

**ASPEKTY IMPLEMENTACYJNE MODELI POJĘCIOWYCH INFORMACJI  
GEOGRAFICZNEJ**

**CONCEPTUAL MODELS OF GEOGRAPHIC INFORMATION -  
IMPLEMENTATION ASPECTS**

**Wojciech Pachelski<sup>1</sup>, Zenon Parzyński<sup>2</sup>, Agnieszka Zwirowicz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

<sup>2</sup>Politechnika Warszawska

**SŁOWA KLUCZOWE:** SDI, normy ISO, modelowanie pojęciowe, dane referencyjne, instrukcje techniczne GGK

**STRESZCZENIE:** Potrzeba przepływu informacji w systemach informacji geograficznej (GIS) wymusza konstruowanie modeli informacyjnych w kategoriach ogólnych, niezależnych od środowisk sprzętowo-programowych. Celowi temu służy metodyka modelowania pojęciowego, stanowi podstawę zgodnych realizacji narzędziowych w odmiennych środowiskach i w ten sposób gwarantuje efektywny przepływ informacji pomiędzy tymi środowiskami i realizacjami.

Przez geodezyjne składniki infrastruktury danych przestrzennych (SDI), które stanowią dane referencyjne, rozumiane są te produkty działalności geodezyjnej, których charakterystyki i wymagania metodyczne, technologiczne, techniczne, jakościowe, prawne i inne są wyspecyfikowane w instrukcjach i wytycznych technicznych Głównego Geodety Kraju.

Niniejsze opracowanie jest poświęcone niektórym aspektom implementacji modeli pojęciowych informacji geograficznej, a także koncepcji harmonizacji i integracji rozwiązań zawartych w instrukcjach technicznych GGK ze znormalizowanymi według norm europejskich zasadami budowy schematów aplikacyjnych dla poszczególnych zakresów tematycznych SDI, w tym z zawartymi w normach serii ISO 19100 schematami pojęciowymi geometrii i topologii, położenia obiektów geograficznych, aspektów czasowych danych, jakości danych oraz metadanych.

## **1. WSTĘP**

Informacja geograficzna, tzn. informacja w sposób jawny lub niejawni powiązana z powierzchnią Ziemi, będąca przedmiotem zainteresowania wielu nauk o Ziemi, jest coraz powszechniej wykorzystywana wśród wielu instytucji i organizacji. Naturalną cechą systemów informacji geograficznej jest zapewnienie przepływu informacji pomiędzy uczestniczącymi w nich ludźmi, zakresami przedmiotowymi, realizacjami komputerowymi itp. Nie można bowiem wyobrazić sobie żadnej informacji bez możliwości jej przekazania (zakomunikowania). Jest to także warunek konieczny efektywnego współdziałania oddzielnych realizacji GIS, polegającego na przenoszeniu, kojarzeniu i łącznym interpretowaniu informacji pochodzących z różnych źródeł.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego w sprawie INSPIRE definiuje współdziałanie jako możliwość łącznego wykorzystania zbiorów danych przestrzennych oraz usług, zapewniająca spójną i podwyższoną wartość wyniku. Postulat współdziałania wynika bezpośrednio z celów programu INSPIRE, które mówią o powszechnym dostępie do informacji geograficznej poprzez zintegrowane usługi informacyjne oparte na rozproszonych bazach danych, powiązanych wspólnym systemem standardów i protokołów (Smith, 2002).

Projekt INSPIRE ustanawia reguły budowy infrastruktury danych przestrzennych (SDI) w Europie, mającej na celu wspieranie szeroko rozumianego monitoringu, przekształcania, zarządzania i innych działań dotyczących środowiska geograficznego Europy (Antoni *et al.*, 2005). Taka infrastruktura ma wynikać z połączenia infrastruktur krajów członkowskich (m.in. Gaździcki, 2007a i b), co winno zapewnić jej pełną integralność i współdziałanie na wszystkich szczeblach.

