

**ASPEKTY HARMONIZACJI I INTEGRACJI DANYCH  
REFERENCYJNYCH W PROCESIE BUDOWY SDI  
PRZY ZASTOSOWANIU STRATEGII MDA I SOA**

**ASPECTS OF HARMONIZATION AND INTEGRATION  
OF REFERENCE DATA  
IN THE PROCESS OF DEVELOPING SDI  
WITH APPLICATION OF MDA AND SOA STRATEGY**

**Joanna Kuczyńska**

Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Słowa kluczowe: SDI, MDA, SOA, INSPIRE, dane referencyjne**

Keywords: SDI, MDA, SOA, INSPIRE, reference data

## **Wstęp**

Do budowy infrastruktury danych przestrzennych (ang. *spatial data infrastructure, SDI*) wykorzystywane są obecnie różne strategie. Koncepcje przedstawione w pracy oparte są na dwóch z nich: MDA oraz SOA. Strategia MDA (ang. *Model Driven Architecture*), polega na formułowaniu struktur danych poprzez tworzenie modeli pojęciowych. Kluczową rolę odgrywa modelowanie systemu w języku UML, który jest zalecanym przez międzynarodowe normy ISO serii 19100 środkiem formalnym modelowania informacji geograficznej. Drugim rozwiązaniem jest podejście bazujące na geoinformacyjnych usługach sieciowych, opartych na architekturze SOA (ang. *Service Oriented Architecture*). Raport CEN/TR 15449 (CEN/TR 15449, 2006), dotyczący standardów i wytycznych niezbędnych do implementacji SDI, rekomendując SOA, zwraca uwagę na interoperacyjność jej usług, która stanowi jedno z wymagań dyrektywy INSPIRE (INSPIRE, 2007) dotyczące budowy SDI. W SOA interoperacyjność oznacza możliwość współdziałania aplikacji niezależnie od języka programowania, w którym zostały stworzone oraz platformy systemowej, w której działają. Do zapewnienia interoperacyjności niezbędna jest standaryzacja (Kubik, 2009).

W warunkach krajowych dane georeferencyjne, jako podstawa SDI, istnieją w różnych formach, jako m.in. Ewidencja Gruntów i Budynków (EGiB), Geodezyjna Ewidencja Sieci Uzbrojenia Terenu (GESUT), mapa zasadnicza, bazy danych obiektów topograficznych. Do powyższych danych mają zastosowanie instrukcje i wytyczne techniczne Głównego Geode-

ty Kraju. Różnorodność tych form wymaga harmonizacji danych, przez co należy rozumieć łączenie danych pochodzących z różnych źródeł poprzez tworzenie relacji pomiędzy zbiorami danych. Harmonizując dane pochodzące z różnych systemów należy uporządkować semantykę tych danych. Należy również zintegrować modele tych danych ze schematami zawartymi w normach serii ISO 19100.

Praca nie zawiera gotowych, kompletnych rozwiązań harmonizacji i integracji danych georeferencyjnych, a jedynie przedstawia koncepcje takich rozwiązań oparte na architekturach MDA i SOA.

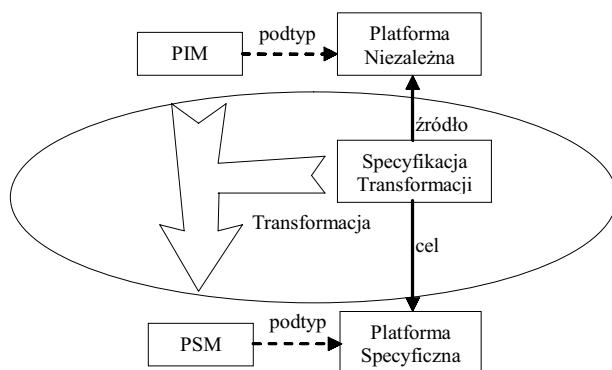
## Strategie budowy SDI

### MDA

MDA jest to strategia ukierunkowana na dane (*data – centric view*). Koncepcja ta opublikowana została przez OMG (ang. *Object Management Group*) w 2003 roku i przyjęta w normach międzynarodowych i europejskich serii EN-ISO 19100. Strategia MDA zapewnia osiągnięcie podstawowego celu norm i specyfikacji technicznych, jakim jest budowa SDI w sposób zapewniający ich wszechstronne współdziałanie, przez uniezależnienie procesu tworzenia oprogramowania od platform technologicznych. MDA charakteryzuje się przenośnością, interoperacyjnością (rozumianą jako możliwość współdziałania pomiędzy różnymi platformami sprzętowo-programowymi) oraz możliwością wielokrotnego wykorzystania modeli (OMG, 2003).

