

Agnieszka Buczek*

Przyczynek do wielorozdzielczej/wieloreprezentacyjnej bazy danych topograficznych (WBDT), czyli kilka spostrzeżeń na temat jej koncepcji

1. Wprowadzenie

Celem stworzenia wielorozdzielczej/wieloreprezentacyjnej bazy danych topograficznych (MRDB – *Multiresolution/Multirepresentation Database*) jest integracja informacji przestrzennej prowadzonej na różnych poziomach administracji oraz realizacja zadań związanych z dostarczeniem danych referencyjnych na różnych poziomach uogólnienia.

W zależności od możliwości, potrzeb czy czynników ekonomicznych można określić wymagany podstawowy stopień rozdzielczości na danym obszarze. Tereny aktywne z dowolnego punktu widzenia wymagają większej dokładności niż tereny o niższym poziomie zainwestowania (niezainwestowane i słabo rozwojowe). Dlatego analogiczne obiekty na określonych wydzieleniach mogą cechować się różną dokładnością geometryczną. Oczywiście należy dążyć do najwyższej wierności na największym obszarze, ale z zachowaniem zdrowego rozsądku, nie kosztem rozwoju WBDT w innych aspektach.

W związku z zakładaną możliwością zasilania WBDT bazami zewnętrznymi czy wyspowej aktualizacji bazy, a także dla potrzeb zdefiniowania wewnętrznych algorytmów generalizacji i wielu innych mechanizmów funkcjonalnych, istnieje potrzeba opracowania reguł jednoznaczności geometrii obiektów bazy. W tym celu należy znaleźć i oznaczyć stałe punkty dla obiektu. Taki zbiór punktów niezmienników stanowiłby strukturę geometryczną bazy. Ze względu na wykorzystanie w algorytmach generalizacji powinna mieć ona charakter hierarchiczny. Szkielet geometryczny dałby również możliwość swobodnej wymiany fragmentów bazy.

* Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne w Krakowie Sp. z o.o., Kraków, Polska

WBDT oprócz wypracowania ogólnych zasad współdziałania danych z różnych źródeł wymuszających uspoźnienie, harmonizację, legislację, wymaga szczegółowego określenia przepływu (co i w którą stronę) oraz sposobu wykorzystania danych w WBDT. W niektórych przypadkach trudno będzie doprowadzić do pełnej zgodności klasyfikacji i definicji obiektów w bazach źródłowych stanowiących potencjalne źródło zasilania. Dlatego wskazana jest ostrożność w czerpaniu z zasobów, selekcja i ładowanie tylko zweryfikowanych i pożądaných z uwagi na informację danych oraz określenie zakresu informacji wychodzących z WBDT o istotnym znaczeniu dla baz źródłowych.

2. Podstawowe założenia WBDT

2.1. Obiekt bazy

Obiekt topograficzny musi mieć definicję rozumianą jednoznacznie przez wszystkich potencjalnych dostawców i odbiorców danych. Obiekt topograficzny zdefiniowany jest w bazie tylko jeden raz, otrzymuje unikatowy i niezmienny identyfikator. Obiekty bazy (podstawowe) mogą mieć różne dokładności geometryczne. Obiekty mogą przybierać różne formy graficzne zwane geometrią wtórną. Obiekty wtórne powstałe w procesie generalizacji i/lub redakcji posiadają jednakową informację opisową właściwą dla obiektu bazy.

Każdy obiekt wymaga określenia punktów kluczowych, charakterystycznych, które wiążą obiekt w sposób ścisły na dowolnych uogólnieniach, w różnych wersjach oraz definiują geometrię obiektu na zewnątrz bazy podczas współpracy z bazami specjalistycznymi czy w procesie zasilania, aktualizacji WBDT.

