

Wojciech Pachelski*

Dane referencyjne: zastosowanie norm ISO serii 19100 do opisywania geometrii i położenia

1. Wprowadzenie

Dane referencyjne dostarczają środków umożliwiających przestrzenną lokalizację wszelkiej informacji geograficznej, w związku z czym są czynnikiem warunkującym współużytkowanie tej informacji przez różne ośrodki, instytucje i osoby oraz dla różnych celów. Są one wspólną podstawą, do której odnoszone są m.in. dane tematyczne.

Dane referencyjne muszą spełniać następujące wymagania:

- zapewniać jednoznaczne położenie (lokalizację) informacji tematycznej użytkownika;
- umożliwiać łączenie danych pochodzących z różnych źródeł;
- stanowić szkieletową strukturę (kanwę) infrastruktur danych przestrzennych;
- zapewniać kontekst (odniesienie) dla przedstawianej informacji, który umożliwi jej lepsze rozumienie przez innych.

Dyrektywa ds. INSPIRE definiuje w swoich załącznikach 34 obszary tematyczne, spośród których kilkanaście można wiązać z pozyskiwaniem danych referencyjnych w powyższym sensie. W Polsce ogólnie przyjmuje się, że są to dane o obiektach, których położenie i inne właściwości geometryczne i topologiczne są wyznaczane metodami geodezyjnymi. Są to więc dane, za które odpowiedzialne są służby geodezyjne i do których, w skali krajowej, mają zastosowanie instrukcje i wytyczne techniczne Głównego Geodety Kraju [1].

Spełnienie wymienionych powyżej warunków wymaga oparcia procesów budowy infrastruktur danych przestrzennych na uzgodnionych i wspólnych w danym środowisku (w naszym przypadku – uczestników programu INSPIRE) pod-

* Katedra Geodezji Szczegółowej, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

stawach metodologicznych, w warunkach wielorakiego zróżnicowania tego środowiska pod względem środków i narzędzi komputerowych, przedmiotów zastosowania, instytucji, języków itp. Środkiem umożliwiającym spełnienie tych warunków jest znormalizowana metodologia informacji geograficznej wprowadzana przez ISO/TC 211¹ oraz adaptowana na potrzeby INSPIRE przez CEN/TC 287² i kraje członkowskie Unii Europejskiej³. Rodzina norm ISO serii 19100 liczy obecnie ponad 50 dokumentów normalizacyjnych obejmujących nowoczesną metodykę modelowania pojęciowego informacji geograficznej i implementacji budowlanych modeli, której naczelnym celem jest zapewnienie współdziałania oddzielnych elementów infrastruktur danych przestrzennych.

Stosowanie omawianych norm do budowy składników przedmiotowych takich infrastruktur obejmuje, obok budowy modeli informacyjnych w poszczególnych działach w postaci tzw. schematów aplikacyjnych, również tzw. wewnętrzną harmonizację oraz integrację tych modeli ze schematami znormalizowanymi. W pierwszym przypadku, harmonizacja oznacza wzajemne uzgodnienie modeli, co w przypadku krajowych danych referencyjnych odpowiada przyjęciu spójnych i zgodnych kategorii obiektów, atrybutów, powiązań, reprezentacji itp. w różnych działach, jak m.in. kataster, GESUT, mapa zasadnicza, TBD i inne.

Istota harmonizacji sprowadza się zatem do:

- zaakceptowania sytuacji, w której te same typy obiektów mogą mieć nieco odmienne definicje (co do list atrybutów) w różnych standardach (instrukcjach) technicznych GGK;
- utworzenia pewnego ogólnego – abstrakcyjnego modelu danych referencyjnych (ogólny model geodezyjny – OMG), generalizującego typy obiektów specyficzne dla poszczególnych standardów technicznych GGK; koncepcja takiego modelu została przedstawiona w opracowaniu [17].

