

**INTEROPERACYJNOŚĆ SYSTEMÓW INFORMACJI  
GEOPRZESTRZENNYCH ZWIĄZANYCH  
Z WDROŻENIEM STANDARDU WYMIANY  
DANYCH GEOLOGICZNYCH GEOSCI ML  
– PIERWSZE PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ  
W GEOLOGII**

INTEROPERABILITY OF GIS SYSTEMS  
CONNECTED WITH IMPLEMENTATION  
OF GEOLOGICAL DATA EXCHANGE STANDARD  
GEOSCI ML  
– A SAMPLE OF ITS APPLICATIONS IN GEOLOGY

**Urszula Stępień, Marcin Słodkowski, Anna Tekielska**

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

**Słowa kluczowe: dane geologiczne, GeoSciML, interoperacyjność**  
Keywords: geological data, GeoSciML, interoperability

## **Wstęp**

Dane geologiczne od stuleci zbierane w tradycyjnej formie doczekały się cyfrowych opracowań, a te dzięki zastosowaniu GIS mogą być poddawane dalszym wielokrotnym analizom. Rozwój informatyzacji społeczeństwa skłania do podejmowania kroków w celu popularyzacji geologii i publikacji danych w Internecie. Kraje rozwinięte i rozwijające się kładą coraz większy nacisk na to, by dane geologiczne mogły być udostępniane i wykorzystywane do dalszych prac, co przełoży się na większy i bardziej świadomy rozwój wielu dziedzin, takich jak: poszukiwanie złóż i surowców mineralnych, gospodarowanie zasobami wód podziemnych, ochrona środowiska, przewidywanie i ochrona przed geozagrożeniami czy chociażby planowanie przestrzenne w skali lokalnej i regionalnej. Bardzo istotną rolę odgrywa współpraca międzynarodowa, zwłaszcza na obszarach transgranicznych. Skłania to do poszukiwania sposobów zapewnienia interoperacyjności danych geologicznych gromadzonych, przechowywanych i przetwarzanych według różnych zasad. Powyższe argumenty spowo-

dowały, że na bazie języka znacznikowego GML (*Geographic Markup Language* – ISO DIS 19136) rozpoczęto opracowanie standardu GeoSciML (*Geoscience Markup Language*), który uwzględnia specyfikę dziedzin związanych z geologią.

## GeoSciML – narodziny i koncepcja

Wraz z rozwojem światowej sieci komputerowej istnieje możliwość budowania skalowalnych systemów rozproszonych, które mają za zadanie łączyć dane w lokalnych systemach informacji przestrzennej (GIS). Koncepcja rozwoju systemów rozproszonych ewoluowała przez wiele lat. W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku rozwijały się bardzo skomplikowane sieciowe systemy informacyjne, oparte na strukturze hierarchicznej z centralnymi i satelitarnymi bazami danych. Takie rozwiązanie sieciowe jest kosztowne, złożone i nieodporne na destabilizację systemu w sieci. Sukcesorem poprzedniego rozwiązania jest rozproszony system sieciowy oparty na równouprawnionych węzłach w sieci (lokalne bazy danych informacji przestrzennych). Nowe podejście uwalnia strukturę od jednolitej koncepcji oprogramowania, dozwolona jest różnorodność rozwiązań. Częścią integralną takiego systemu są aplikacje dostępne (systemowe lub internetowe), które łączą się z lokalnymi bazami danych informacji przestrzennych w celu przetwarzania danych *on-line*. Języki wymiany danych są ściśle zdefiniowane, spójne i oparte na języku znacznikowym XML (*Extensible Markup Language*). Hierarchiczna struktura XML, wraz ze zdefiniowanymi schematami języka GML, jest elementem interfejsu pomiędzy lokacjami danych przestrzennych a programami przetwarzającymi dostarczane informacje. Rozwiązania rozproszonych systemów przestrzennych bazują na koncepcji skalowanych systemów hipertekstowych (WWW), która narodziła się w Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN. Koncepcja ta jest stabilniejszym i tańszym rozwiązaniem niż w przypadku jednego systemu hierarchicznego, ponieważ przechowywane dane są decentralizowane. Przykładami zastosowania takich rozwiązań są geodezja i kartografia.

