

GEOPORTAL JAKO NARZĘDZIE WSPOMAGAJĄCE PRACE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU ISMOP

GEOPORTAL AS A TOOL SUPPORTING GEOLOGICAL AND ENGINEERING WORKS: THE CASE OF ISMOP PROJECT

Michał Lupa, Andrzej Leśniak

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,
Katedra Geoinformatyki i Informatyki Stosowanej

**Słowa kluczowe: systemy informacji przestrzennej, bazy danych przestrzennych, ISMOP,
geologia, obwałowania przeciwpowodziowe, powódź**

Keywords: spatial information systems, spatial databases, ISMOP, geology, flood embankments
(levees), flood

Wstęp

Rosnące zainteresowanie społeczeństwa dostępem do danych dotyczy również treści geoinformacyjnych, które od kilku lat są jednymi z najczęściej poszukiwanych przez internautów, typów informacji. Zjawisko to nie powinno dziwić, ponieważ każdy kto na co dzień korzysta z dobrodziejstw sieci komputerowej, prędzej czy później, zacznie planować swoje podróże, inwestycje lub rozrywkę, wykorzystując publikowane tam interaktywne mapy. Stąd też, oprócz najbardziej powszechnej funkcjonalności związanej z prezentacją danych, serwisy te zaczęły pełnić także rolę sieciowych narzędzi, które przez wielodostęp, dostarczają instrumentów analitycznych i administracyjnych dla wielu użytkowników jednocześnie.

Na przestrzeni kilku ostatnich lat możemy zaobserwować znaczny wzrost liczby geoportali zarówno w Polsce, jak i Europie (Dukaczewski, 2007; Dukaczewski, 2009). Oprócz projektów wiodących, realizowanych zgodnie z wymogami dyrektywy INSPIRE (Dyrektywa UE, 2007) oraz jej przepisami wykonawczymi, w ramach Krajowej Infrastruktury Informacji Przestrzennej (projekt geoportal.gov.pl [geoportal2](http://geoportal2.gov.pl)) (Dygaszewicz, 2006; Gąsiorowski, 2010), dużą popularnością cieszą się także geoportale społecznościowe i tematyczne. Do najciekawszych serwisów prezentujących treści społecznościowe należy GeoPortal TATRY (Tatrzański Park Narodowy) <http://www.geoportaltatry.pl>, który wyróżniono w konkursie The SDI Best Practice Award 2009 (Bielecka i in., 2010) w kategorii *Sieci użytkowników*. Specjalistyczne treści z zakresu geologii wypełniają bazę danych, która udostępniana jest

użytkownikom przez Państwowy Instytut Geologiczny i Geoportal IKAR <http://ikar.pgi.gov.pl>. Należy także wspomnieć o znacznej liczbie geoportali gminnych (np. Geoportal gminy Żmigrod – geozmigrod.pl) i miejskich (Geoportal miasta Torunia – mapa.um.torun.pl). Ciekawe rozwiązanie zaproponowali również twórcy Geoportalu Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, wyprzedzając potrzebę zapewnienia substytutu map analogowych uczelni przez konstrukcję geoportalu spełniającego rolę internetowego przewodnika i tablicy informacyjnej (Parkitny i in., 2013).

Analizując rozwiązania dotyczące geoportali specjalistycznych, warto wspomnieć o kilku projektach europejskich, w których biorą udział również przedstawiciele Polski. Na szczególną uwagę zasługuje projekt GEONetCaB, mający na celu popularyzację wiedzy związanej z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych i stworzenie platformy wymiany pomiędzy dostawcami danych a ich odbiorcami (Stelmaszczyk i in., 2010). Projektem o szerokim spektrum możliwości zastosowania jest GS Soil (Białousz, i in., 2012), w ramach którego dokonano inwentaryzacji zbiorów danych przestrzennych o glebach w większości krajów europejskich. Istnieją w Europie także inne specjalistyczne geoportale wykorzystujące dane geologiczne (Van der Meulen, 2013; Sladić, 2012), potrzebne między innymi do monitoringu osuwisk.