Przez geodezyjne składniki infrastruktury danych przestrzennych, które stanowią dane referencyjne, rozumiane są te produkty działalności geodezyjnej, których charakterystyki i wymagania metodyczne, technologiczne, techniczne, jakościowe, prawne i inne są wyspecyfikowane w instrukcjach i wytycznych technicznych Głównego Geodety Kraju. W szczególności zaliczyć tu należy takie produkty, dla których instrukcje i wytyczne definiują, na ogół w sposób niesformalizowany w sensie informatycznym, takie systemy informacyjne, jak mapa zasadnicza i topograficzna, kataster, GESUT, osnowy podstawowe i szczegółowe, zasób geodezyjny i kartograficzny i inne.

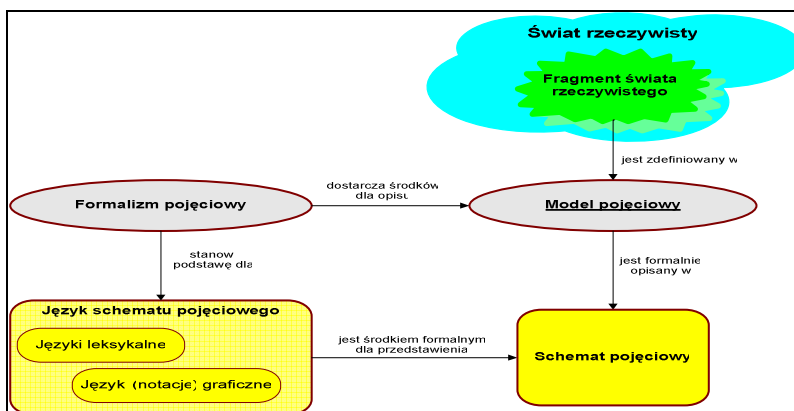
## 2. MODELOWANIE POJĘCIOWE

Postulat współdziałania można ~~to~~ zrealizować przez przyjęcie wspólnych podstaw metodologicznych informacji geograficznej. Takie wspólne podstawy metodologiczne stanowią normy międzynarodowe ISO opracowywane przez Komitet Techniczny 211 (ISO/TC 211). Po stosownym procesie akceptacji i uzgodnień w ramach CEN są one przyjmowane jako normy europejskie, a następnie wprowadzane do zbiorów norm krajowych w poszczególnych krajach członkowskich.

### 2.1. Wprowadzenie pojęcia modelowania pojęciowego

Modelowanie pojęciowe jest ważnym elementem metodologii informacji geograficznej i opiera się zarówno na podstawach teoriopoznawczych informacji geograficznej, jak np. pojęcia czasu i przestrzeni, jak też na metodykach informatycznych opisywania struktur informacyjnych w kategoriach ogólnych oraz na środkach formalnych, z których pomocą opisywane są modelowane struktury.

Modelowanie pojęciowe jest procesem, w trakcie którego powstaje abstrakcyjny opis pewnego fragmentu rzeczywistości ograniczonego przedmiotowo (opisujemy najczęściej wybrane obiekty i ich powiązania) oraz przestrzennie. Opis ten wykonany przy pomocy formalnego języka nazywany jest schematem pojęciowym (Rys. 1).