Proces wyboru właściwych punktów powinien odbywać się z uwzględnieniem kształtu obiektu, jego właściwości oraz relacji obiektu z innymi obiektami. Wyznaczenie takich „niezmienników” dla poszczególnych obiektów bazy wykazuje różny stopień skomplikowania w zależności od typu obiektu. Wymienić możemy oczywiste węzły, takie jak na przykład początek i koniec obiektów liniowych, punkty stosunkowo łatwe do wyboru, skrzyżowania obiektów, punkty zmiany właściwości obiektu itp., gdzie wybór zależy od stopnia ważności zdarzenia, oraz punkty słabo widoczne, których rozpoznanie niesie ze sobą pewną umowność. Do takich trudnych w kwalifikacji można zaliczyć wiele obiektów powierzchniowych.

Należy zadać pytanie, które punkty obiektu wybrać oraz czy punkty te muszą należeć do obiektu, czy w przypadku obiektów powierzchniowych wśród takich punktów nie mogłyby znaleźć się również środek obiektu, lub czy obligatoryjne nie zakładać ekscentru w środku powierzchni dla wybranego punktu obiektu.

Każdy obiekt pierwotny posiada możliwie najdokładniejszą geometrię, bez przekształceń redakcyjnych, oraz informację opisową o możliwie najdokładniejszym poziomie. Nie oznacza to jednak, że wszystkie obiekty mają taką samą dokładność geometryczną, przeciwnie: w zależności od dostępnych zasobów budujących WBDT oraz od przyjętych celów dla wybranych obszarów, będą różne. Wszystkie werteksy tworzące obiekty mają cechę ważności, od której zależy występowanie punktu, a w konsekwencji także obiektu, w poszczególnych uogólnieniach bazy.

Cechy ważności należy powiązać z modelem niezmienników i tak wszystkie punkty zbioru niezmienników muszą mieć określoną cechę ważności, natomiast punkty spoza zbioru mogą taką cechę zyskiwać dopiero w trakcie eksploatacji bazy, np. po pierwszej generalizacji.

2.2. Poziomy uogólnienia

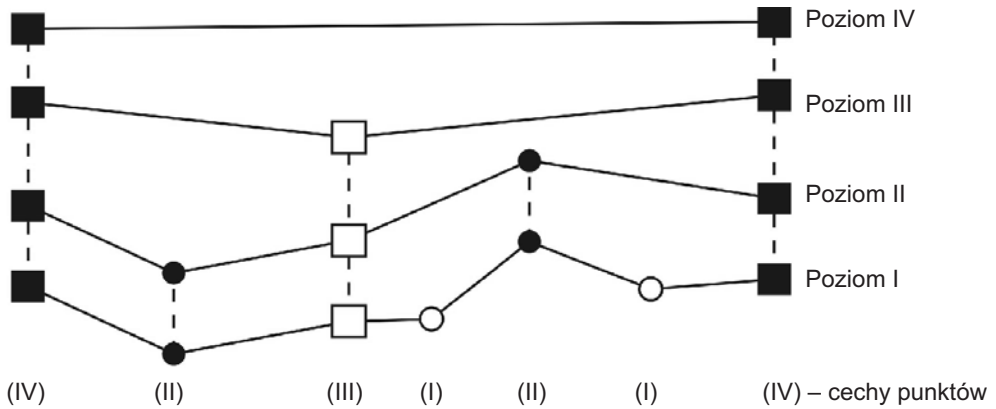
WBDT można nazwać bazą bezskalową czy, hipotetycznie, o nieskończonych możliwościach skalowych, w praktyce jednak przewiduje się zakres skalowy gromadzenia, przechowywania czy udostępniana danych. Dla celów operacyjnych, z uwagi na zastosowanie określonych mechanizmów, proponuje się zdefiniowanie kilku poziomów uogólnień w bazie. Poziomy powinny wynikać z istniejących zasobów, bieżących produkcji czy przewidywanych potrzeb.

W opracowaniu zaproponowano przykładowe poziomy uogólnienia (rys. 1):

- poziom I – opracowania wielkoskalowe,
- poziom II – 1:10 000,
- poziom III – 1:50 000,
- poziom IV – 1:250 000.

