

Infrastruktura Informacji Przestrzennej (Spatial Data Infrastructure) inaczej,

METADANE KLU

Z inicjatywy Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii podjęto prace nad polskim krajowym profilem metadanych w zakresie geoinformacji. Jego pierwsza wersja ze stycznia 2008 r. została opracowana już zgodnie z roboczą postacią przepisów implementacyjnych dyrektywy INSPIRE w zakresie metadanych.

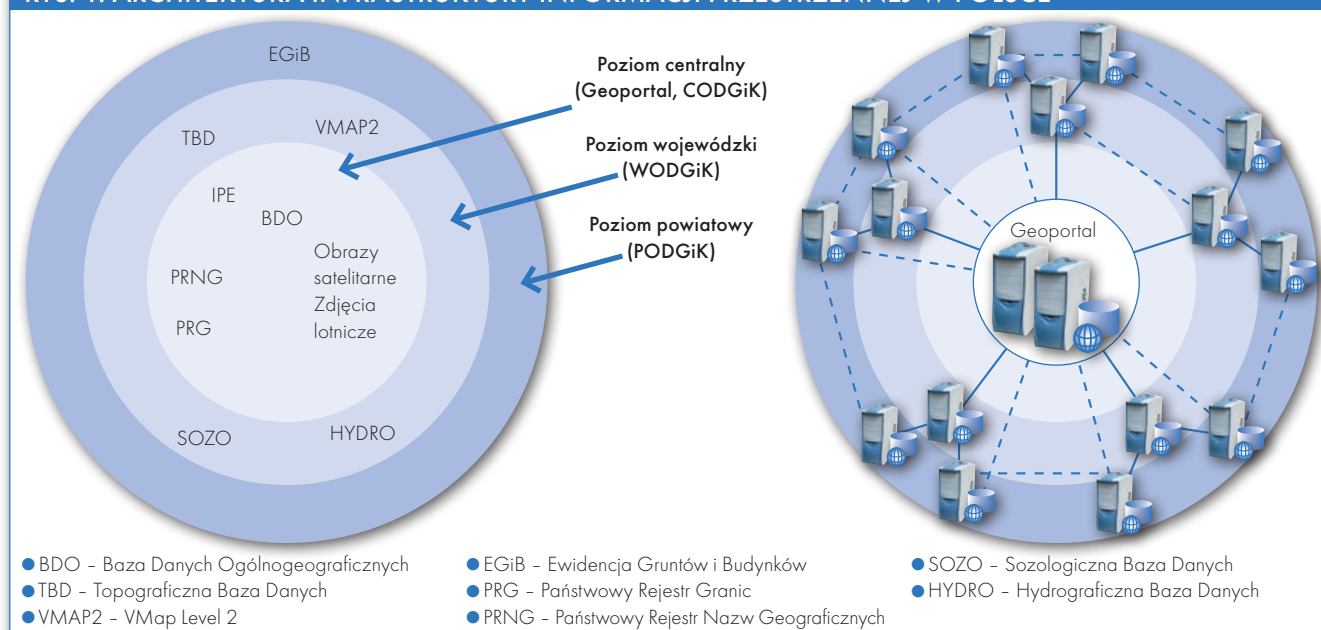
MAREK BARANOWSKI
ADAM IWANIAK
BARTOSZ KOPANČZYK

Tworzenie infrastruktury danych przestrzennych wymaga spełnienia wielu warunków organizacyjnych i technicznych, które umożliwiają osiągnięcie interoperacyjności pomiędzy jej elementami. Postulat interoperacyjności jest realizowany m.in. poprzez opracowanie serwisów katalogowych, które oprócz zarządzania i przechowywania zbiorów metadanych opisujących dane przestrzenne, udostępniają również usługi wyszukiwania i podglądu. Sprawność serwisów katalogowych jest w znaczącym stopniu uzależniona od zastosowania metadanych spójnych z przyjętymi standardami.

Przy tworzeniu krajowej infrastruktury danych przestrzennych zakłada się, że metadane będą opracowywane w miejscu, gdzie są pozyskiwane i zarządzane same dane przestrzenne. Nie oznacza to konieczności budowania dużej liczby serwerów katalogowych. Serwery te zazwyczaj powstają na poziomie centralnym, wojewódzkim lub w dużych aglomeracjach miejskich. Ich pełne wykorzystanie, dające możliwość wyszukiwania danych przestrzennych przechowywanych w rozproszonej strukturze, wymaga zapewnienia współpracy serwerów w taki sposób, aby tworzyły jeden, spójny system dla całego kraju. Zarówno komunikację wewnątrz tego systemu, jak i jego związki ze światem zewnętrznym zapewniają metadane w zakresie geoinformacji.