Problemy związane z wymianą danych geologicznych pomiędzy dostawcami danych a ich użytkownikami sprawiły, że w 2003 roku została utworzona Grupa Robocza ds. Interoperacyjności (*Interoperability Working Group*) działająca pod auspicjami międzynarodowej organizacji IUGS (*International Union of Geological Sciences*). GeoSciML został stworzony na bazie języka znacznikowego GML. Pomysł opiera się na stworzeniu modelu pojęciowego danych i mapowaniu do niego istniejących modeli danych. Model pojęciowy wymaga nazwania (identyfikacji) klas obiektów w nim zawartych, ich właściwości i relacji pomiędzy klasami. Jest on przedstawiony za pomocą języka modelowania graficznego UML (*Unified Modelling Language*) i zawiera informacje dotyczące chronostratygrafii, litologii, danych otworowych i wiele innych. Wiąże się to z koniecznością opracowania słowników dla poszczególnych tematów m.in. wieku, genezy, litologii, tektoniki, co pozwoli na zapewnienie semantycznej interoperacyjności danych.

Główne zastosowanie GeoSciML związane jest z publikacją danych w Internecie w formie usług i wymianą ich pomiędzy organizacjami, które mają różnie uporządkowane bazy danych, pracują w odmiennych systemach i wykorzystują różne oprogramowanie. Wdrożenie standardu ułatwia korzystanie z rozproszonych danych geoprzyrodniczych.

Należy podkreślić, że GeoSciML nie jest strukturą bazy danych, a jedynie definiuje język wymiany danych. Służby geologiczne i inne jednostki dysponujące danymi geologicznymi

nie muszą przebudowywać baz danych, mogą stosować GeoSciML w już funkcjonujących systemach, a tylko za pomocą dodatkowych aplikacji funkcjonujących po stronie dostawcy dokonać odpowiednich konwersji.

Opracowywany nowy standard jest językiem, który stale ewoluuje zgodnie z uwagami międzynarodowej grupy badawczej. Udział PIG-PIB w tej współpracy naukowej daje możliwość czynnego wkładu w rozwój nowego podejścia do przetwarzania map geologicznych, który integruje dane geologiczne pochodzące z instytucji badawczych wszystkich krajów świata. Wymierną korzyścią wdrożenia GeoSciML będzie dostępność, możliwość przetwarzania i weryfikacji zgromadzonych danych archiwalnych na obszarze Europy, a potem także pomiędzy krajami pozostałych kontynentów. Standard GeoSciML bazuje na sprawdzonym już standardzie języka GML, który jest używany w wielu dziedzinach geoinformatyki.

## **OneGeology jako przyczynek dla rozwoju GeoSciML**

Obecnie GeoSciML jest wdrażany i testowany w ramach zadań OneGeology, międzynarodowej inicjatywy służb geologicznych. Jej celem jest utworzenie mapy geologicznej świata, której szczegółowość odpowiada skali około 1:1000 000, dostępnej za pośrednictwem Internetu. Zgodnie z założeniami określonymi przez państwa uczestniczące w przedsięwzięciu, mapa ta będzie składała się z map geologicznych poszczególnych krajów, tworząc rodzaj geologicznej układanki. Przyjęty system cechuje to, że dane pozostają własnością krajów uczestniczących w OneGeology i są przechowywane na ich serwerach. Przyjęto, że mapy mogą być udostępniane na dwóch poziomach: 1) do przeglądania jako obraz mapy w formie usługi WMS lub 2) jako dane mapowe do pobrania w formie usługi WFS. Sposób udostępniania danych zależy przede wszystkim od prawa krajowego dotyczącego udostępniania danych oraz możliwości technicznych służb.

Poszczególne mapy tworzone są z wykorzystaniem różnego oprogramowania, posiadają także różne struktury baz i sposoby kodowania informacji geologicznych. Stało się to przyczynkiem do poszukiwania sposobu zapewnienia interoperacyjności danych. Możliwość taką stwarza zastosowanie znacznikowego języka wymiany danych geologicznych GeoSciML, dlatego też inicjatywa OneGeology stała się poligonem badawczym dla prac związanych z testowaniem i implementacją wspomnianego standardu. Wdrożenie GeoSciML nie ingeruje w wewnętrzną politykę zarządzania zasobami geologicznymi. Efekty prac dostarczają jednocześnie nowych danych pozwalając na dopracowanie i rozwijanie standardu.

