

WYKORZYSTANIE MODELOWANIA DANYCH PRZESTRZENNYCH I ICH TRANSFORMACJI (UML, XML, GML) W GEOLOGII I HYDROGEOLOGII

THE USE OF SPATIAL DATA MODELS AND THEIR TRANSFORMATION (UML, XML, GML) IN GEOLOGY AND HYDROGEOLOGY

Tomasz Nałęcz

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Słowa kluczowe: modele danych przestrzennych, infrastruktura danych przestrzennych, geologia, hydrogeologia

Keywords: spatial data models, spatial data infrastructure, geology, hydrogeology

Wstęp

Budowa infrastruktury informacji przestrzennej podporządkowana jest zasadniczemu celowi jakim jest uzyskanie interoperacyjności różnorodnych podmiotów (użytkownicy) i aplikacji składających się na infrastrukturę. Zgodnie z zapisami dyrektywy INSPIRE (INSPIRE, 2007) „interoperacyjność” oznacza *możliwość łączenia zbiorów danych przestrzennych oraz interakcji usług danych przestrzennych bez powtarzalnej interwencji manualnej, w taki sposób, aby wynik był spójny, a wartość dodana zbiorów i usług danych przestrzennych została zwiększona*. Podstawowym zagadnieniem jaki stawiany jest przed infrastrukturą jest opanowanie rozproszonych, niejednorodnych zasobów poprzez ich integrację. Wykorzystując zalety dostępu do sieci internetowej można obecnie uzyskać dostęp do dowolnych danych umieszczonych w dowolnej lokalizacji. Istotnym problemem jaki powstaje jest fakt, że większość danych była wytwarzana niezależnie od siebie, wykorzystując różnorodne standardy i aplikacje. Dlatego kluczowym elementem dla powodzenia całego przedsięwzięcia, niezależnie czy jest ono projektowane na skalę lokalną, krajową, regionalną czy też globalną, jest integracja danych.

Zasoby danych geologicznych i hydrogeologicznych są istotnym elementem stanowiącym część infrastruktury danych przestrzennych każdego kraju. W ramach dyrektywy INSPIRE są one opisywane przede wszystkim w tematach *Geologia* i *Zasoby mineralne*. Jednakże poprzez znaczenie dla różnych innych sektorów gospodarki dane te mają także

odniesienie do wielu innych tematów (Michalak, 2009; Nałęcz, 2011; Nałęcz, Michalak, 2011). Osiągnięcie interoperacyjności wymaga zastosowania jednolitych standardów i norm z zakresu geomatyki w każdej dziedzinie, w tym także w geologii i hydrogeologii. Istnieją przykłady rozwiązań, których celem było usystematyzowanie tych dziedzin. Dla opisu danych geologicznych przedstawiony został język GeoSciML. Kanadyjska Służba Geologiczna na swoje potrzeby przygotowała język GroundWaterML (Boisvert, Brodaric, 2008), a w zakresie geologii złożowej wykorzystywany jest MineralResourcesML. W ostatnich latach na terenie Europy prowadzonych jest kilka dużych projektów, których celem jest integracja danych przestrzennych w dziedzinie geologii: OneGeology, Promine, PanGeo, Thermomap czy Subcoast. W Polsce nie podejmowano do tej pory zintegrowanych działań dotyczących modeli danych dla zasobów geologicznych i hydrogeologicznych, raczej obserwuje się prowadzenie niezależnych projektów, w ramach których wytwarzane są dane przestrzenne (Nałęcz, 2007). Symptodem do poważnego rozważenia działań integracyjnych będą wymogi zapisane w specyfikacji danych dla tematów INSPIRE. W związku z powyższym, w artykule przedstawiono generalne zasady modelowania na przykładzie danych geologicznych i hydrogeologicznych oraz ich transformację dla uzyskania interoperacyjności baz danych.

Modele danych przestrzennych

Dla wdrożenia norm i standardów do poszczególnych dziedzin tematycznych, w tym geologii i hydrogeologii, niezbędne jest przygotowanie odpowiednich modeli informacji geoprzestrzennej. Zgodnie z specyfikacją techniczną CEN (2006) możliwe są dwa sposoby uzyskania interoperacyjności:

- podejście oparte na usługach (*service-centric-view*), SOA – *Service Oriented Architecture*.
- podejście oparte o dane (*data-centric-view*), MDA – *Model Driven Approach* wykorzystujące modelowanie pojęciowe.

