

HYBRYDOWA WIZUALIZACJA KARTOGRAFICZNA REFERENCYJNYCH BAZ DANYCH TYPU MRDB

HYBRID CARTOGRAPHIC VISUALISATION OF MULTIRESLOLUTION REFERENCE DATABASES

Andrzej Głażewski

Laboratorium GIS, Zakład Kartografii, Wydział Geodezji i Kartografii
Politechnika Warszawska

Słowa kluczowe: mapa mentalna, mapa hybrydowa, baza typu MRDB, dane referencyjne
Keywords: mental map, hybrid map, MRDB, reference data

Wstęp

Zbiory danych referencyjnych o różnej szczegółowości stanowią coraz częściej podstawę budowy nowych zbiorów i baz danych tematycznych, tym bardziej, że dostęp do nich został otwarty poprzez internetową drogę udostępniania – wizualizację geoportalową. Wizualizacja ta może z powodzeniem udostępniać informacje w postaci tzw. mapy hybrydowej, integrującej dane zapisane w modelu kartograficznym (znakowym) i teledetekcyjnym (zwanym obrazowym). Łączy więc obraz kreskowy (wektorowy) z obrazem tonalnym (fotograficznym). Integracja ta zachodzi na wielu płaszczyznach i daje możliwość uzyskania obrazu wzbogaconego w stosunku do pojedynczych modeli składowych, a jednocześnie jest łatwiej interpretowana przez odbiorcę. Z drugiej strony coraz szersze zastosowanie zyskują bazy danych przestrzennych typu wieloreprezentacyjnego (wielorozdzielcze), czyli takie, w których informacja jest związana z różnymi poziomami uogólnienia, a więc klasy obiektów są modelowane na różnych poziomach dokładności (ang. *Level of Detail* – LoD), a także obiekty mogą posiadać wiele reprezentacji.

Artykuł przedstawia wskazania metodyczne wykorzystania wizualizacji hybrydowej do prezentacji baz danych referencyjnych, wypracowane w ramach projektu badawczego NCN pt. *Opracowanie metodyki zasilania, generalizacji, wizualizacji i prowadzenia analiz przestrzennych w środowisku wielorozdzielczej bazy danych topograficznych BDG*, prowadzonego przez Wydział Geodezji i Kartografii PW. Projekt ten zbiega się w czasie z opracowaniem produkcyjnym ogólnokrajowej bazy danych referencyjnych modelowanej wg zasad Wytucznych Technicznych TBD, prowadzonym przez GUGiK jako przedsięwzięcie finansowane przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego w ramach 7. Osi Priorytetowej Progra-

mu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka pt. *Georeferencyjna Baza Danych Obiektów Topograficznych (GBDOT) wraz z Krajowym Systemem Zarządzania*. Podstawą do rozpoczęcia prac w tym zakresie z pewnością pozostają wyniki zakończonego w 2009 r. projektu celowego KBN/MNiSW pt. *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*.

Podstawy i założenia metodyki opracowania wizualizacji hybrydowych

W umyśle człowieka funkcjonuje specyficzny model rzeczywistości geograficznej zwany mapą mentalną. Model ten powstaje na drodze własnych doświadczeń, pod wpływem bezpośredniego odbioru przestrzeni geograficznej oraz interpretacji różnych systemowych modeli tej przestrzeni i rozwija się od najmłodszych lat kształcenia wraz z ogólną świadomością człowieka w sposób wielopłaszczyznowy, odniesiony do różnych zagadnień i do coraz szerszych obszarów (rys. 1). Charakteryzuje się obiektową organizacją (człowiek postrzega rzeczywistość przestrzenną wyróżniając interesujące go kategorie obiektów) oraz wieloskalowością, ponieważ różne kategorie obiektów są zapamiętywane na różnym poziomie uogólnienia. Posiada też cechę dużej wierności oryginałowi, pomimo braku precyzyjnego osadzenia matematycznego (ściślej georeferencji), a relacje przestrzenne pomiędzy jego elementami są ważną częścią tego modelu (jest topologicznie zgodny z obserwowaną rzeczywistością).