Pierwsze namacalne efekty implementacji GeoSciML można oglądać dzięki wysiłkowi europejskich służb geologicznych biorących udział w projekcie OneGeology-Europe, realizowanym w ramach programu Komisji Europejskiej eContentplus. Główne założenia projektu odpowiadają postanowieniom OneGeology, ale dzięki pracom zawężonym do nieco ponad 20 służb geologicznych możliwe jest opracowanie metodyki, którą można dalej rozszerzać na inne kontynenty.

Głównym celem projektu OneGeology-Europe jest opracowanie sposobu udostępniania map geologicznych, wypracowanie nowych rozwiązań związanych z geometryczną i semantyczną harmonizacją map geologicznych ze szczególnym uwzględnieniem obszarów transgranicznych, a także wdrożenie języka wymiany danych GeoSciML i implementacja potrzebnego oprogramowania. Opracowanie będzie stanowiło podstawę dla dalszych prac związanych z tworzeniem geologicznej mapy świata w ramach OneGeology.

W ramach projektu została zaproponowana koncepcja sieciowa, w której każdy węzeł w sieci jest równorzędny jako baza informacji przestrzennej. Podstawowym założeniem projektu jest nie ingerowanie w rozwiązania dotyczące stosowanych struktur przechowywania danych oraz oprogramowania wykorzystywanego przez dostawców danych. W placówkach współpracy międzynarodowej projektu zastosowane jest oprogramowanie komercyjne np. ESRI ArcGIS Server oraz wolne oprogramowanie np. MapServer wspierane przez fundację OSGeo. Zastosowane rozwiązania na tym poziomie wykorzystują język wymiany danych ze zdefiniowanym językiem GML używanym na przykład w geodezji i kartografii. W celu udostępnienia danych aplikacjom klienckim wykorzystuje się dwa poziomy usługi sieciowych WMS (*Web Map Service*) do przesyłania map w postaci formatów graficznych oraz WFS (*Web Feature Service*) do przesyłania danych mapowych. Rozwiązanie to jest korzystne, ponieważ komunikacja sieciowa może się odbywać się za pomocą standardowego portu 80 hipertekstowych połączeń internetowych. Umożliwia ono przesyłanie informacji także poprzez zabezpieczenia sieciowe typu firewall, które są powszechne w większych instytucjach, mających na uwadze ochronę danych np. w służbach geologicznych. Na rysunku 1 przedstawiona jest koncepcja rozproszonego systemu sieciowego informacji przestrzennej rozwijana w ramach projektu OneGeology-Europe. W zależności od żądań, w usłudze WMS wykorzystywane są różne sposoby przedstawienia informacji. Na przykład w odwołaniu getMap otrzymujemy obraz rastrowy, a w przypadku odwołań getCapabilities czy getFeatureInfo informacje zapisane są w języku GeoSciML. W przypadku usługi WMS dane tekstowe przekazywane są dla wybranego przez użytkownika obszaru mapy, a informacje uzyskane w usłudze WFS dotyczą wszystkich atrybutów danej warstwy.

W celu rozszerzenia możliwości przesyłania danych geologicznych, trwają prace nad rozwojem specjalistycznego oprogramowania przetwarzającego język wymiany danych GeoSciML, działającego jako system pośredniczący pomiędzy aplikacjami dostępowymi typu GIS a oprogramowaniem obsługującym język GML. Dodatkowe dane muszą być zmapowane z informacją przesyłaną przez język GML. W języku GML przesyłany jest schemat atrybutów, które opisują dane przedstawiane jako warstwy mapy dystrybuowanej w postaci usługi sieciowej. Taki schemat musi być rozszerzony również o atrybuty związane z informacją umieszczaną na mapach geologicznych. Struktura hierarchiczna GML zostaje wzbogacona o informacje dodatkowe zawarte w GeoSciML. Język GeoSciML jest w pełni kompatybilny z językiem GML, co umożliwia wczytanie podstawowych informacji przez dowolną aplikację obsługującą język GML. Oprogramowanie pośredniczące przejmuje połączenia pomiędzy aplikacjami dostępowymi a serwerami węzłowymi, scalając system repozytoriów danych, w celu przetwarzania zintegrowanych map geologicznych w sieci. Oprogramowanie jest usługą pośredniczącą (typu PROXY) i zainstalowane jest dla każdego repozytorium map, które znajduje się na serwerze węzłowym.