Podejście oparte na usługach (SOA)

W koncepcji SOA główny nacisk stawiany jest na definiowanie usług. Wymiana danych odbywa się poprzez transakcje, czyli współdziałanie systemów. Do kontaktu pomiędzy klientem a serwerem wykorzystywany jest protokół komunikacji dostępny dla wszystkich usług. Rozwiązania typu SOA modelowane są jako zdarzenia typu transakcji *wyślij/odbierz* komunikat zawierający dane pochodzące od usługi. Usługi są udostępniane przez odpowiedni interfejs, ukrywający szczegóły implementacyjne nieistotne z punktu widzenia użytkownika. Dostawca usług w technologii SOA musi opublikować definicję usługi w repozytorium, które następnie służy klientowi do wyszukiwania odpowiednich usług. Schematyczny system opracowany na podstawie SOA przedstawiony został na rysunku 1 (Gotlib i in., 2007).

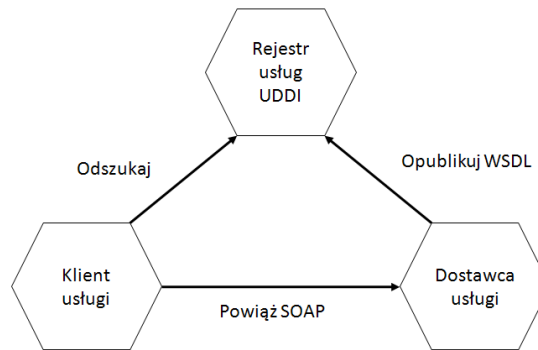
Opracowaniem standardów dla usług przetwarzających informacje przestrzenne zajmuje się międzynarodowa organizacja standaryzacyjna OGC (Open Geospatial Consortium).

Do najpopularniejszych usług geoprzestrzennych należy zaliczyć:

- Web Map Service (WMS) – pozwala na transfer obrazowań danych w postaci rastrowej;

- Web Feature Service (WFS) – transfer danych w postaci wektorowej;
- Web Coverage Service (WCS) – transfer ciągłych danych przestrzennych w postaci pokryć (obrazy satelitarne, modele terenu).

Z punktu widzenia użytkownika, do pozyskania danych poprzez usługi wystarczy znajomość podstawowych zapytań do serwisów WFS, WMS (*GetCapabilities, GetMap, GetFeature*). Systemy wykorzystujące SOA oparte są o język modelowania UML. Jednakże należy podkreślić, że korzystanie z serwisów pozwala na dostęp tylko do części informacji udostępnianej przez dostawcę.



UDDI – Universal Description, Discovery and Integration
 WSDL – Web Services Description Language
 SOAP – Simple Object Access Protocol

Rys. 1. Ogólny schemat systemu informatycznego zbudowanego zgodnie z koncepcją SOA (Gotlib i in., 2007)

Obecnie istnieje w Polsce kilka serwerów pozwalających na dostęp do przeglądania przestrzennych danych geologicznych i hydrogeologicznych poprzez usługi.

Geoportal IKAR (www.ikar.pgi.gov.pl) – Państwowy Instytut Geologiczny udostępnia wiele usług geoprzestrzennych stosując niestandardową technologię zbliżoną do WMTS: Baza: Jaskinie Polski

http://ikar2.pgi.gov.pl/services/CBDG_JASKINIE/MapServer/WMServer
 Szczegółowa mapa geologiczna Polski (SMGP) 1:50 000

http://ikar2.pgi.gov.pl/services/SMGP_50/MapServer/WMServer
 Baza otworowa Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG)

http://ikar2.pgi.gov.pl/services/CBDG_otwory/MapServer/WMServer
 Mapa geologiczna Polski (MGP) 1:1 000 000

<http://ikar2.pgi.gov.pl/services/MGP1MLN/MapServer/WMServer>
 Mapa geologiczna Polski (MGP) 1:500 000

http://ikar2.pgi.gov.pl/services/MGP_500/MapServer/WMServer
 Mapa geośrodowiskowa Polski (MGsP) 1:50 000

http://ikar2.pgi.gov.pl/services/MGsP_50/MapServer/WMServer
 Skorowidze map Państwowego Instytutu Geologicznego

<http://ikar2.pgi.gov.pl/services/Skorowidze/MapServer/WMServer>
 Skorowidz Mapy litogenetycznej Polski (MLP) 1:50 000

http://ikar2.pgi.gov.pl/services/PL_PGI_MLP50k_skorowidz/MapServer/WMServer

CBDG – część informacji Centralnej Bazy Danych Geologicznych dostępna jest także w postaci analogicznych usług:

Otwory wiertnicze

http://ikar3.pgi.gov.pl/arcgis/services/cbdg_otwory/MapServer/WMServer

Złoża surowców, obszary i tereny górnicze

http://ikar3.pgi.gov.pl/arcgis/services/cbdg_midias/MapServer/WMServer

Bloki koncesyjne dla węglowodorów

http://ikar3.pgi.gov.pl/arcgis/services/cbdg_bloki/MapServer/WMS/Server

Badania sejsmiczne 2D i 3D

http://ikar3.pgi.gov.pl/arcgis/services/cbdg_ssm/MapServer/WMS/Server

Sondowania geoelektryczne – SGE

http://ikar3.pgi.gov.pl/arcgis/services/cbdg_sge/MapServer/WMS/Server

Osuwiska i tereny zagrożone ruchami masowymi

http://ikar3.pgi.gov.pl/arcgis/services/cbdg_sopo/MapServer/WMS/Server

Geostanowiska

http://ikar3.pgi.gov.pl/arcgis/services/cbdg_geostanowiska/MapServer/WMS/Server

Jaskinie Polski

http://ikar3.pgi.gov.pl/arcgis/services/cbdg_jaskinie/MapServer/WMS/Server

Regiony fizycznogeograficzne Kondrackiego

http://ikar3.pgi.gov.pl/arcgis/services/cbdg_regiony/MapServer/WMS/Server

Informacje hydrogeologiczne udostępniane są przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną poprzez usługi w standardzie WMS:

Główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP)

<http://epsh2.pgi.gov.pl/GeoServices/geometrie/wms>

BankHYDRO – Obiekty hydrogeologiczne

http://epsh2.pgi.gov.pl/GeoServices/obiekty_hydro/wms

Monitoring wód podziemnych (MWP) – Punkty monitoringowe

http://epsh2.pgi.gov.pl/GeoServices/punkty_mon/wms

Obszary zagrożone podtopieniami

http://epsh2.pgi.gov.pl/GeoServices/obszary_zagrozone/wms

Usługi WFS nie są jeszcze rozpowszechnione, głównie ze względu na obawy dotyczące udostępniania wektorowych wersji zbiorów danych przestrzennych (brak dokładnej wykładni prawnej zabezpieczającej prawa wytwórcy). Dane geologiczne dostępne są jedynie poprzez projekt OneGeology, gdzie z terenu Polski można uzyskać zbiory danych o wydzieleniach geologicznych, zasięgach lądolodów oraz uskokach. Wszystkie wymienione dane dostępne są w skali 1:1 000 000. Serwis umożliwia pobieranie informacji poprzez dwa podstawowe komunikaty:

getCapabilities

<http://onegeology.pgi.gov.pl/1GEconnector/?SERVICE=WFS&VERSION=1.0.0&REQUEST=getCapabilities&LANGUAGE=pl>

getFeature

http://onegeology.pgi.gov.pl/1GEconnector/?SERVICE=WFS&VERSION=1.0.0&REQUEST=getFeature&typename=OGE_1M_surface_GeologicUnit&MAXFEATURES=10&SRS=EPSG:4326&BBOX=14,49,24.5,55

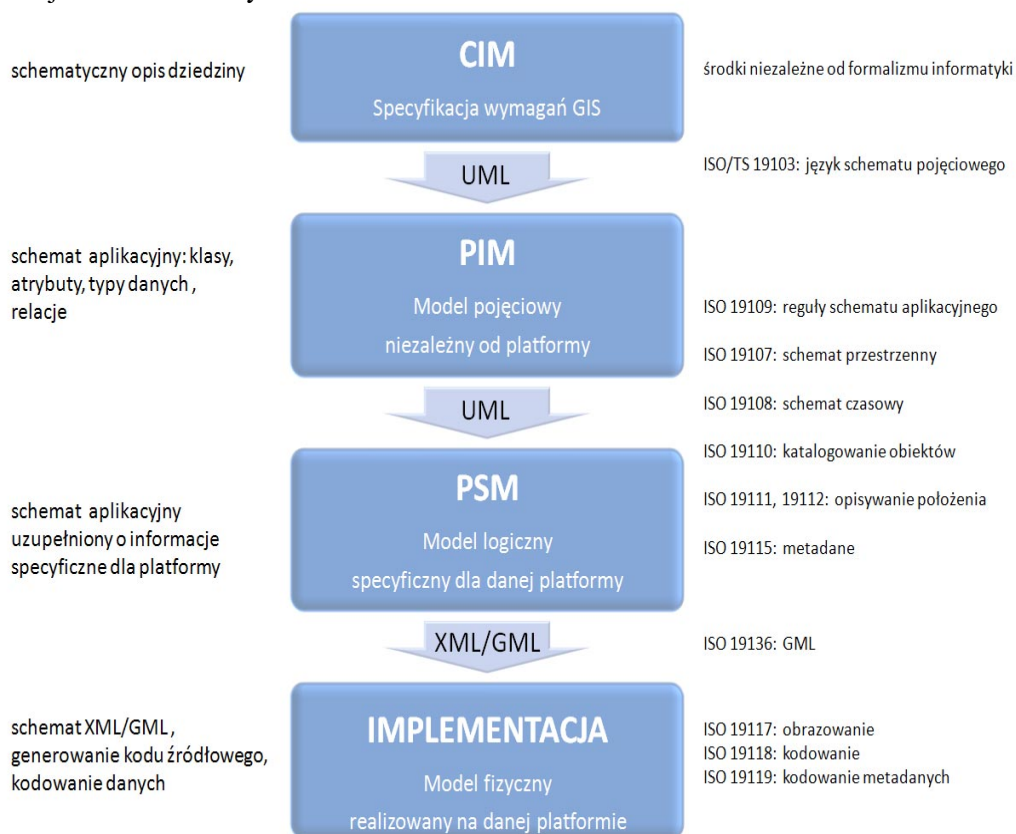
http://onegeology.pgi.gov.pl/1GEconnector/?SERVICE=WFS&VERSION=1.0.0&REQUEST=getFeature&typename=OGE_1M_Surface_GeologicStructure&MAXFEATURES=10&SRS=EPSG:4326&BBOX=14,49,24.5,55

