

**KONCEPCJA GENERALIZACJI RELACJI
TOPOLOGICZNYCH
W WIELOROZDZIELCZEJ BAZIE DANYCH
GEOREFERENCYJNYCH**

**THE CONCEPT OF GENERALIZATION
OF TOPOLOGICAL RELATIONS
IN MULTIRESOLUTION GEOREFERENCE DATABASE**

Bartłomiej Bielawski

Intergraph Polska, Warszawa

Słowa kluczowe: MRDB, baza danych obiektów topograficznych, baza danych obiektów ogólnogeograficznych, baza danych georeferencyjnych, topologia, generalizacja

Keywords: MRDB, Topographical Objects Database, General Geographic Database, Georeference Database, topology, generalization

Wstęp

Problem generalizacji informacji geograficznej ma duże znaczenie zarówno dla opracowań analogowych (map papierowych), jak i baz danych przestrzennych. Aktualnie, w dobie opracowań numerycznych, nośnikiem informacji geograficznej są przede wszystkim systemy informatyczne zapewniające zupełnie nowe możliwości pozyskiwania, przechowywania i analizy danych geograficznych. W związku z pojawieniem się nowych możliwości zarządzania danymi w systemach informatycznych pojawił się termin tzw. generalizacji modelu (Olszewski, Kołodziej, Gnat, 2007), oznaczający uogólnienie informacji zgromadzonych w bazie danych. Jest to pojęcie kompatybilne wobec znanej od dawna generalizacji kartograficznej, oznaczającej uogólnienie przekazu wizualnego.

Baza Danych Georeferencyjnych (BDG) to spójny zbiór danych referencyjnych, który stanowić będzie podstawowe źródło danych przestrzennych dla służb państwowych, sektora prywatnego i obywateli. Model danych, opisywany w rozporządzeniach do ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej zdefiniowany jest na 3 poziomach rozdzielczości danych: 1) szczegółowość danych katastralnych i ewidencyjnych (**BDOT500**, BDSOG, EGIB, EMUiA, GESUT, PRG, PRPOG), 2) szczegółowość danych topograficznych (**BDOT10k**), 3) szczegółowość danych ogólnogeograficznych (**BDOO**). Aktualnie jako BDG rozumiana jest specyfikacja BDOT10k oraz BDOO. Autor proponuje, aby akronim BDG stosować rów-

jest specyfikacja BDOT10k oraz BDOO. Autor proponuje, aby akronim BDG stosować również do innych specyfikacji tworzonych na potrzeby ustawy o IIP, włączając modele danych, wyróżnione na pierwszym poziomie szczegółowości.

Wydzielenie trzech poziomów szczegółowości jest niezwykle istotne, ponieważ każdy z przedstawianych poziomów dokładnościowych danych może być wykorzystywany w różnych kontekstach, w zależności od potrzeb, na przykład: katastralnych, topograficznych lub przeglądowych.

Model pojęciowy bazy danych georeferencyjnych

Zgodnie z e-przewodnikiem (<http://e-przewodnik.gugik.gov.pl/>), model pojęciowy jest abstrakcyjnym opisem obiektów rzeczywistych. Opis ten tworzony jest przez analityka na podstawie wywiadów z użytkownikiem lub dokumentów, uwzględnia wymagania użytkownika lub potrzeby biznesowe beneficjenta. Model pojęciowy tworzony jest w celu dostarczenia ścisłych definicji informacji geograficznej.

Przepisy wykonawcze, publikowane w ramach ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej w raz z załącznikami (Ustawa, 2010), definiują wspólny model pojęciowy danych przestrzennych Krajowej Infrastruktury Informacji Przestrzennej (KIIP). Każde z rozporządzeń publikowanych w ramach wspomnianej ustawy definiuje pewien fragment modelu pojęciowego KIIP. Model ten zapisywany jest w postaci sformalizowanej w formie schematów aplikacyjnych. Każdy z publikowanych schematów aplikacyjnych, wykorzystuje typy bazy danych (BGWM, 2009) wspólne dla wszystkich danych przestrzennych KIIP.