Autorzy artykułu uważają, że przyszłością geoinformacji są rozwiązania sieciowe, które umożliwiać będą wielodostęp zarówno do danych, jak i narzędzi przetwarzania, który realizowany będzie jednocześnie z poziomu maszyn typu desktop i urządzeń mobilnych (na przykład w terenie). Przytoczone we wstępie przykłady opisują wzrost zainteresowania takimi rozwiązaniami, które szczególnie ważną rolę zaczynają odgrywać w przypadku wiedzy specjalistycznej. Z tego też względu, zdecydowano się na konstrukcję i wdrożenie specjalistycznego geoportalu, który mógł znaleźć zastosowanie na każdym z etapów realizacji projektu Informatycznego Systemu Monitorowania Obwałowań Przeciwpowodziowych (ISMOP, rys. 1). Jeden z nich dotyczył opracowania narzędzia ułatwiającego prace projektowe, związane z budową obwałowań eksperymentalnych i wywiadu terenowego. Geoportal wykorzystywany był także do uporzędowania prac związanych z badaniem podłoża i tym samym wyników badań geologiczno-inżynierskich oraz geofizycznych, do których dostęp mieli członkowie kilku równoległych pracujących zespołów badawczych. Sam Geoportal nie stanowi produktu końcowego systemu, który w sposób ciągły monitorować będzie dynamikę wału. Zadanie to należy do złożonego systemu ekspertowego, który na podstawie analizy szeregów czasowych modeli numerycznych zachowania wału decydować będzie o stabilności konstrukcji, wydając ewentualne polecenia alarmowe.



Rysunek 1.
Mapa przedstawiająca lokalizację projektu, eksperymentalne obwałowania wybudowane na terenach zalewowych Wisły w pobliżu Szkoły Rolniczej w Czernichowie

Projekt ten finansowany jest przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (projekt nr AGH 19.19.140.86430), w ramach projektu pod tytułem: „Badania w zakresie opracowania kompleksowego systemu monitorowania stanu statycznego i dynamicznego ziemnych obwałowań przeciwpowo-

dziowych w trybie ciągłym, z możliwością symulacji zachodzących zmian strukturalnych oraz szacowaniem ryzyka ich uszkodzenia”.

Założenia projektu ISMOP

Projekt ISMOP (Informatyczny System Monitorowania Obwałowań Przeciwpowodziowych) zakłada utworzenie kompleksowego systemu monitorowania i prognozowania stanu wałów przeciwpowodziowych, obejmującego masowe zbieranie danych pomiarowych w trybie ciągłym, ich zoptymalizowany przesył, interpretację i analizę z wykorzystaniem symulacji komputerowej. Ma również dostarczać zwizualizowane wyniki dla właściwych organów administracji. Jednym z zadań realizowanych w ramach projektu było utworzenie bazy danych przestrzennych, która oprócz pomiarów geodezyjnych, zawierać będzie lokalną bazę geologiczno-inżynierską, obejmującą dane otrzymane w wyniku sondowań, wierceń, badań sejsmicznych i geoelektrycznych. Baza ta stanowi podstawę archiwizacji i wizualizacji danych, których główną składową odpowiedzialną za ich prezentację oraz komunikację ze wszystkimi zespołami badawczymi jest specjalistyczny geoportal. Pełni rolę wspomagającą prace projektowe i kolejne etapy realizacji projektu, które są na bieżąco aktualizowane w bazie. Ponadto ma porządkować zbiory danych o znacznych rozmiarach, którymi z poziomu przeglądarki internetowej będzie można zarządzać. W związku z tym, wymogiem koniecznym było zastosowanie technologii umożliwiającej publikację map w sieci, w postaci serwisów i zgodnego z nimi repozytorium danych, które umożliwi przekształcenie oraz integrację danych do jednego spójnego modelu.

Baza danych

Bazy danych przestrzennych odgrywają kluczową rolę w dzisiejszych systemach informatycznych, których podstawą jest przetwarzanie informacji geograficznej. W omawianym projekcie zaimplementowano mechanizmy integracji danych, pochodzących z różnych źródeł do jednego, spójnego modelu topograficznego (Głazewski, 2006), którego zadaniem jest zasilanie analiz przestrzennych oraz wizualizacja składowanych danych po odpowiedniej redakcji kartograficznej. Ponieważ geoportal zakłada także prezentację danych w postaci trójwymiarowej (cyfrowa makieta obiektów), przygotowane modele danych pozwolą wykonać również przekroje poprzeczne terenu, co wydaje się szczególnie ważne z punktu widzenia geologii. Jak wspomniano powyżej, jednym z problemów w trakcie projektowania struktury, a następnie zasilania bazy danych, była mnogość formatów (CAD, shapefile, LAS, CSV, XML, dat, srf, grd, tiff, czy txt), w których informacje napływały. Zaprojektowana baza danych musiała uwzględnić integrację danych wektorowych (punktów, linii oraz poligonów, zapisanych w formacie shapefile, stanowiących zbiór danych informacji o terenie, które uzyskano w wyniku pomiarów terenowych i digitalizacji zdjęć lotniczych) z bazą danych geologicznych, której składowymi były dane w postaci wektorowej (punkty pomiarowe, wiercenia, sondowania, otrzymanywane w formatach CSV, XML, ASCII oraz shp), rastrowej (gridy dostarczane jako pliki grd, srf oraz tiff, wyniki pomiarów geofizycznych w postaci plików LAS, CSV, srf, a także grd oraz rezultaty modelowania geostatystycznego – tiff, srf, grd oraz txt), tekstowej (większość surowych danych pomiarowych dostarczana w forma-