Podjęcie oparte o dane (MDA)

W przypadku MDA dochodzi do wymiany całego zbioru danych opisanego w schemacie aplikacyjnym. Budowa MDA składa się z 4 podstawowych etapów (rys. 2).

Etap 1. Opisanie dziedziny, w tym przypadku hydrogeologii lub geologii, z wykorzystaniem reguł semantycznych (specyfikacja wymagań). Opis ten pozwala na zobrazowanie dziedziny za pomocą ujednoliconego języka modelowania (*Unified Modeling Language, UML*) – model pojęciowy. Model pojęciowy zapisany w postaci języka UML określany jest jako schemat pojęciowy. Model pojęciowy jest z założenia niezależny od platformy implementacyjnej, co w efekcie daje możliwość wdrażania go w dowolnych aplikacjach. Budowa modeli pojęciowych leży u podstaw idei interoperacyjności systemów geomatycznych. Należy tu wspomnieć, że język UML, zgodnie z wymogami przedstawionymi w ogólnym modelu pojęciowym (*Generic Conceptual Model*) (INSPIRE, 2008/D2.5), jest podstawową technologią dla budowy infrastruktury informacji przestrzennej w Europie.

Etap 2. Utworzenie schematu aplikacyjnego (klasy, atrybuty, typy danych, relacje) na podstawie modelu pojęciowego dla geologii/hydrogeologii, a następnie powiązania go ze znormalizowanymi schematami geometrii i topologii, odniesień czasowych i przestrzennych oraz jakości i metadanych.



Rys. 2. Proces budowy systemu informacyjnego oparty na architekturze MDA (za Pachelski, 2008)

W budowie schematu aplikacyjnego wydzielono trzy podstawowe fazy (Bielecka, 2009):

- zdefiniowanie zakresu tematycznego modelu oraz jego harmonizację z innymi modelami;
- sformalizowanie opisu modelu w postaci tzw. schematu semantycznego;
- integrację modelu ze schematami znormalizowanymi.

Etap 3. Przeniesienie modelu aplikacyjnego na dedykowaną platformę sprzętową wymaga utworzenia modelu logicznego uzupełnionego o informacje specyficzne dla danej platformy.

Etap 4. Implementacja modelu wymagająca transformacji zapisów w języku UML na schemat XML. XML (*eXtensible Markup Language*) jest znacznikowym językiem dla strukturalnego zapisu informacji (Bray i in., 1998). Język XMI (*XML Metadata Interchange*), będący aplikacją XML, pozwala na pełny zapis modeli pojęciowych, tak więc jest możliwa obustronna konwersja UML/XML.

Dla systemów wykorzystujących dane geoprzestrzenne niezbędne jest zastosowanie języka znaczników geograficznych (*Geography Markup Language, GML*) będącego aplikacją XML. Schemat aplikacyjny GML jest schematem XML określonym zgodnie z regułami zapisanymi w normie ISO 19136. Schemat GML jest deklaracją zbioru elementów XML, które przeznaczone są do zapisu określonych własności przestrzennych (geograficznych). Dla zobrazowania schematu aplikacyjnego UML, który jest zgodny z normą ISO 19109, na odpowiadający mu schemat aplikacyjny GML, niezbędne jest postępowanie zgodnie z regułami GML oraz ISO 19118.

Transformacja modelu UML na GML nie jest już tak jednoznaczna, jak ma to miejsce w przypadku XML i nie wszystkie elementy zapisane w UML można bezpośrednio odwzorować w języku GML (np. operacje i ograniczenia nie są kodowane w GML). Na schemat GML mogą być przekształcane jedynie klasy języka UML bez stereotypu lub klasy z określonymi stereotypami (tab.). Klasy języka UML w GML zachowują swoją podstawową nazwę oraz uzyskują przyrostek „Type”, np. klasa *ConditionOfGroundwater* zapisywana jest w schemacie aplikacyjnym GML jako *ConditionOfGroundwaterType*.