## Pierwsze wdrożenia GeoSciML w Polsce

W ramach realizacji zadań unijnego projektu OneGeology-Europe Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, jako polska służba geologiczna, przeprowadził prace wdrożeniowe związane z konfiguracją serwera danych dystrybuowanych w ramach OneGeology-Europe i później także OneGeology.

W PIG-PIB przygotowano repozytorium map wraz z dedykowanym serwerem zainstalowanym z systemem operacyjnym Debian GNU/Linux (lenny) v.5.0. W celu udostępnienia map zdecydowano się wykorzystać wolne oprogramowanie serwera WWW Apache/2.2.9 oraz pakiet MapServer v.5.0.3. Ta konfiguracja stanowi oprogramowanie bazowe dla map publikowanych w sieci. Skonfigurowano usługi WMS/WFS dla uzyskania połączenia z aplikacjami klienckimi wraz z konfiguracją języka wymiany danych GML. Skonfigurowany serwer map przetestowano z aplikacjami klienckimi, tj. Quantum GIS, ESRI ArcGIS, aplikacją NASA WMS Layer Manager bazującą na technologii JNLP (*Java Network Launching Protocol*) oraz aplikacją internetową Geoportal projektu OneGeology-Europe.

Aby połączyć się z repozytorium map WMS/WFS Państwowego Instytutu Geologicznego należy nawiązać połączenie za pomocą dowolnej aplikacji GIS obsługującej usługi WMS/WFS z następującym adresem:

**[http://onegeology.pgi.gov.pl/cgi-bin/mapserv?map=/u01/PGI\\_MOS\\_PL\\_Superficial\\_Geology/Poland.map](http://onegeology.pgi.gov.pl/cgi-bin/mapserv?map=/u01/PGI_MOS_PL_Superficial_Geology/Poland.map)**

W kolejnym etapie oprogramowanie bazowe zostało dostosowane do oprogramowania pośredniczącego pomiędzy językami GML i GeoSciML. Zainstalowano oprogramowanie pośredniczące 1GEconnector oparte na technologii Java, które rozwijane jest w projekcie OneGeology-Europe. Oprogramowanie to wymaga konfiguracji silnika serwera WWW dla aplikacji typu Java Servlet. Silnikiem dla oprogramowania 1GEconnector jest dodatkowy serwer WWW Apache Tomcat v.6.0.26. Pośrednikiem pomiędzy dodatkowym serwerem wymaganym dla aplikacji typu Java Servlet jest odpowiednio skonfigurowany podstawowy serwer WWW Apache, który udostępnia aplikacje 1GEconnector na standardowym porcie 80 w celu pracy w zabezpieczonych sieciach lokalnych.

Używając dowolnej aplikacji GIS obsługującej usługi WMS/WFS można połączyć się z repozytorium map działającym za pośrednictwem oprogramowania 1GEconnector:

**<http://onegeology.pgi.gov.pl/1GEconnector/autotest.jsp>**

Na rysunku 2 przedstawione są zaimplementowane metody poleceń dostępnych za pośrednictwem skonfigurowanych usług WMS/WFS i podawanych w adresie URL połączenia sieciowego. Używając MapServera jako oprogramowania bazowego można wywołać wybrane żądanie, np. `getMap` jako parametr w adresie URL zgodnie ze standardowym protokołem połączenia. Nazwy poleceń w połączeniu poprzez oprogramowanie pośredniczące 1GEconnector pozostają bez zmian. Zmienia się tylko adres URL połączenia sieciowego. 1GEconnector jest aplikacją internetową uruchamianą po stronie serwera, która transformuje zapis w języku GML do GeoSciML (co umożliwia implementację modelu danych zaprojektowaną na potrzeby projektu OneGeology-Europe).

Na rysunku 3 przedstawiony jest test połączenia za pomocą oprogramowania 1GEconnector z polskim repozytorium map poprzez aplikację dostępową amerykańskiej agencji kosmicznej NASA.

Rysunek 4 ilustruje internetową aplikację dostępową integrującą geologiczną mapę Europy. Wdrażane standardy umożliwiają stworzenie harmonizowanych warstw geologicznych Europy. Aplikacja internetowa jest jednym z zadań projektu OneGeology-Europe jako stworzenie spójnego portalu internetowego prezentującego efekty dotychczasowych prac.

