



**POLSKIE  
TOWARZYSTWO  
INFORMACJI  
PRZESTRZENNEJ**

# **ROCZNIKI**      **2003** **GEOMATYKI**

**Podstawy metodyczne i technologiczne  
infrastruktur geoinformacyjnych**

**Janusz Michalak**

**Tom I  
Zeszyt 2  
Warszawa**

**ZESPÓŁ REDAKCYJNY**  
EDITORS

dr Marek Baranowski  
prof. dr hab. Jerzy Gaździcki – Redaktor Naczelny  
dr Janusz Michalak  
mgr inż. Ewa Musiał – Sekretarz Naukowy

**RADA PROGRAMOWA**  
EDITORIAL ADVISORY PANEL

dr Joanna Bac-Bronowicz  
prof. dr hab. Stanisław Białousz – przewodniczący  
prof. dr hab. Andrzej Ciołkosz  
dr hab. Konrad Eckes, prof. AGH  
prof. dr hab. Marek Graniczny  
prof. dr hab. Józef Jachimski  
dr inż. Dariusz Korpetta  
dr hab. Adam Linsenbarth, prof. IGiK – wiceprzewodniczący  
prof. dr hab. Bogdan Ney  
prof. dr hab. Heronim Olenderek  
dr hab. Janusz Ostrowski, doc. IMUZ  
prof. dr hab. Stanisław Oszczak  
mgr inż. Andrzej Sambura  
płk dr Eugeniusz Sobczyński  
prof. dr hab. Elżbieta Wysocka

**ZESPÓŁ STAŁYCH RECENZENTÓW**  
REVIEWERS

dr hab. Konrad Eckes, prof. AGH  
prof. dr hab. Jerzy Gaździcki  
prof. dr hab. Heronim Olenderek  
prof. dr hab. Wojciech Pachelski

Copyright by Stowarzyszenie *Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej*

Roczniki Naukowe ISSN 1731-5522

---

Przygotowanie do druku i druk: WIEŚ JUTRA Sp. z o. o.  
Projekt okładki i układu typograficznego: Barbara Werbanowska  
Tłumaczenie na język angielski: Maciej Tekielski

## **PRZEDMOWA**

*Temat pracy dra Janusza Michalaka jest w pełni aktualny. Wynika on z szybkich postępów geomatyki oraz odpowiada potrzebom istniejącym w Polsce w zakresie systemów i infrastruktur geoinformacyjnych, tworzonych na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym, a ostatnio również europejskim i globalnym.*

*Praca ta ma charakter monografii ujmującej w sposób syntetyczny metody i techniki o znaczeniu podstawowym dla rozwoju wymienionych wyżej systemów i infrastruktur. Z tej też przyczyny powinna się ona spotkać z żywym zainteresowaniem w interdyscyplinarnym środowisku związanym z geoinformacją jako produktem i jednocześnie tworzywem o wszechstronnym zastosowaniu. Geoinformacja jest przecież niezbędna w różnych dziedzinach działalności człowieka wymagających modelowania obiektów i zjawisk w przestrzeni ziemskiej oraz podejmowania decyzji dotyczących tej przestrzeni.*

*Ukończenie pracy nastąpiło bezpośrednio przed oddaniem jej do druku, co oznacza, że odzwierciedla ona stan wiedzy, terminologię i poglądy Autora istniejące we wrześniu roku 2003. Czytelnik korzystający z tej publikacji w przyszłości powinien brać pod uwagę niezwykle szybki rozwój geomatyki.*

*Dr Janusz Michalak od wielu lat zajmuje się naukowo geoinformacją oraz jej stosowaniem w hydrogeologii. W Uniwersytecie Warszawskim prowadzi prace wiążące się z członkostwem tego uniwersytetu w Open GIS Consortium – międzynarodowej organizacji, której znaczenie dla rozwoju metod, technologii i standardów współczesnych, interoperowalnych systemów geoinformacyjnych trudno jest przecenić.*

*Jerzy Gaździcki*

**JANUSZ MICHALAK**  
**Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego**  
**Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa**  
**e-mail: [J.Michalak@uw.edu.pl](mailto:J.Michalak@uw.edu.pl)**  
**tel. (022) 55-40-529 fax (022) 55-40-001**  
**<http://netgis.geo.uw.edu.pl>**

**Słowa kluczowe: infrastruktura geoinformacyjna, infrastruktura danych przestrzennych, interoperacyjność systemów informatycznych, modele pojęciowe geoinformacji, mapy w sieci WWW, język GML, usługowy model infrastruktury**

### **Streszczenie**

*Metodyka i technologia budowania infrastruktury geoinformacyjnej, zwanej również infrastrukturą danych przestrzennych - to ważny i jeden z trudniejszych problemów, przed jakimi stoi obecnie geomatyka. Monolityczne i izolowane systemy typu GIS nie są w stanie podolać zadaniom, jakie stawia obecnie w zakresie geoinformacji administracja państwowa, gospodarka i społeczeństwo. Wynikające stąd wymagania spełnić mogą jedynie systemy i infrastruktury współpracujące ze sobą w ramach sieci komputerowej. Rezultatami studiów i analiz nad potrzebami w zakresie geoinformacji są koncepcje budowy infrastruktur geoinformacyjnych na różnych poziomach i o różnym zasięgu - lokalnym, regionalnym, krajowym oraz międzynarodowym, w tym globalnym. Również kraje europejskie przystąpiły do opracowania koncepcji Europejskiej Infrastruktury Danych Przestrzennych - ESDI, której podstawę metodyczną i technologiczną będą stanowiły specyfikacje OpenGIS i standardy ISO 19100. Aby to przedsięwzięcie dało oczekiwane rezultaty projekt powinien uwzględniać:*

- *Różnorodność danych geoprzestrzennych, z jakimi mamy do czynienia w różnych dziedzinach, a w konsekwencji różnorodność modeli pojęciowych tych danych.*
- *Różnorodność wymagań w zakresie dokładności, postaci i aktualności, w zależności od tego, kto i w jakim celu dane geoprzestrzenne potrzebuje, co prowadzi do konieczności uwzględnienia wielu różnych typów usług geoinformacyjnych.*
- *Możliwość łączenia danych zgromadzonych w bazach i przesyłanych na bieżąco z różnych źródeł, często bardzo odległych.*
- *Możliwość dynamicznej selekcji i konwersji danych w taki sposób, aby na czas dotarły do zamawiającego w odpowiednim zakresie i dogodnej postaci.*

*Obecne technologie informatyczne pozwalają sprostać tym wymaganiom, lecz wiele problemów z zakresu geomatyki nie jest jeszcze dostatecznie rozwiązanych, chociaż prace nad nimi są prowadzone w wielu ośrodkach.*

*Publikacja ta zawiera przegląd najistotniejszych problemów metodycznych i technologicznych związanych z projektowaniem i budową infrastruktur geoinformacyjnych. Przedstawia się sposoby rozwiązywania tych problemów i uzyskane już rezultaty. Do najważniejszych należą:*

- *Modelowanie pojęciowe z zastosowaniem języka UML dla różnych typów danych, z jakimi mamy do czynienia w różnych dziedzinach.*
- *Interfejsy łączenia systemów geoinformacyjnych (i ich podsystemów) dla wspólnego wykonywania zadań na podstawie koncepcji interoperacyjności.*
- *Modele różnorodnych usług geoinformacyjnych wykorzystujące interfejsy i dotyczące opisanych w modelach struktur danych.*
- *Wyspecjalizowane języki przeznaczone do zapisu geoinformacji, zarówno w systemach komputerowych, jak i w sieci.*