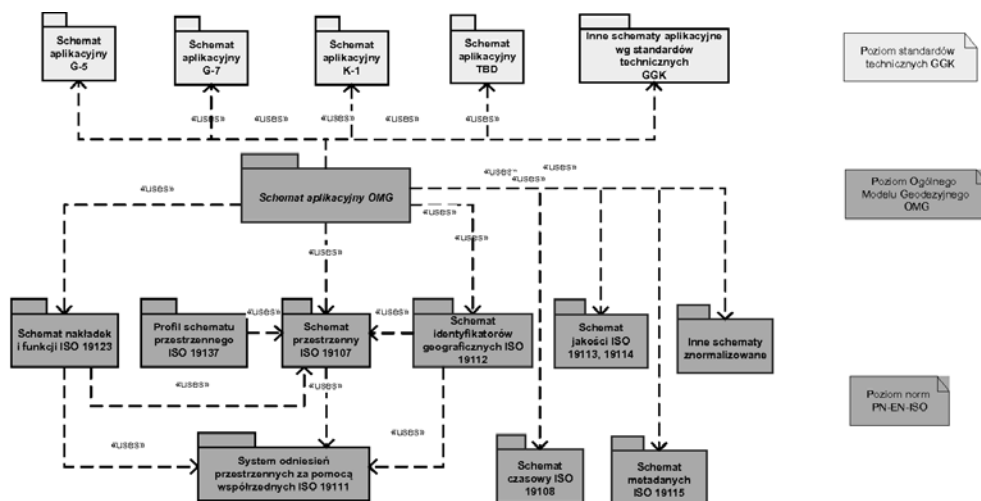
Drugi przypadek natomiast, tj. integracja z normami, oznacza powiązanie budowanego schematu aplikacyjnego ze schematami ogólnego zastosowania (np. geometrii i topologii, jakości, czasu), jakie zawarte są w normach ISO. Typowe metody takich powiązań omówione są w opracowaniu [17], podczas gdy przykładowy schemat takiej integracji w postaci tzw. diagramu pakietów UML przedstawiono na rysunku 1.

Górna część tego diagramu symbolizuje harmonizację schematów aplikacyjnych opartych na różnych standardach technicznych GGK do postaci abstrakcyjnego schematu aplikacyjnego OMG, który winien zawierać uogólnione klasy katastru, GESUT-u, TBD i inne.

¹ Komitet Techniczny 211 ISO *Informacja geograficzna / Geomatyka*.

² Komitet Techniczny 287 CEN *Informacja geograficzna*.

³ W Polsce – Komitet Techniczny 297 PKN ds. Informacji geograficznej.



Rys. 1. Koncepcja integracji standardów technicznych GGK i norm ISO serii 19100

W dolnej części zaznaczono problematykę integracji schematu OMG z różnymi schematami znormalizowanymi ISO, przy czym w zakresie geometrii i położenia integracja ta jest przedmiotem niniejszego opracowania. Należy przy tym zauważyć, że ponieważ położenie za pomocą współrzędnych jest immanentną cechą geometrii, stąd jest ono zawarte wprost w schemacie geometrii [10] wraz z przywołaniem odpowiedniego schematu odniesień przestrzennych według ISO 19111. Inaczej mówiąc, opisanie położenia za pomocą współrzędnych zawarte jest bezpośrednio w odpowiedniej reprezentacji geometrycznej danego obiektu przestrzennego.

W myśl dokumentu D2.5 [6], w schemacie aplikacyjnym, będącym sformalizowaną postacią modelu pojęciowego dla danego zakresu przedmiotowego, reprezentacja geometryczna i położenie obiektów może być wyrażane, w zależności od potrzeb, za pomocą następujących metod:

- w sposób bezpośredni – za pomocą współrzędnych [10, 12];
- w sposób pośredni – za pomocą identyfikatorów geograficznych [13];
- z wykorzystaniem siatek i „nakładek”, inaczej: „pokryć” (*coverages*) [14].

W niniejszym opracowaniu omawia się ogólne aspekty integracji różnych standardów technicznych GGK, uogólnionych do postaci modelu geodezyjnego OMG, z zawartymi w powyższych normach schematami geometrii i położenia obiektów przestrzennych.

Trzecia forma opisu geometrii i położenia, wykorzystująca „nakładki” według normy ISO 19123, nie jest przedmiotem niniejszego opracowania.

2. Charakterystyki przestrzenne obiektów geograficznych

Charakterystyki przestrzenne (geometryczne i topologiczne) obiektów geograficznych są opisywane w normach ISO serii 19100 według kilku odmiennych koncepcji i w różnych normach. Normy te wymieniono w tabeli 1.