Przyjęte poziomy nie ograniczają możliwości bazy w odniesieniu do uzyskania dowolnych uogólnień z zakresu zawartości bazy. Adekwatnie do przyjętych poziomów cechy ważności punktów tworzących obiekty przybierać będą odpowiednie wartości (I, II, III lub IV). Cechy punktów determinują występowanie obiektów na poszczególnych poziomach. Jeżeli obiekt nie posiada punktu (czy dwóch – w odniesieniu do linii, bądź trzech – do powierzchni) o cechach wskazujących dany poziom, oznacza to, że w zakresie od tego poziomu wzwyż nie posiada reprezentacji.

Dodatkowo na wyższych poziomach dopuszcza się stosowanie ekscentrów punktów wynikających z konieczności zmiany ich geometrii lub z generalizacji atrybutowej obiektu na danym poziomie. Mogą być one również wykorzystane do punktowej reprezentacji małych powierzchni. Prezentacje graficzne obiektów generowane są na podstawie punktów występujących na określonych poziomach i/lub ich ekscentrów albo pobierane z magazynu wersji.



Rys. 1. Hierarchia cech ważności punktów

Zdefiniowane poziomy wykorzystywane będą m.in.:

- w modelu niezmienników bazy,
- przy określeniu cech punktów tworzących obiekty i co za tym idzie – do występowania obiektu w określonych zakresach skalowych,
- w identyfikacji wersji (prezentacji graficznej) obiektów,
- do pozyskiwania i aktualizacji danych na różnych poziomach w zależności od potrzeb,
- podczas administrowania bazą (nadania właściwych uprawnień użytkownikom),
- w procedurach komunikacyjnych pomiędzy jednostkami administracyjnymi,
- w produkcji standardowych opracowań.

2.3. Prezentacje graficzne

Obiekt może mieć różne prezentacje graficzne (wersje) w zależności np. od stopnia uogólnienia. Wersje obiektu powstają na skutek generalizacji i/lub interaktywnej redakcji lub wprowadzane są do WBDT na poziomie wyższym od podstawowego. Wersja nie jest związana z historią obiektu, która realizowana jest za pomocą innych mechanizmów bazy.

Kolejne poziomy uogólnienia otrzymuje się poprzez generalizację niższych poziomów, z uwzględnieniem cech punktów. Istnieje również możliwość przechowywania wersji kolejnych uogólnień dla danego obiektu. Zarówno ekscentry, jak i różne wersje stanowią geometrię wtórną obiektów bazy i odwołują się do informacji opisowej właściwej dla obiektu bazy.

Wersja może również stanowić specjalistyczną formę graficzną związaną z określonym zadaniem, wykonaną na potrzeby konkretnego odbiorcy lub przejętą z zasobów branżowych.

Przechowywanie różnych wersji dla wybranych poziomów jest uzasadnione ekonomicznie i praktycznie. Pozwala wprowadzić mechanizmy pozyskiwania, aktualizacji i prezentacji bazy z różnych poziomów, zachować elementy redakcji, eliminuje dublowanie nieautomatycznych prac związanych z generalizacją. Korzystanie z zachowanych wersji jest opcjonalne i zależy od decyzji operatora, zawsze istnieje możliwość nowego wygenerowania obiektów na danym poziomie czy innych celowych wersji za pomocą zdefiniowanych w bazie algorytmów.

Poziomy związane są z dokładnością i w zależności od wypełnienia bazy mogą zawierać obiekty podstawowe lub wtórne, natomiast wersje dotyczą zawsze obiektów wtórnych i mogą być wynikiem generalizacji lub innych decyzji, np. redakcji, stanowić wektorową bazę obiektów wysokościowych lub inną reprezentację obiektów zakwalifikowaną do współlistnienia w WBDT.