*Rozwiązania technologiczne mają decydujący wpływ na poprawność i efektywność funkcjonowania infrastruktury. Jednak odpowiednie zastosowanie technologii jest uzależnione od sposobu podejścia do problemów bardziej podstawowych, jakimi są ontologia i semantyka informacji geoprzestrzennej z uwzględnieniem różnorodności tematyki, formy i struktury tej informacji.*

**Keywords: spatial data infrastructure, computer systems interoperability, conceptual models of geodata, web-mapping, Geography Markup Language (GML), service-oriented model of infrastructure**

#### *Abstract*

*Methodology and technology of constructing geoinformation infrastructure, also called spatial data infrastructure, constitute an important and one of the most difficult problems faced by geomatics. Monolithic and isolated systems of the GIS type are not able to cope with the tasks in the area of geoinformation required today by the government, the economy and the society. Such requirements may be only met by the systems and infrastructures cooperating with each other within a computer network. Studies and analyses on the requirements in the area of geoinformation resulted in concepts of building geoinformation infrastructures on various levels and with different range – local, regional, national and international, including a global one. European countries also started to develop a concept of ESDI (European Spatial Data Infrastructure), for which the methodological and technological basis will provide OpenGIS specifications and ISO 19100 standards. In order to achieve expected results the project should take into account:*

- Variety of geospatial data we deal with in various areas and, consequently, a variety of conceptual data models.*
- Variety of requirements as regards accuracy, form and immediate interest depending on who and for what purpose needs geospatial data, which results in the necessity to take into account many various types of geoinformation services.*
- Possibility of linking data accumulated in databases and transmitting as they come from various sources, sometimes very distant ones.*
- Possibility of dynamic selection and conversion of data in such a way that they would timely reach the customer in appropriate scope and in convenient form.*

*Current information technologies allow to meet these requirements, but many problems as regards geomatics are still not sufficiently resolved, though many centres work on them.*

*This publication contains a review of the most relevant methodological and technological problems connected with design and construction of geoinformation infrastructures. It presents the ways to resolve these problems and the results already achieved. The most important of them are:*

- Conceptual modeling with application of UML language for various types of data with which we deal in different areas.*
- Interfaces for linking geoinformation systems (and their subsystems) for joint execution of tasks on the basis of the concept of interoperability.*
- Models of diversified geoinformation services with the use of interfaces and related to the structure of data described in models.*
- Specialized languages for recording geoinformation, both in computer systems and in a*

## Spis treści

1. Wstęp .....	11
2. Podstawowe założenia INSPIRE .....	12
2.1. Inicjatywa INSPIRE .....	12
2.1.1. Cele i zadania INSPIRE .....	14
2.1.2. Podstawowe pojęcia dotyczące INSPIRE .....	14
2.1.3. Sytuacja w okresie poprzedzającym .....	16
2.1.4. Koncepcja i model pojęciowy ESDI .....	17
2.2. Główne problemy metodyczne i technologiczne infrastruktury geoinformacyjnej .....	19
2.2.1. Rozwój systemów geoinformacyjnych .....	20
2.2.2. Interoperacyjność systemów jako podstawa infrastruktury .....	21
2.2.3. Interdyscyplinarność i wielopoziomowość zagadnień geomatyki .....	21
2.2.4. Ontologia, semantyka i obiektowość geoinformacji .....	23
2.2.5. Problemy geomatyki specyficzne dla poszczególnych dyscyplin .....	29
3. Modele pojęciowe danych, usług i interfejsów .....	35
3.1. Rola standardów w projektowaniu i budowie infrastruktur .....	35
3.2. Podstawowe pojęcia – struktura danych, interfejs i usługa .....	36
3.3. Modele pojęciowe dotyczące geoinformacji .....	38
3.3.1. Język UML i jego profil dla geomatyki .....	38
3.3.2. Programy narzędziowe dla UML (Rational Rose) .....	40
3.3.3. Modele abstrakcyjne i implementacyjne .....	42
3.3.4. Konwersja modeli abstrakcyjnych do modeli implementacyjnych .....	47
3.3.5. Modele ogólne i aplikacyjne (dziedzinowe lub tematyczne) .....	49
3.3.6. Stopień złożoności modeli i harmonizacja diagramów .....	50
3.4. Zapis modelu UML z zastosowaniem języka XML .....	51
3.4.1. XMI – XML dla wymiany metadanych o modelach pojęciowych .....	51
3.4.2. Program narzędziowy HyperModel .....	52
3.5. Technologie komponentowe w geomatyce .....	52
3.6. Rola języka XML w interoperacyjności infrastruktury geoinformacyjnej .....	54
4. Mapy w sieci WWW ( <i>WebMapping</i> ) .....	55
4.1. Podstawy technologiczne .....	56
4.2. Standard OpenGIS-WMS: interfejs i protokół (HTTP-GET) .....	57
4.3. Trzy podstawowe tryby komunikacji .....	58
4.4. Serwery kaskadowe .....	59
4.5. Rozbudowane przeglądarki map .....	61
4.6. Przykłady serwerów zgodnych z WMS .....	62
4.6.1. Minnesota WebMapServer .....	63
4.6.2. Polska aplikacja serwera Minnesota – Telkonet .....	66
4.6.3. Deegree WebMapServer .....	67
4.6.4. Oprogramowanie firmy Cubewerx .....	69
4.6.5. Oprogramowanie firmy Ionic Software .....	70

---

5. Język GML ( <i>Geography Markup Language</i> ) .....	73
5.1. Podstawy języka XML .....	73
5.2. Oprogramowanie narzędziowe XML Spy .....	78
5.2.1. Diagramy XML Spy .....	79
5.3. GML jako aplikacja XML dla geoinformacji .....	81
5.4. MasterMap jako przykład zastosowania GML .....	83
5.4.1. Projekt systemu obsługi MasterMap .....	92
5.5. Deegree GML Viewer/Converter .....	95
5.6. Lista oprogramowania implementującego GML .....	96
5.7. Reguły opracowywania aplikacji GML .....	96
5.7.1. Konwersja modeli aplikacyjnych UML do GML 3 .....	101
5.8. Transformowanie dokumentów GML do innych języków XML .....	101
5.9. Zobrazowanie geoinformacji zapisanej w GML .....	102
6. Rozwijane i planowane technologie geoinformacyjne .....	103
6.1. Integracja usług geoinformacyjnych .....	103
6.2. CICE – środowisko współdziałania w sytuacjach krytycznych .....	105
6.2.1. Lista projektów specyfikacji usług w ramach CICE .....	106
6.2.2. Problemy technologiczne integracji usług geoinformacyjnych .....	107
6.2.3. Przykłady rozwiązań – GNS serwer nazw geograficznych .....	111
6.3. Systemy programowe OpenSource dla geoinformacji .....	113
6.3.1. OpenMap firmy BBN .....	114
6.3.2. Deegree – Uniwersytet w Bonn .....	115
6.4. Harmonizacja i konwersja do XML modeli standardu ISO 19100 .....	118
6.4.1. Projekt NIMA dotyczący standardu ISO 19115 – Metadane .....	119
6.4.2. Projekty Grupy Nordyckiej .....	125
6.5. Technologie gridowe .....	126
6.5.1. MeteoGRID – zastosowanie UNICORE do geoinformacji .....	127
6.5.2. Przykłady zastosowania DataGRID do geoinformacji .....	128
Słownik terminów używanych w tekście .....	131
Literatura .....	137



## 1. WSTĘP

Publikacja niniejsza zawiera przegląd problemów metodycznych i technologicznych związanych z budową infrastruktury geoinformacyjnej i sposobów ich rozwiązywania. Zagadnienia te stały się ostatnio bardzo istotne, ponieważ obecnie w Polsce podejmowane są prace nad stworzeniem standaryzacyjnych, architektonicznych i technologicznych podstaw pozwalających na opracowanie projektu Polskiej Infrastruktury Geoinformacyjnej zgodnej z założeniami i rozwiązaniami opracowywanymi w Unii Europejskiej w ramach inicjatywy INSPIRE.