Dynamiczny rozwój zasobów danych przestrzennych i narzędzi informatycznych pozwalających na wprowadzenie spójnego systemu wyszukiwania informacji o tych danych, stał się zaczynem porządkowania sceny geoinformacyjnej w wielu krajach. Wejście w życie dyrektywy INSPIRE wyznaczyło rytm tego porządkowania w Europie, a więc i w Polsce. W Głównym Urzędzie Geodezji i Kartografii podjęto działania zmierzające do budowy krajowego systemu metadanych dla danych przestrzennych, spełniającego zalecenia dyrektywy. Na rysunku 1 przedstawiono podstawowe bazy danych wchodzące w skład infrastruktury informacji geodezyjnej i kartograficznej, dla których – zgodnie z tą dyrektywą – należy opracować i udostępnić metadane w internecie.

RYS. 1. ARCHITEKTURA INFRASTRUKTURY INFORMACJI PRZESTRZENNEJ W POLSCE



część XIII

CZEM DO SDI

Metadane wykorzystywane są do realizacji trzech podstawowych funkcji:

- **wyszukania** (*discovery*) – odpowiednie metadane zawierają opis zawartości zbiorów danych,

- **rozpoznania** (*evaluation*) – odpowiednie metadane pozwalają określić, czy zbiory danych posiadają wystarczające dla potrzeb klienta informacje,

- **stosowania** (*use*) – odpowiednie metadane zawierają opis procedury udostępniania i wykorzystywania żądanych danych.

● KRAJOWY SYSTEM METADANYCH

Warto podkreślić, iż obecne prace GUGiK realizowane w ramach projektu Geoportal koncentrują się na budowie krajowego systemu metadanych, to jest wielu serwerów katalogowych wzajemnie współpracujących w zakresie wyszukiwania danych przestrzennych. Częścią tego systemu są serwery pracujące dla potrzeb służby geodezyjnej i kartograficznej. Planuje się, że do czerwca 2008 roku zostanie uruchomiony centralny serwer wyszukiwania danych z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego (pzgik) zlokalizowany w CODGiK oraz 5 serwerów katalogowych zaimplementowanych na poziomie wojewódzkim w urzędach marszałkowskich. Ponieważ krajowy system musi łączyć serwery z różnych resortów pracujące na wielu platformach, kluczowym zagadnieniem jest wypracowanie zasady interoperacyjności.

Interoperacyjność jest definiowana jako zdolność do komunikacji, wykonania programu lub przekazania danych pomiędzy różnorodnymi funkcjonalnie jednostkami w sposób, który wymaga nikłej lub wręcz żadnej wiedzy użytkownika na temat charakterystyki samych jednostek. Tak rozumiana interoperacyjność oznacza, że dwa systemy, działające na różnych platformach i zaimplementowane w różnych technologiach, są w stanie ze sobą współdziałać w celu wykonania zadania. Tak więc interoperacyjność jest pojęciem niezwykle rozległym, posiadającym wiele różnych interpretacji.

W przypadku danych przestrzennych można mówić o „geograficznej interoperacyjności”, czyli zdolności systemów do wymiany wszelkiego rodzaju danych przestrzennych oraz kooperacji w trakcie manipulacji na tych danych. Według dyrektywy INSPIRE jest to możliwość łączenia zbiorów danych przestrzennych oraz interakcji usług tych danych bez powtarzalnej interwencji manualnej, w taki sposób, aby wynik był spójny i pojawiła się wartość dodana zbiorów i usług.

Według definicji prof. Jerzego Gaździckiego interoperacyjność jest to współdziałanie, które można podzielić na trzy warstwy:

- **organizacyjną** – obejmującą partnerów współtworzących infrastrukturę, a więc wszystkie te urzędy, instytucje, firmy i organizacje, które są zainteresowane korzystaniem z danych przestrzennych i związanych z nimi usług,

- **techniczną** – dotyczącą nowoczesnych technologii oraz standardów informacyjnych i telekomunikacyjnych,

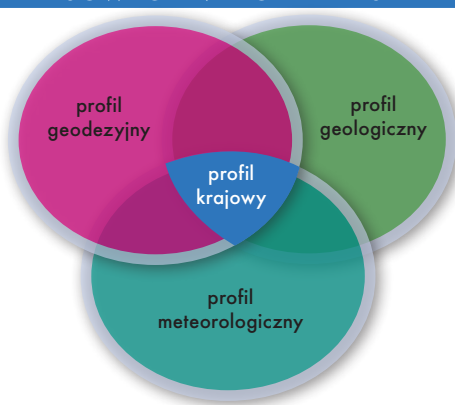
- **semantyczną** – prowadzącą do ujednolicenia terminów i pojęć stosowanych w zakresie geoinformacji w różnych dziedzinach wiedzy, środowiskach i zastosowaniach.