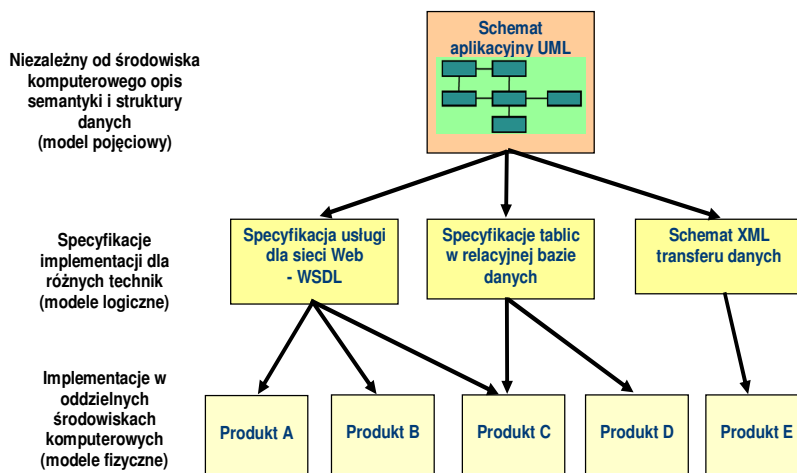
Rys. 1. Proces modelowania pojęciowego

Na schemat pojęciowy składa się zarówno wyobrażenie rzeczywistości jak i wykorzystany formalizm opisu, czyli zastosowany język formalny, np. UML. Należy tu wyraźnie zaznaczyć, że modelowanie dotyczy wyłącznie poziomu typów i struktur danych, a nie konkretnych treści danych. Z punktu widzenia użytkownika proces ten powinien się zakończyć implementacją modelu. I dopiero po implementacji mamy do czynienia z tzw. poziomem *instancji* danych oraz koniecznością praktycznego zrealizowania wymiany danych pomiędzy różnymi platformami i systemami. Schematy pojęciowe, które są budowane dla aplikacji o tych samych wymaganiach co do danych, nazywa się schematami aplikacyjnymi.

## 2.2. *Spatial Data Infrastructure (SDI)*

Wspomniany na wstępie naczelny cel norm i specyfikacji technicznych, jakim jest budowa SDI w sposób zapewniający ich wszechstronne współdziałanie, jest osiągnąć, w myśl omawianej metodologii (CEN/TR 15449, 2006), za pomocą m.in. strategii ukierunkowanej na dane (*data-centric view*) (Rys. 2), polegającej na formułowaniu struktur danych w kategoriach modelowania pojęciowego, tj. jako schematy aplikacyjne i schematy metadanych.

Strategia ta opiera się na tzw. koncepcji modelowej danych (*model-driven approach*), opracowanej przez OMG (2003) i przyjętej w normach międzynarodowych i europejskich serii EN-ISO 19100 (CEN/TR 15449, 2006). Według tej koncepcji szczegółowa struktura informacji jest opisywana za pomocą ściśle sformalizowanego schematu, niezależnego od środowiska komputerowego. Implementacje tego schematu w różnych środowiskach i za pomocą różnych technik, mogą być dokonane poprzez stosowne, ew. zautomatyzowane, przetworzenie takiego schematu, przy czym wszelkie zmiany dotyczące struktur informacyjnych mogą być wprowadzane wyłącznie bezpośrednio do tego schematu, nie zaś bezpośrednio do jego implementacji.