Proces budowy oprogramowania w technologii MDA składa się z kilku etapów, pomiędzy którymi następuje przejście do coraz bardziej szczegółowych modeli całego systemu (OMG, 2003). Centralną rolę odgrywa modelowanie pojęciowe, rozumiane jako proces w trakcie którego powstaje abstrakcyjny opis pewnego fragmentu rzeczywistości ograniczonego przedmiotowo (opisujemy najczęściej wybrane obiekty i ich powiązania) oraz przestrzennie (Pachelski i in., 2007). Do tworzenia schematów pojęciowych normy ISO 19100 (ISO 19109, 2005) zalecają wykorzystanie języka UML (ang. *Unified Modeling Language*, ISO/TS 19103, 2005), będącego środkiem formalnym modelowania informacji geograficznej. Do modeli niezależnych od platform sprzętowych i programowych, nie zajmujących się szczegółami struktury systemu, OMG zalicza CIM (ang. *Computation Independent Model*) oraz PIM (ang. *Platform Independent Model*). Kolejnym etapem, w ramach którego tworzony jest PSM (ang. *Platform Specific Model*), jest dostosowanie modelu do wybranej, ściśle określonej platformy.

Na podstawie tego modelu wykonywana jest implementacja, w wyniku której powstaje fizycznie działający program, zapisany w konkretnym języku programowania. Proces przejścia pomiędzy PIM a PSM przedstawia rysunek 1. Przejście takie często wykonywane jest automatycznie (np. generowanie kodu w języku XML na podstawie modelu opisanego za pomocą języka UML).

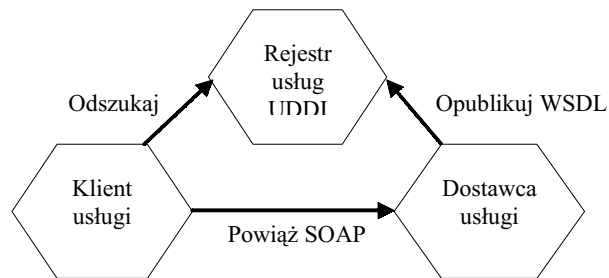


Rys. 1. Proces budowy oprogramowania w technologii MDA (na podstawie OMG, 2003)

## SOA

SOA jest to koncepcja budowy systemu informatycznego opartego na technologii usług sieciowych (*service-centric view*). Komponenty takiego systemu mogą działać niezależnie od siebie, a udostępniane klientom usługi posiadają dobrze wyspecyfikowany interfejs ukrywający szczegóły implementacyjne (Kubik, 2009).

Ogólny schemat systemu informatycznego zbudowanego zgodnie z koncepcją SOA, przedstawiony jest na rysunku 2 (Gotlib i in., 2007). Dostawca usługi sieciowej publikuje informacje opisowe o usłudze w katalogu UDDI (ang. *Universal Description, Discovery and Integration*), podając ich dokładny opis w języku WSDL (ang. *Web Services Description Language*). Odbiorca usługi, za pomocą odpowiednich narzędzi, przeszukuje katalogi i wybiera jedną z nich. Po wyszukaniu usługi klienci mogą połączyć się bezpośrednio z jej dostawcą przy pomocy protokołu SOAP (ang. *Simple Object Access Protocol*). Cały proces odkrywania, wiązania i realizacji usługi jest zautomatyzowany i wykonywany przez tzw. magistralę usług.