Tabela 1. Normy opisujące geometrię i topologię

Oznaczenie i numer normy	Tytuł normy	Krótką charakterystyka	Znaczenie dla danych referencyjnych
ISO 19107	Schemat przestrzenny <i>Spatial schema</i>	Pełen zestaw koncepcji, właściwości i teorii geometrycznych oraz topologicznych opartych na matematycznej teorii zbiorów w przestrzeniach 0-, 1-, 2- i 3-wymiarowych i formułowanych w kategoriach danych wektorowych.	Tylko w stosunku do prostych obiektów geometrycznych. Pełne definicje klas tych obiektów. Odniesienia przestrzenne za pomocą współrzędnych
ISO 19123	Schemat geometrii i funkcji nakładek <i>Schema for coverage geometry and functions</i>	Schemat pojęciowy dla obiektów geograficznych o charakterze ciągłym, tj. nieposiadających wyraźnie zdefiniowanych granic, jak np. numeryczny model terenu, lecz pokrytych regularną lub nieregularną siecią punktów o znanych położeniach	Definicje klas i operacji, m.in. algorytmów interpolacji, dla „nakładek”. Zastosowanie do NMT i ORTOFOTO w TBD
ISO 19125	Środki dostępu do obiektów prostych <i>Simple feature access Part 1: Common architecture. Part 2: SQL Option.</i>	Podzbiór normy ISO 19107 ograniczony do prostych obiektów geometrycznych od 0- do 2-wymiarowych: punkt, krzywa i powierzchnia oraz ich kolekcji. Podaje się zespół metod realizujących operacje na tych prostych obiektach. Implementacja obiektów i metod geometrii w języku SQL	Tylko proste obiekty dyskretne, do wykorzystania w relacyjnych bazach danych
ISO 19136	<i>Geography Markup Language (GML)</i>	Definicja języka implementacyjnego schematów pojęciowych informacji geograficznej	Implementacja opisów geometrii i położenia na platformach narzędziowych
ISO 19137	Szkieletowy profil schematu przestrzennego. <i>Core profile of the spatial schema</i>	Definicje minimalnego zestawu prostych elementów geometrycznych niezbędnych do efektywnej budowy schematu aplikacyjnego	Modelowanie geometrii i położenia obiektów objętych standardami technicznymi GGK, w tym obiektów dyskretnych TBD

Jak stwierdzono wcześniej, obiekty, o których dane są traktowane jako dane referencyjne, można zakwalifikować do następujących kategorii:

- obiekty o charakterze dyskretnym, mające wyraźnie zdefiniowane granice, jak np. punkt graniczny, przewód, budynek; w zakresie instrukcji technicznych GgK, w tym także obiekty wektorowej bazy danych topograficznych TBD obiekty te są geometrycznie reprezentowane jako punkty, linie i linie łamane oraz powierzchnie (obszary);
- tzw. „nakładki” (inaczej „pokrycia”), czyli obiekty o charakterze ciągłym (tzw. *coverages*), bez zdeterminowanych granic, za to o regularnym bądź nieregularnym pokryciu siecią obiektów punktowych, liniowych lub powierzchniowych; zaliczyć do nich należy obiekty bazy NMT oraz obiekty bazy ORTOFOTO w TBD.

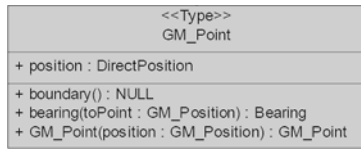
Powyższe kategorie nie wykluczają się nawzajem i zakwalifikowanie danego obiektu lub zjawiska do każdej z nich często zależy od przypisywanej mu w danych okolicznościach funkcji w otaczającym świecie. Na przykład droga kołowa może być rozpatrywana jako dyskretny obiekt przestrzenny (liniowy) bądź też jako zespół punktów mierzących natężenie ruchu. Podobnie miasto może być traktowane jako obiekt dyskretny o określonych wartościach każdego z atrybutów, bądź też jako „nakładka” (*coverage*) o znanej gęstości zaludnienia, wartości gruntu czy wskaźniku zanieczyszczenia powietrza w każdym jej punkcie.