cie txt, CSV) i stowarzyszone z nimi wykresy oraz inne dane multimedialne (termowizja). Informacja przestrzenna w naukach o Ziemi według Neya (2007) powinna ukazać użytkownikom usytuowanie obiektów w przestrzeni i poinformować o aktualnym ich stanie. W tym celu przyjęto relacyjno-obiektowy model bazy, w którym relacje określano na podstawie lokalizacji w przestrzeni (na przykład tabela zawierająca odwierty – jeden odwiert reprezentowany przez pojedynczy obiekt punktowy oraz stowarzyszone z nim informacje, powiązane były kluczem z właściwym dla nich umiejscowieniem na obwałowaniu). W ten sposób geoportal pozwalał w efektywny sposób przeszukiwać bazę danych, między innymi w oparciu o narzędzie selekcji i jego modyfikacje – np. przeszukiwanie przestrzeni zadaniem prostokątem, które jako wynik zwracają pewien zbiór danych. Na rysunku 2 przedstawiono dane wejściowe oraz elementy składowe geoportalu.

Implementacja

Większość funkcjonujących obecnie geoportali udostępnia dane za pomocą serwisów mapowych, opracowanych i poddanych standaryzacji przez OGC (ang. *Open Geospatial Consortium*). Jednym z powszechnie stosowanych standardów jest WMS (ang. *Web Map Service*), który po otrzymaniu zapytania (poprzez interfejs http) zwraca odpowiedź serwera w postaci rastrowej (raster tworzony jest na podstawie bazy danych). Innym przykładem komunikacji z serwerem udostępniającym dane przestrzenne są serwisy typu Geoservice REST (ang. *Geoservice Representational State Transfer*), będące technologią Esri. Serwisy te zapewniają prosty, otwarty interfejs sieci Web do usług hostowanych przez ArcGIS Server. Ważną funkcjonalnością, którą wzięto pod uwagę przy wyborze technologii oraz implementacji geoportalu, jest możliwość łatwego dostępu do danych, ich przetwarzania, lub edycji. Jest to szczególnie istotne w przypadku równoległej pracy wielu specjalistów, która odbywa się również w terenie. Prezentowany w niniejszym artykule geoportal nie pełni wyłącznie funkcji prezentacyjnej, lecz funkcjonalnej aplikacji, która oprócz wizualizacji danych daje także możliwość ich tworzenia.

Z uwagi na dużą liczbę udostępnianych danych i ich typów, interfejs użytkownika wyposażono w mechanizmy umożliwiające wybór treści aktywnie wyświetlanych. Pozwoli to zwiększyć przejrzystość i przygotowywanie wydruków w wybranej skali, które zawierają obiekty aktualnie przeglądane wraz z dynamiczną legendą. Kolejną składową interfejsu jest menu odpowiedzialne za analizy GIS, które składa się z kilku zaimplementowanych komponentów. Pierwszy z nich dotyczy szacunkowych map analiz zalania terenu po niekontrolowanym przerwaniu wału (rys. 3).

Mapy te nie uwzględniają zagadnień dynamicznie wylewającej się wody, ani symulacji propagującej fali przerwanego wału. Są one tworzone statycznie, na podstawie pomierzonych wartości wysokości terenu i maksymalnej wysokości lustra wody w wale eksperymentalnym. Analizy przeprowadzane są w dwóch wariantach: pierwszy, który uwzględnia wsiąkanie wody w teren i drugi zakładający jego brak. Szybkość wsiąkania wody w grunt określono na podstawie lokalnych pomiarów geologiczno-inżynierskich, które przeprowadzono w projekcie (wewnętrzny raport ISMOP – niepublikowane). Kolejny komponent omawianego menu, o którym warto wspomnieć, dotyczy profilu terenu. Użytkownik wybiera interesujący go obszar za pomocą narzędzia 'rysunek', a następnie otrzymuje dynamicznie zmieniający się wykres, który zawiera profil wysokościowy dla wybranego wycinka mapy.