Rys. 2. Ogólny schemat systemu informatycznego zbudowanego zgodnie z koncepcją SOA (Gotlib i in., 2007)

Usługi sieciowe przetwarzające informację geograficzną w architekturze SOA zostały opracowane przez międzynarodową organizację standaryzacyjną OGC (ang. *Open Geospatial Consortium*). Do podstawowych usług zarządzania informacją geograficzną należą:

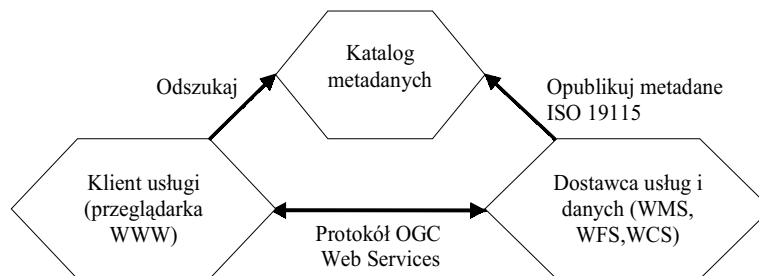
WMS (ang. *Web Map Service*) – udostępnia dane w postaci rastrowej,

WFS (ang. *Web Feature Service*) – udostępnia dane w postaci wektorowej,

WCS (ang. *Web Coverage Service*) – udostępnia ciągłe dane przestrzenne (np. zdjęcia lotnicze).

Schemat systemu opartego na SOA służącego do budowy SDI przedstawia rysunek 3 (Gotlib i in., 2007).

Przy projektowaniu systemów bazujących na SOA, podobnie jak w przypadku MDA, wykorzystywany jest język modelowania UML.



Rys. 3. Schemat systemu informatycznego zbudowanego zgodnie z koncepcją SOA przetwarzającego informację geograficzną (Gotlib i in., 2007)

## Harmonizacja i integracja danych referencyjnych

### Dane referencyjne

Dane referencyjne, w myśl dyrektywy INSPIRE, stanowią podstawę infrastruktury danych przestrzennych. Są to dane o obiektach i zjawiskach, których położenie i inne właściwości geometryczne i topologiczne są wyznaczone metodami geodezyjnymi (Pachelski i in., 2008). Do formalnego opisu tych danych mają zastosowanie instrukcje i wytyczne techniczne Głównego Geodety Kraju. Dane referencyjne to m.in. osnovy podstawowe i szczegółowe (G-1, 1986; G-2, 1988; G-4, 1988), mapa zasadnicza i topograficzna (K-1, 1998; K-2, 1980), ewidencja gruntów i budynków (G-5, 2003), geodezyjna ewidencja sieci uzbrojenia terenu (G-7, 1998). Istnieje konieczność dostosowania specyfikacji technicznych GGK do norm serii ISO 19100, jak również wzajemnego uzgodnienia (harmonizacji) zawartych w nich przepisów wykonawczych.

### Harmonizacja i integracja

W architekturze MDA harmonizacja polega na wzajemnym uzgodnieniu modeli, co w przypadku krajowych danych referencyjnych odpowiada przyjęciu spójnych i zgodnych kategorii obiektów, atrybutów, powiązań, reprezentacji itp. w różnych działach, jak m.in. kataster, GESUT, mapa zasadnicza, TBD i inne (Pachelski, 2008). Harmonizacja zapewnia więc wewnętrzną spójność logiczną i merytoryczną schematów aplikacyjnych. Proces harmonizacji w strategii SOA polega na wzajemnym powiązaniu usług sieciowych, tak aby otrzymać scalone dane przestrzenne.

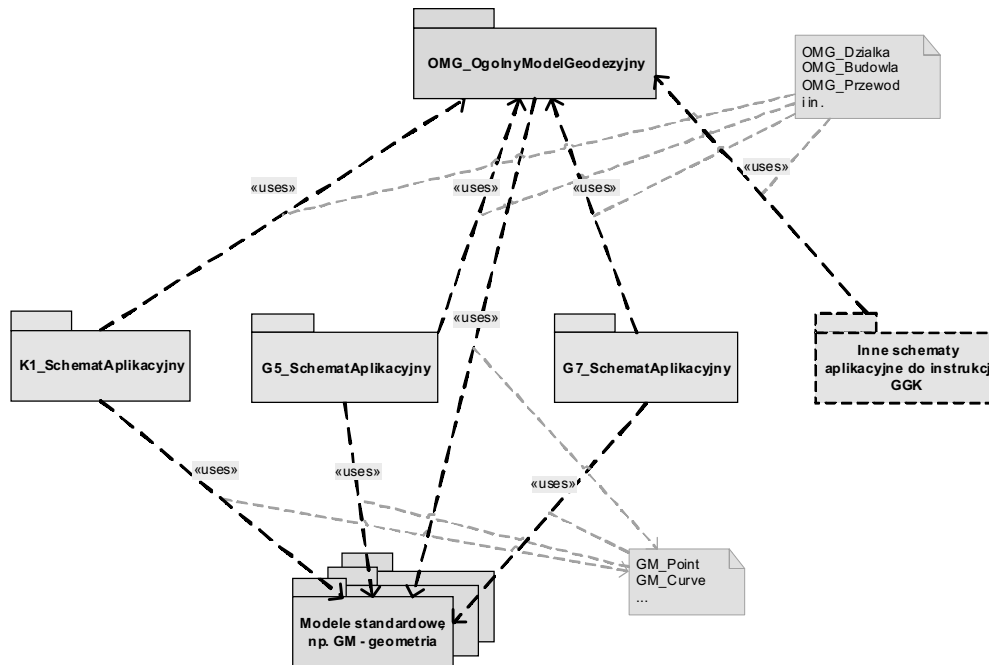
Integracja oznacza powiązanie budowanego schematu aplikacyjnego ze schematami pojęciowymi ogólnego zastosowania (np. geometrii i topologii, jakości, czasu), jakie zawarte są w normach ISO (Pachelski, 2008).