Na zakres informacyjny bazy danych przestrzennych składa się zarówno specyfikacja obiektów, czyli określenie zawartości informacyjnej gromadzonej w postaci encji bazy danych, jak i relacje pomiędzy obiektami. Dariusz Falcenloben (2011) definiuje pojęcia pierwotne, na którym opiera się system informacyjny:

- obiekty elementarne pierwotne – wyróżniane są z uwzględnieniem potrzeb biznesowych dla danego przypadku, nie ulegają podziałowi na mniejsze części, posiadają identyfikator; obiekty elementarne odpowiadają obiektom (krotkom) w bazie danych;
- relacje pierwotne, których nie definiuje się i przyjmuje za oczywiste.

Zdefiniowany model pojęciowy danych BDOT10k i BDOO, opisany w Rozporządzeniu Ministra SWiA z dnia 17 listopada 2011r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (MSWiA, 2011), zawiera szczegółowy opis struktury danych. Opis relacji topologicznych pomiędzy obiektami, ogranicza się do jednej wytycznej: *Warstwy BDOT10k (BDOO) konstruuje się tak, aby zapewniać poprawność geometryczną obiektów, zachowując poprawne relacje topologiczne pomiędzy reprezentowanymi obiektami.*

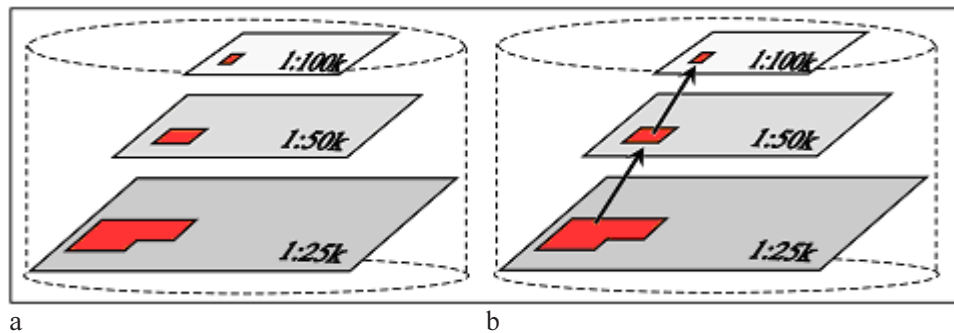
Wielorozdzielcza/wieloreprezentacyjna baza danych

Idea budowy krajowych zasobów danych BDOT jako zasobu nie jest nowa. Prace badawcze dotyczące zastosowania MRDB (*Multi Representation\Resolution Data Base*) do krajowych zasobów danych były podejmowane przez wielu autorów (Gotlib, Lebiecki, Olszewski, 2004), (Makowski, red., 2005), (Gotlib, Olszewski, Iwaniak, 2006).

Koncepcja MRDB opiera się na dwóch głównych założeniach (Hampe, Anders, Sester, 2003):

- 1) istnieją co najmniej dwa poziomy szczegółowości (rozdzielczości) obiektów (*LoD – Level of Details*);
- 2) istnieje powiązanie pomiędzy obiektami reprezentowanymi na dwóch różnych poziomach szczegółowości.

Standardowa koncepcja MRDB dotyczy generalizacji obiektu lub obiektów na wyższym poziomie szczegółowości i zapisywaniu ich na poziomach niższych. Oznacza to, że określony obiekt jest jednocześnie reprezentowany geometrycznie na trzech poziomach LoD (rys. 1). Zapis taki powoduje, że dany obiekt przechowywany jest w kilku postaciach, z kilkoma reprezentacjami geometrycznymi i z kilkoma konfiguracjami atrybutów. Powyższe podejście jest najlepszym rozwiązaniem w przypadku, gdy bazę MRDB tworzy się z istniejących już poziomów LoD. Inną zaletą rozwiązania jest możliwość wtórnego powiązania obiektów znajdujących się w różnych modelach danych.