W pierwszej kolejności publikacja ta zostanie użyta jako podstawowy materiał warsztatów naukowych organizowanych przez Polskie Towarzystwo Informatyki przestrzennej w Warszawie 8. października 2003 r. Uboczne cele dydaktyczne wpłynęły na ujęcie tematu, charakteryzujące się znaczną liczbą ilustracji, diagramów w języku UML, przykładów oraz uzupełniających informacji ułatwiających korzystanie z literatury oraz dostępnych źródeł internetowych.

## Słownik terminów używanych w tekście

- Abstrakcyjny** – obiekt, atrybut, typ, klasa (*abstract – object, attribute, type, class*) – Określony niezależnie od implementacji, bez szczegółów związanych z określoną implementacją (uwarunkowaniami technologicznymi) lub z określoną aplikacją (uwarunkowaniami wynikającymi z dziedziny zastosowania). Na przykład wynik pomiaru w znaczeniu niezależnym jako atrybut w modelu pojęciowym nie musi mieć określonego typu. Typ będzie zależał od fizycznego charakteru mierzonego elementu i od typu przyrządu pomiarowego.
- Abstrakcyjny model pojęciowy** (*abstract conceptual model*) – Model pojęciowy niezależny od technicznych i technologicznych uwarunkowań, przy których pomocy będzie realizowane jego praktyczne zastosowanie. Model taki może być zapisany przy pomocy języka UML lub w inny sformalizowany sposób. Patrz: model pojęciowy.
- Aplikacyjny model pojęciowy** (*applicational conceptual model*) – Model pojęciowy przeznaczony dla konkretnego systemu lub dla konkretnej dziedziny zastosowań. Z reguły jest bardziej szczegółowy niż model abstrakcyjny. Patrz: model pojęciowy.
- Atrybut** (*attribute*) – Właściwość wyróżnienia lub obiektu określona przez nazwę tej właściwości i zakres wartości, jakie mogą być przypisane tej nazwie dla określenia właściwości.
- Atrybut geoprzestrzenny** (*geospatial attribute*) – Właściwość (cecha) wynikająca z faktu, że wyróżnienie zajmuje pewne miejsca w rzeczywistości w sensie geoprzestrzennym. Najczęściej przez domniemanie przyjmuje się, że określenie geoprzestrzenny obejmuje również czas, czyli jest równoznaczne z określeniem czasogeoprzestrzenny. Przykładami takich atrybutów są: wielkość, kształt, położenie, przynależność geoprzestrzenna (np. leży w obrębie), relacje geoprzestrzennych względem innych wyróżnień (np. odległość lub rodzaj sąsiedztwa).
- Atrybut niegeoprzestrzenny** (*non-geospatial attribute*) – Wszystkie pozostałe atrybuty niezwiązane z odniesieniem przestrzennym. Atrybuty te mogą należeć zarówno do wyróżnień geoprzestrzennych, jak i do innych obiektów i wystąpień niegeoprzestrzennych.
- Baza wiedzy – 1:** Repozytorium informacyjne wraz z środkami przechowywania, utrzymywania i udostępniania, które oprócz danych statycznych przechowuje także reguły logiczne, reguły aktywne, grafy wiedzy, sieci semantyczne, ograniczenia, perspektywy, zapamiętane procedury, itp. Podział na bazy wiedzy i bazy danych nie jest precyzyjny, gdyż współczesne bazy danych również posiadają niektóre z tych własności (Subieta, 1999). 2: Trwała i ogólnodostępna reprezentacja wiedzy istniejącej w organizacji, służąca do podniesienia efektywności pracy. Jej zadania to: gromadzenie i kodyfikacja wiedzy, zmiana kultury organizacji (Nowicki i Staniszkis, 2002).
- Dane** (*data*) – 1: Jednostki informacji, czyli pojedyncze fragmenty informacji. Dane niezorganizowane nie stanowią informacji i często są bezużyteczne. Dane zorganizowane stanowią elementy informacji. Zorganizowanie danych może być jawne, na przykład w językach znacznikowych lub niejawne, na przykład miejsce umieszczenia adresu na kopercie decyduje, czy jest to adres nadawcy czy odbiorcy. 2: Fakty, statystyki, opinie i przewidywania zebrane z różnych wewnętrznych i zewnętrznych źródeł. Dane bez kontekstu są szumem (Nowicki i Staniszkis, 2002).
- Dane geoprzestrzenne** (*geospatial data*) – 1: Dane w sensie zdefiniowanym przez informatykę, ale w odróżnieniu od innych rodzajów danych są one odniesiona do określonego miejsca (fragmentu przestrzeni) i w rezultacie niezbędnymi ich składnikami są dane określające położenie tego miejsca względem Ziemi. 2: Dane przestrzenne dotyczące Ziemi i wszystkich obiektów przestrzennych z nią związanych (Gaździcki, 2001).

**DPC** (*Distributed Computing Platform*) – Platforma przetwarzania rozproszonego. Przykładami są: DCE (*Distributed Computing Environment*), DCOM (*Distributed Common Object Model*), CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*), a także w pewnym sensie Java i XML.

**Encja** (*entity*) – Pojęcie z modelu encja-związek, oznaczające konkretny lub abstrakcyjny byt wyróżnialny w modelowanej rzeczywistości. W odróżnieniu od obiektu, encja nie jest kojarzona z metodami (Subieta, 1999).

**Geomatyka** (*geomatics*) – 1: Dziedzina wiedzy i technologii zajmująca się zagadnieniami pozyskiwania, zbierania, utrzymywania, analizy, interpretacji, przesyłania i wykorzystania informacji geoprzestrzennej, czyli związanej z miejscem, którego położenie jest określone względem Ziemi (Michalak, 2000a; 2001a). 2: Dyscyplina naukowo-techniczna zajmująca się pozyskiwaniem, analizowaniem, interpretowaniem, upowszechnianiem i praktycznym stosowaniem geoinformacji (Gaździcki, 2001).

**Geometria wyróżnienia** (*feature geometry*) – Podzbiór atrybutów geoprzestrzennych wyróżnienia odnoszących się wyłącznie do tych cech, które zależą od przyjętego układu odniesienia lub odwzorowania. Na przykład na różnych mapach świata kształt Antarktydy jest różny. Patrz: wyróżnienie.

**GML** (*Geography Markup Language*) – Aplikacja języka (metajęzyka) XML przeznaczona do kodowania geoinformacji w celu przesyłania jej pomiędzy różnymi systemami – *on-line*, niezależnie od platformy sprzętowo-systemowej i niezależnie od charakteru i technologii systemu GI. Obecna wersja 3.0 pozwala na zapis danych w wymiarowości przestrzennej 4D, co czyni ten język bardzo atrakcyjnym w zastosowaniach geologicznych.

Implementacyjny model pojęciowy (*implementational conceptual model*) - Model pojęciowy uwzględniający technologiczne środowisko, w którym będzie realizowana jego aplikacja. Na przykład zapisany w formie schematu XML model implementacyjny powinien spełniać wymagania określonego standardu lub bardziej ogólnej specyfikacji. Patrz: model pojęciowy.

**Informacja** (*information*) – 1: Dane komputerowe, które są zorganizowane i przedstawione w usystematyzowanej formie dla zrozumiałości ich podstawowego znaczenia. Związki pomiędzy informacją i danymi wyjaśnia definicja danych. 2: Dane interpretowane w kontekście określonego celu (Nowicki i Staniszkis, 2002).