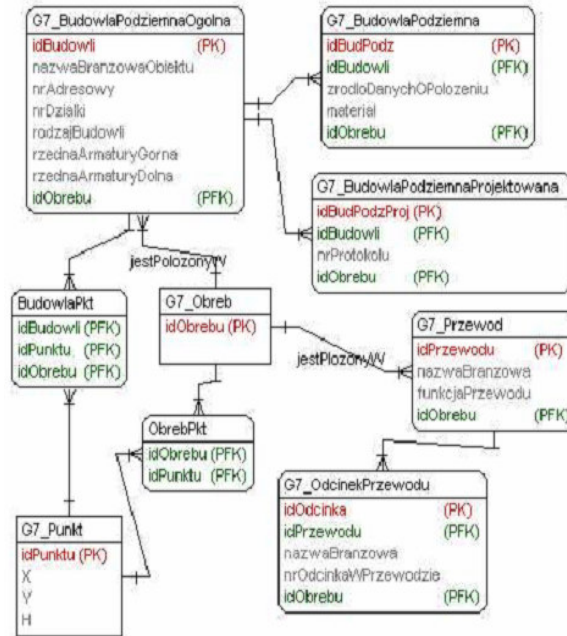


Rys. 2. Strategia budowy SDI oparta na modelu danych

### 3. PRZYKŁADY ŚCIEŻEK IMPLEMENTACYJNYCH

Podstawą implementacji są schematy aplikacyjne (Rys. 2). Zaletą schematów jest ogólny zapis, który nie jest związany z żadną platformą, aplikacją itp. W celu implementacji należy jednak ten ogólny zapis dostosować (przepisać) dla danej metody w postaci modelu logicznego (specyfikacji implementacji). Ostatnim krokiem jest implementacja modeli logicznych w określonych środowiskach komputerowych. Przejście od schematu aplikacyjnego do modelu fizycznego (konkretnej implementacji) można wykonać na różne sposoby (tzw. ścieżki implementacyjne) w zależności od ostatecznego celu. Tym celem może być relacyjna baza danych, schemat XML transferu danych, usługi w sieci Web

Poniżej podano przykłady schematów aplikacyjnych w notacji CASE (elementów sieci uzbrojenia terenu na podstawie instrukcji G-7) (Rys. 3) i UML (metadane upowszechnienia zbiorów danych), (Rys. 5). Następnym krokiem jest przekształcenie schematów aplikacyjnych do modeli logicznych w postaci skryptu SQL (Rys. 4) lub schematu XML (Rys. 5). Modele logiczne są następnie wdrażane w konkretnych narzędziach programowych np. Access (Rys. 6), Aptana IDE (Rys. 7).



Rys. 3. Schemat pojęciowy elementów sieci uzbrojenia terenu w notacji CASE

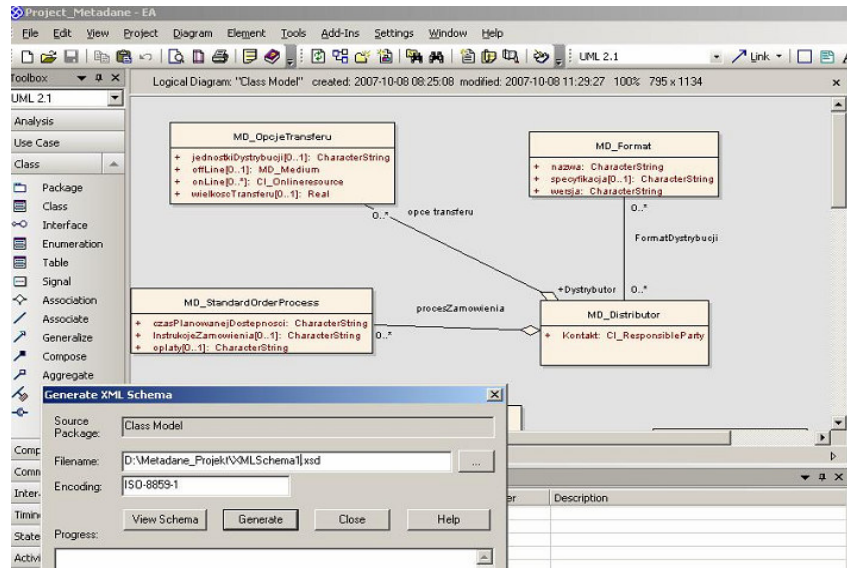
```

.....
Sub CreateTables()

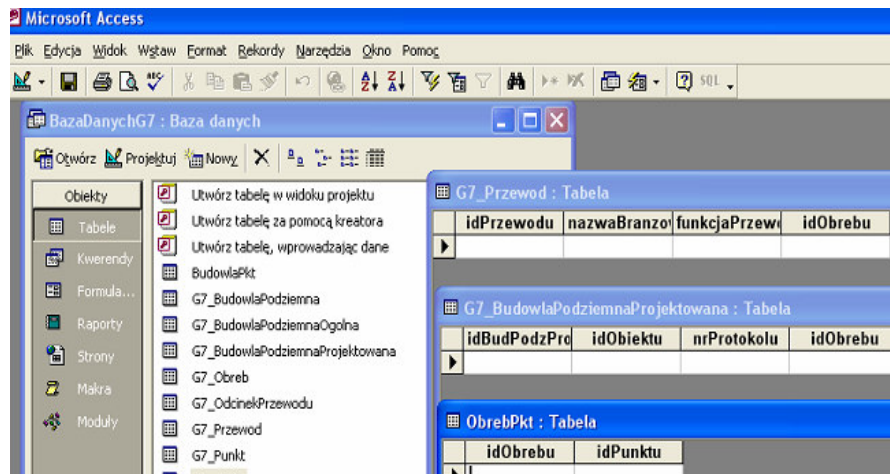
Call CreateTable1 'G7_BudowlaPodziemnaOgolna
Call CreateTable2 'G7_BudowlaPodziemna
Call CreateTable3 'G7_BudowlaPodziemnaProjektowana
Call CreateTable4 'G7_Przewod
Call CreateTable5 'G7_OdcinekPrzewodu
Call CreateTable6 'G7_Obreb
Call CreateTable7 'G7_Punkt
Call CreateTable11 'ObrebPkt
Call CreateTable12 'BudowlaPkt
End Sub

'=== Create table G7_BudowlaPodziemnaOgolna =====
Sub CreateTable1()
    
```