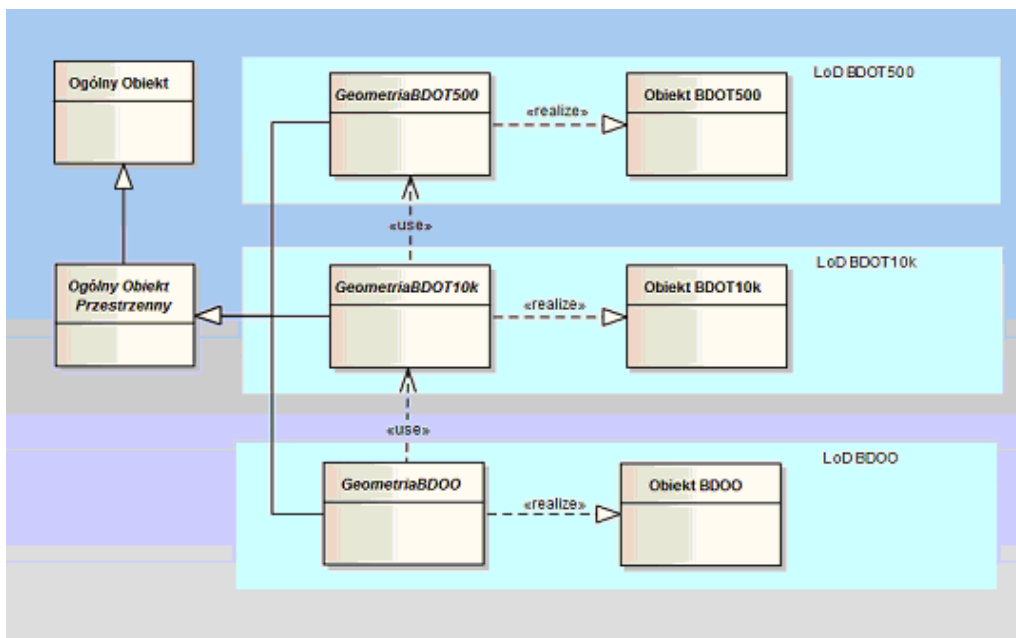
Rys. 1. a – poziomy LoD w bazie MRDB, b – wiązania między nimi

Przy powyższym podejściu do bazy MRDB nie uwzględnia się generalizacji relacji topologicznych pomiędzy poszczególnymi poziomami LoD, a generalizacja taka jest konieczna do ścisłego zdefiniowania zawartości informacyjnej zasobu danych.

W przypadku danych jednego modelu danych BDG, można zaproponować inne rozwiązanie, bazujące na specyfikacji Ogólnego Obiektu Przestrzennego (BGWM, 2009), stanowiącego podstawę opracowania modelu BDG.

Propozycja (rys. 2) polega na założeniu, iż zapisywane w bazie danych obiekty (encje) nie mają żadnej reprezentacji geometrycznej. Są bytami abstrakcyjnymi i materializują się jako obiekty BDOT czy BDOO wyłącznie wtedy, gdy istnieje potrzeba użycia ich w określonym kontekście. Różnica w stosunku do obowiązujących specyfikacji jest taka, że geometria jest już cechą Ogólnego Obiektu Przestrzennego, natomiast w powyższej propozycji geometria jest cechą, którą nabywa obiekt w trakcie jego realizacji (materializacji) w kontekście konkretnego poziomu LoD.

Na przedstawionym diagramie stereotypem <<use>> oznaczono proces generalizacji w kontekście zarówno generalizacji obiektów elementarnych, jak i generalizacji relacji pomiędzy poszczególnymi poziomami LoD. Stereotyp <<realize>> oznacza realizację obiektu w kontekście konkretnego LoD.



Rys. 2. Rozwinięcie koncepcji Ogólnego Obiektu Przestrzennego (źródło: opracowanie własne)

Generalizacja relacji topologicznych

Pod pojęciem generalizacji relacji topologicznych rozumiana jest zmiana zależności przestrzennych, odwzorowywanych w bazie danych, pomiędzy wybranymi obiektami na różnych poziomach dokładności bazy typu MRDB (*Multi Resolution/Representation Data Base*). Uogólnienie to ma szczególnie istotne znaczenie dla zmian relacji przestrzennych pomiędzy różnymi poziomami wielorozdzielczej bazy danych, jaką może stać się w Polsce baza BDG.

W wielu przypadkach, na różnych poziomach szczegółowości reprezentowane są te same obiekty świata rzeczywistego. Generalizacja kształtu obiektów na różnych poziomach szczegółowości wymaga odpowiedniego dostosowania relacji pomiędzy generalizowanymi obiektami na różnych poziomach szczegółowości. Istotne jest określenie, jakie relacje będą odwzorowywane na danym poziomie dokładnościowym, jakie zaś pozostaną pominięte.

W specyfikacjach danych BDOT10k oraz BDOO podane są parametry, które pozwalają na precyzyjne określenie rozdzielczości bazy danych BDOT10k oraz BDOO.