Tabela. Stereotypy klas języka UML przekształcane na schemat aplikacyjny GML

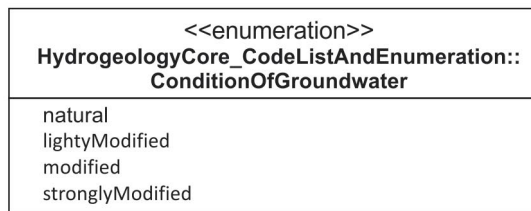
Stereotypy klas języka UML	Objaśnienia
<<FeatureType>>	Element globalny, którego modelem zawartości jest typ XML Schema o zakresie globalnym, pochodzący z rozszerzenia gml:AbstractGMLType, typ właściwości
<<Type>>	Element globalny, którego modelem zawartości jest typ XML Schema o zakresie globalnym, pochodzący z rozszerzenia gml:AbstractGMLType, typ właściwości
<<DataType>>	Element globalny, którego modelem zawartości jest complexType w XML Schema o zakresie globalnym, typ właściwości
<<Union>>	Grupa wyboru, którego elementami są obiekty GML lub obiekty odpowiadające DataType
<<CodeList>>	Unia przekształcenia i wzorca
<<Enumeration>>	Ograniczenie xsd:string z wartościami wyliczenia

Poniżej przedstawiono przykłady zapisu kodowania podstawowych klas modelu UML i ich transformację do języka XML oraz GML. Wybrano elementy modeli pochodzące z modelu danych geologicznych i hydrogeologicznych specyfikacji danych INSPIRE dla tematu *Geologia* oraz *Zasoby mineralne* (INSPIRE, 2011).

I. Klasa <<Enumeration>> (rys. 3). Najprostsze przekształcenie ma miejsce w przypadku klasy wyliczeniowej <<Enumeration>>. W XML Schema stosowany jest typ prosty (*simpleType*) i zapis w GML jest identyczny jak dla XML). Atrybuty klasy wyliczeniowej są zapisywane jako łańcuch znaków (*string*) i stanowią zbiór ograniczony do wartości zdefiniowanych w danej klasie.

<<enumeration>>

UML



XML / GML

```

simpleType ConditionOfGroundwaterType
<xs:simpleType name="ConditionOfGroundwaterType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="natural"/>
    <xs:enumeration value="lightlyModified"/>
    <xs:enumeration value="modified"/>
    <xs:enumeration value="stronglyModified"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

```

Rys. 3. Transformacja UML – XML – GML klasy ze stereotypem <<enumeration>> na przykładzie ConditionOfGroundwater

II. Klasa <<CodeList>> (rys. 4). Listy kodowe <<CodeList>> różnią się od wyliczenia możliwością rozbudowy o nowe, niezdefiniowane wcześniej atrybuty. Podobnie jak w XML, deklaracja typów w GML dla <<CodeList>> odbywa się przez dodanie do głównej nazwy przyrostka „Type”. Jednak w przypadku list kodowych występuje połączenie dwóch typów prostych wewnątrz typu podstawowego (np. klasa UML UseCode zapisywana jest w GML jako UseCodeType i składa się z dwóch typów UseCodeEnumerationType i UseCodeOtherType). Pierwszy z nich jest typowym wyliczeniem opisanym w przykładzie I. Drugi pozwala na dodanie innych wartości poza zdefiniowanymi. Należy zwrócić uwagę, że definicja UseCodeEnumerationType jest identyczna z zapisem w XML.

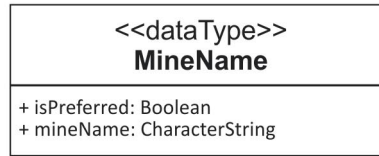
Przykłady III i IV kodowania klas UML w schemacie aplikacyjnym GML przedstawiono na podstawie klas zdefiniowanych w specyfikacji danych INSPIRE dla tematu *Zasoby mineralne* (rys. 5).

III. Klasa <<DataType>>. Klasa w modelu UML ze stereotypem <<DataType>> przekształcana jest na definicję typu – complexType w XML Schema (atrybuty i możliwe powiązania powinny być zadeklarowane jako atrybuty XML lub lokalne elementy XML w konstrukcji sekwencji). Natomiast w oparciu o zbiór reguł kodowania określonych w ISO 19136 Załącznik E, definicja klasy <<DataType>> w schemacie aplikacyjnym UML podlega transfor-



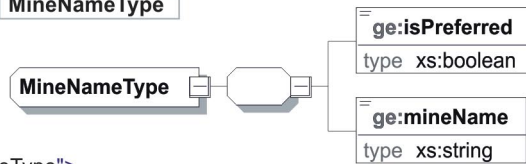
Rys. 4. Transformacja UML – XML – GML klasy ze stereotypem <<CodeList>> na przykładzie WaterUseCode