● INTEROPERACYJNOŚĆ ORGANIZACYJNA

Normy ISO 19115, ISO 19119 oraz wiele innych norm serii ISO 19100 wykorzystuje się do tworzenia krajowych profili metadanych, które najczęściej zwiększają liczbę atrybutów obligatoryjnych wykorzystywanych do opisu danych przestrzennych w danym kraju. Na podstawie profili krajowych definiowane są profile obowiązujące w poszczególnych branżach i grupach zawodowych, takich jak: geologia, geodezja i kartografia czy planowanie przestrzenne. Opracowując kolejne profile, branże muszą przygotować szczegółowe warunki techniczne interpretujące znaczenie poszczególnych atrybutów metadanych w odniesieniu do konkretnych zbiorów danych.

Pierwsza wersja polskiego krajowego profilu metadanych w zakresie geoinformacji powstała w początkach stycz-

RYS. 2. TWORZENIE PROFILI KRAJOWYCH NA POTRZEBY SDI

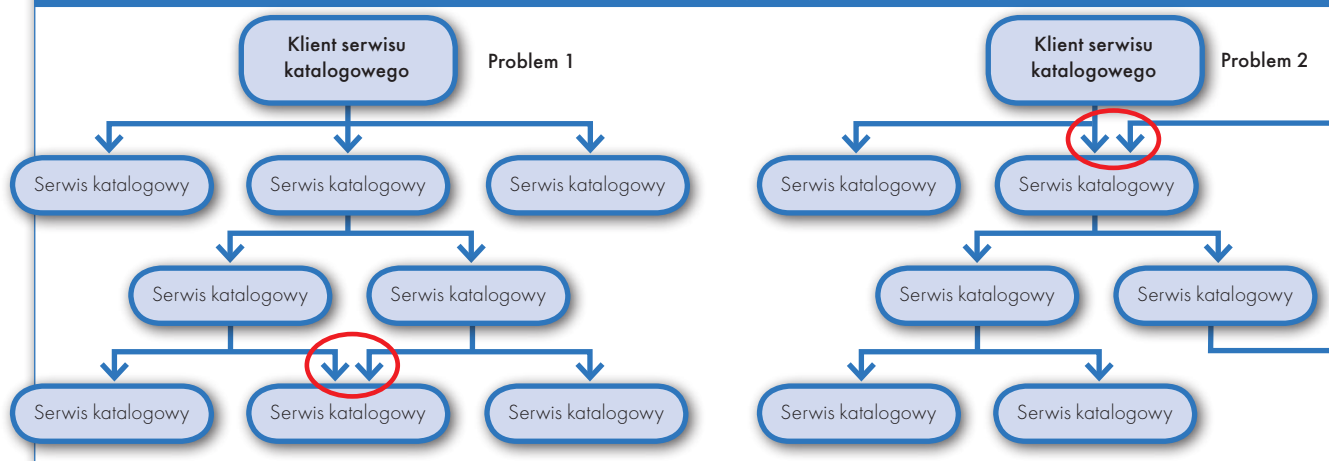


nia 2008 roku. Została ona opracowana zgodnie z roboczą postacią przepisów implementacyjnych dyrektywy INSPIRE w zakresie metadanych i dotyczy zbiorów danych, serii zbiorów danych oraz usług geoinformacyjnych.

W normie ISO 19115 wyróżnia się trzy kategorie elementów metadanych, którymi opisuje się zbiory danych i serie zbiorów danych: obligatoryjne, warunkowe oraz fakultatywne rekomendowane. Pierwsza kategoria dotyczy elementu, który powinien mieć przypisaną wartość (o ile element nadrzędny jest dokumentowany). Elementy warunkowe powinny mieć przypisaną wartość, o ile zostanie spełniony określony warunek zdefiniowany w normie. Natomiast elementy fakultatywne rekomendowane to te, które w profilu są fakultatywne, ale dla których zaleca się wprowadzenie odpowiednich wartości podczas dokumentowania polskich zbiorów danych przestrzennych (ich wprowadzanie może też być wymuszone zarządzeniami lub innymi decyzjami odpowiednich instytucji).