3. Wybrane zagadnienia tworzenia i eksploatacji bazy

3.1. Prace przygotowawcze, gromadzenie danych

Analiza istniejących zasobów pod kątem budowy, wymiany, aktualizacji pozwoli na opracowanie szczegółowej koncepcji WBDT. Model danych WBDT musi być uniwersalny, żeby z jednej strony dać realne szanse na powstanie bazy w możliwie krótkim czasie, a z drugiej – maksymalnie zaspokoić potrzeby przyszłych beneficjentów. Dodatkowo, co wydaje się najtrudniejszym zadaniem, powinien pozwalać na synchronizację danych z różnych baz źródłowych. Dlatego prawdopodobnie koncepcja WBDT będzie miała istotny wpływ na zmianę (dostosowanie) modelu danych innych baz wchodzących w skład szeroko rozumianego mechanizmu WBDT.

Kolejnym zadaniem po ujednoczeniu (w możliwych zakresach) modeli danych zasobów stanowiących ogniwa mechanizmu WBDT i zapewnieniu jednoznacznej identyfikacji obiektów, powinno być wypracowanie modelu niezmienników geometrii bazy.

Obecnie wydaje się mało prawdopodobne rozpoczęcie zasilania WBDT od najniższego poziomu. Bazy wielkoskalowe są w dużym stopniu niejednorodne, prowadzone w różnych systemach, w wielu przypadkach posiadają część opisową i graficzną oddzielnie. Dlatego konieczne jest wstępne ujednoczenie, przygotowanie danych i akceptacja przed ich wprowadzeniem do WBDT. Dodatkowo należy pamiętać, że pokrywają one tylko fragmentarycznie powierzchnię kraju. Dlatego celowe wydaje się przyjęcie poziomu 1:10 000 jako podstawowego, model zbliżony do obecnego TBD lub TBD2 – wypracowanego w projekcie *Metodyka i procedury*

integracji, wizualizacji, generalizacji i standaryzacji baz danych referencyjnych dostępnych w zasobie geodezyjnym i kartograficznym oraz ich wykorzystania do budowy baz danych tematycznych, mógłby pełnić tę rolę. Kolejnym krokiem winno być przejście istniejącej TBD oraz opracowanie harmonogramu realizacji opracowań typu TBD czy TBD2. Na terenach lub dla warstw nieprzewidzianych w najbliższych latach do realizacji na poziomie TBD (lub TBD2) proponuje się rozpocząć tworzenie bazy od wyższego poziomu (być może z wykorzystaniem VML2 czy nawet BDO). Równocześnie trzeba prowadzić prace nad ujednoczeniem opracowań wielkoskalowych, nad przystosowaniem do zasilania WBDT w obszarach nadających się do tego (np. budynki, wybrana infrastruktura), określeniem obszarów trudnych lub nienadających się do współpracy (niezgodnych, np. przedstawiających stan prawny w jednej bazie i faktyczny w drugiej) i transferem do nowo przyjętego modelu. Dane wielkoskalowe, które przejdą pozytywny test pod kątem możliwości ich wykorzystania, należy sukcesywnie wprowadzać do bazy.

Docelowo WBDT zastąpi istniejące bazy topograficzne (TBD, VMap Level 2, BDO), nie przewiduje się jednak, że będzie posiadała wszystkie zalety funkcjonalne baz wielkoskalowych. Zakłada się istnienie baz na poziomie powiatu jako satelitów WBDT, z których czerpane będą wybrane informacje do tworzenia i aktualizacji obiektów bazy i do których będą przesyłane informacje o zmianach powstałych na skutek prac prowadzonych na wyższym poziomie (np. aktualizacji na poziomie TBD), mogących mieć znaczenie dla opracowań wielkoskalowych. WBDT zapewni przepływ informacji pomiędzy produktami i kontrolę tego procesu, gwarantując jednolitość, aktualność i spójność danych.

3.2. Aktualizacja WBDT

Po przyjęciu odpowiednich procedur określających współpracę różnych podmiotów i instytucji WBDT będzie aktualizowana w sposób ciągły, wynikający ze zmian wprowadzanych na poszczególnych ogniwach administracji lub wybiórczo na skutek indywidualnych decyzji.