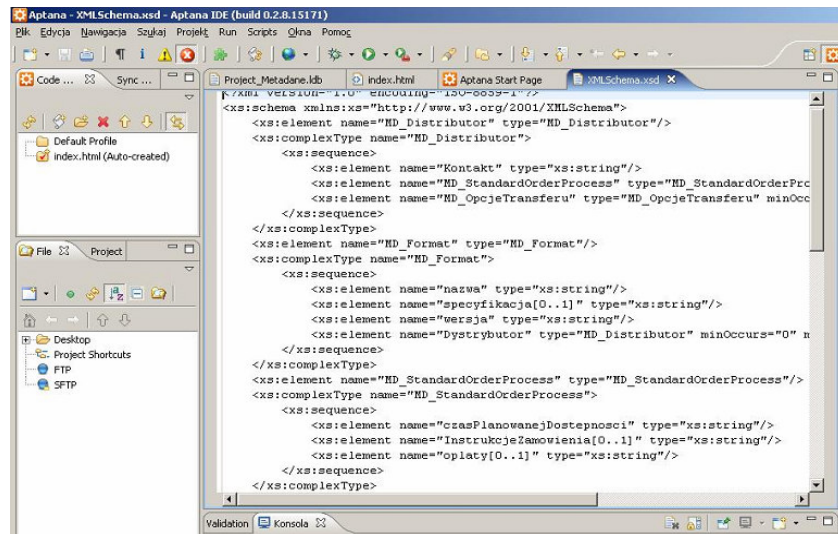
Rys. 4. Skrypt SQL



Rys. 5. Generowanie skryptu XML ze schematu pojęciowego metadanych dotyczących rozpozszeczenia w UML