Jedną z ważniejszych funkcjonalności portalu zapewnia narzędzie umożliwiające edycję bazy danych. Jest to komponent menu, który pozwala na przeglądanie skojarzonych z obiektami geometrycznymi mapy: tekstów, wartości, zdjęć, filmów lub arkuszy tekstowych. Dzięki niemu edycja danych tekstowych, geometrii obiektów oraz dodawanie i usuwanie danych multimedialnych możliwa jest także w terenie. W ten sposób, przeglądając warstwę, na której punktowo zaznaczono wykonane wiercenia lub sondowania (sondowania sondą dynamiczną, w celu określenia stopnia zagęszczenia gruntu), w prosty sposób można dotrzeć do wyników badań przeprowadzonych w poszczególnych otworach. Miejsca sondowań pokrywają się z punktami, w których następnie przeprowadzone zostały wiercenia i pobrane rdzenie. Dzięki temu, serwis ten umożliwia łatwe zarządzanie zbiorem danych (rys. 4). Osoby odpowiedzialne za realizację prac geologicznych mogą otrzymać uprawnienia, które pozwalają na edycję plików multimedialnych z poziomu aplikacji klienckiej.

Przykładowy widok geoportalu, w którym treści wyświetlane są na bazie kontekstu geograficznego – ortofotomapy, przedstawiono na rysunku 5.

Wnioski

Prezentowane w tym artykule rozwiązania dotyczą możliwości wykorzystania geoportali jako narzędzia wspomagającego zarówno prace projektowe i terenowe w zakresie dużych projektów oraz stowarzyszonych z nimi prac geologiczno-inżynierskich i geofizycznych. Autorzy pokazują, że geoportale mogą stanowić także aplikacje użytkowe, których funkcjonalności są dedykowane wąskiej grupie (projektowej) specjalistów, gdzie czas wykorzystania takiej aplikacji jest tożsamy z czasem trwania projektu. Funkcjonalność, którą zapewnia geoportal, szczególnie w przypadku równoległej pracy wielu zespołów powoduje, iż utworzenie takiego serwisu jest opłacalne. Ponieważ projekt ISMOP jest w trakcie realizacji (data zakończenia to lipiec 2016 roku), geoportal również będzie sukcesywnie rozwijany. Projekt zakłada docelowo uruchomienie geoportalu w wersji 3D, który stanowić będzie cyfrową makietę wału eksperymentalnego oraz terenów przyległych. Oprócz ciągłej aktualizacji i rozbudowy bazy danych, modyfikacje obejmą także sam serwis, który wyposażony zostanie w narzędzia zaawansowanej analizy danych, również trójwymiarowych, które stanowić będą uzupełnienie badań dotyczących zarówno stabilności obwałowań, jak ich podłoża.

Literatura

- Białousz S., Chmiel J., Fijałkowski A., Różycki S., 2012: Geoportal GS Soil Poland. *Roczniki Geomatyki* t. 10, z. 4: 7-16, PTIP, Warszawa.
- Bielecka E., Cichociński P., Iwaniak A., Krawczyk A., Pachół P., 2009: Przegląd polskich geoportali na podstawie konkursu "The SDI Best Practice Award 2009". *Roczniki Geomatyki* t. 8, z. 6: 19-27, PTIP, Warszawa.
- Dygaszewicz J., 2006: Projekt Geoportal.gov.pl i jego znaczenie dla udostępniania danych Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego. *Roczniki Geomatyki* t. 4, z. 1: 57-72, PTIP, Warszawa.
- Dukaczewski D., 2007: Wojewódzkie portale informacji przestrzennej. *Roczniki Geomatyki* t. 5, z. 3: 37-56, PTIP, Warszawa.
- Dukaczewski D., Bielecka E., 2009: Analiza porównawcza krajowych geoportali w Europie. *Roczniki Geomatyki* t. 7, z. 6: 35-60, PTIP, Warszawa.
- Dyrektywa UE, 2007: Dyrektywa 2007/3/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE). Dz.U. UE L 108 z 25.4.2007.