Aktualizacja obiektu bazy musi odbywać się z zachowaniem wymaganej dokładności i szczegółowości. Aktualizacja bazy możliwa jest z różnych poziomów uogólnienia, jednak w zależności od stopnia wypełnienia bazy (np. występowania lub niewystępowania danych wielkoskalowych w obszarze aktualizacji) może dotyczyć obiektu bazy i/lub odpowiedniej wersji (geometrii wtórnej). W momencie wprowadzenia do bazy obiektu o wyższej rozdzielczości niż dotychczasowa w bazie, np. pierwsze wprowadzenie z poziomu wielkoskalowego na terenach posiadających dane z innego źródła (np. TBD), nowo pozyskany obiekt staje się obiektem podstawowym, a dotychczasowe geometrie obiektu przyjmują odpowiednie wersje (stają się geometrią wtórną).

Każda aktualizacja sygnalizowana jest na wyższych poziomach, na których istnieją wersje uogólnione. Operator podejmuje decyzję o generowaniu nowej grafiki lub interaktywnej poprawie i wprowadzeniu zmian w istniejącej wersji danego poziomu. Jeżeli aktualizacja przeprowadzana była na wyższym poziomie, w bazie następuje poprawa wersji, która może być podstawą do generowania kolejnych wyższych uogólnień, informacja o zmianach jest zapisywana w bazie, jednak poprawa geometrii podstawowej w takim przypadku nie może być automatyczna.

Zawsze przy celowej aktualizacji WBDT, bez względu na poziom, którego dotyczy, należy dążyć do możliwie najdokładniejszego wprowadzenia zmian, co nie znaczy jednak, że jest ona możliwa tylko z dokładnością pierwszego poziomu. Zatem aktualizacja może odbywać się na różnych poziomach uogólnienia przy zachowaniu wcześniej opisanych mechanizmów wprowadzania zmian. W zależności od poziomu dopuszcza się stosowanie różnych metod: od pomiarów bezpośrednich po wykorzystanie zdjęć lotniczych i satelitarnych.

3.3. Trzeci wymiar

Wielorozdzielcza/wieloreprezentacyjna baza danych topograficznych powinna uwzględniać również informację wysokościową. Formy terenu występujące w numerycznych modelach terenu (NMT), a mające swoje odpowiedniki w obiektach bazy powinny być spójne, jeżeli nie w całym przebiegu geometrycznym, to przynajmniej w punktach kluczowych. Idealną sytuacją byłoby stworzenie uniwersalnego modelu danych dla obiektów wspólnych i przechowywanie NMT w postaci bazy danych obiektów wysokościowych. Sytuacja taka wymuszałaby jednak przestrzeganie zasad właściwych gromadzeniu danych WBDT podczas kolekcji NMT, co dałoby identyczność, ale mogłoby nie być zasadne z ekonomicznego punktu widzenia.

Główny nacisk w NMT kładzie się na zachowanie odpowiedniej dokładności wysokościowej, która z jednej strony wymusza sposób zbierania danych form terenowych niejednokrotnie bardziej szczegółowy niż podczas gromadzenia danych sytuacyjnych (np. krawędzie zamiast osi), a z drugiej nie wymaga tak dużej precyzji kształtu, jak to ma miejsce przy przedstawianiu niektórych obiektów w WBDT. Dotychczas tworzone NMT stanowią tylko informację graficzną o elementach rzeźby bez danych atrybutowych, a sposób pozyskiwania, topologia nie uwzględniają potrzeb WBDT.

Zbiór niezmienników mógłby stanowić idealne wiązanie wykorzystywane również w modelu danych wysokościowych bazy, stanowić gwarant spójności i równocześnie być wykorzystywany w procesie generalizacji NMT, a obiekty wysokościowe stanowiłyby kolejną reprezentację w WBDT.