## Koncepcje harmonizacji i integracji danych

### MDA

Koncepcję harmonizacji oparto na strategii tzw. ogólnego modelu geodezyjnego OMG (Pachelski, Parzyński, 2007). Jest to pewien abstrakcyjny model danych referencyjnych generalizujący typy obiektów specyficzne dla poszczególnych standardów technicznych GGK. Oprócz uzgodnień wewnętrznych należy powstały schemat aplikacyjny zintegrować ze schematami pojęciowymi zawartymi w normach serii ISO 19100, np. schematami geometrii i topologii, opisu położenia itd. Koncepcję takiego podejścia obrazuje rysunek 4.

Diagram harmonizacji obiektów ewidencji gruntów i budynków z obiektami GESUTu przedstawiono na rysunku 5. Diagram ten uwzględnia również integrację z normą ISO 19137 (ISO 19137, 2004) specyfikującą elementy geometryczne niezbędne dla budowy schematu aplikacyjnego danych georeferencyjnych (zob. rysunek 6, ze względu na charakter normatywny zachowano oryginalne nazwy klas). Klasy takie jak `OMG_Działka`, `OMG_Budynek`, `OMG_Uzbrojenie` są specjalizacjami klasy `OMG_OgólnyModelGeodezyjny`. Takimi specjalizacjami są również klasy innych obiektów referencyjnych (`OMG_InneObiektyReferencyjne`), nie będących w rozpatrywanym przypadku przedmiotem harmonizacji. Atrybuty oraz operacje



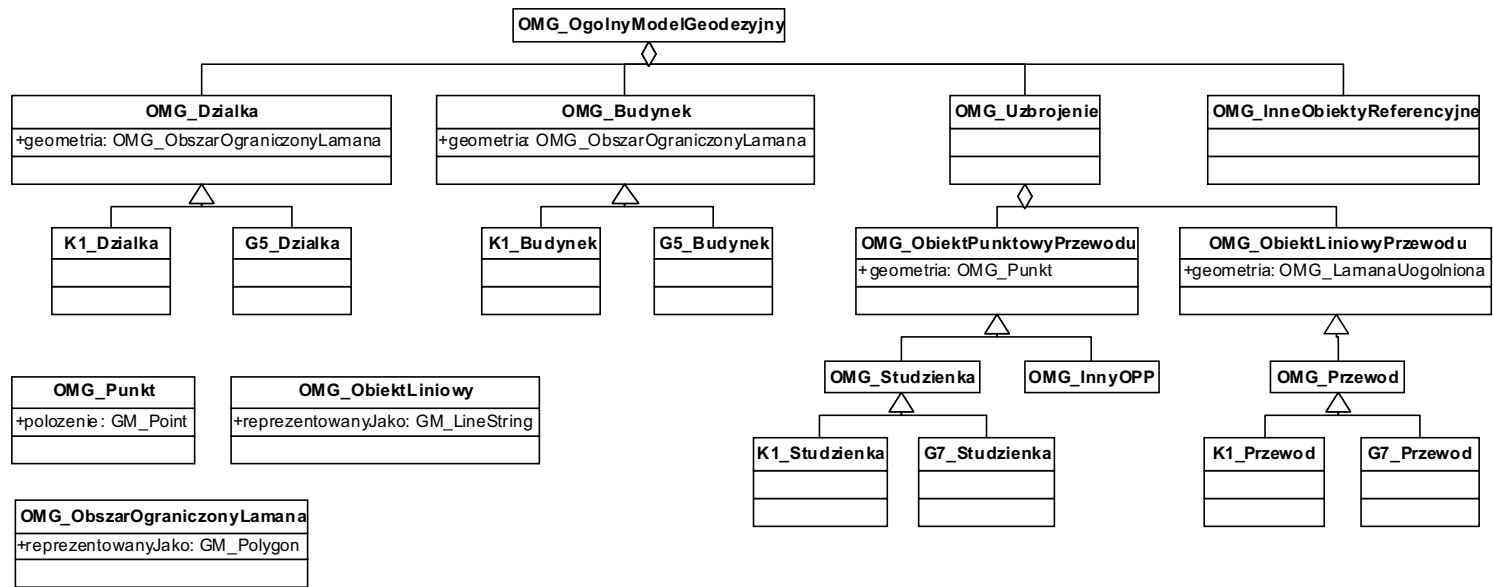
Rys. 4. Przykładowy diagram harmonizacji schematów tematycznych z OMG oraz integracji ze schematami standardowymi (Pachelski, Parzyński, 2007)

