTo(map);
  </script>
</body>
</html>
```

2. Dodanie warstw danych:

```
javascript
przykładowy kod
// Przygotowanie warstwy GeoJSON
var geojsonLayer = L.geoJson(geojsonData, {
  style: function (feature) {
    return {color: feature.properties.color};
  }
}).addTo(map);

// Przykład zapytania AJAX do pobrania danych z backendu
fetch('/api/dane-przestrzenne')
  .then(response => response.json())
  .then(data => {
    L.geoJson(data).addTo(map);
  });
```

3. Integracja z backendem:

```
python
przykładowy kod
from flask import Flask, jsonify
from flask_sqlalchemy import SQLAlchemy

app = Flask(__name__)
app.config['SQLALCHEMY_DATABASE_URI'] = 'postgresql://user:password@localhost/dbname'
db = SQLAlchemy(app)

@app.route('/api/dane-przestrzenne')
```

```

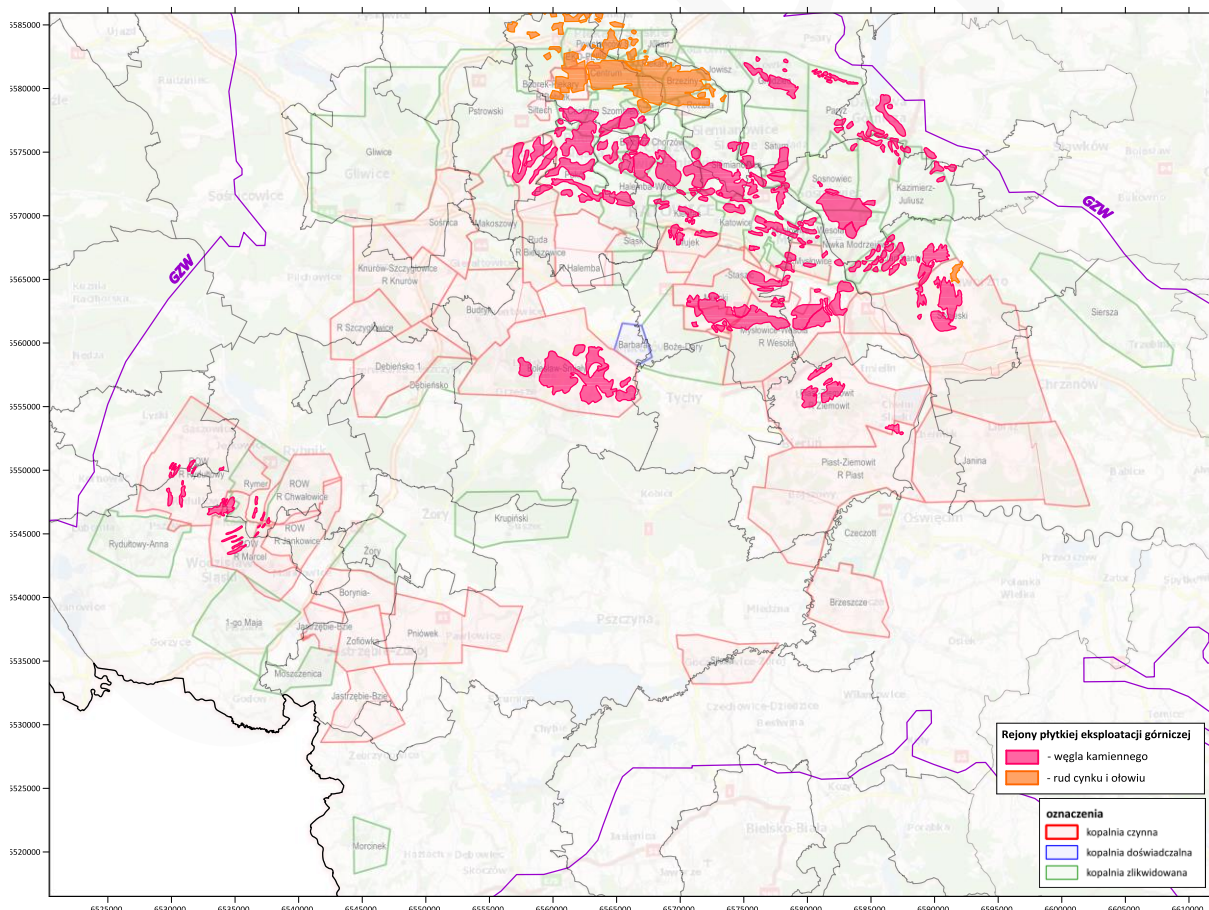
def dane_przestrzenne():
    results = db.session.execute('SELECT * FROM dane_przestrzenne').fetchall()
    geojson_data = convert_to_geojson(results)
    return jsonify(geojson_data)

if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)

```

6. Wnioski i dalsze kroki

Stworzenie podstawowego modelu wizualizacji danych przestrzennych w serwisie internetowym to kluczowy etap w procesie udostępniania i analizy danych geofizycznych, geologicznych i hydrogeologicznych. Interaktywny model, który umożliwi przeglądanie i analizę tych danych w przystępny sposób, zwiększa ich użyteczność dla różnych grup interesariuszy, wspomagając podejmowanie decyzji oraz lepsze zrozumienie przestrzennych zjawisk w analizowanych obszarach.



Rys. 1. Mapa GZW z przebiegiem granic obszarów górniczych czynnych i zlikwidowanych zakładów górniczych oraz rejonami płytkiej eksploatacji górniczej – przykład prezentacji danych na tle mapy podstawowej

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:

- Błądną 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.