Z uwagi na proste reprezentacje geometryczne obiektów geograficznych pierwszej z powyższych kategorii największe znaczenie dla opisu geometrii ma norma ISO 19137, wraz z odniesieniem do pełnego schematu przestrzennego zawartego w normie ISO 19107. Natomiast w drugim przypadku do opisywania modeli „nakładek” jako danych referencyjnych zastosowanie ma norma ISO 19123. Koncepcje opisywania geometrii w drugim z tych przypadków wykraczają poza zakres niniejszego opracowania.

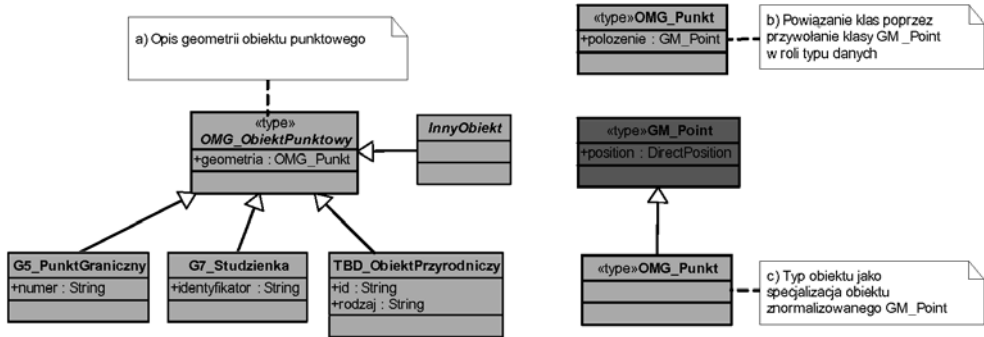
3. Geometria obiektów dyskretnych

Kluczowe znaczenie dla geometrycznej reprezentacji obiektów 0-wymiarowych (punktowych) ma klasa `GM_Point`, zdefiniowana w ISO 19107 i przedstawiona na rysunku 2.

Wykorzystanie tej klasy dla opisu geometrii kilku przykładowych obiektów przestrzennych zawartych w standardach technicznych GgK ilustruje rysunek 3, gdzie klasa `OMG_ObjektPunktowy` jest abstrakcyjnym uogólnieniem tych obiektów, które mogą mieć nieco odmienne definicje (co do list atrybutów i operacji) w poszczególnych standardach GgK. Podobnie klasa `OMG_Punkt` występująca w roli typu danych jest specyficznym dla `OMG` odpowiednikiem `GM_Point`.

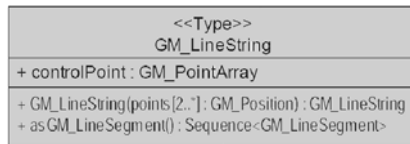


Rys. 2. Znormalizowany typ obiektu GM_Point (wg ISO 19107)



Rys. 3. Opis geometrii obiektu punkowego.

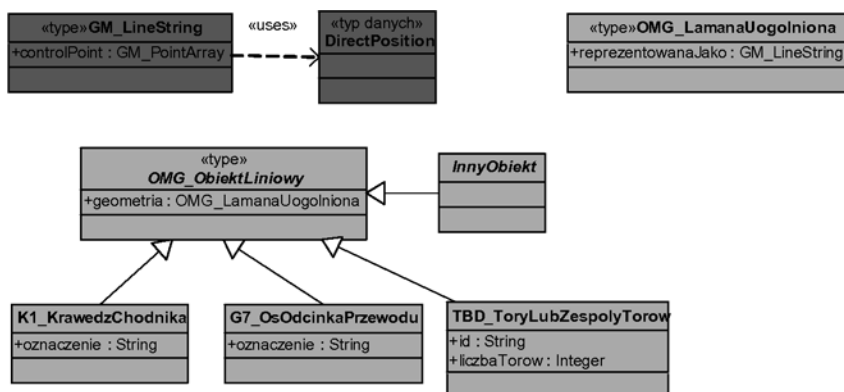
Podobne kluczowe znaczenie dla obiektów 1- i 2-wymiarowych ma klasa GM_LineString z ISO 19107, której definicję przedstawia rysunek 4.