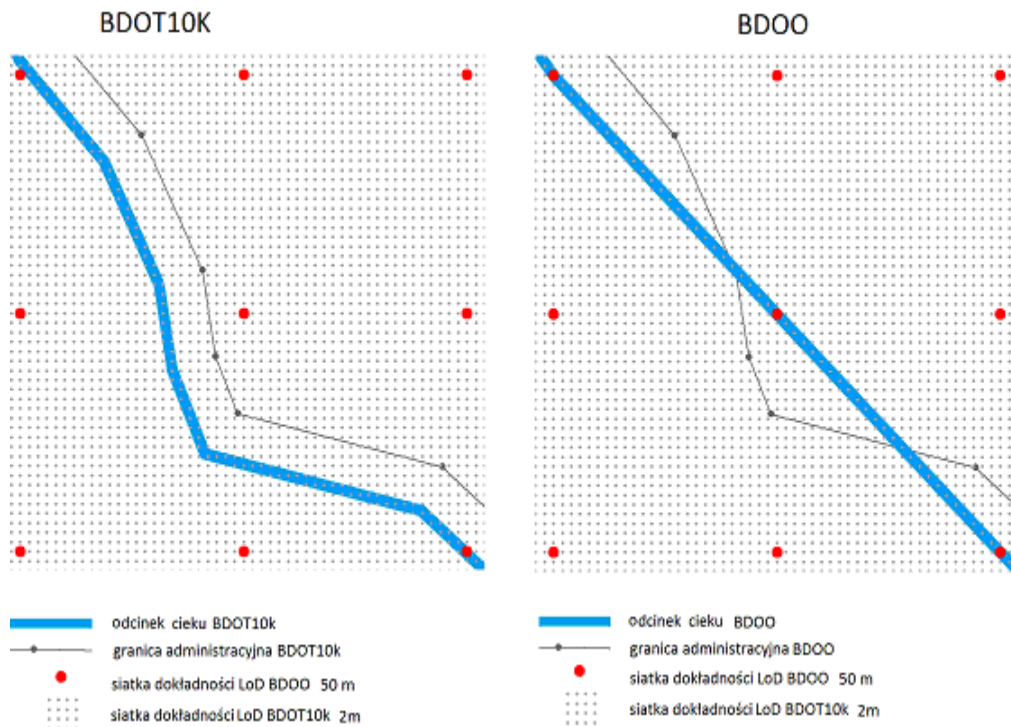
Minimalna odległość pomiędzy wierzchołkami w BDOT500 wynosi 1 m dla obiektów OBOP (drzewo iglaste, drzewo liściaste, wodospad, zwał kamieni lub stożek nasypowy, źródło, inny obiekt przyrodniczy) oraz 0,3 m dla pozostałych obiektów (MSWiA, 2011b).

Zgodnie z Wytycznymi dotyczącymi wprowadzania obiektów do BDOT10k *minimalna odległość pomiędzy dwoma wierzchołkami wynosi 2 m. Wyjątek od tego warunku stanowią obiekty, których dane są pozyskiwane z zewnętrznych rejestrów o większej szczegółowości oraz obiekty, względem których wymagane jest dokładne odwzorowanie kształtu. Dokładność zapisu współrzędnych wynosi 1 cm* (MSWiA, 2011a).

W przypadku BDOO minimalna odległość pomiędzy dwoma werteksami, czyli punktami pośrednimi linii lub obszaru nie może być mniejsza niż 50 m. Wyjątek stanowią obiekty, dla których wymagane jest dokładne odwzorowanie kształtu (MSWiA, 2011a).

W związku z tym, że nie jest możliwe odwzorowanie prawidłowych relacji topologicznych pomiędzy obiektami topograficznymi o szczegółowości BDOO a obiektami „dla których wymagane jest dokładne odwzorowanie kształtu”, należy przyjąć założenia, że nie wszystkie relacje przestrzenne, które są odwzorowywane na poziomie LoD BDOT10k mogą być odwzorowane z na poziomie LoD BDOO. W związku z tym, istnieje potrzeba generalizacji relacji topologicznych pomiędzy poszczególnymi poziomami LoD.

Obowiązujące zasady pozyskania danych BDOO mówią o przenoszeniu zasięgu jednostek administracyjnych bezpośrednio z bazy BDOT10k do BDOO. Konsekwencją tego zapisu jest brak możliwości zamodelowania właściwych relacji przestrzennych pomiędzy obiektami zgeneralizowanymi do LoD BDOO a obiektami pochodzącymi bezpośrednio z LoD BDOT10K.