W polskim krajowym profilu metadanych w zakresie geoinformacji 35 elementów metadanych uznano za obligatoryjne dla zbiorów danych przestrzennych i serii zbiorów danych przestrzennych, a dla usług geoinformacyjnych – 34. Elementów warunkowych dla zbiorów danych przestrzennych i serii zbiorów danych przestrzennych jest w tym profilu 23 (dla usług geoinformacyjnych – 14). Jako elementy fa-

RYS. 3. PROBLEMY ROZPROSZONEJ ARCHITEKTURY SERWISÓW KATALOGOWYCH



ŹRÓDŁO: OGC CSW V2

kulturowe rekomendowane dla zbiorów danych przestrzennych i serii zbiorów danych przestrzennych uznano w polskim profilu 39 elementów metadanych (dla usług geoinformacyjnych – 32).

Opracowanie polskiego krajowego profilu metadanych w zakresie geoinformacji stanowi pierwszy etap porządkowania krajowej infrastruktury danych przestrzennych. W celu skoordynowanego wdrożenia tego profilu niezbędne jest przyjęcie zgodnych z nim rozwiązań branżowych, dla których profil krajowy będzie stanowił część wspólną (patrz rys. 2). Każda branża będzie również opracowywała wytyczne techniczne dla tworzenia metadanych w odniesieniu do istniejących zbiorów danych, serii zbiorów danych i usług geoinformacyjnych.

Wytyczne dla opisywania metadanymi zasobów geodezyjnych i kartograficznych zostały już opracowane na zlecenie GUGiK. Stanowią one podstawę przygotowania wzorcowych zapisów metadanych dotyczących standardowych produktów znajdujących się w pzgiK. Proces wypełniania metadanych dla tych produktów, występujących w każdym ośrodku dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej (ODGiK) na danym poziomie, będzie dzięki temu uporządkowany i ujednolicony. Stosowana będzie jednakowa nomenklatura oraz podstawowy zestaw charakterystyk standardowych zbiorów danych przestrzennych, co wyeliminuje możliwość zróżnicowanego opisywania tego samego typu zbiorów danych. Pracownicy ODiK-ów na wszystkich poziomach (powiatowym, wojewódzkim i centralnym) będą używali wzorcowych zapisów metadanych, dokonując modyfikacji tych charakterystyk, zmiennych dla konkretnego zbioru danych, takich jak data opracowania czy dane osoby kontaktowej.

W ramach budowy systemu metadanych istotnym problemem techniczno-organizacyjnym jest opracowanie ogólnej architektury systemu. Z rysunku 1 wynika, że pytający nie wie, jakie katalogi są przeszukiwane. Ich topologia może się zmieniać w czasie, gdyż zależy od ustawień w serwerach i w sieci (rys. 3 wskazuje na różnorodność połączeń pomiędzy katalogami). W praktyce nie jest to pozbawione ryzyka i dotyczy zwłaszcza wyszukiwania rozproszonego. W związku z tym architektura narażona jest na dwa typowe problemy:

1. Zapytanie równoległe. Rys. 3 wskazuje, w jaki sposób usługa sieciowa wielokrotnie przeszukuje równoległe ścieżki dostępu, przy czym wielokrotnie pojawiają się te same trafienia.

2. Rekursywne wyszukiwanie. Również w tej sytuacji pojawiają się te same trafienia. Powstające ciągle zapętlenie prowadzi do wysokiego obciążenia systemu i w końcu może wywołać jego zawieszenie lub *timeout* serwisu.

Powyższe problemy są przykładem wpływu jednej warstwy interoperacyjności na drugą. W danym przypadku warstwa organizacyjna ma szczególnie wpływ na poprawne działanie warstwy technicznej. W zależności od efektywności