**Informacja geoprzestrzenna** (*geospatial information*) – 1: Informacja w sensie zdefiniowanym przez informatykę, ale w odróżnieniu od innych rodzajów informacji jest ona odniesiona do określonego miejsca (fragmentu przestrzeni) i w rezultacie niezbędnymi jej składnikami są dane określające położenie tego miejsca względem Ziemi. 2: Informacja uzyskiwana w drodze interpretacji danych geoprzestrzennych (Gaździcki, 2001).

**Interoperacyjność** (*interoperability*) – Dziedzina badawcza i praktyczna zajmująca się współpracą niezależnie zbudowanych (heterogenicznych) systemów, szczególnie w sieciach komputerowych. Zagadnienia te obejmują między innymi: budowę systemów otwartych, łączenie starszego oprogramowania z nowymi systemami, budowę wspólnego obrazu danych i wspólnego języka dostępu do danych, dostęp do obcych baz, automatyczną translację pomiędzy językami komunikacji, a także opracowywanie różnorodnych standardów w zakresie interoperacyjności. Synonim: współdziałanie (Subieta, 1999).

**Klasa** (*class*) – Pojęcie klasy jest używane w trzech dość bliskich znaczeniach: (1) zbiór obiektów o zbliżonych własnościach; (2) byt semantyczny rozumiany jako miejsce przechowywania takich cech grupy podobnych obiektów, które są dla nich niezmiennie (np. zestawu atrybutów, nazwy, metod, ograniczeń dostępu); (3) wyrażenie językowe specyfikujące budowę obiektów, dozwolone operacje na obiektach, ograniczenia dostępu, wyjątki, itd. Zwykle klasy wiąże się ze sobą poprzez hierarchię (lub inną strukturę) dziedziczenia (Subieta, 1999).

**Merologia** (*merology*) – Patrz: topologia wyróżnienia.

- Metadane** (*metadata*) – 1: Dane o danych. 2: Dane na temat zawartości, jakości, warunków i innych cech charakterystycznych zbioru danych (ISO, 2002c). 3: W odniesieniu do zbioru danych geoprzestrzennych, są to dane o tym zbiorze określające zawarte w nim dane pod względem: położenia i rodzaju obiektów oraz ich atrybutów, pochodzenia, dokładności, szczegółowości, aktualności, zastosowanych standardach, prawach własności i prawach autorskich (Gaździcki, 2001). 4: Wszelkie dane opisujące zawartość bazy danych: schemat, podschematy poszczególnych użytkowników, typy danych, opis semantyki danych, opis rozmieszczenia i organizacji fizycznej danych, liczności i statystyki dotyczące danych i ich wykorzystania, prawa dostępu do danych, itd. (Subieta, 1999).
- Metafora** (*metaphor*) – W teorii informacji: Zestaw pojęć, terminów, wyobrażeń, obiektów itd. dobrze rozumianych przez ludzi, który służy jako podstawowa koncepcja ułatwiająca zrozumienie złożonego układu, na przykład interfejsu użytkownika (Subieta, 1999). Przykładem takiej metafory jest „pulpit”, czyli traktowanie ekranu komputera jak blatu stołu. Przykładem metafory w hydrogeologii jest „zwierciadło” wody podziemnej.
- Metamodel** (*metamodel*) – W założeniu, model definiujący składnię, semantykę i pragmatykę wprowadzonego modelu, notacji lub diagramu. Metamodel proponowany przez autorów UML ustala pewne elementy składni diagramów, ograniczenia typologiczne, klasyfikację pojęć oraz związki pomiędzy pojęciami (Subieta, 1999).
- Metoda** (*method*) – Procedura, funkcja lub operacja przypisana do klasy obiektów i dziedziczona przez jej podklasy (Subieta, 1999).
- Metodyka** (*methodology*) – Zestaw pojęć, notacji, modeli formalnych, języków i sposobów postępowania służący do analizy rzeczywistości (stanowiącej przedmiot projektowanego systemu informatycznego) oraz do projektowania pojęciowego, logicznego i/lub fizycznego. Zwykle metodyka jest powiązana z odpowiednią notacją (diagramami) służącymi do zapisywania wyniku poszczególnych faz projektu, jako środek wspomagający ludzką pamięć i wyobraźnię i jako środek komunikacji w zespołach oraz pomiędzy projektantami i klientem (Subieta, 1999).
- Model pojęciowy** (*conceptual model*) – 1 (w informatyce): Model procesów (funkcjonujących w systemie informatycznym) lub model struktury danych odwołujący się do ludzkiej percepcji i wyobraźni, mający za zadanie zrozumienie problemu, udokumentowanie wyniku analizy lub projektu w czytelnej i abstrakcyjnej formie językowej oraz ułatwienie komunikacji w zespołach ludzkich (Subieta, 1999). 2 (bardziej ogólnie): Reprezentacja wybranych właściwości przestrzeni rozważań (*universe of discourse*) przy użyciu encji (klas lub typów wyróżnień) oraz zależności między nimi (Gaździcki, 2001). 3 (w geomatyce): Model identyfikujący i definiujący typy zjawisk świata rzeczywistego (lub typy reprezentujących je wyróżnień przestrzennych) i typy występujących pomiędzy nimi zależności i powiązań.
- Model pojęciowy struktur danych** (*conceptual model of data structures*) – Model pojęciowy stanowiący podstawę programowania układu danych w określonym systemie z zastosowaniem wybranego języka programowania, np. C++ lub SQL.
- Model semantyczny** (*semantic model*) – Zestaw pojęć, technik i notacji mający na celu odwzorowanie semantyki danych, czyli ich znaczenia w świecie zewnętrznym. Modele semantyczne wprowadzają w tym celu pojęcia, takie jak: generalizacja, specjalizacja, asocjacja, agregacja, klasyfikacja, własności temporalne, zdarzenia, własności behawioralne, itd. Przykładem prostego modelu semantycznego jest model encja-związek. Niekiedy terminem „model semantyczny” określa się również konkretny diagram (lub inną formę językowo-graficzną) odwzorowującą rzeczywistość opisywaną przez dane (Subieta, 1999).
- Obiekt** (*object*) – 1: W teorii informacji – konkretny lub abstrakcyjny byt (wystąpienie) wyróżnialny w modelowanej rzeczywistości, posiadający nazwę, jednoznaczną identyfikację, wyraźnie określone granice, atrybuty i inne właściwości takie jak rodzaj struktury wewnętrznej lub struktury danych z nim związanych. Te składniki obiektu określają: jego stan (poprzez wartości atrybutów

i powiązania) i jego zachowanie się (poprzez operatory i funkcje, czyli metody) (Subieta, 1999). 2: W geomatyce przyjmuje się, że obiekt jest wystąpieniem klasy i jest to oparte na paradygmacie obiektowości wywodzącym się z języka UML, który jest tu przyjęty do opisu modeli pojęciowych (OMG, 2001). 3: W kartografii – definicja obiektu jest inna i jest zbliżona do potocznego rozumienia tego słowa, np. obiekt wojskowy, sportowy, turystyczny i inne. Patrz również (Gaździcki, 2001) oraz (Gaździcki, 2003a).

**OCL** (*OCL – Object Constraint Language*) – Język ograniczeń obiektowych. Przeznaczony do uzupełniania i uściślenia modelu zapisanego przy pomocy języka UML. W ramach tego języka, obok jego własnej notacji, można używać na przykład notacji języka C++ lub opisów tekstowych.

**Ontologia** (*ontology*) – 1: W filozofii – dział filozofii zajmujący się teorią bytu i strukturą rzeczywistości. 2: W teorii informacji – formalna specyfikacja (przy użyciu logiki matematycznej) obiektów, pojęć i innych bytów, które istnieją w pewnej dziedzinie, oraz formalna specyfikacja związków, które pomiędzy tymi bytami zachodzą. Ontologia razem ze zbiorem poszczególnych wystąpień powyższych elementów tworzy bazę wiedzy w danej dziedzinie (Guarino, 1998). 3: Pojęciowy model dziedziny bazy wiedzy obejmujący klasy obiektów i klasy powiązań, klasyfikatory obiektów, definicje procesów oraz reguły wnioskowania (Nowicki i Staniszkis, 2002).