## Podsumowanie

Zastosowanie języka znacznikowego GeoSciML stwarza możliwości dla rozwoju wymiany danych geologicznych nie tylko w obrębie kraju, ale przede wszystkim pomiędzy państwami i kontynentami. Dzięki wdrożeniu GeoSciML stały się możliwe prace związane z harmonizacją modeli danych, zarówno semantyczną jak i geometryczną oraz analizowanie i usunięcie rozbieżności wynikających z różnego sposobu definiowania pojęć geologicznych. Rozwój standardu zależy przede wszystkim od zaangażowania służb geologicznych, których dane, dzięki międzynarodowym inicjatywom, stają się poligonem badawczym. Dopracowanie standardu na poziomie ogólnym, pozwoli na dalsze uszczegóławianie.

Niniejszy artykuł podsumowuje dobiegającą końca pierwszą fazę wdrożeniową GeoSciML, ściśle związaną z udziałem PIG-PIB w europejskim projekcie OneGeology-Europe. Testowane rozwiązania oparte na wolnym oprogramowaniu będą stanowić uzupełnienie dla Zintegrowanego Systemu Kartografii Geologicznej IKAR, zbudowanego na platformie ESRI z zastosowaniem wszystkich obowiązujących standardów i specyfikacji ISO i OGC dotyczących usług i metadanych.

## Literatura

- Cookbook 1: How to serve a OneGeology Level 1 conformant WMS. Version 2,  
[http://onegeology.org/docs/technical/CB1-HowTo\\_Serve\\_a\\_1G-L1\\_conformantWMS\\_v2.pdf](http://onegeology.org/docs/technical/CB1-HowTo_Serve_a_1G-L1_conformantWMS_v2.pdf)
- Cookbook 2: How To Map Data to GeoSciML Version 2. Version 1.0,  
[http://onegeology.org/docs/technical/GeoSciML\\_Data\\_CookBook\\_V2.pdf](http://onegeology.org/docs/technical/GeoSciML_Data_CookBook_V2.pdf)
- Cookbook 3: How To Serve a GeoSciML Version 2 Web Feature Service (WFS) using Open Source Software. Version 1.2, [http://onegeology.org/docs/technical/GeoSciML\\_WFS\\_Server\\_CookBook\\_V2\\_1.2.pdf](http://onegeology.org/docs/technical/GeoSciML_WFS_Server_CookBook_V2_1.2.pdf)
- OneGeology-Europe Connector. 2010 r.  
[http://onegeology-europe.brgm.fr/how\\_to201002/201001\\_1GEconnector.pdf](http://onegeology-europe.brgm.fr/how_to201002/201001_1GEconnector.pdf)
- MapServer 5.6.5 documentation, OSGeo foundation, <http://mapserver.org/MapServer.pdf>

## Abstract

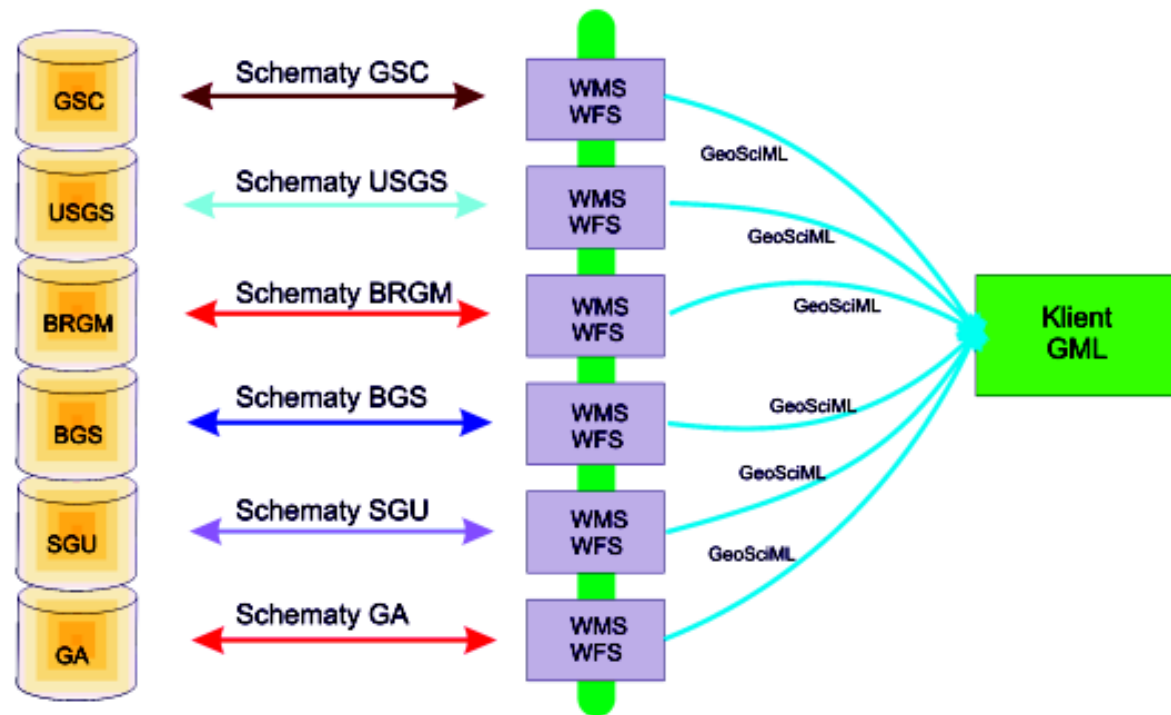
*The Geoscience Markup Language (GeoSciML) – a language for geological data exchange – is based on the Geography Markup Language (GML). Thanks to the international initiative of Geological Surveys OneGeology and the European project OneGeology-Europe, GeoSciML has been tested for the last two years. Additionally, lithological, genetic, stratigraphical and others descriptions from geological maps at scales from 1:500,000 to 1:1,000,000 made defining of requirements possible. The present stage of implementation and tests will be completed in the second half of this year. Poland is represented by the Polish Geological Institute – National Research Institute that functions as Polish Geological Survey.*