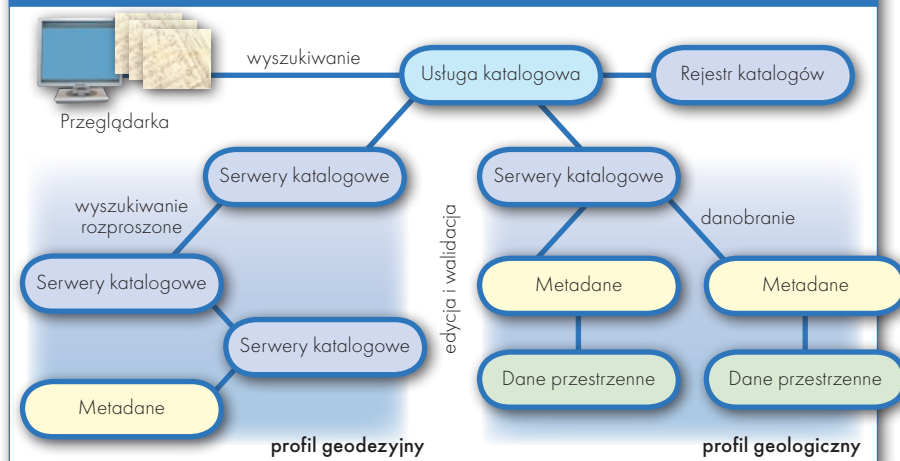
organizacji usług i połączeń poszczególnych instytucji odpowiedzialnych za udostępnienie tych danych możliwa jest pewna eliminacja problemów napotykanych na poziomie technologicznym.

Najważniejsze działania w budowie interoperacyjności w aspekcie organizacyjnym są związane z opracowaniem i wdrożeniem regulacji prawnych, dających podstawy do stworzenia wspólnego standardu metadanych dla wszystkich resortów (krajowego profilu metadanych), definiujących obowiązek tworzenia metadanych i usług katalogowych. Zgodnie z dyrektywą INSPIRE wszystkie kraje członkowskie UE są zobowiązane wprowadzić wspomniane regulacje prawne do maja 2009 roku.

• INTEROPERACYJNOŚĆ TECHNICZNA

Metadane udostępnione są w rozgałęzionej strukturze katalogów (serwerów katalogowych, patrz rys. 4). Każdy z katalogów dedykowany jest określonej tematyce zbioru metadanych. Portal internetowy pozwala użytkownikowi na wyszukiwanie informacji, co może przybrać postać zadawania prostych pytań lub może być rozbudowane o dodatkowe techniki, jak np. parametryzowane wyszukiwanie (co?

RYS. 4. SCHEMAT SIECI USŁUG KATALOGOWYCH W POLSCE



gdzie? kiedy?) zawężające zbiór odpowiedzi. Rejestry katalogów, stosowane w celu usystematyzowania struktury katalogów, zapewniają użytkownikom dostęp do informacji o sposobie komunikacji z każdym z katalogów, charakterze przechowywanych tam metadanych, liczbie dostępnych katalogów specjalizujących się w danym temacie itp.

Poszczególne serwery katalogowe mogą komunikować się pod warunkiem wykorzystywania jednakowych standardów w zakresie gromadzenia metadanych oraz protokołów komunikacji. Dodatkowo serwery katalogowe posiadają zaimplementowane mechanizmy:

- tzw. **danobranie** (*harvesting*) – okresowego zbierania metadanych i ich aktualizacji w lokalnych zasobach,

- **wyszukiwanie rozproszone** (*distributed query*). Rozproszone wyszukiwanie może rozpoczynać się od klienta katalogowego (tzw. szukanie równoległe) lub może być przekazywane z jednego katalogu do następnego (szukanie kaskadowe), w zależności od topologii infrastruktury usług katalogowych.

Istotny jest zapis metadanych w konkretnej strukturze i porządku. Norma ISO 19139 dokładnie definiuje implementację normy ISO 19115 w języku XML. Należy pamiętać, iż oprócz metadanych opisujących mapy i bazy danych przestrzennych niezmiernie istotne są metadane o geoinformatycznych usługach sieciowych. Ich szczegółowy opis zawiera norma ISO 19119. Warto też dodać, iż zasady budowy serwerów katalogowych zawarte są w opracowaniu OGC CSW 2.0, który to standard definiuje m.in. protokół komunikacji pomiędzy serwerami katalogowymi.

Prace podejmowane w GUGiK zmierzają do zapewnienia interoperacyjności technologicznej poprzez opracowanie i wdrożenie standardów metadanych, wykorzystanie ogólnie dostępnego edytora metadanych oraz budowę serwisu walidacyjnego. Edytor metadanych pozwala znacznie przyspieszyć proces tworzenia metadanych, którego końcowym efektem są pliki XML zgodne z przyjętym profilem implementacyjnym dla metadanych. Komponenty walidujące poprawność metadanych i ich zgodność z określonym profilem oraz normą ISO 19115 jednocześnie powinny ingerować w wyższe warstwy SDI, np. wykluczając możliwość wielokrotnego wprowadzania tych samych informacji w różnych serwerach katalogowych poprzez zastosowanie globalnego systemu identyfikacji. Aby to

zapewnić, spójność danych zawartych w całej infrastrukturze musi być sprawdzana zarówno na etapie wprowadzania, jak i edycji danych.