<<data Type>>
UML



XML

complexType MineNameType

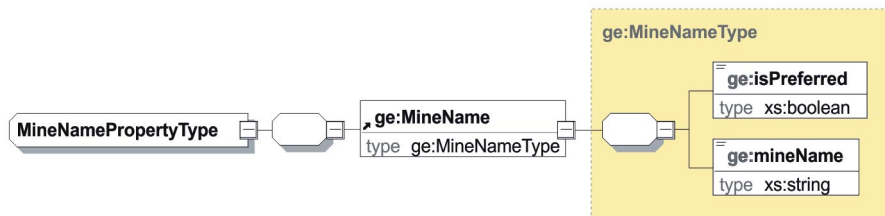


```

<xs:complexType name="MineNameType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="isPreferred" type="xs:boolean"/>
    <xs:element name="mineName" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
    
```

GML

simpleType	MineName
complexType	MineNameType
complexType	MineNamePropertyType



```

<xs:element name="MineName" type="ge:MineNameType" substitutionGroup="gml:AbstractObject"/>
<xs:complexType name="MineNameType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="isPreferred" type="xs:boolean"/>
    <xs:element name="mineName" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="MineNamePropertyType">
  <xs:sequence>
    <xs:element ref="ge:MineName"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
    
```

Rys. 7. Transformacja UML – XML – GML klasy ze stereotypem <<DataType>> na przykładzie klasy MineName

macji do schematu GML przez przekształcenie na deklarację typu oraz element globalny, którego modelem zawartości jest element ComplexType w XML Schema o zakresie globalnym i typie właściwości. Przykładem klasy typu <<DataType>> przynoszącej informacje wykorzystywane jako atrybuty innych klas jest klasa MineName zawierająca dwa atrybuty IsPreferred i mineName. W GML klasa tego typu jest kodowana jako typ złożony (complexType). Zapis między XML a GML różni się nieznacznie (rys. 7).

IV Klasa <<FeatureType>>. Najbardziej rozbudowaną formę kodowania w schemacie aplikacyjnym GML mają klasy ze stereotypem <<FeatureType>>. Klasa taka zapisywana jest jako typ złożony (complexType) (rys. 6).

Szczegółowy opis transferu danych przestrzennych pomiędzy różnymi systemami informatycznymi został przedstawiony w normie ISO 19118 (PN-EN ISO, 2008). W procesie tym mogą pojawiać się problemy związane z niezgodnością pomiędzy plikami XSD eksportowanymi z bazy danych a plikami XSD otrzymanymi z przekształceń UML-GML (Chojka, Zwirowicz, 2009). Autorki sugerują w tym wypadku opracowanie dodatkowego narzędzia pozwalającego konwertować plik XSD na uzgodniony plik XSD.

Podsumowanie

Na obecnym etapie rozwoju geomatyki, modelowanie pojęciowe i opis przestrzennych zbiorów danych geologicznych i hydrogeologicznych za pomocą modeli UML jest podstawowym narzędziem prowadzącym do interoperacyjności zasobów. Niezależnie od wyboru metody budowy infrastruktury informacji przestrzennej, wydaje się bezsporne, że istniejące zasoby danych powinny zostać usystematyzowane, co w przyszłości na pewno powinno ułatwić wymianę danych geologicznych i hydrogeologicznych. SOA niewątpliwie pozwala na w miarę szybkie udostępnienie części zasobu, wygodne dla użytkowników infrastruktury. MDA wiąże się z budową większych systemów i bardziej pasuje do rozwiązań dla całej branży. W tym przypadku model UML powinien mieć charakter rozwiązania wzorcowego i być spójny z założeniami zarówno INSPIRE, jak i globalnych modeli tematycznych GeoSciML, GroundWaterML czy MineralResourceML. Wyzwanie usystematyzowania danych geologicznych i hydrogeologicznych na poziomie infrastruktury krajowej powinno należeć do kompetencji Głównego Geologa Kraju jako Organu Wiodącego IIP. Budowa jednolitego modelu branżowego powinna w przyszłości znacznie ułatwić wdrożenia, przez jego transformacje do konkretnych schematów aplikacyjnych. Oczywiście istnienie modelu branżowego nie wyklucza, a wręcz powinna aktywizować, do rozbudowy o kolejne szczegółowe rozwiązania specjalistyczne. Wykonując transformacje między systemami informatycznymi należy mieć na względzie podstawowe zasady przejścia pomiędzy schematami aplikacyjnymi UML-GML.