tych klas są dziedziczone przez klasy posiadające unikalne atrybuty i operacje ściśle zdefiniowane w poszczególnych instrukcjach technicznych K-1 (K-1, 1998), G-5 (G-5, 2003), G-7 (G-7, 1998). Poprzez zastosowanie abstrakcyjnych klas nadtypów uniknięto powtarzania się grup atrybutów, operacji, ograniczeń i związków.

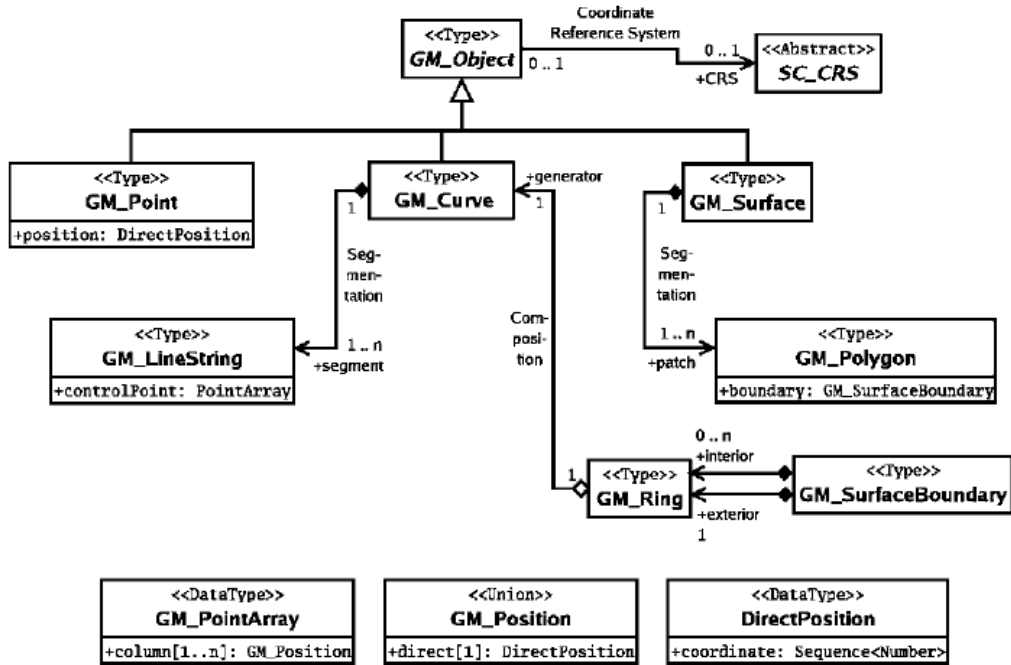
W schemacie pominięto nieistotne z punktu widzenia harmonizacji i integracji listy atrybutów i operacji. Zaproponowano natomiast nazwy atrybutów odnoszących się do reprezentacji geometrycznych, poprzez które następuje integracja z normą ISO 19137. Jako typy danych atrybutów +geometria przywołuje się, przyjęte na podstawie analizy typów opisów geometrii w instrukcjach technicznych, klasy `OMG_Punkt`, `OMG_ObjektLinowy`, `OMG_ObszarOgraniczonyLamana`. Klasy te zawierają poprzez atrybuty +położenie i +reprezentowanyJako odniesienie do klas `GM_Point`, `GM_LineString`, `GM_Polygon` z pakietu schematu pojęciowego zamieszczonego w normie ISO 19137.