Edycja i aktualizacja zasobów metadanych w ODGiK-ach to proces składający się z kilku istotnych etapów (rys. 5):

- 1. Tworzenie i aktualizacja metadanych** – przeznaczone do tego oprogramowanie powinno zawierać mechanizmy wspomagające wprowadzanie informacji, jak słowniki i tezaury. Generowanie metadanych w określonej hierarchii i możliwość dziedziczenia elementów metadanych wsparte oprogramowaniem przyspieszają proces opisu serii i zbiorów danych przestrzennych. Ma to istotne znaczenie w przypadku prac nad zbiorami składającymi się z kilkudziesięciu czy wręcz kilkuset elementów, z których każdy posiada blisko 70% informacji należących do zbioru.

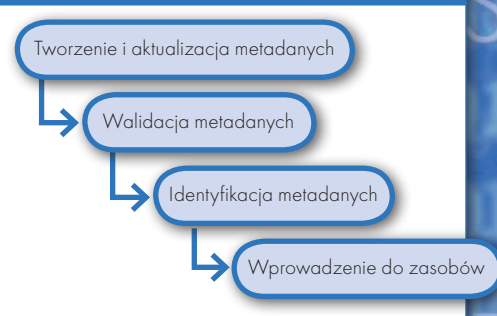
- 2. Walidacja metadanych** – zgodność powstałego pliku z wytycznymi normy ISO 19139 musi zostać poddana sprawdzeniu konstrukcji pliku XML pod kątem:

- poprawności składni technicznej,
- zgodności z wymaganiami normy ISO 19115 (lub ISO 19115 oraz ISO 19119 w przypadku, gdy plik jest rozszerzoną wersją metadanej),
- zgodności z wymaganiami profilu krajowego dla służby geodezyjnej i kartograficznej.

- 3. Identyfikacja metadanych** – każdy plik metadanych, który wprowadzany jest do udostępnionego zbioru krajowej infrastruktury danych przestrzennych, posiada unikalny identyfikator w postaci ciągu znaków określającego jego znaczenie oraz miejsce utworzenia/przechowywania. Identyfikator ten powinien być automatycznie generowany podczas końcowego etapu edycji metadanych. Następnie plik metadanych wysyłany jest w trakcie zapytania klienta do usługi. Odpowiednia usługa sieciowa dokonuje sprawdzenia poprawności konstrukcji identyfikatora oraz jego unikalności w krajowym zbiorze.

- 4. Wprowadzenie do zasobów** – w zależności od kontenera, w którym docelowo przetrzymywane są metadane, pliki muszą zostać odpowiednio zaimportowane. W przypadku, gdy wykorzystywana jest udostępniona poprzez serwer WWW struktura katalogów pozwalająca na udostępnienie danych w ramach zapytań usługi *harvest*, należy dane te bezpośrednio skopiować do katalogu tematycznie odpowiadającego treści pliku.

RYŚ. 5. ZARZĄDZANIE ZASOBAMI METADANYCH W ODGiK-ach



W przypadku wykorzystywanego serwera katalogowego dane wprowadzane są za pomocą konkretnego zapytania do bazy danych.