**Pokrycie geoprzestrzenne** (*geospatial coverage*) – Dwu- (lub czasami więcej-) wymiarowa metafora dla zjawiska występującego na lub w pobliżu powierzchni ziemi. W podstawowym znaczeniu tego terminu pokrycia (i obrazy) pozwalają „zobaczyć” w n-wymiarach (gdzie n jest zwykle 2, a czasami 3 lub więcej) jakąś (zwykle bardziej złożoną) przestrzeń wyróżnienia geoprzestrzennego. Cenną zaletą pokryć jest możliwość modelowania i zobrazowania geoprzestrzennych relacji pomiędzy zjawiskami występującymi na Ziemi i geoprzestrzennego rozłożenia tych zjawisk. Pokrycie jest szczególnym przypadkiem (lub podtypem) wyróżnienia. W schemacie aplikacyjnym pokrycie jest funkcją, która dokonuje projekcji domeny geoprzestrzennej do domeny atrybutów. Przykładami pokryć są: obraz rastrowy, powierzchnia zbudowana z wieloboków i macierzowy model powierzchni (np. terenu). Pokrycia są często implementowane jako zbiór danych przypisanych do określonego atrybutu jako wartości związane z położeniem w ograniczonej przestrzeni (OGC, 1999).

**Pomiar** (*measurement*) – Wystąpienie procedury do wyznaczenia wartości elementu naturalnego zjawiska, najczęściej z zastosowaniem instrumentu lub czujnika. W modelach pojęciowych systemów informatycznym jest to specyfikowane jako typ wyróżnienia dynamicznego, które ma składnik zawierający wynik pomiaru. Wyróżnienie pomiarowe ma także położenie, czas i odniesienie do metody zastosowanej dla uzyskania wartości. Wyróżnienie pomiarowe wiąże wartość z położeniem i metodą lub instrumentem.

**Rozmyty** – obiekt, wyróżnienie, granica lub atrybut (*fuzzy – object, feature, boundary or attribute*) – Obiekt, wyróżnienie lub atrybut jest określany jako rozmyty w przypadku, gdy granice, atrybuty lub ich wartości nie są ostre, to znaczy istnieje wyraźna niejednoznaczność dotycząca granic, atrybutów lub ich wartości. Przykładami mogą być: granica góry lub synkliny, pole temperatur powietrza lub objętość rzeki, pole hydrodynamiczne lub hydrochemiczne, strefa wahań zwierciadła wody lub wzniosu kapilarnego.

**Schemat** (*schema*) – 1: Opis logicznej struktury bazy danych lub innego systemu związanego z danymi, np. interfejsu wymiany danych (XML Schema). 2: Opis atrybutów wyróżnień, lub bardziej dokładnie – specyficzny model atrybutów dla wyróżnień określony przy pomocy elementarnych typów danych i ograniczeń dotyczących tych typów (Buehler, McKee, 1996).

**Schemat aplikacyjny** (*application schema*) – Schemat przeznaczony dla konkretnego systemu lub dla konkretnej dziedziny zastosowań.

**Schemat implementacyjny** (*implementation schema*) – Schemat uwzględniający technologiczne środowisko, w którym będzie realizowana jego aplikacja. Na przykład zapisany w formie schematu XML.



- Semantyka** (*semantics*) – 1: W znaczeniu ogólnym – jest to dział lingwistyki zajmujący się badaniem znaczenia wyrazów, fraz i zdań. 2: W informatyce – odnosi się do znaczenia przypisanego danym, fragmentowi programu lub strukturze zapisanej w formie diagramu. W nieformalnych modelach danych semantyka oznacza odwzorowanie danych lub schematów (diagramów, modeli) w obrazy pojęciowe (konceptyjne) dotyczące modelowanej rzeczywistości (Subieta, 1999).
- Słownik** (*dictionary*) – 1: Ogólnie – miejsce przechowywania lub baza danych terminów oraz ich wyjaśnień dotyczących pewnej dziedziny działalności związanej np. z analizą i projektowaniem systemu informatycznego (Subieta, 1999). 2: Klasa lub inna struktura przechowująca dane połączone w pary „hasło→znaczenie” (np. pl→Polska) i przeznaczona do przekodowywania informacji.
- Specyfikacja** (*specification*) – 1: Abstrakcyjny opis bytu programistycznego (procedury, modułu, klasy, obiektu, bazy danych, itp.) określający reguły użycia lub ustalający podstawowe założenia jego implementacji (Subieta, 1999). 2: Dokument lub opis, który określa w sposób kompletny, precyzyjny i sprawdzalny wymagania, projekt lub charakterystykę systemu lub jego fragmentu i często także procedury dla określenia czy te wymagania są spełnione.
- Standard** (*standard*) – Inaczej norma. Wzorzec rozwiązania sprzętowego lub programowego zatwierdzony przez instytucję standaryzacyjną lub przyjęty nieformalnie wskutek dużego upowszechnienia, w przypadku standardów informatycznych najczęściej o zasięgu światowym. Do najważniejszych instytucji opracowujących standardy należą: ISO, IEEE, ANSI. Przykładami standardów są: RS-232-C (fabryczny standard interfejsu sprzętowego), ANSI C++ (oficjalny standard języka programowania), POSIX (standard IEEE przenośnego systemu unixowego), CORBA (standard obiektowych systemów rozproszonych) (Płoski, 1999).
- Stereotyp** (*stereotype*) – W terminologii UML, klasyfikacja elementu modelu posiadająca semantyczne konsekwencje. Stereotypy mogą być predefiniowane lub zdefiniowane przez użytkownika. Stereotypy (najczęściej) są pewnymi oznaczeniami graficznymi na diagramach wraz z przypisanym im znaczeniem (Subieta, 1999).
- Struktura** (*structure*) – Termin w C++ (także w innych językach) na oznaczenie zestawu nazwanych wartości, w innych językach odpowiada jej zapis lub rekord (Subieta, 1999).
- Tabela** (*table*) – Struktura danych implementowana w relacyjnych bazach danych, często nazywana relacją. Tabela składa się z wierszy lub inaczej krotek. Trzeba zwrócić uwagę, że pomiędzy relacją (w sensie matematycznym) i tabelą występują dość istotne różnice koncepcyjne. Tabela jest wyposażona w nazwy kolumn (które niosą informację semantyczną) (Subieta, 1999).
- Tablica** (*array*) – 1: Często synonim tabeli w systemach relacyjnych. 2: W językach programowania termin ten oznacza strukturę danych tego samego typu, której elementy są indeksowane liczbami całkowitymi. Dostęp do elementu następuje poprzez podanie nazwy tablicy oraz indeksu elementu (Subieta, 1999).
- Topologia** (*topology*) – 1: W matematyce – dział badający te własności figur, które nie ulegają zmianom przy różnego rodzaju przekształceniach, np. przy wyginaniu lub kurczeniu się. 2: W geomatyce – naukowe wyjaśnienie relacji pomiędzy połączonymi lub sąsiadującymi ze sobą punktami, liniami i obszarami, a szczególnie pomiędzy właściwościami obiektów, które się nie zmieniają podczas transformacji wynikających ze zmian odwzorowania (ISO, 2002c).
- Topologia wyróżnienia** (*feature topology*) – Podzbiór atrybutów geoprzestrzennych wyróżnienia odnoszących się wyłącznie do tych cech, które nie zależą od przyjętego układu odniesienia lub odwzorowania, np. fakt, że Warszawa leży nad Wisłą, a jej dzielnica Praga na prawym brzegu tej rzeki. Zagadnieniami przynależności jednego wyróżnienia lub obiektu do innego jako części należącej do całości zajmuje się merologia (merology), a jeżeli ta przynależność ma sens przestrzenny to merotopologia (merotopology) (Smith, Mark, 1998).
- Treść** (*content*) – Istotna (merytoryczna, dla danego odbiorcy) część informacji, ponieważ informacja może zawierać również część dotycząca formy przedstawianej treści. Z tego względu termin

ten jest bardziej zrozumiały, jeżeli przeciwstawi się mu formę, jako mniej istotną część informacji. Określenie „przerost formy nad treścią” stosowane do niektórych stron WWW dobrze ilustruje relację pojęcia treści do pojęcia informacji.