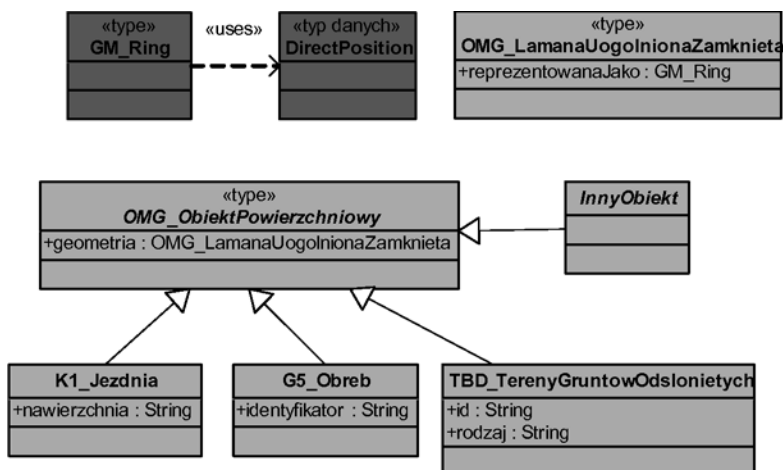
Rys. 4. Znormalizowany typ obiektu GM_LineString (wg ISO 19107)

Geometria standardowych według GGK 1-wymiarowych obiektów przestrzennych jako linii łamanych (otwartych) może być opisana z użyciem klasy GM_LineString w sposób podobny jak poprzednio, zilustrowany na rysunku 5. (Nazwa „LamanaUogolniona” pochodzi z instrukcji K-1; definicja klasy GM_PointArray podana zaś jest w rozdziale 4).

W przypadku obiektu przestrzennego 2-wymiarowego opisem jego granicy jest „linia łamana zamknięta” [9], odpowiadająca klasie OMG_LamanaUogolnionaZamkniona i zdefiniowana według ISO 19107 jako klasa GM_Ring. Klasa ta zawiera warunek, że ciąg punktów kontrolnych GM_PointArray stanowi zamknięty cykl. Definicja obiektu powierzchniowego miałaby więc postać jak na rysunku 6. Należy przy tym zauważyć, że klasa GM_Ring dopuszcza m.in. również zdefiniowanie „zbioru poligonów z enklawami”, przewidziane instrukcją K-1.



Rys. 5. Opis geometrii obiektu liniowego.



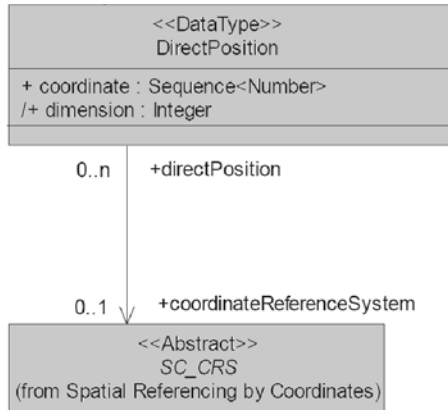
Rys. 6. Opis geometrii obiektu powierzchniowego

4. Opisywanie położenia za pomocą współrzędnych

Metoda ta ma zastosowanie do obiektów przestrzennych o wyraźnie zdefiniowanych granicach, tj. do obiektów o reprezentacji geometrycznej 0-, 1- i 2-wymiarowej (tj. jako punkty, obiekty liniowe i obiekty powierzchniowe). Kluczowe dla tej metody są normy ISO 19111 – model układu odniesienia oparty na współrzędnych, oraz ISO 19107 – modele geometrycznych i topologicznych reprezentacji obiektów przestrzennych. Zawarte w tej ostatniej normie przywołanie układu odniesienia według ISO 19111 oznacza „ukryte”, tj. niewidoczne dla użytkownika, działanie tej metody. Z jednej strony bowiem zidentyfikowanie odpowiedniej

reprezentacji geometrycznej danego obiektu przestrzennego prowadzi do przywołania, ewentualnie za pośrednictwem innych klas, klasy `DirectPosition`, jak to pokazano na rysunkach 3, 5 i 6, z drugiej zaś strony klasa ta jest przywoływana pośrednio także w wyniku opisanego położenia za pomocą identyfikatorów geograficznych według ISO 19112. Pomocnicze role w toku tych przywołań odgrywają m.in. klasy `GM_Point`, `GM_Position`, `GM_PointArray`, `GM_LineString` i `GM_Ring` zdefiniowane w ISO 19107, spośród których `GM_Point` i `GM_LineString` zostały przedstawione na rysunkach 2 i 4, a `DirectPosition`, `GM_Position` i `GM_PointArray` na rysunku 7.