Rys. 3. Relacje przestrzenne pomiędzy wybranymi obiektami w na różnych poziomach LoD – stan aktualny (źródło: opracowanie własne)

Na rysunku 3, jako siatkę dokładności zaprezentowano graficznie maksymalną, potencjalną rozdzielczość obiektu, z jaką może być wprowadzony obiekt w bazie BDOT10k (oznaczony mniejszymi punktami) lub w bazie BDOO (oznaczony punktami większymi). Odległości pomiędzy punktami mają charakter orientacyjny, ilustrujący minimalne odległości pomiędzy dowolnymi dwoma werteksami.

Studium sieci cieków i granic administracyjnych

Zakres informacyjny dotyczący sieci cieków i granic administracyjnych ilustruje poniższa tabela.

	Poziom 1		Poziom 2	Poziom 3
	BDOT500	PRG	BDOT10k	BDOT250k
Podział administracyjny	–	PRG_Granica	OT_ADJA_A	OT_ADJA_A
Rowy melioracyjne	PTRW (reprezentacja powierzchniowa i liniowa)	–	OT_SWRM_L	OT_SWRM_L
Kanały	PTWP (reprezentacja powierzchniowa)	–	OT_SWKN_L	OT_SWKN_L
Rzeki i strumienie			OT_SWRS_L	OT_SWRS_L

W przypadku najbardziej szczegółowych danych (LoD BDOT500), granice jednostek administracyjnych znajdują się w bazie PRG. Granice jednostek reprezentowane są przez geometrię liniową w klasie obiektów PRG_Granica. Reprezentacja powierzchniowa jednostek podziału administracyjnego budowana jest z wielu obiektów klasy PRG_Granica. W bazach BDOT10k oraz BDOO jednostki administracyjne reprezentowane są wyłącznie za pomocą geometrii powierzchniowej w klasie obiektów OT_ADJA_A.

Na poziomie LoD BDOT500 istnieje zasada pasowania granic obiektów topograficznych do obiektów ewidencyjnych np. granic działek. W przypadku bliskiego przylegania obiektów PTWP do granic z EGİB zastosowano zasadę uspojniania obiektów PTWP do obiektów EGİB. W przypadku, gdy granica PTWP przebiega w odległości do 0,5 m od granicy EGİB, granice klasy PTWP prowadzi się po danych EGİB. W przypadku PTRW uspojnia się przebieg obiektów jeśli granica PTRW przebiega w odległości mniejszej niż 0,3 m od granicy obiektu EGİB.

Na podstawie powyższych zasad, można wywnioskować, że istnieje reguła uspojniania topologicznego pomiędzy granicami administracyjnymi, biegnącymi po granicach EGİB na poziomie 1.

W przypadku LoD BDOT10k nie zastosowano reguły uspojniania granic administracyjnych z danymi topograficznymi! Zgodnie z zapisem w rozdz. 8 pkt. 3, załącznika 1 do rozporządzenia o BDOT: *geometrię jednostek podziału administracyjnego pozyskuje się z Państwowego Rejestru Granic. Przebiegu granic pozyskanych z PRG nie uspojnia się z przebiegiem innych obiektów*. Oznacza to, że geometria obiektów podziału administracyjnego w BDOT10k jest identyczna jak w przypadku danych PRG (rozdzielczość BDOT500). W tym przypadku istnieje jawna redundancja danych BDOT10k z danymi PRG.