## SOA

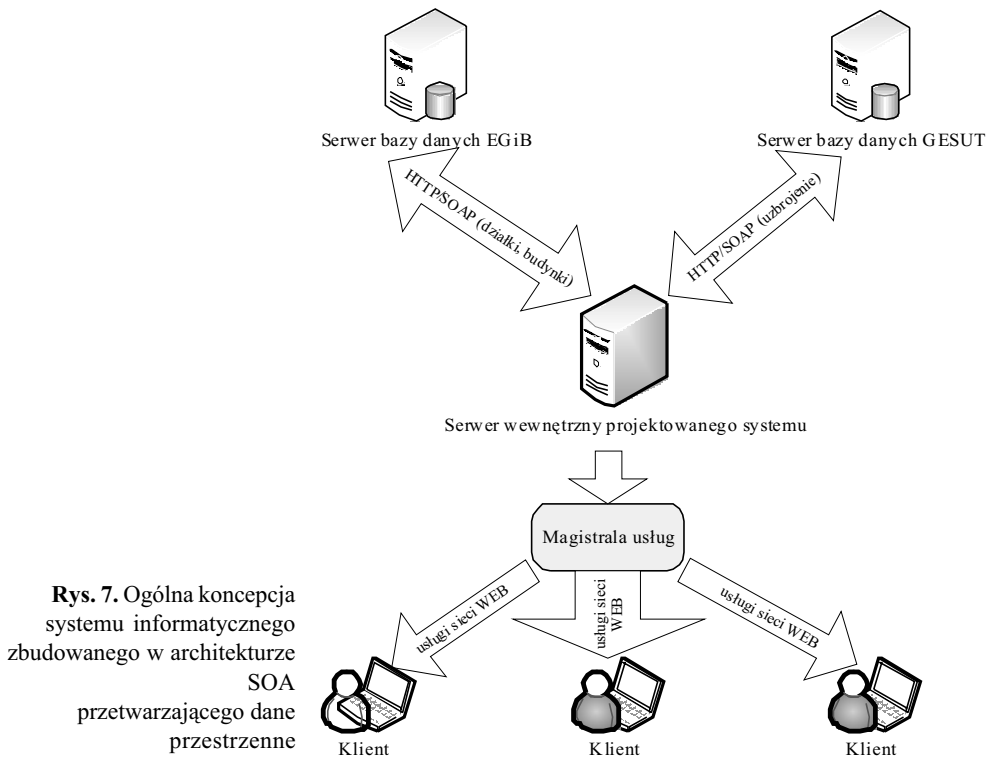
Podjęto próbę harmonizacji w architekturze SOA, podobnie jak w MDA, danych ewidencyjnych z danymi o sieciach uzbrojenia terenu. Ogólna koncepcja systemu scalającego te dane przedstawiona jest na rysunku 7. Prowadzeniem zarówno EGiBu jak i GESUTu zajmują się ośrodki dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej, jednak dane ewidencji gruntów i budynków oraz dane ewidencji sieci uzbrojenia terenu przechowywane są w różnych bazach danych. Serwery tych baz danych, w projektowanej aplikacji, pełnią rolę systemu spadkowego (Fryźlewicz, Salamon, 2008). Dostawcą usług jest natomiast serwer wewnętrzny



Rys. 5. Koncepcja harmonizacji i integracji danych EGiBu i GESUTu



Rys. 6. Struktura podstawowych powiązań pomiędzy elementami geometrycznymi (ISO 19137, 2004)



Rys. 7. Ogólna koncepcja systemu informatycznego zbudowanego w architekturze SOA przetwarzającego dane przestrzenne