`DirectPosition` (rys. 7) reprezentuje dziedzinę wartości, której elementami są zestawy współrzędnych (każdy w liczbie odpowiadającej wymiarowi przestrzeni), w ustalonym układzie odniesienia.



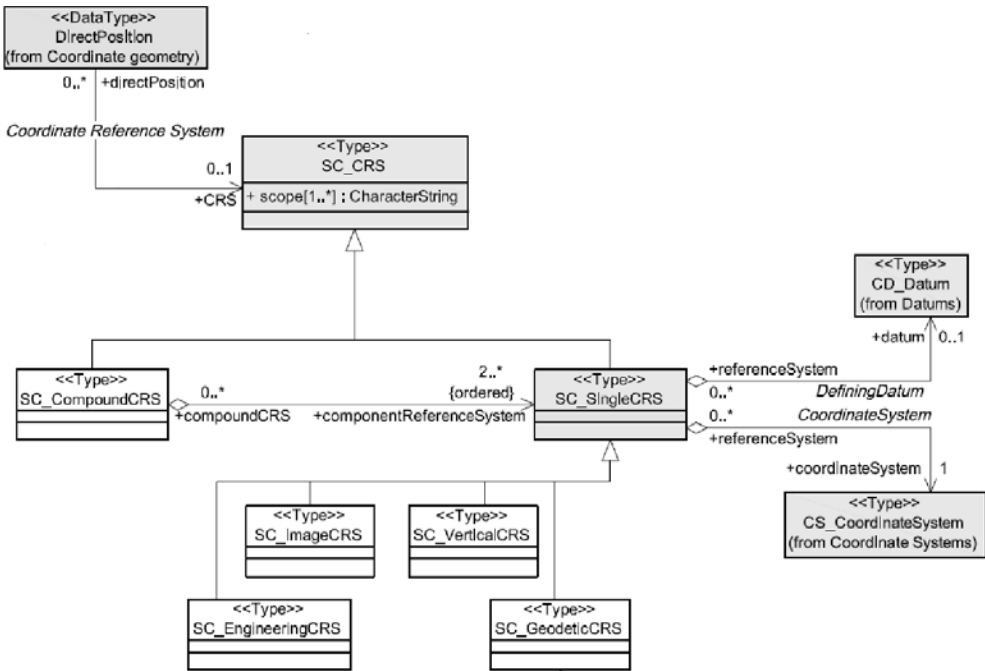
Rys. 7. Klasa `DirectPosition` (wg ISO 19107)

Zamieszczone na rysunku 7 odwołanie do układu odniesienia następuje poprzez powiązanie klasy `DirectPosition` z klasą `SC_CRS` (*Coordinate Reference System*) w ISO 19111.

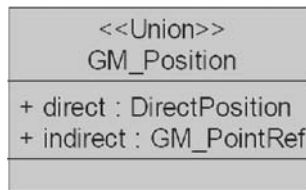
Jak wynika z rysunku 8, na definicję tego ostatniego składają się:

- definicja datum (klasa `CD_Datum`), czyli umocowanie układu współrzędnych w bryle Ziemi poprzez podanie współrzędnych punktów osnowy;
- definicja układu współrzędnych (klasa `CS_CoordinateSystem`) poprzez podanie orientacji i jednostek miar dla osi układu.

`GM_Position` (rys. 9) jest równoważna `DirectPosition`, kiedy podaje się położenie bezpośrednio za pomocą współrzędnych, bądź też umożliwia podanie położenia pośrednio – przez odwołanie do identyfikatora punktu (`GM_PointRef`).

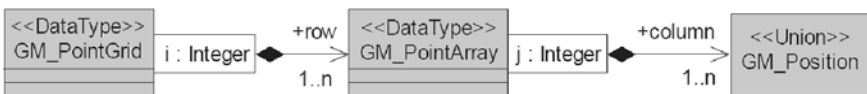


Rys. 8. Główne powiązania systemu odniesień przestrzennych CRS (wg ISO 19111)



Rys. 9. Klasa GM_Position (wg ISO 19107)

GM_PointArray umożliwia efektywną organizację zespołu danych o położeniu, opisujących tzw. punkty kontrolne krzywych i powierzchni, w postaci tablicy punktów, której poszczególnymi elementami są położenia bezpośrednie lub pośrednie (DirectPosition lub GM_PointRef) w GM_Position (zob. rys. 10). Na podobnej zasadzie może być zorganizowana siatka punktów (GM_PointGrid), mająca zastosowanie w przypadku nakładek.