Rys. 6. Baza danych w MS Access



Rys. 7. Skrypt XML w Aptana IDE

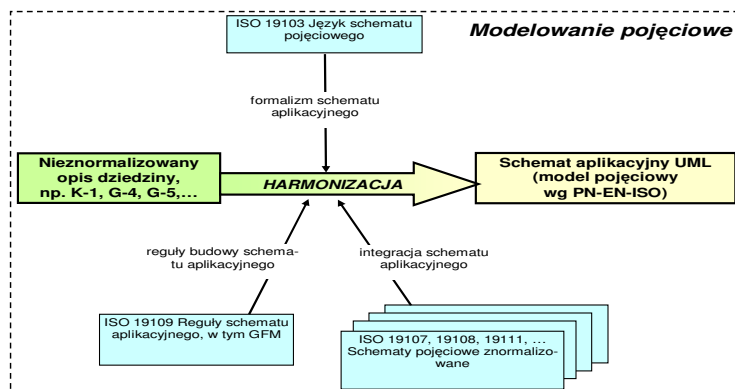
## 4. HARMONIZACJA I INTEGRACJA MODELI POJĘCIOWYCH DANYCH GEOREFERENCYJNYCH

### 4.1. Dane georeferencyjne

Dane referencyjne, zwane również georeferencyjnymi określają położenie podstawowych obiektów w przyjętym układzie współrzędnych i służą jako odniesienie przestrzenne dla danych tematycznych. (Gaździcki, 2007a). Dane referencyjne są rezultatem każdej działalności i procesów geodezyjnych (m.in. projektowych, pomiarowych, obliczeniowych, dokumentacyjnych).

### 4.2. Koncepcja harmonizacji i integracji danych

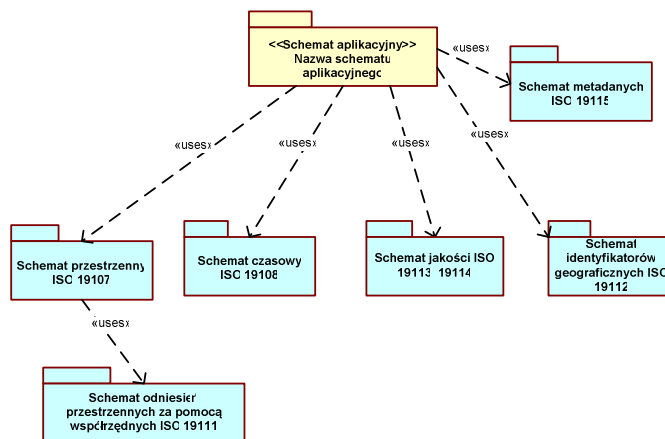
Harmonizacja i integracja danych (Rys. 8) obejmuje następujące etapy: identyfikację dziedziny tematycznej i przegląd wymagań; opracowanie modelu pojęciowego dla danej dziedziny (identyfikacja typów obiektów, ich właściwości, związków i ograniczeń); opisanie tego modelu w przyjętym języku formalnym (tj. jako schemat aplikacyjny UML); integrację tak powstałego schematu aplikacyjnego ze schematami znormalizowanymi geometrii i topologii, jakości, opisu położenia i in.



Rys. 8. Koncepcja harmonizacji i integracji danych

### 4.3. Integracja

Istota integracji schematu aplikacyjnego ze schematami standardowymi sprowadza się do wykorzystania w budowanym schemacie zawartych w normach schematów pojęciowych (lub ich fragmentów) dla typowych i często stosowanych zagadnień (Rys. 9).



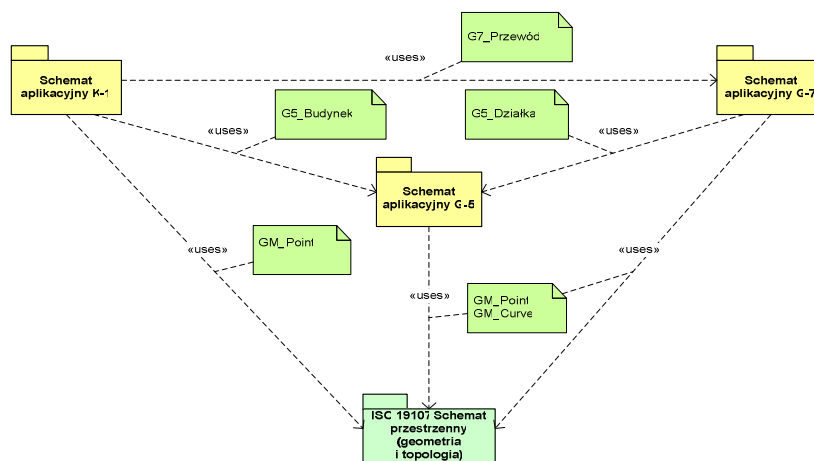
Rys. 9. Przykład integracji schematu aplikacyjnego ze schematami znormalizowanymi