dr Urszula Stępień  
[urszula.stepien@pgi.gov.pl](mailto:urszula.stepien@pgi.gov.pl)

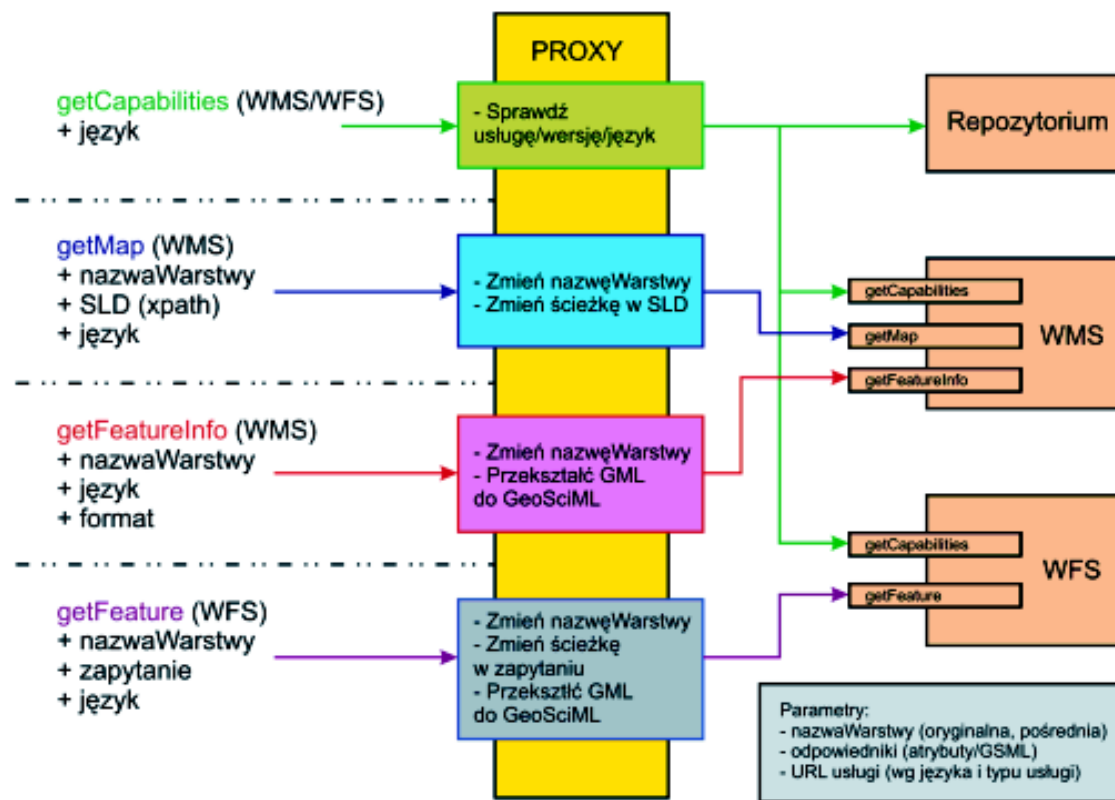
dr inż. Marcin Słodkowski  
[marcin.slodkowski@pgi.gov.pl](mailto:marcin.slodkowski@pgi.gov.pl)