Rys. 10. Klasa GM_PointArray (wg ISO 19107)

Jak wynika z przytoczonych powyżej definicji, opisywanie położenia za pomocą współrzędnych wynika z identyfikacji reprezentacji geometrycznej danego obiektu przestrzennego. Położenie to jest jedną z cech tej reprezentacji i wyrażane jest we współrzędnych przez typ danych (dziedzinę wartości) `DirectPosition`, zdefiniowaną w modelu geometrii ISO 19107 i bezpośrednio powiązaną z układem odniesienia według ISO 19111.

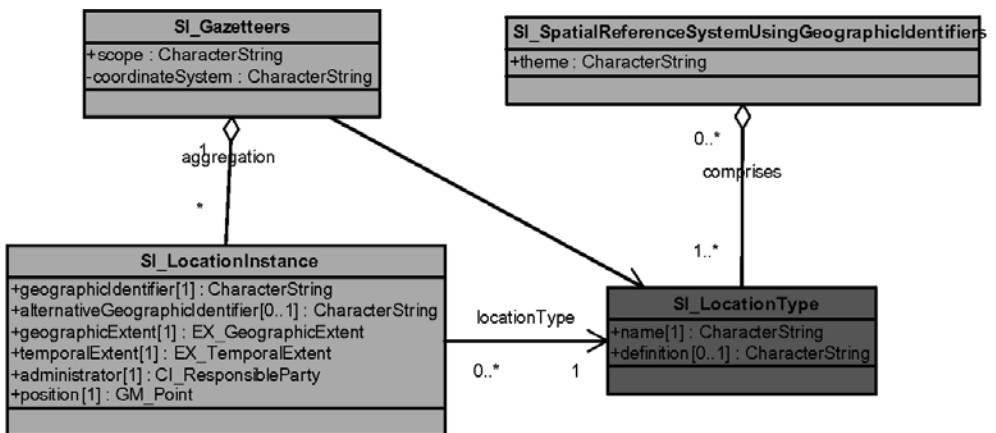
5. Opisywanie położenia za pomocą identyfikatorów geograficznych

Alternatywną względem współrzędnych metodą opisu położenia obiektów przestrzennych jest opis ich lokalizacji w stosunku do innych obiektów.

Opis taki może przyjmować m.in. formę:

- zawierania się jednego obiektu w innym (np. „województwo – powiat – miejscowość – ulica – numer domu”),
- bieżącej miary wzdłuż obiektu liniowego (np. „45 km drogi E7”),
- luźnej informacji (np. „restauracja leży pomiędzy muzeum a kinem”).

Tego typu formy opisu położenia są usystematyzowane w normie ISO 19112 i noszą miano identyfikatorów geograficznych (rys. 11).



Rys. 11. Schemat struktury odwołań z użyciem identyfikatorów geograficznych [13]

Kluczowy dla takiego opisu jest system odniesienia za pomocą identyfikatorów geograficznych, który jest oparty na hierarchicznym podziale terytorium, jak np. „powiat – miasto – adres”.

Z systemem tym związane są m.in. następujące pojęcia:

- gazeter (SI_Gazetter) – zbiór identyfikatorów wszystkich obiektów przestrzennych w powiązaniu z ich opisowymi lokalizacjami; lokalizacjom tym mogą być przypisane, w miarę potrzeby, ich położenia w układzie odniesienia za pomocą współrzędnych według ISO 19111;
- typ lokalizacji (SI_LocationType) – jednostka terytorialna w danym systemie odniesień, jak np. obszar administracyjny, miasto, dzielnica, ulica i nieruchomości;
- instancja lokalizacji (SI_LocationInstance) – obiekt przestrzenny zarejestrowany w gazeterze, któremu jest przypisany co najmniej jeden typ lokalizacji.

G5_Działka
+nrRejestrowy : CharacterString
+adres : SI_LocationInstance
+adresSadukW : SI_LocationInstance

Rys. 12. Przykład odwołania do identyfikatorów geograficznych

Na rysunku 12 podany jest przykład opisu położenia działki z użyciem klasy SI_LocationInstance w roli typu danych atrybutów adresowych.