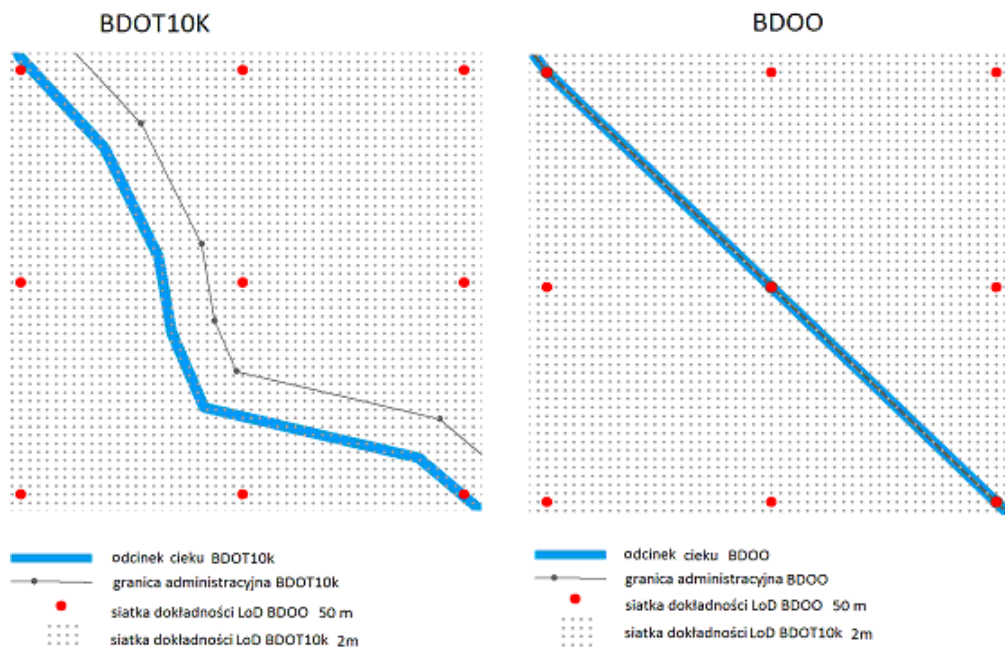
Dane poziomu 3 (BDOT250k) w zakresie danych administracyjnych mają reprezentację geometryczną identyczną z danymi BDOT10k. Zgodnie z rozdz. 9 pkt. 2 § 47 załącznika nr 1 do rozporządzenia o BDOT : klasa obiektów [OT_ADJT_A przyp. autora] *pozyskiwana jest z BDOT10k*. Zgodnie z tym zapisem, dane o szczegółowości LoD BDOO zapisywane są ze szczegółowością danych z poziomu LoD BDOT500 i stanowi kolejną redundancję danych! Jest to sytuacja niedopuszczalna w przypadku baz danych MRDB.

Propozycja dostosowania danych do architektury bazy MRDB

Po przeprowadzeniu szczegółowej analizy zakresu informacyjnych danych oraz zasad pozyskiwania dla danych BDG dla poszczególnych poziomów szczegółowości danych IIP, autor doszedł do wniosku, że istniejąca sytuacja, polegająca na kopiowaniu tych samych danych dotyczących granic administracyjnych jest niekorzystna nie tylko ze względu na konieczność przynajmniej trzykrotnego kopiowania i utrzymywania tych samych danych, ale również ze względów technologicznych. W przypadku niezgeneralizowanych granic administracyjnych, bardzo utrudnione jest publikowanie usług na obszar całego kraju. Ma to związek zarówno z kontekstem wyświetlanych danych (nie ma sensu wyświetlać danych na ekranie dla całego kraju w rozdzielczości na poziomie LoD BDOT500), jak i z wydajnością systemów informatycznych, stosowanych do publikacji danych przestrzennych za pomocą standardowych usług, takich jak WFS czy WMS.

Jako rozwiązanie tego problemu autor proponuje przyjęcie generalizacji obszarów jednostek administracyjnych i dostosowania danych administracyjnych do poszczególnych poziomów dokładności danych topograficznych. W przypadku danych źródłowych (LoD BDOT500) nie zaleca się wprowadzania dodatkowych regulacji.

Dane dotyczące jednostek administracyjnych na poziomie 2 powinny ulec generalizacji i uspojnieniu z danymi topograficznymi poziomu 2. Zaleca się, aby w przypadku przebiegu granic administracyjnych, sieci wód prowadzić granicę administracyjną po granicach obiektów pokrycia terenu lub osiach obiektów sieci wód. Dane dotyczące jednostek administra-



Rys. 4. Propozycja uspojnienia granicy jednostki administracyjnej do osi cieków (źródło: opracowanie własne)

cyjnych na poziomie 2 powinny zostać zgeneralizowane i uspojnione z obiektami topograficznymi sieci cieków w sposób odwzorowujący przynależność danego odcinka sieci do odpowiedniej jednostki administracyjnej (rys. 4). Przykładowo jeśli granica jednostki administracyjnej biegnie po jednej stronie cieków to relacja ta powinna zostać odwzorowana w bazie danych.