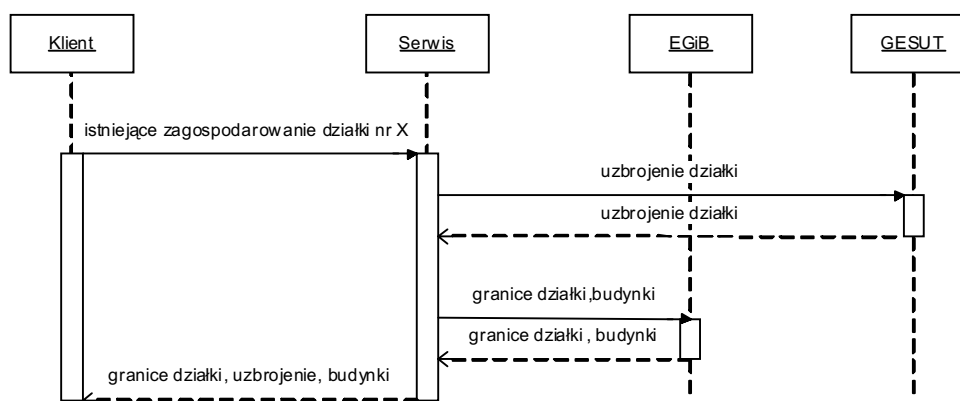
projektowanego systemu. Użytkownik (klient) takiego systemu, aby skorzystać z jego pełnej funkcjonalności, nie musi posiadać na swoim komputerze żadnego oprogramowania poza przeglądarką internetową. Do komunikacji pomiędzy serwerem a klientem wykorzystuje się protokół HTTP, jako warstwę transportową, przynoszącą zapytania klienta i odpowiedzi serwera w postaci dokumentów XML.

Jest to tylko jedno z możliwych rozwiązań prowadzących do otrzymania scalonych danych EGiBu i GESUTu. Istnieje również możliwość wykorzystania danych udostępnianych np. przez Geoportal (projekt GEOPORTAL.GOV.PL).

Koncepcję usługi pobierania danych przedstawia diagram sekwencji (rys. 8). Klient korzystając z przeglądarki internetowej komunikuje się z serwerem, na którym zaimplementowane są usługi. Następnie żądane dane są pobierane z serwera baz danych ewidencji gruntów i budynków oraz geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu i przekazywane do klienta. Klient nie musi się łączyć w sposób bezpośredni z tymi bazami.

Dla budowy systemu opartego na usługach sieciowych ma zastosowanie wiele norm serii ISO 19100. W normie ISO 19101 (ISO 19101, 2002) zdefiniowano klasy usług związanych z udostępnianiem informacji geograficznej. Do usług tych należy między innymi usługa WMS opisana w normie ISO 19128 (ISO 19128, 2005). Wymagania dotyczące transferu i kodowania opisano w normie ISO 19118 (ISO 19118, 2005). Norma ISO 19119 (ISO 19119, 2005) definiuje m.in. metadane usług ułatwiające ich wyszukiwanie.

System taki powinien również spełniać wymagania dyrektywy INSPIRE. Jednym z podstawowych wymagań w stosunku do usług sieciowych jest zapewnienie możliwości wyszukiwania, przeglądania, przetwarzania i pobierania danych przestrzennych.



Rys. 8. Diagram sekwencji dla usługi pobierania danych

## Zakończenie

Podstawowym składnikiem infrastruktury danych przestrzennych są dane georeferencyjne. W Polsce, specjalizacje danych referencyjnych znajdują się w zbiorze instrukcji i wytycznych technicznych Głównego Geodety Kraju.

Krajowe infrastruktury danych przestrzennych, będące składnikiem infrastruktury europejskich, powinny być zgodne z regułami implementacyjnymi INSPIRE oraz z normami europejskimi i krajowymi w dziedzinie informacji geograficznej (serii ISO 19100). Powyższy cel można osiągnąć przez stosowanie do ich budowy koncepcji MDA oraz SOA.



Dane referencyjne wymagają wewnętrznej harmonizacji oraz integracji ze schematami znormalizowanymi zawartymi w normach ISO 19100. W przypadku koncepcji MDA, podstawą formalizacji modeli tematycznych powinien być ogólny model geodezyjny, który zapewnia wewnętrzną spójność i kompletność oraz zgodność modeli ze schematami pojęciowymi zawartymi w normach. Budowa SDI w architekturze SOA opiera się na istniejących bazach danych referencyjnych. Projektując system informatyczny oparty na tej koncepcji należy uwzględnić wymagania zawarte w normach europejskich i krajowych oraz w dyrektywie INSPIRE.