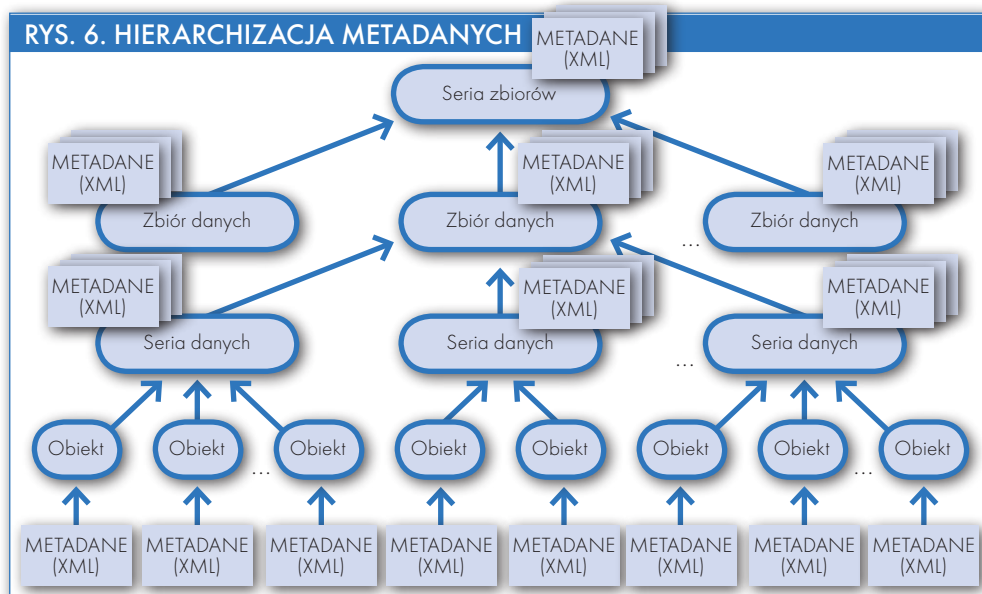
W celu umożliwienia kontroli poprawności zbiorów metadanych wygenerowanych przez użytkowników, tj. ich zgodności z zaproponowanym standardem, w GUGiK prowadzone są prace nad odpowiednim systemem internetowym. Działanie to polega na zbudowaniu usługi sieciowej – serwisu walidacyjnego, który w postaci strony internetowej pozwoli na wczytanie metadanych i wygenerowanie raportu zgodności z wybranym standardem metadanych.

● INTEROPERACYJNOŚĆ SEMANTYCZNA

Zachowanie zgodności semantycznej wiąże się z jednakowym rozumieniem poszczególnych deskryptorów przez osoby opracowujące metadane. Możliwości interpretacji jest bardzo wiele. Na przykład opisując produkt „mapa zasadnicza”, można użyć określenia „podstawowa mapa kraju”, „mapa wielkoskalowa” lub innego. Taka niejednoznaczność opisu danych przestrzennych wprowadza dodatkową trudność w ich wyszukiwaniu, edycji oraz walidacji. Wprowadzanie odmiennej interpretacji obiektów: „ciek wodny” czy „woda” w geodezji i geologii może doprowadzić do braku spójności w systemie metadanych, a w konsekwencji do błędnego określenia posiadanych zasobów.

Tworzenie, edycja i walidacja metadanych są ważnymi etapami, które wdrożone w efektywny sposób powodują optymalizację działania całego systemu lub wręcz jego rewaloryzację. Dużą rolę w procesie tym pełni edytor metadanych. Zasadniczym problemem w implementacji takiego edytora dla potrzeb opisu zasobów krajowych jest zrozumienie zbiorów i serii, które są kluczowymi obiektami w opisie metadanych. Ich for-

RYS. 6. HIERARCHIZACJA METADANYCH



malne usankcjonowanie pozwoliłoby rozszerzyć edytor wykorzystywany w tworzeniu metadanych danych państwowych o tych obiektach o bardzo pożądaną funkcjonalność. W związku z powyższym GUGiK podjął działania mające na celu opracowanie oprócz standardu metadanych również wytycznych technicznych, które jednoznacznie określają nazwy produktów pzgiK oraz „poziom ich zagłębienia” w strukturze metadanych.

Zbiór danych (*dataset*) jest identyfikowalnym zestawem informacji przestrzennej, reprezentującym kolekcję obiektów (*feature collection*), obraz (*image*) lub pokrycie (*coverage*). Zbiór danych może być częścią serii, posiadającej taką samą specyfikację produktu, limitowaną pewnym ograniczeniem, jak zasięg przestrzenny czy okres wykonania. Na przykład zbiorami danych agregowanymi do poziomu serii są m.in.:

- zdjęcia lotnicze: seria – zbioru może być nalot, zbiorem – zdjęcie,
- zdjęcia satelitarne: seria – zdjęcia zarejestrowane za pomocą tych samych czujników, zbiór – scena satelitarna;
- ortofotomapy: seria – mapy w danej skali np. 1:10 000, zbiór – arkusz mapy;
- mapa glebowo-rolnicza 1:5000: seria – mapy, zbiór – arkusz;
- Baza Danych Ogólnogeograficznych: seria – BDO, zbiór – poziom skalowy.

W pracach zespołu przy GUGiK złożoność danych dla opracowywanego profilu krajowego dla służby geodezyjnej i geologicznej została w tym przypadku ograniczona tylko do zbioru danych cyfrowych, nie uwzględniając postaci analogowej.