- Gąsiorowski J., 2010: Zasady obrazowania INSPIRE a prezentacja kartograficzna w serwisie Geoportal.gov.pl. *Roczniki Geomatyki* t. 8, z. 5: 73-77, PTIP, Warszawa.
- Głazewski A., 2006: Modele rzeczywistości geograficznej a modele danych przestrzennych. [W:] Wybrane problemy generalizacji kartograficznej: 1-11. Kraków.
- Ney B., 2007: Informacja przestrzenna w naukach o Ziemi. *Roczniki Geomatyki* t. 5, z. 6: 119-124, PTIP, Warszawa.
- Parkitny Ł., Lupa M., Materek K., Ingot A., Pałka P., Mazur K., Koziół K., Chuchro M., 2013: Koncepcja i opracowanie Geoportalu AGH. *Roczniki Geomatyki* t. 11, z. 3: 79-85, PTIP, Warszawa.
- Dubravka S., Vrtunski M., Alargić I., Ristić A., Petrovački D., 2012: Development of geoportal for landslide monitoring. *Glasnik Srpskog geografskog društva* vol. 92, issue 4: 63-78.
- Stelmaszczuk M., Drzewiecki W., Bielecki M., 2010: Upowszechnianie wykorzystania informacji przestrzennej – propozycja specjalistycznego geoportalu. *Roczniki Geomatyki* t. 8 z. 6: 121-130, PTIP, Warszawa.
- Van der Meulen M.J., Doornenbal J.C., Gunnink J.L., Stafleu J., Schokker J., Vernes R.W., Van Geer F.C., Van Gessel S.F., Van Heteren S., Van Leeuwen R.J.W., Bakker M.A.J., Bogaard P.J.F., Busschers F.S., Griffioen J., Gruijters S.H.L.L., Kiden P., Schroot B.M., Simmelink H.J., Van Berkel W.O., Van Der Krogt R.A.A., Westerhoff W.E., Van Daalen T.M., 2013: 3D geology in a 2D country: perspectives for geological surveying in the Netherlands. *Netherlands Journal of Geosciences* 92-4: 217-241.

Streszczenie

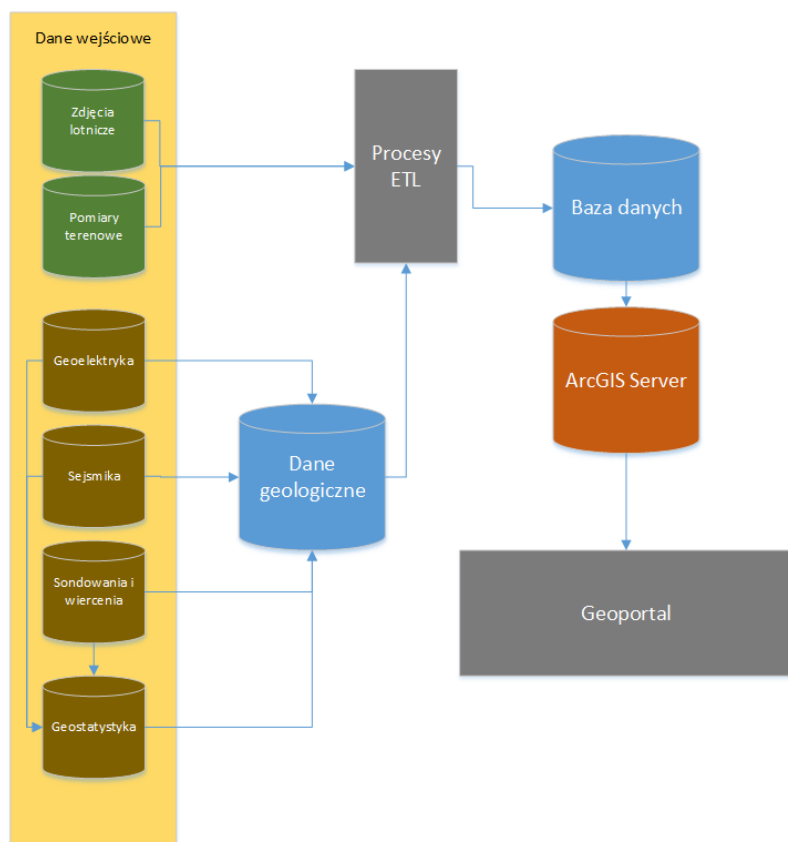
W artykule zostały szczegółowo omówione etapy projektowania i implementacji systemu wspomagania prac geologiczno-inżynierskich, którego główną składową jest aplikacja webowa typu geoportal. Został on stworzony jako moduł wspomagający w projekcie Informatycznego Systemu Monitorowania Obwałowań Przeciwpowodziowych, realizowanego w ramach grantu NCBiR. Artykuł ten wskazuje ponadto na możliwość zastosowania prężnie rozwijającej się technologii WebGIS w kontekście wizualizacji i prezentacji map tematycznych. Omówione rozwiązania uwzględniają interoperacyjność na poziomie kilku różnych zbiorów danych, które przez konsolidację stanowią świetną bazę dla analiz przestrzennych, dedykowanych tego rodzaju projektom. Przytoczony projekt na każdym etapie wykorzystywał funkcjonalności dostarczane przez prezentowany geoportal. Fakt ten może świadczyć o rosnącym znaczeniu danych i systemów geoinformacyjnych w naukach o Ziemi, pracach inżynierskich lub zarządzaniu wielkoskalowymi projektami.