mgr Anna Tekielska  
[anna.tekielska@pgi.gov.pl](mailto:anna.tekielska@pgi.gov.pl)

tel. +48 22 849-53-51

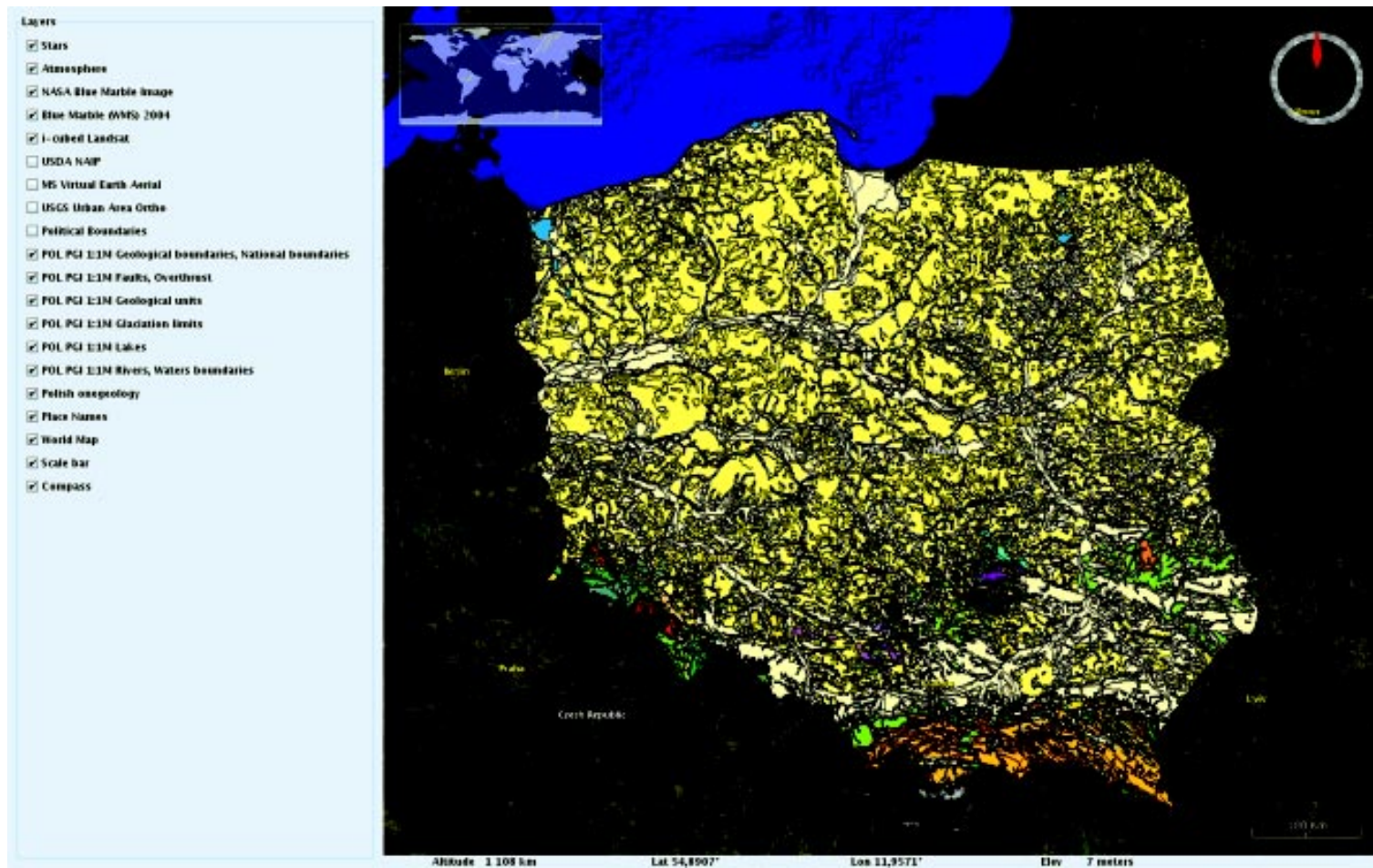


Rys. 1. Architektura działania usług WMS/WFS i języka wymiany danych GeoSciML (źródło: Cookbook 2)