Nadmierna rozbudowa metadanych o informacje może w znaczący sposób

utrudnić samo wyszukanie oraz edycję. Przedstawiona na rysunku nr 6 rozbudowana hierarchizacja metadanych utrudnia ich kategoryzację, co szczególnie widać na pograniczach różnych obszarów tematycznych.

Tak jak jednoznaczność w opisywaniu zasobów danych geodezyjnych i kartograficznych na podstawie wytycznych technicznych jest wyznacznikiem interoperacyjności semantycznej pomiędzy ośrodkami dokumentacji, tak opracowanie wspólnych kategorii tematycznych i ich definicji (tezaursów) pozwala na zachowanie zgodności pomiędzy resortami.

• OD METADANYCH DO INTEROPERACYJNOŚCI

W opracowywaniu architektury systemu zajmującego się wymianą, opisem i wyszukiwaniem danych przestrzennych należy kierować się czynnikami, które w efektywny sposób rozwiążą indywidualne problemy danego kraju. Budowa interoperacyjnych serwisów katalogowych i zarządzanie nimi jest kompleksowym przedsięwzięciem, które z reguły stanowi ostatnią fazę rozbudowy rozproszonego systemu metadanych. Tworzenie usług i aplikacji katalogowych na najwyższym szczeblu administracji publicznej powinno być zadaniem pierwszoplanowym. Metadane wszystkich służb biorących udział w przedsięwzięciu powinny być zarządzane w centralnym punkcie, z którego korzystałyby główne usługi katalogowe danego resortu lub domeny tematycznej.

Idea architektury systemu danych przestrzennych w Polsce zakłada utworzenie centralnego serwera metadanych, który zgodnie z wytycznymi normy

ISO 19139 współpracować ma z rozproszonymi serwerami wojewódzkimi, powiatowymi czy gminnymi. Wprowadzenie systemu identyfikatorów wykorzystywanych do edycji metadanych oraz kategoryzacja metadanych jest szeroko zakrojonym planem, który pozwolić ma na realizację podstawowych warunków interoperacyjności architektury usług katalogowych i ułatwić współpracę instytucji państwowych oraz prywatnych w dostosowywaniu własnych produktów do globalnej, narodowej infrastruktury.

Główny Urząd Geodezji i Kartografii dokłada starań, aby metadane miały jak naj-

prostszy charakter bez utraty ich reprezentatywności, ułatwiały wyszukiwanie i edycję poprzez wdrożenie profili krajowych oraz aby nie stanowiły zbyt dużego obciążenia dla ODGiK-ów. Stąd w ramach swych działań urząd prowadzi akcję promowania edytorów metadanych, opracowuje warunki techniczne poprzez tworzenie słowników, kategoryzacji metadanych oraz tworzy ogólnodostępne usługi walidacyjne.

DR MAREK BARANOWSKI,

UNEP/GRID-Warszawa;

DR ADAM IWANIAK,

Główny Urząd Geodezji i Kartografii;

BARTOSZ KOPAŃCZYK,

GEOSCOPE

Literatura

- Gaździcki J., 2003: Kompendium infrastruktur danych przestrzennych, GEODETA 2, 3, 4, 5/2007;
- Iwaniak A., 2005: Metodyka opracowania i stosowania metadanych w Polsce, „Roczniki Geomatyki”, tom III, z. 3, Warszawa;
- Iwaniak A., 2006: System metadanych dla pzgiK, GEODETA 1/2006;
- Iwaniak A., Kopańczyk B., 2007: Budowa krajowej infrastruktury danych przestrzennych – interoperacyjność usług katalogowych, IV Sympozjum Geoinformacyjne, Dobczyce, 2007;
- Johansson J., 2006: Standardized Access to Geospatial Information and Services;
- Kubik T., Iwaniak A., 2007: Technologie interoperacyjne w projekcie Geoportal na przykładzie użycia usługi WMS, „Roczniki Geomatyki” tom V, zeszyt 6;
- Nebert D., Whiteside A., 2005: OGC Catalogue Services Specification, Open Geospatial Consortium Inc.;
- Nowak J., Craglia M., 2006: INSPIRE Metadata Survey Results, Institute for Environment and Sustainability;
- OpenGIS Catalog Services Specification OGC 07-006r1, 2007;
- Praca zbiorowa, 2006: Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland ver. 1.0;
- Senkler K., Vages U., Einspanier U., 2006: Software for Distributed Metadata Catalogue Services to Support the EU Portal;
- The SDI cookbook, wersja 2, 2004: red. Douglas D. Nebert, www.gsdi.org