**UML** (*Unified Modeling Language*) – Pojęcia i notacje służące do obiektowej analizy, modelowania i projektowania, opracowana przez czołowych metodologów: G. Booch, I. Jacobson, J. Rumbaugh; rozpowszechniana przez firmę Rational Inc. UML jest następcą OMT, metodyki Booch'a oraz metodyki opartej na przypadkach użycia (*use cases*) Jacobson'a. UML jest lansowany jako standard notacyjny, również jako fragment standardu OMG (Subieta, 1999). Najnowsza wersja UML 1.4 ukazała się w roku 2001.

**Ustanowiony** – obiekt, wyróżnienie, granica lub atrybut (*fiat – object, feature, boundary or attribute*) – Obiekt, wyróżnienie lub atrybut jest określany jako ustanowiony w przypadku, gdy nie jest on naturalnie wyodrębnialny z otaczającej go rzeczywistości. W geomatyce najczęściej odnosi się to do wyznaczenia granic, które wyznacza się arbitralnie w oparciu o określoną hipotezę lub bez uwzględniania przesłanek wynikających z obserwacji (Smith, 2001). Przykładem może być terenowa jednostka administracyjna (gmina lub powiat), granica zatoki od strony morza lub granice jednostki geologicznej lub hydrogeologicznej o charakterze ciągłym, np. monokliny lub zbiornika wód podziemnych. Przeciwnością ustanowionego jest autentyczny (rzeczywisty, genuine).

**Wyróżnienie geoprzestrzenne** (*geospatial feature*) – 1: Podstawowy fragment (atom) informacji geoprzestrzennej. Posiada atrybuty geoprzestrzenne (geometryczne i topologiczne) np. kształt, rozciągłość, położenie, relacje z innymi wyróżnieniami. Często pojęcie wyróżnienie jest mylone z pojęciem obiekt, jednak wyróżnienie może być obiektem, ale też może nim nie być (Mark i in., 2001). Ponieważ w geomatyce wszystkie wyróżnienia są geoprzestrzenne, przymiotnik geoprzestrzenny jest na ogół pomijany i używa się krótszego terminu wyróżnienie. 2: Cyfrowa reprezentacja zjawiska (bytu) świata rzeczywistego lub jego abstrakcja w modelu pojęciowym. Wyróżnienie ma określone miejsce w przestrzeni i czasie jako jego atrybuty (Buehler, McKee, 1996). Przykładem wyróżnienia może być prawie wszystko, co może być umieszczone w przestrzeni i czasie stół, budynek, miasto, drzewo, fragment lasu, ekosystem, trasa przejazdu lub wyż atmosferyczny jako obszar wysokiego ciśnienia powietrza. 3: Abstrakcja zjawiska świata rzeczywistego. Termin wyróżnienie może odnosić się do typu zjawiska lub jego konkretnego wystąpienia (ISO, 2002c), np. „rzeka” i „Wisła”.

**XML** (*eXtensible Markup Language*) – Język (metajęzyk) znacznikowy przeznaczony do strukturalnego zapisu informacji. Jest następcą języka SGML (*Standard Generalized Markup Language*) który w roku 1986 został ujęty standardem ISO 8879 i do dziś jest szeroko stosowany do zapisu dokumentów i publikacji – między innymi w Bibliotece Kongresu Stanów Zjednoczonych i w Państwowych Wydawnictwach Naukowych.

**Zbiór** (*set*) – 1: W terminologii obiektowych baz danych (np. ODMG) konstruktor typu/klasę nawiązujący do matematycznego pojęcia zbioru. Obiekt lub wartość typu zbiór można dowolnie zwiększać o nowe elementy oraz usuwać z niej elementy; nie może ona jednak zawierać dwóch identycznych elementów. Porządek elementów w zbiorze nie ma znaczenia (Subieta, 1999). 2: kolekcja obiektów lub wartości określonego typu lub bez reprezentacji typu (ISO, 2002c). 3: Skończona lub nieskończona liczba obiektów jakiegoś rodzaju, wystąpień (bytów) lub pojęć, które mają określone wspólne właściwości (atrybuty, cechy).

## Literatura dotycząca tematu

- ARCINIEGAS F., 2002 – *C++ XML*. Wyd. MIKOM, Warszawa.
- BAUR F. L., GOOS G., 1977 – *Informatyka*. Wyd. NT, Warszawa.
- BECHHOFFER S., BROEKSTRA J., DECKER S., ERDMANN M., FENSEL D., GOBLE C., VanHARMELEN F., HORROCKS I., KLEIN M., McGUINNESS D., MOTTA E., PATEL-SCHNEIDER P., STAAB S., STUDER R., 2000 – *An informal description of Standard OIL and Instance OIL*. OTK-Project Document Archive, Free University of Amsterdam. URL: <http://www.ontoknowledge.org/oil/download/oil-whitepaper.pdf>
- BOOCH G., RUMBAUGH J., JACOBSON I., 2002 – *UML – przewodnik użytkownika*. Wyd. Nauk.-Tech., Warszawa.
- 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>.
- BREUNIG M., 2001 – *On the Way to Component-Based 3D/4D Geoinformation Systems*. Springer, Berlin.
- BUECHLER K., McKEE L. (ed.), 1996 – *The OpenGIS Guide – Introduction to Interoperable Geoprocessing – Part I of the Open Geodata Interoperability Specification (OGIS)*. OGIS TC Document 96-001, Open GIS Consortium, Wayland.
- CA, FUJITSU, (Computer Associates International, Inc. and FUJITSU LIMITED) 2001 – *Jasmine ODB – The Object Database, Database Design and Implementation, 2.02*. Computer Associates International Arch., New York. URL: <http://support.ca.com/techbases/jasmine/jasii/JasmineODBOption2.02Solaris/dbdesign.pdf>
- CARLSON D., 2001 – *Modeling XML Applications with UML: Practical e-Business Applications*. Addison-Wesley, Boston.
- CATTELL R. (Ed.), BARRY D., BERLER M., EASTMAN J., JORDAN D., RUSSELL C., SCHADOW O., STANIENDA T., VELEZ F., 2000 – *Object Data Standard: ODMG 3.0*. Elsevier Science, New York.
- COX S. (ed.), 2002 – *Observations and Measurements*. OGC Interoperability Program Report – Engineering Specification, OpenGIS Project Document 02-027. OGC, Wayland. URL: <http://www.ned.dem.csiro.au/XMML/docs/ObservationsDIPR.pdf>.
- COX S., 2001b – *An approach to encoding Coverages in GML*. XMML Project Arch., Perth. URL: <http://www.ned.dem.csiro.au/XMML/issues/coverage.html>.
- COX S., DAISEY P., LAKE R., PORTELE C., WHITESIDE A., (Eds.) 2002 – *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, Version 3.00*. OGC Arch., Wayland. URL: <http://member.opengis.org/tc/archive/arch02/02-023r4.pdf>.
- FUJITSU LTD, 2000 – *Jasmine 2000 – Object Database Management System*. Fujitsu Ltd. Arch., Kawasaki. URL: <http://software.fujitsu.com/en/Jasmine/jasmineodb.pdf>.
- GAŹDZICKI J., 2001 (dodruk poprawiony: 2003) – *Leksykon geomatyczny – Lexicon of geomatics*. Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej, Warszawa.
- GAŹDZICKI J., 2003a – *Kompendium infrastruktury danych przestrzennych – Część I skróconej wersji polskiej podręcznika "Developing Spatial Data Infrastructure: The SDI Cookbook"*. Geodeta – magazyn geoinformacyjny, 93, 2: 37-40.
- GAŹDZICKI J., 2003b – *Kompendium infrastruktury danych przestrzennych – Część II skróconej wersji polskiej podręcznika "Developing Spatial Data Infrastructure: The SDI Cookbook"*. Geodeta – magazyn geoinformacyjny, 94, 3: 29-32.
- GAŹDZICKI J., 2003c – *Kompendium infrastruktury danych przestrzennych – Część III skróconej wersji polskiej podręcznika "Developing Spatial Data Infrastructure: The SDI Cookbook"*. Geodeta – magazyn geoinformacyjny, 95, 4: 37-40.