Abstract

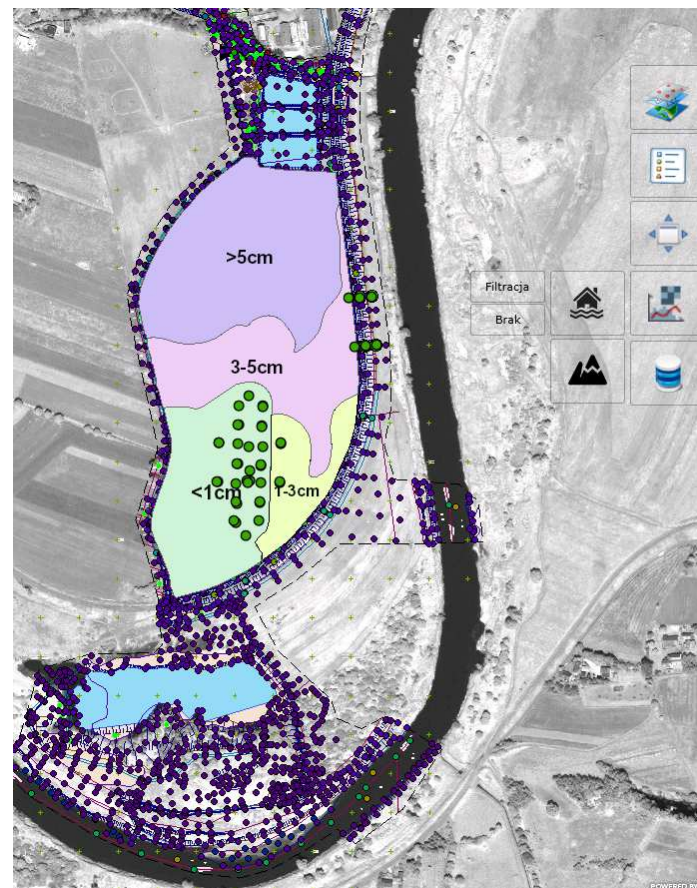
This paper presents the steps related to design and implementation of a support system for geological and engineering works. The geoportal was created as a part of the project Computer System for Monitoring River Levees, funded by the National Research and Development Center (NCBiR). This paper indicates the applicability of a rapidly evolving WebGIS technology in the context of visualization and presentation of thematic maps. Discussed solutions take into account the interoperability at the level of several different datasets, which are a great base of dedicated spatial analysis for this kind of projects.

mgr inż. Michał Lupa
doktorant AGH w Katedrze Geoinformatyki
i Informatyki Stosowanej
mlupa@agh.edu.pl

prof. dr hab. inż. Andrzej Leśniak
lesniak@agh.edu.pl



Rysunek 2. Dane wejściowe oraz elementy składowe geoportalu



Rysunek 3. Szacunkowa mapa zalania terenu po niekontrolowanym przerwaniu wału



Rysunek 4.

Okno przedstawiające przykładowe dane multimedialne stowarzyszone z danymi wektorowymi. Prezentowany wykres dotyczy sondowania sondą dynamiczną, w celu określenia stopnia zagęszczenia gruntu. Miejsca sondowań pokrywają się z punktami, w których potem przeprowadzone zostały wiercenia i pobrane rdzenie



Rysunek 5.

Rozmieszczenie punktów pomiarowych w otoczeniu wału eksperymentalnego (zielone punkty oznaczają miejsca na wale eksperymentalnym i wałach istniejących, zaś fioletowe w otoczeniu wałów)