6. Zakończenie

Problematyka integracji schematów aplikacyjnych z normami ISO serii 19100 w obszarze danych referencyjnych ma zasadnicze znaczenie dla zapewnienia spójności odniesień przestrzennych w zróżnicowanych przedmiotowo, instytucjonalnie, regionalnie, narzędziowo itp. środowiskach producentów, administratorów i użytkowników danych. Problematyka ta jest szczególnie ważna w zakresie opisu geometrii obiektów przestrzennych reprezentowanych metodą wektorową, w tym w zakresie opisywania położenia za pomocą współrzędnych i identyfikatorów geograficznych.

W pracy przedstawiono koncepcję takiej integracji, opartą na przywoływaniu klas schematów znormalizowanych w roli typów danych specyfikujących atrybuty w budowanym schemacie aplikacyjnym, odpowiadającym określonej dziedzinie danych referencyjnych. Koncepcja ta odnosi się w pracy do znormalizowanych modeli geometrii i położenia, lecz może być łatwo adaptowana w innych obszarach, jak jakość, schemat czasowy, metadane.

Zastosowana w pracy idea ogólnego modelu geodezyjnego OMG pozwala na łatwe uzgodnienie i integrację z normami modeli danych referencyjnych odpowiadających standardom technicznym Głównego Geodety Kraju.

Literatura

- [1] Wytyczne techniczne: *Baza Danych Topograficznych (TBD) – wersja 1.0 uzupełniona*. GUGiK, Warszawa 2008.
- [2] Gaździcki J.: *Problematyka transpozycji dyrektywy INSPIRE do prawa polskiego*. http://www.gugik.gov.pl/gugik/w_pages/w_doc_idx.php?loc=69, 2007.
- [3] Gaździcki J.: *INSPIRE jako przedmiot współpracy międzyresortowej w Polsce*. http://www.gugik.gov.pl/gugik/w_pages/w_doc_idx.php?loc=69, 2007.
- [4] *Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE)*. http://www.gugik.gov.pl/gugik/w_pages/w_doc_idx.php?loc=69, 2007.
- [5] *Drafting Team „Data Specifications”: Definition of Annex Themes and Scope. D2.3_v2.0.doc*, 2007.
- [6] *Drafting Team „Data Specifications”. Generic Conceptual Model. D2.5v2.doc*, 2007.
- [7] *Instrukcja G-5: Ewidencja Gruntów i Budynków*. Główny Geodeta Kraju, Warszawa 2003.
- [8] *Instrukcja G-7: Geodezyjna Ewidencja Sieci Uzbrojenia Terenu (GESUT)*. Główny Geodeta Kraju, Warszawa 1998.
- [9] *Instrukcja K-1: Podstawowa Mapa Kraju – System Informacji o Terenie*. Główny Geodeta Kraju, Warszawa 1995.
- [10] *ISO 19107: Geographic information – Spatial schema*. ISO, 2003.
- [11] *ISO 19109: Geographic information – Rules for application schema*. ISO, 2005.
- [12] *ISO 19111: Geographic information – Spatial referencing by coordinates*. ISO, 2007.
- [13] *ISO 19112: Geographic information – Spatial referencing by geographic identifiers*. ISO, 2003.
- [14] *ISO 19123: Geographic information – Schema for coverage and functions*. ISO, 2005.
- [15] *ISO 19137: Geographic information – Generally used profiles of the spatial schema and of similar important other schemas*. ISO, 2004.
- [16] *Kresse W., Fadaie K.: ISO standards for geographic information*. Springer-Verlag Berlin – Heidelberg 2004.
- [17] Pachelski W., Parzyński Z.: *Aspekty metodyczne wykorzystania norm serii ISO 19100 do budowy geodezyjnych składników krajowej infrastruktury danych przestrzennych*. *Roczniki Geomatyki*, vol. 5, z. 3, 2007, 113–122.
- [18] Pachelski W., Parzyński Z., Zwirowicz A.: *Aspekty implementacyjne modeli pojęciowych informacji geograficznej*. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol. 17b, 2007, 591–602.
- [19] *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 8 sierpnia 2000 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych*. *Dz. U. z 2000 r. Nr 70, poz. 821*.