- GAŹDZICKI J., 2003d – *Kompendium infrastruktury danych przestrzennych – Część IV skróconej wersji polskiej podręcznika "Developing Spatial Data Infrastructure: The SDI Cookbook"*. Geodeta – magazyn geoinformacyjny, 96, 5: 35-38.
- GOTTIER B., BEDDOE D., DAVIDSON J., HERRING J. R., COSENTINO M., MUNTZ R., 1998 – *OpenGIS Simple Features Specification for CORBA, Revision 1.0*. OGC Arch., Wayland. URL: <http://www.opengis.org/techno/sfr1/sfcorbarev10.pdf>.
- GRAHAM I., 2001 – *Object-Oriented Methods – Principles & Practice*. 3rd Edition. Addison-Wesley, Boston.
- GRAVES M., 2002 – *Projektowanie baz danych – XML – vademecum profesjonalisty*. Wyd. Helion, Gliwice.
- GUARINO N., 1998 – *Formal Ontology and Information Systems*. W: Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, 6-8 June 1998. Amsterdam, IOS Press, pp. 3-15.
- HEBERT J., LOGAN A., WANG F., RAVADA S., WEI R., SHARMA J., GERINGER D., 1999 – *Oracle8i Spatial – User's Guide and Reference, Release 8.1.5*. Doc. No. A67295-01, Oracle Corp. Arch., URL: <http://technet.oracle.com/doc/oracle8i816/inter.816/a77132.pdf>.
- HENNING M., VINOSKI S., 1999 – *Advanced CORBA Programming with C++*. Addison-Wesley, Boston.
- HERRING J., KOTTMAN C., 1997 – *Features and Coverages for the Layman*. OpenGIS Newsletter, 2,4: 6-7.
- INSPIRE (Architecture and Standards WG), 2002a – *INSPIRE Architecture and Standards Position Paper*. JRC - Institute for Environment and Sustainability, Ispra. EEA, European Environmental Agency. URL: <http://inspire.jrc.it/reports/positionpapers/inspireastppv42en.pdf>
- INSPIRE (Environmental Thematic Coordination Group), 2002b – *Environmental thematic user needs – Position Paper*. JRC – Institute for Environment and Sustainability, Ispra. EEA, European Environmental Agency. URL: [http://inspire.jrc.it/reports/position\\_papers/inspireectppv23en.pdf](http://inspire.jrc.it/reports/position_papers/inspireectppv23en.pdf)
- ISO, 1992 – ISO 10303-11 (DIS) Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 11: *Description methods: The EXPRESS language reference manual*. ISO Pub. Center, Geneva.
- ISO, 2002a – ISO 19123 (CD) – *Geographic information – Schema for coverage geometry and function*. ISO/TC211 Document. NTS, Oslo.
- ISO, 2002b – ISO 19108:2002 – *Geographic information – Temporal Schema*. ISO/TC211 Document. NTS, Oslo.
- ISO, 2002c – ISO 19104 (DIS) – *Geographic information – Terminology*. ISO/TC211 Document. NTS, Oslo.
- ISO, 2002d – ISO/TC 211 – *Geographic information/Geomatics – Programme of Work*. ISO/TC211 Document. NTS, Oslo.
- ISO, 2002e – ISO 19103 (TS) – *Geographic information – Conceptual Schema Language*. ISO/TC211 Document. NTS, Oslo.
- ISO, 2002f – ISO 19107 (DIS) – *Geographic information – Spatial Schema*. ISO/TC211 Document. NTS, Oslo.
- KAJAN E., 2002 – *Information Technology Encyclopedia and Acronyms*. Springer, Berlin.
- KAZIENKO P., GWIAZDA K., 2002 – *XML na poważnie*. Wyd. Helion, Gliwice.
- KLEIN M., FANSEL D., VanHARMEL F., HORROCKS I., 2000 – *The relation between ontologies and XML schemata*. Proc. of 14th European Conference on Artificial Intelligence, Berlin. URL: <http://delicias.dia.fi.upm.es/WORKSHOP/ECAI00/7.pdf>
- KUHN W., 1997 – *Liaison contribution from OGC: Toward Implemented Geoprocessing Standards: Converging Standardization Tracks for ISO/TC 211 and OGC*. OpenGIS Project Document. OGC, Wayland. URL: <http://www.statkart.no/isotc211/211n418.PDF>.
- LAKE R., 1999 – *Introduction to GML – Geography Markup Language*, Galdos Systems Inc. Arch. URL: <http://www.focalpoint.org/galdos/GMLIntroduction.html>