Analogicznie dane dotyczące jednostek administracyjnych na poziomie LoD BDOO powinny zostać zgeneralizowane i uspojnione z obiektami bazy danych na poziomie 3. Generalizacja powinna odbywać się zgodnie z ogólnymi zasadami generalizacji obiektów na poziomie 3, z uwzględnieniem następujących zasad:

1. W przypadku, gdy granica sieci administracyjnej biegnie w odległości do 250 metrów od osi obiektu sieci wodnej lub sieci komunikacyjnej, to geometrię jednostki administracyjnej uspojnia się z przebiegiem obiektu sieci wodnej lub obiektem sieci komunikacyjnej.

2. W przypadku, gdy odległość pomiędzy obiektami sieci wód i sieci komunikacyjnej jest większa od 250 metrów, wtedy należy pokazać granicę administracyjną po właściwej stronie obiektu liniowego.

3. Jeśli zbieżność obiektów występuje na odcinku dłuższym niż 2500 metrów, wtedy zmienia się relację prezentowaną w bazie danych.

Podsumowanie

Uspojnienie geometrii obiektów na poziomie BDOT oznacza generalizację relacji topologicznych pomiędzy obiektami w LoD BDOO. Generalizację tę należy rozumieć jako pominięcie cech obiektów (relacji) w celu ograniczenia zasobu informacyjnego wyjściowego zbioru danych. Specyfikacja danych BDOT500, BDOT10k oraz BDOO powinna wyraźnie informować jakie relacje przestrzenne pomiędzy obiektami są odwzorowywane, a jakie ulegają pominięciu. Zdefiniowanie jasnych reguł pozwoli użytkownikowi końcowemu na ocenę przydatności danego poziomu LoD do jego potrzeb biznesowych. Precyzyjne określenie zawartości informacyjnej poszczególnych poziomów LoD, łącznie z opisem relacji, pozwoli odbiorcy danych BDOT/BDOT ocenić, który z poziomów jest dla niego najlepszy.

Literatura

- BGWM/ZP/335-19/08, 2009: Specyfikacja Ogólnego Obiektu Przestrzennego, Warszawa.
- Felcenloben D., 2011: Geoinformacja, wprowadzenie do systemów organizacji danych i wiedzy, Katowice.
- Gotlib D., Lebiecki M., Olszewski R., 2004: Processes of generalisation and modeling spatial data in the context of development of the Topographic Database (TBD), Investigating possibilities to develop the TDB in Poland as a MRDB type Database, Materiały Seminarium Komisji ds. Generalizacji i Wielorakiej Reprezentacji ICA, Leicester.
- Gotlib D., Olszewski R., Iwaniak A., 2006: Budowa krajowej infrastruktury danych przestrzennych w Polsce – harmonizacja baz danych referencyjnych, Wrocław.
- GUGIK, http://e-przewodnik.gugik.gov.pl/hasla/hasla/19101/conceptual_model_01.4.4.html
- Makowski A. (red.), 2005: System Informacji Topograficznej Kraju, Warszawa.
- MSWiA, 2011a: Wytyczne dotyczące wprowadzania obiektów do BDOT10k, Załącznik do rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych Tom 1.
- http://www.gugik.gov.pl/_data/assets/pdf_file/0009/35793/zalacznik-na-1.pdf

- MSWiA, 2011b: Wprowadzanie obiektów do GESUT i BDOT, załącznik nr 3 do projektu rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji, stan na 12.08.2011.
http://www.gugik.gov.pl/__data/assets/pdf_file/0003/33555/Zalacznik-nr-3_12-08-2011.pdf
- Hampe M., Anders, K., Sester M., 2003: MRDB Application for Data revision and Real-time Generalisation, ICA Durban.
- Olszewski R., Kołodziej A., Gnat M., 2007: Generalizacja danych sytuacyjnych i wysokościowych zgromadzonych w referencyjnych bazach danych przestrzennych TBD i VMAP – koncepcja i studium realizacji, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 17b.
- Ustawa o infrastrukturze informacji przestrzennej z dnia z dnia 4 marca 2010 r. Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489.

Abstract

A set of generalization rules is an important part of the conceptual model for spatial databases created according to the regulations implementing the law on spatial information infrastructure. The author proposes to supplement the existing provisions by additional records to allow precise description of topological relations between administrative units and water courses in the General Geographic Database. The proposed amendments will also allow to build a database for the administrative units and the network of watercourses, compatible with the concept of MRDB.

mgr Bartłomiej Bielawski
bartlomiej.bielawski@intergraph.com
tel. 22 495 88 97, 668 44 88 97