4. Wnioski

Koncepcja wielorozdzielczej/wieloreprezentacyjnej bazy danych topograficznych musi być na tyle uniwersalna, żeby dać szansę możliwie najpełniejszej harmonizacji baz źródłowych w aspektach istotnych dla jej budowy i eksploatacji oraz zaspokoić potrzeby wielu użytkowników i wielu resortów. Musi być możliwa do wykonania w zakładanym czasie i musi charakteryzować się określonymi parametrami, zdefiniowanymi procedurami i procesami oraz wieloma innymi czynnikami stanowiącymi o jej jakości. Powinna uwzględniać zarówno numeryczny model krajobrazu (DLM – *Digital Landscape Model*) jak i numeryczny model kartograficzny (DCM – *Digital Cartographic Model*). Pierwszy dotyczyłby bazy podstawowej, a drugi znalazłby swoje odzwierciedlenie w niektórych wersjach. Spójność modeli gwarantowałby m.in. zdefiniowany model niezmienników.

Działanie WBDT wymaga zgrania nie tylko modelu pojęciowego wszystkich jej składników, metadanych, zasad pozyskiwania, formatu itd., ale również geometrii przez stworzenie odpowiednich więzi. Wyznaczenie modelu niezmienników jest warunkiem koniecznym stworzenia dobrze funkcjonującej WBDT, generowania kolejnych uogólnień, wybiórczej aktualizacji, zewnętrznej wymiany danych, spójności DLM i DCM i innych procesów eksploatacji bazy. Tak rozumiana WBDT umożliwiłaby współistnienie obiektów pierwotnych (nieprzekształconych) na różnych poziomach dokładności w różnych obszarach oraz współistnienia obiektów pierwotnych i wtórnych (wersji) na tych samych obszarach.

Podczas tworzenia odpowiednich wersji danych należy dążyć do możliwie najwierniejszego zachowania geometrii pierwotnej, tak aby ograniczyć konieczność interpretacji i redakcji do niezbędnego minimum. Ze względu na referencyjny charakter WBDT powinna skupić się na aktualnym i możliwie najwierniejszym pokazaniu geometrii obiektów topograficznych, natomiast odpowiednie mechanizmy prawne i techniczne powinny zapewnić dostarczenie informacji branżowych z instytucji najlepiej do tego celu przygotowanych.

Współpraca pomiędzy jednostkami administracyjnymi czy też resortami wpływającymi na zawartość bazy wymaga stworzenia wielu procedur działania zarówno technicznych, jak i prawnych, zbudowania kanałów komunikacji pomiędzy instytucjami w celu sprawnej wymiany informacji i zapewnienia pożądanej jakości, opracowania, a także przyjęcia formatów wymiany danych uwzględniających również redakcję.

WBDT zakłada różny zakres treści, różny stopień szczegółowości i dokładności, a więc świadomie zakłada określoną niejednorodność, co może rodzić konflikty i być niewygodne dla użytkownika. Wydaje się jednak, że takie podejście do TBD to dzisiaj jedyna droga zbudowania bazy danych referencyjnych i kolejny bodziec do standaryzacji danych w różnych instytucjach, należy tylko pamiętać o właściwym oznaczeniu i nadzorowaniu niejednorodności bazy.

Literatura

- [1] Bac-Bronowicz J. *et al.*: *Metodyka i procedury integracji, wizualizacji, generalizacji i standaryzacji baz danych referencyjnych dostępnych w zasobie geodezyjnym i kartograficznym oraz ich wykorzystanie do budowy danych tematycznych*. Materiały projektu celowego nr 6 T 12 2005C/06552, Wrocław 2005–2008.
- [2] Chrobak T.: *Podstawy cyfrowej generalizacji kartograficznej*. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2007.
- [3] Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R.: *Budowa Krajowej Infrastruktury Danych Przestrzennych w Polsce – harmonizacja baz danych referencyjnych*. Akademia Rolnicza, Wrocław 2006.
- [4] Makowski A.: *System informacji topograficznej kraju*. Politechnika Warszawska, Warszawa 2005.