- LARMAN C., 2001 – *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and the Unified Process* (2nd Edition). Prentice Hall, New Jersey.
- LINSENBARTH A., 2003 – *INSPIRE: przedstawienie zwrotnicy – 7. Spotkanie Grupy Ekspertów INSPIRE*, Rzym, 10-11 lipca. *Geodeta – magazyn geoinformacyjny*, 99, 8: 39-41.
- MARK D. M., SKUPIN A., SMITH B., 2001 – Features, Objects, and other Things: Ontological Distinctions in the Geographic Domain. *Spatial Information Theory, Proceedings of COSIT 2001*, Springer. URL: <http://wings.buffalo.edu/philosophy/faculty/smith/articles/COSIT01MSS.pdf>.
- MARK D. M., SMITH B., 2001 – *A Science of Topography: Bridging the Qualitative-Quantitative Divide*. *Geographic Information Science and Mountain Geomorphology*. Springer-Praxis, URL: <http://wings.buffalo.edu/philosophy/faculty/smith/articles/topography.pdf>
- McKEE L., OSTENSEN O., 1997 – *ISO/TC 211 and OGC Collaborate on Geographic Processing Standards*. Joint press release – TC 211 and OGC. URL: <http://www.statkart.no/isotc211/pressfv.htm>.
- MERCER D., 2001 – *XML – kurs podstawowy*. Wyd. Edition 2000, Kraków.
- MICHALAK J., 1998 – *OpenGIS – rozproszone obiekty w ujęciu praktycznym*. Mat. IV Konf. GIS w praktyce. Wyd. Centrum Promocji Informatyki, Warszawa, s. 5-14.
- MICHALAK J., 2000a – *Geomatyka (geoinformatyka) – czy nowa dyscyplina?* *Prz. Geol.*, 48, 8: 673-678.
- MICHALAK J., 2000b – *GML – język zapisu geoinformacji*. Mat. X Konf. Systemy Informacji Przestrzennej. Wyd. PTIP, Warszawa, s. 189-198.
- MICHALAK J., 2001a – *Geomatyka czy geoinformatyka – dodatkowe wyjaśnienia*. *Prz. Geol.*, 49, 6: 499-503.
- MICHALAK J., 2001b – *Problemy standaryzacji w GIS*. Mat. VIII Konf. GIS w praktyce. Wyd. Centrum Promocji Informatyki, Warszawa, s. 30-35.
- MICHALAK J., 2002 – *Interoperacyjność w zakresie informacji geoprzestrzennej*. Mat. XII Konf. Systemy Informacji Przestrzennej, Wyd. PTIP, Warszawa, s. 41-50.
- MICHALAK J., 2003c – *Studium przypadku użycia: próba zastosowania normy PN-N-12160 w praktyce*. *Geodeta – magazyn geoinformacyjny*, 92, 1: 27-31.
- MICHALAK J., 2003d – *INSPIRE – inicjatywa Unii Europejskiej w zakresie infrastruktury geoinformacyjnej*. *Prz. Geol.*, 51, 5: 357-359.
- MICROSOFT (PRESS), 1998 – *Słownik komputerowy*. Wyd. PLJ/Microsoft Press, Warszawa.
- MULLER R. J., 2000 – *Bazy danych – język UML w modelowaniu danych*. Wyd. MIKOM, Warszawa.
- MURRY C. (Ed.), ABUGOV D., ALEXANDER N., BLACKWELL B., GERINGER D., GODFRIND A., KOTHURI R., OWENS D., PITTS R., RAVADA S., WANG J., XIE J., 2002 – *Oracle Spatial User's Guide and Reference, Release 9.2*. Doc. No. A96630-01, Oracle Corp. Arch., URL: <http://download-east.oracle.com/docs/cd/B1050101/appdev.920/a96630.pdf>
- NOWICKI B., STANISZKIS W., 2002 – *Inteligentny system zarządzania wiedzą – prezentacja projektu*. [W:] Mat. Konferencji eDemocracy, VI Konf. Miasta w Internecie, Zakopane.
- OGC (Open GIS Consortium), 1999 – *The OpenGIS Abstract Specification*. Version 4, OGC Arch., Wayland. URL: <http://opengis.org/public/abstract/99-100r1.pdf>
- OGC, 2000 – *OpenGIS Web Map Server Interface Implementation Specification Revision 1.0.0*. OpenGIS Project Document 00-028, OGC Arch., Wayland. URL: <http://www.opengis.org/techno/specs/00-028.pdf>.
- OMG (Object Management Group), 2001 – *OMG Unified Modeling Language Specification, version 1.4*. OMG Document Repository. URL: <http://cgi.omg.org/docs/formal/01-09-67.pdf>
- OMG (Object Management Group), 2002a – *Common Object Request Broker Architecture: Core Specification – CORBA, version 3.0*. OMG Document Repository. URL: <http://cgi.omg.org/docs/formal/02-11-01.pdf>
- OMG (Object Management Group), 2002b – *UML Profile for CORBA Specification, version 1.0*. OMG Document Repository. URL: <http://cgi.omg.org/docs/formal/02-04-01.pdf>

- OMG (Object Management Group), 2002c – *OMG XML Metadata Interchange (XMI) Specification, version 1.2*. OMG Document Repository. URL: <http://cgi.omg.org/docs/formal/0201-01.pdf>.
- OS (Ordnance Survey), 2002 – *OS MasterMap user guide – v. 2.1*. OS Arch., Southampton. URL: [http://www.ordnancesurvey.co.uk/downloads/mm/OS\\_MasterMap\\_user\\_guide\\_v2.1.pdf](http://www.ordnancesurvey.co.uk/downloads/mm/OS_MasterMap_user_guide_v2.1.pdf)
- OSTENSEN O., 1995 – *Mapping the Future of Geomatics*. ISO Bulletin, December 1995. URL: <http://www.statkart.no/isotc211/isobulen.htm>.
- PAGE-JONES M., 1999 – *Fundamentals of Object-Oriented Design in UML*. Addison-Wesley, Boston.
- PKN (Polski Komitet Normalizacyjny), 1999 – *Słownictwo znormalizowane – Technika Informatyczna*. Wyd. PKN, Warszawa.
- PKN (Polski Komitet Normalizacyjny), 2002 – *PN-N-12160, Informacja geograficzna, Opis danych, Schemat przestrzenny*. Archiwum PKN, Warszawa.
- PŁOSKI Z., 1999 – *Słownik Encyklopedyczny – Informatyka*. Wyd. Europa, Warszawa.
- PULLAR D., 2002 – *A Modelling Framework Incorporating a Map Algebra Programming Language*. Proc. of iEMSS 2002, Lugano, Switzerland. URL: <http://www.iemss.org/iemss2002/proceedings/pdf/>
- QUATRANI T., 2002 – *Visual Modeling with Rational Rose 2002 and UML*. Addison-Wesley, Boston.
- SAWERWAIN M., 2002 – *CORBA – programowanie w praktyce*. Wyd. MIKOM, Warszawa.
- SCHELL D., 1999 – *About Open GIS Consortium*. W: Open GIS Consortium – Spatial connectivity for a changing world. OGC Press, Wayland.
- SKOGAN D., 1999 – *UML as a Schema Language for XML based Data Interchange*. URL: <http://www.ifi.uio.no/~davids/papers/Uml2Xml.pdf>.
- SKONNARD A., GUDGIN M., 2001 – *Essential XML Quick Reference*. Addison-Wesley, Boston.
- SMITH B., 2001 – Fiat Objects. Topoi. URL: <http://wings.buffalo.edu/philosophy/faculty/smith/articles/fatobjects.pdf>
- SMITH B., MARK D. M., 1998 – *Ontology and Geographic Kinds*. In: Proceedings, International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'98), Vancouver, Canada. URL: <http://www.geog.buffalo.edu/ngia/ontology/SDH98.html>
- SMITS P. C., 2002 – Liaison report from the Joint Research Centre (JRC) the to ISO/TC 211 plenary in Gyeongju, Korea, 2002-11-14/15. ISO/TC211 Document. NTS, Oslo.
- STANEK W. R., 2001 – *Vademekum XML*. Microsoft Press, Warszawa.
- STUCKENSCHMIDT H., VanHARMELEN F., FENSEL D., KLEIN M., HORROCKS I., 2000 – *Catalogue integration: A case study in ontology based semantic translation*. Technical Report IR-474, Computer Science Department, Vrije Universiteit Amsterdam, 2000. URL: <http://www.ontoknowledge.org/oil/down/CatIntegr.pdf>.
- SUBIETA K., 1998 – *Obiektość w projektowaniu i bazach danych*. Akademicka Oficyna Wyd. PLJ, Warszawa.
- SUBIETA K., 1999 – *Słownik terminów z zakresu obiektości*. Akademicka Oficyna Wyd. PLJ, Warszawa.
- UMN (University of Minnesota), 2002 – *MapServer 3.6 Documentation*. UMN arch., Minneapolis. URL: <http://mapserver.gis.umn.edu/dload.html>.
- VALENTA M., AMIRBEKYAN V., 1997 – *OBD – potrzeba czy moda*. Mat. Konferencji INFOBAZY'97, CI TASK, Gdańsk, s. 365-370.
- W3C (World Wide Web Consortium), 1999 – *HTML 4.01 Specification – W3C Recommendation*, 24 December 1999. URL: <http://www.w3.org/TR/html401/>.
- WHITESIDE A., 1999 – *UML Profile and Guidelines for OGC Abstract Models*. OpenGIS Project Document 99-031. OGC, Wayland.
- WOODSFORD P. A., 1995 – *The Significance of Object-Oriented Design for GIS*. Proc. of IUSM Conference, Hannover. Laser-Scan Ltd. Arch. URL: <http://www.laserscan.com/papers/ooforgis.htm>.