### 4.4. Harmonizacja- wariant I

Najważniejszym etapem harmonizacji jest zapewnienie wewnętrznej spójności logicznej i merytorycznej poszczególnych instrukcji i wytycznych GGK, jak też



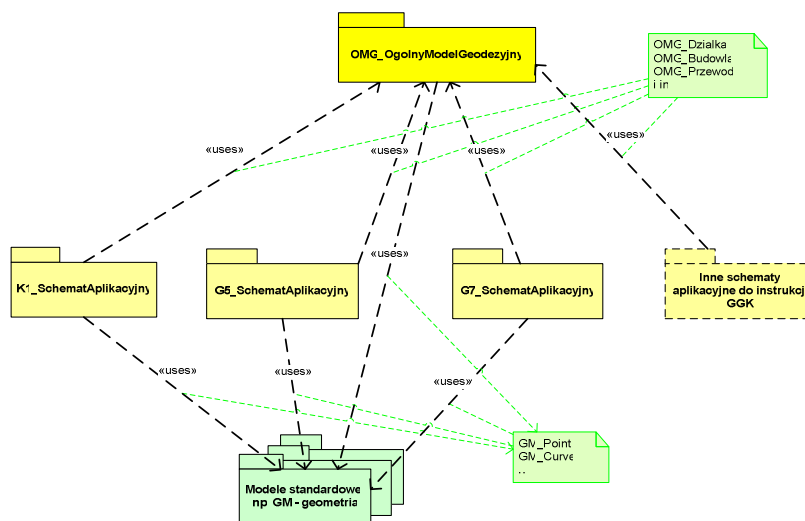
zapewnienie podobnej spójności między nimi. Wynika to ze stosowania ścisłego formalizmu informatycznego dla zapisu odpowiednich schematów pojęciowych. Etap ten polega, po skompletowaniu typów obiektów wraz z ich atrybutami, powiązaniemi i ograniczeniami, na uzgodnieniu definicji tych samych typów obiektów występujących w różnych instrukcjach. Według tej koncepcji poszczególne schematy aplikacyjne korzystają wzajemnie ze definiowanych identycznych struktur informacyjnych (typów danych, stereotypów, klas, interfejsów), jak na przykład schemat K-1 z definicji przewodu według G-7, G-7 zaś z definicji działki według G-5, itd., ignorując tym samym oryginalne, odpowiednie dla K-1 i G-7, definicje przewodu i działki (Rys. 10). Oznacza to preferowanie pewnych definicji typów obiektów w jednych schematach i ignorowanie w innych. Może to prowadzić do nieadekwatności użytych definicji. Z tych powodów należy uznać tę strategię za niepraktyczną w omawianej sytuacji.



Rys. 10. Przykładowy diagram pakietów UML dla harmonizacji schematów aplikacyjnych