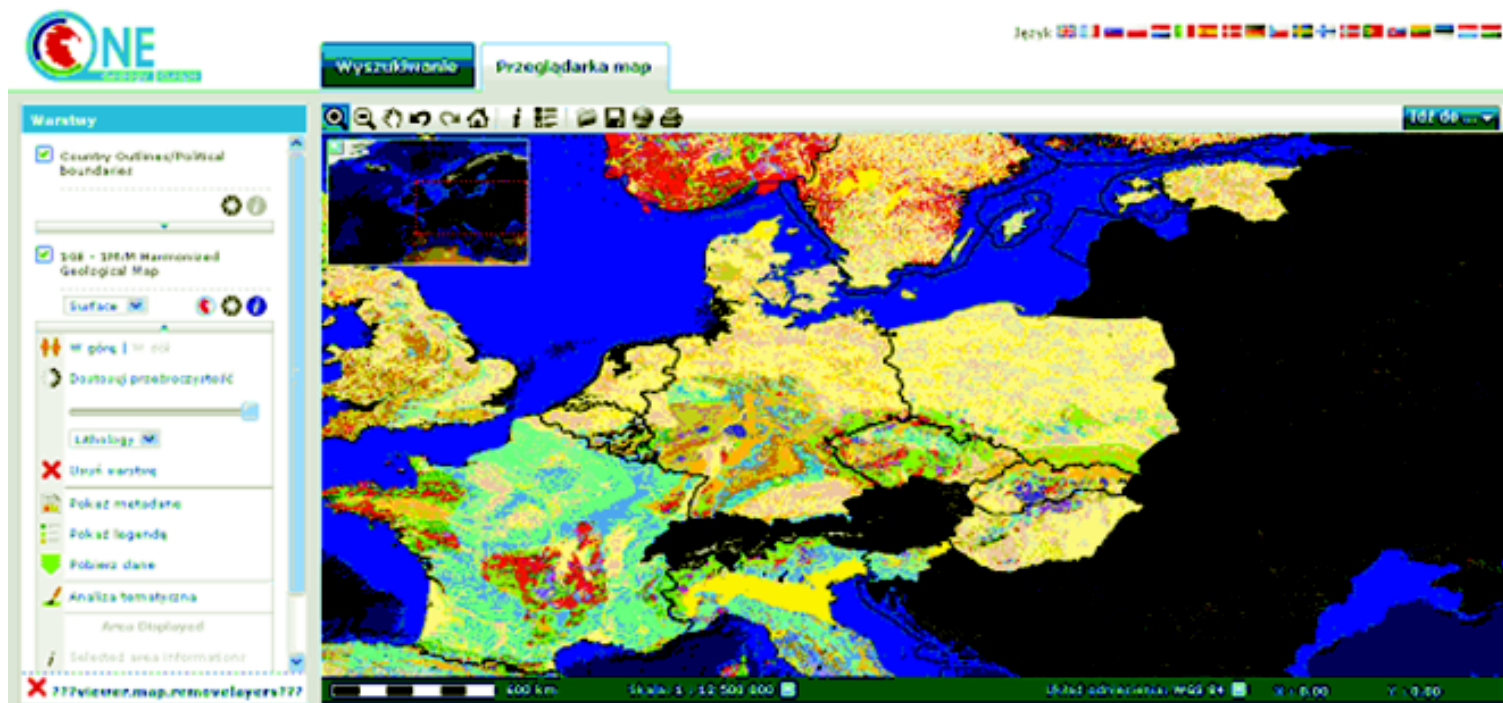


Rys. 2. IGEconnector jako oprogramowanie pośredniczące pomiędzy GML i GeoSciML (źródło: OneGeology-Europe Connector, 2010)





Rys. 3. Test połączenia z polskim repozytorium poprzez IGEconnector za pomocą NASA WMS Layer Manager



Rys. 4. Przykład działania aplikacji Geoportal harmonizującej warstwy z kilku repozytoriów stworzony w projekcie OneGeology-Europe (barwy symbolizują litologię)