W rozwoju mapy mentalnej ogromną rolę odgrywa kontakt z modelami systemowymi opisującymi rzeczywistość geograficzną, takimi jak mapy czy obrazy satelitarne. Wyróżniono (Głazurewski, 2006) trzy kategorie tych modeli, różniące się zarówno sposobem obrazowania przestrzeni geograficznej, jak i gamą zastosowań. Są to: model topograficzny (bazodanowy) – ang. *Digital Landscape Model (DLM)*, model kartograficzny (znakowy) – ang. *Digital Cartographic Model (DCM)* oraz model teledetekcyjny (obrazowy) – ang. *Digital Image Model (DIM)*. Określenie model występuje tu w znaczeniu cyfrowej reprezentacji określonego typu *kartograficznej* – celowo uogólnionej i formowanej przez system znaków kartograficznych oraz *teledetekcyjnej* – najczęściej fotograficznej, o formie obrazu tonalnego.

Jeśli w poprawny sposób zintegrować w jednej wizualizacji dwa typy modeli: teledetekcyjny (DIM) i kartograficzny (DCM), to taka hybrydowa mapa będzie dużo łatwiej odbierana, jej treść będzie łatwiejsza w interpretacji, a wpływ na rozwój świadomości przestrzennej i modelu mentalnego użytkownika będzie dużo większy niż w przypadku „zwykłej” mapy, zdjęcia lotniczego, czy obrazu satelitarnego. Mapa hybrydowa jest więc taką wizualizacją (czyli typem umysłownienia) geoinformacji, która powstaje poprzez integrację dwu kategorii modeli rzeczywistości geograficznej, które, co prawda bliskie sobie, niosą ze sobą różne znaczenia i mają różne zastosowania. Powstaje w ten sposób nowa jakość, która niesie ze sobą nowe wyzwania wizualizacyjne, ale też ujawnia nowe jakości, zwłaszcza w wizualizacji danych referencyjnych.

Modelem znakowym – kartograficznym podlegającym integracji w wizualizacji hybrydowej jest najczęściej mapa wykorzystująca wektorowy model danych przestrzennych, powstała na drodze wizualizacji wybranych klas obiektów modelu topograficznego (DLM). Natomiast model teledetekcyjny – obrazowy (DIM) stanowi zarejestrowany obraz (satelitarne lub lotnicze) powierzchni Ziemi, przetworzony do postaci ortofotomapy. Aby można było

mówić o wizualizacji hybrydowej obie kategorie modeli muszą spełniać szereg warunków, umożliwiających ich integrację na czterech płaszczyznach: geometrycznej, czasowej, graficznej oraz formalnej. Płaszczyzna geometryczna integracji odnosi się najściślej do własności integrowanych zbiorów danych i dotyczy: ich odniesienia matematycznego (systemu współrzędnych), dokładności (związanej z precyzją pozyskania i zapisu danych), poziomu szczegółowości (wynikającego z przyjętego uogólnienia pojęciowego, np. tzw. generalizacji pierwotnej). O ile problemy zbliżenia dokładności i szczegółowości zbiorów danych przestrzennych są istotne w hybrydowej wizualizacji, o tyle problem różnic co do systemu współrzędnych zbiorów danych ma mniejsze znaczenie wobec możliwości dynamicznej transformacji przestrzennej układów odniesienia, dostępnej od dawna w narzędziach GIS, a obecnie także implementowanej w internetowych serwerach map. Płaszczyzna czasowa integracji odnosi się do dat pozyskania danych, które powinny być na tyle zbliżone, aby z ich różnic nie wynikały zasadnicze rozbieżności w treści integrowanych modeli. W praktyce nie istnieje problem aktualności modelu obrazowego, zwłaszcza w przypadku danych satelitarnych, dostępnych na bieżąco. Istotne jest wskazanie w treści metadanych informacji o datach opracowania komponentów wizualizacji hybrydowej, co pozwala na uniknięcie nieporozumień, wynikających zwłaszcza z różnej, często odległej czasowo, aktualności komponentów wektorowych mapy. Na płaszczyźnie graficznej (wizualnej) komponenty mapy hybrydowej są zintegrowane, jeśli tworzą one razem harmonijną wizualizację, spełniającą podstawowe wymogi stawiane przed wszystkimi mapami: czytelność i jednoznaczność przekazu, zgodne z założeniami zróżnicowanie planów percepcyjnych, czy rozłączność znaków kartograficznych. Ten rodzaj integracji osiągnąć można drogą swego rodzaju regionalizacji (klasyfikacji) obrazu teledetekcyjnego za pomocą takiej zmiennej graficznej jak przezroczystość, odniesionej do znaków graficznych prezentujących dane wektorowe. Natomiast płaszczyzna formalna integracji elementów mapy hybrydowej związana jest z formatami danych stosowanymi do pozyskiwania, wymiany i udostępniania treści tych elementów. W przypadku wykorzystania oprogramowania internetowego serwera map, sposób zintegrowania komponentów mapy hybrydowej wynika z zastosowanych usług sieciowych (*web services*). Jeśli serwer mapowy korzysta z wielu źródeł, to, mając do czynienia z tzw. serwisem mieszanym (*ma-shup*), należy zweryfikować poprawność połączenia i sposobu realizacji usług mapowych, które będą wykorzystywane łącznie i mogą prowadzić do hybrydowej wizualizacji danych przestrzennych.