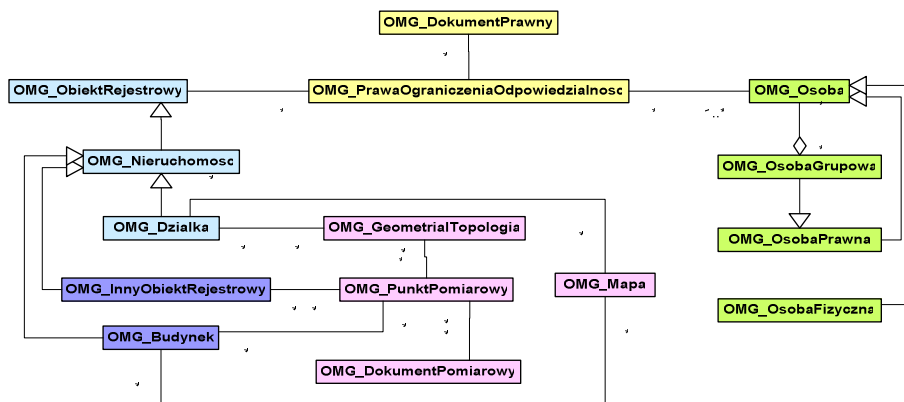
#### 4.5. Harmonizacja- wariant II

Innym podejściem do zagadnienia, alternatywnym w stosunku do powyższego może być koncepcja tzw. ogólnego modelu geodezyjnego (OMG), która jest preferowana w niniejszym opracowaniu. OMG jest abstrakcyjnym uogólnieniem modeli tematycznych odpowiadających instrukcjom i wytycznym GGK. Z jednej strony powinny być (lub są) w nim zdefiniowane podstawowe dane referencyjne, z drugiej strony również uogólnione definicje tych klas (typów danych), które występują w kilku schematach aplikacyjnych. Konkretna klasa w danym schemacie byłaby specjalizacją klasy modelu OMG (Rys. 11)



Rys. 11. Przykładowy diagram harmonizacji schematów tematycznych z OMG oraz integracji ze schematami standardowymi

Jako OMG może być przyjęty tzw. szkieletowy model katastru (*Core Cadastral Domain Model*, CCDM), według (Lemmen *et al.*, 2006). W uproszczonej postaci model ten jest przytoczony (Rys. 12)



Rys. 12. Diagram klas UML dla wstępnej wersji proponowanego ogólnego modelu geodezyjnego (OMG), opartego na FIG CCDM wg (Lemmen *et al.*, 2006)

## 5. LITERATURA

- Annoni A., Smits P. 2005. Towards a Directive establishing an Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE). CEN/TC287 WG5 meeting, 17 March 05.
- 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.
- Gaździcki J., 2007a. Problematyka transpozycji dyrektywy INSPIRE do prawa polskiego.
- Gaździcki J., 2007b. INSPIRE jako przedmiot współpracy międzyresortowej w Polsce.  
[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).
- Lemmen Ch., van Oosterom P., 2006: FIG Core Cadastral Domain Model Version 1.0. GIM, Vo. 20, Issue 11, Nov. 2006.
- OMG, 2003. Object Management Group, Model Driven Architecture, Guide Version 1.0.1.  
<http://www.omg.org/mda/>
- Smits P. 2002. Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE), Architecture and Standards Position Paper.

### CONCEPTUAL MODELS OF GEOGRAPHIC INFORMATION - IMPLEMENTATION ASPECTS

KEY WORDS: SDI, ISO standards, conceptual modelling, reference data, instructions of Surveyor General of Poland

SUMMARY: The need for information flow in GIS requires creating information models which are generic and software-independent. Conceptual modelling is the base for consistent implementations of different tools and software, and guarantees an efficient information flow between such implementations.

The surveying components of SDI, which are the reference data, are understood as such products of surveying activity whose specifications, methodical, technical and technological, quality, legal and other requirements are set out in the instructions and guidelines of the General Surveyor of Poland. In particular, products whose instructions are not defined in formalised IT information systems, are covered.

The present paper covers not only certain implementation aspects of conceptual models of geographic information, but also the issues relating to the integration and harmonisation of solutions, contained in the instructions of the General Surveyor of Poland, with the normalised principles of creating applications schemes for individual SDI thematic domains, in accordance with ISO 19100 standards and standard schemes (e.g. temporal, quality, geometry, topology, spatial referencing) and metadata.

prof. dr hab. inż. Wojciech Pachelski  
e-mail: wp@planeta.uwm.edu.pl

dr inż. Zenon Parzyński  
e-mail: Z.Parzynski@gik.pw.edu.pl

dr inż. Agnieszka Zwirowicz  
e-mail: agnieszka.zwirowicz@uwm.edu.pl