Literatura

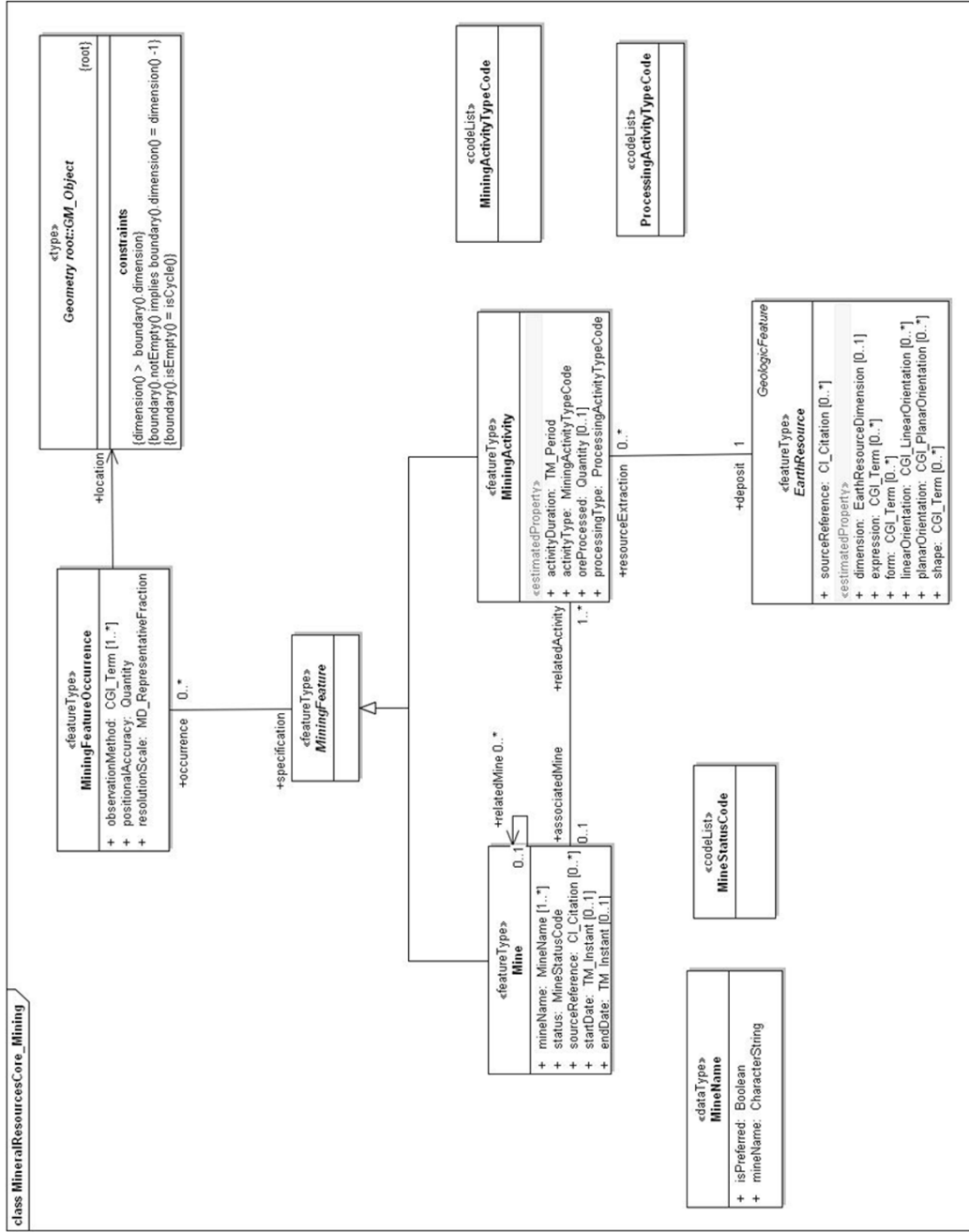
- Bielecka E. (red.), 2009: Modelowanie pojęciowe w projektowaniu i implementacji systemów geoinformacyjnych, Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa.
- Boisvert E., Brodaric B., 2008: GroundWater Markup Language Specification v. 1.0.
URL: http://ngwd-bdnes.cits.rncan.gc.ca/service/api_ngwds/en/gwml.html
- Bray T., Paoli J., Sperberg-Mcqueen C.M., 1998: Extensible Markup Language (XML) 1.0, W3C Recommendation. URL: <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210>

- CEN, 2006: przen./TR 15449: Geographic information – Standards, specifications, technical reports and guidelines, required to implement Spatial Data Infrastructure, Final Draft, CEN.
- Chojka A., Zwirowicz A., 2009: Aspekty implementacyjne schematów aplikacyjnych, *Roczniki Geomatyki*, t.7, z. 4, PTIP, Warszawa.
- Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2007: GIS. Obszary zastosowań, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- INSPIRE, 2007: Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community.
- INSPIRE, 2010: D 2.5 INSPIRE Generic Conceptual Model Guidelines,
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.5_v3_3.pdf
- INSPIRE, 2011: Data Specification on Geology – Draft Guidelines,
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_GE_v2.0.pdf
- PN-EN ISO 2005: ISO 19109:2005: Geographic Information – Rules for application schema.
- PN-EN ISO 2007: ISO 19136:2007: Geographic Information – Geography Markup Language.
- PN-EN ISO 2008: ISO 19118:2008: Geographic Information – Encoding.
- Michalak J., 2009: Zadania środowiska hydrogeologów w budowie infrastruktury INSPIRE, *Biuletyn PIG*, nr 436: 329–334, Warszawa.
- Nalęcz T., 2007: Integracja danych przestrzennych o środowisku naturalnym – wyzwanie dla instytucji z branży ochrony środowiska?, *Roczniki Geomatyki*, t. 5, z. 1, PTIP, Warszawa.
- Nalęcz T. Michalak J., 2011: Model pojęciowy INSPIRE dla tematu geologia jako wstęp do opisu i schematyzacji zjawisk hydrogeologicznych, *Roczniki Geomatyki*, t. 9, z. 4, PTIP, Warszawa.
- Nalęcz T., 2011: Hydrogeologia w czasach INSPIRE, *Biuletyn PIG*, 445, 47-59, Warszawa.
- Pachelski W., 2008: Modelowanie informacji przestrzennej według norm ISO, *Mat. Konferencji Harmonizacja baz danych georeferencyjnych*, Warszawa – Zegrze Południowe.