Krajowe infrastruktury danych przestrzennych budowane na podstawie przedstawionych koncepcji, zapewniają współdziałanie ich komponentów w warunkach różnorodności platform sprzętowo-programowych.

### Literatura

- CEN/TR 15449: 2006: Geographic information – Standards, specifications, technical reports and guidelines, required to implement Spatial Data Infrastructure. CEN/TC 287 N 1124, 2006-07.
- Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2007: GIS. Obszary zastosowań, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Fryźlewicz Z., Salamon A., 2008: Podstawy architektury i technologii usług XML sieci Web, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- INSPIRE, 2007: Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE) [http://www.gugik.gov.pl/gugik/w\\_pages/w\\_doc\\_idx.php?loc=69](http://www.gugik.gov.pl/gugik/w_pages/w_doc_idx.php?loc=69)
- Instrukcja G-1, 1986: Pozioma osnowa geodezyjna. Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Instrukcja G-2, 1988: Wysokościowa osnowa geodezyjna. Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Instrukcja G-4, 1988: Pomiary sytuacyjne i wysokościowe. Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Instrukcja G-5, 2003: Ewidencja Gruntów i Budynków. Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Instrukcja G-7, 1998: Geodezyjna Ewidencja Sieci Uzbrojenia Terenu (GESUT). Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Instrukcja K-1, 1998: Podstawowa Mapa Kraju. System Informacji o Terenie. Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Instrukcja K-2, 1980: Mapy topograficzne do celów gospodarczych. Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- ISO 19109, 2005: Geographic information – Rules for application schema. ISO 2005.
- ISO/TS 19103, 2005: Geographic information – Conceptual schema language. ISO 2005.
- ISO 19101, 2002: Geographic information – Reference Model. ISO 2002
- ISO 19118, 2005: Geographic information – Encoding. ISO 2005.
- ISO 19119, 2005: Geographic information – Services. ISO 2005.
- ISO 19128, 2005: Geographic information – Web Map Server interface. ISO 2005.
- ISO 19137, 2003: Geographic information – Core profile of the spatial schema. ISO 2004.
- Kubik T., 2009: GIS. Rozwiązania sieciowe, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- OMG, 2003: Object Management Group, Model Driven Architecture, Guide Version 1.0.1. <http://www.omg.org/mda/>
- Pachelski W., 2008: Dane referencyjne: zastosowanie norm ISO serii 19100 do opisywania geometrii i położenia, Konferencja Sekcji Kartografii Komitetu Geodezji Polskiej Akademii Nauk, „Nowe nurty w tworzeniu danych topograficznej bazy danych – TBD”, Kraków, 13 listopada 2008.
- Pachelski W., Parzyński Z., 2007: Aspekty metodyczne wykorzystania norm serii ISO 19100 do budowy geodezyjnych składników krajowej infrastruktury danych przestrzennych. *Roczniki Geomatyki*, t. V, z. 3, PTIP, Warszawa, 113-122.
- Pachelski W., Parzyński Z., Zirowicz A., 2007: Aspekty implementacyjne modeli pojęciowych informacji geograficznej. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 17b, 591-602.
- Pachelski W., Parzyński Z., Zirowicz A., 2008: Problematyka integracji modeli krajowych danych georeferencyjnych z normami ISO serii 19100, *Roczniki Geomatyki*, t. VI, z. 7, PTIP, Warszawa, 55-74.

**Abstract**

*MDA (Model Driven Architecture) and SOA (Service Oriented Architecture) are modern concepts of information systems development, ensuring interoperability of their components for a variety of hardware-software platforms. These strategies are recommended by the INSPIRE Directive to build the European Spatial Data Infrastructure and by the international and European standards.*

*The paper presents the main aspects of harmonization and integration of selected reference data using MDA and SOA strategies.*

*In the MDA strategy, oriented on data (data-centric view), the concept of a general geodetic model (OMG) was used. The model is an abstract generalization of reference data models, based on technical instructions of Surveyor General of Poland. Exemplary OMG specializations are presented in the form of UML class diagram.*

*Based on the SOA strategy, oriented on the service (service-centric view), the idea of building an information system using existing reference databases is presented.*

mgr inż. Joanna Kuczyńska  
joanna.kuczynska@uwm.edu.pl