Abstract

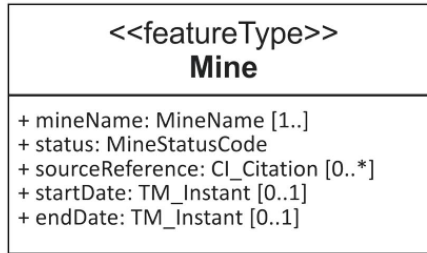
Spatial Data Infrastructure creation and pursuit of interoperability understood as communication between the geoinformation systems requires multidimensional view at spatial data resources already produced. Complete description of various domains, including geology and hydrogeology, requires preparing conceptual models to achieve comprehensive and correct understanding of datasets. Spatial data modeling in geology already has a rich history (GeoSciML), in the case of hydrogeology similar attempts are at very preliminary stage. In Poland, the use of conceptual models presented in both areas requires wider popularization. Therefore, the basic elements of data modeling and transformation are undertaken in this paper. In the future practical application of modeling should facilitate the exchange of geological and hydrogeological data and be a positive contribution to the development of national SDIs.

dr Tomasz Nałęcz
tomasz.nalecz@pgi.gov.pl



Rys. 5. Diagram klas UML: MineralResourcesCore (Mining)

<<featureType>> UML

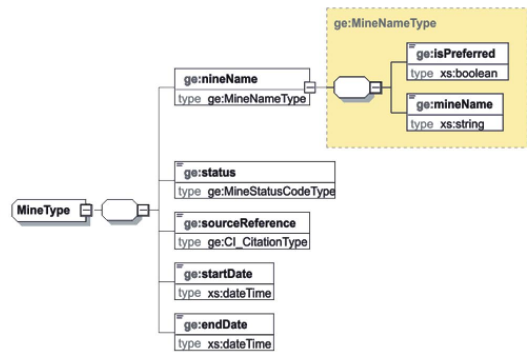


XML



```

<xs:complexType name="MineType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="mineName" type="ge:MineNameType"/>
    <xs:element name="status" type="ge:MineStatusCodeType"/>
    <xs:element name="sourceReference" type="ge:CI_CitationType"/>
    <xs:element name="startDate" type="gml:TimeCalendarType"/>
    <xs:element name="endDate" type="gml:TimeCalendarType"/>
  </xs:sequence>
</xs:extension>
  
```

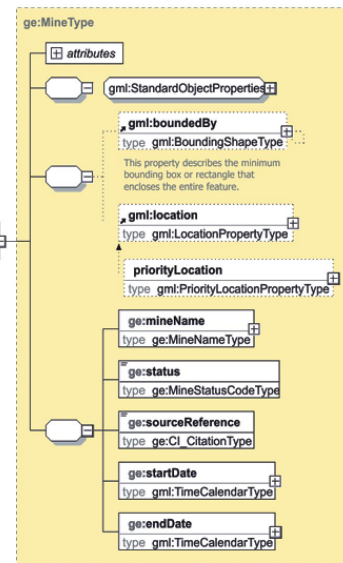


GML



```

<xs:element name="Mine" type="ge:MineType" substitutionGroup="gml:AbstractFeature">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Mine</xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:complexType name="MineType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Typ Mine</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="gml:AbstractFeatureType">
      <xs:sequence>
        <xs:element name="mineName" type="ge:MineNameType"/>
        <xs:element name="status" type="ge:MineStatusCodeType"/>
        <xs:element name="sourceReference" type="ge:CI_CitationType"/>
        <xs:element name="startDate" type="gml:TimeCalendarType"/>
        <xs:element name="endDate" type="gml:TimeCalendarType"/>
      </xs:sequence>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="MinePropertyType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Typ właściwości dla Mine</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:sequence minOccurs="0">
    <xs:element name="Mine" type="ge:MineType"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
  
```



Rys. 6. Transformacja UML – XML – GML klasy <<FeatureType>> na przykładzie klasy Mine