Specyfika baz typu MRDB

W ostatniej dekadzie tendencją ogólnoświatową w rozwoju baz danych geograficznych stało się wykorzystanie formy MRDB (Multiresolution/Multirepresentation DataBase), czyli wielorozdzielczej/wieloreprezentacyjnej bazy danych. Taka postać bazy danych umożliwia tworzenie i funkcjonowanie jednolitej struktury (zarówno pojęciowej jak i fizycznej) dla danych odniesionych do różnych poziomów uogólnienia pojęciowego (wielorozdzielczość) czy też posiadających wiele reprezentacji, zależnych od poziomu dokładności – LoD (wieloreprezentacyjność). Zwykle obie te cechy modelu występują jednocześnie. Trudność w modelowaniu polega na poprawnym zdefiniowaniu relacji pomiędzy obiektami reprezentującymi (na różnych poziomach szczegółowości) ten sam obiekt rzeczywisty oraz na zachowaniu spójności pojęciowej całego modelu. Korzyści z zastosowania takiego podejścia są nie do przece-

nienia, ponieważ baza danych zawiera implementację zasad i strukturę wyników generalizacji kartograficznej modelu topograficznego (DLM), a więc modeluje wszystkie niezbędne w analizach przestrzennych i wizualizowaniu klasy obiektów wraz z relacjami zachodzącymi między nimi. To dlatego pojawia się możliwość wieloskalowej analizy danych przestrzennych przy użyciu rozszerzonej wersji języka SQL (MultiSQL), który jest w fazie koncepcyjnego opracowania, a także możliwość propagacji danych wewnątrz bazy, co prowadzi do automatycznego jej zasilania na kolejnych poziomach uogólnienia. W przypadku baz danych referencyjnych o dużej liczbie klas obiektów i szerokiej atrybutyzacji dużego znaczenia nabiera spójność modelu pojęciowego wszystkich klas obiektów związanych z wieloma poziomami uogólnienia. Co naturalnie generuje trudności, chociażby w postaci konieczności zbudowania jednoznacznych relacji pomiędzy wieloma reprezentacjami obiektów rzeczywistych, służących także jednakowej identyfikacji obiektów na różnych poziomach szczegółowości bazy. Stosowane są trzy metody zapewnienia tej identyfikacji:

- wariant atrybutowy, który zakłada, że wszystkie obiekty przechowywane są w jednym zbiorze danych, a różnicowanie poziomu uogólnienia (LoD) realizowane jest przez określenie specyficznych, właściwych dla danego poziomu, atrybutów geometrycznych i opisowych,
- wariant „z dołu do góry” (*bottom – up*), który zakłada istnienie dwóch lub więcej zbiorów danych, połączonych atrybutem określającym LoD na danym poziomie uogólnienia,
- wariant „z góry na dół” (*top – down*) umożliwiający budowanie połączeń od obiektu uogólnionego do elementów źródłowych (np. od terenu zabudowy do poszczególnych budynków).

Interesujący przykład konstruowania modelu bazy MRDB zaproponowali Hampe, Anders i Sester (2003) w niemieckim projekcie WIPKA. Autorzy wykorzystując model pojęciowy i dwa poziomy uogólnienia funkcjonującej w RFN bazy danych topograficznych ATKIS: DLM Basis i DLM 50, odpowiadające w sensie dokładności geometrycznej opracowaniom skalach 1: 5000 oraz 1: 50 000, opracowali koncepcję bazy wieloreprezentacyjnej. Docelowym założeniem projektu WIPKA jest zbudowanie bazy MRDB integrującej wszystkie poziomy skalo-we niemieckiego systemu ATKIS, od DLM Basis do DLM 1mln oraz dane glebowe i geologiczne. Wdrażana obecnie w RFN na szczeblu federalnym koncepcja integracji pozwala na pełne zintegrowanie danych katastralnych (ALKIS) i topograficznej bazy danych (DLM Basis) i może być uznana za początkową fazę budowy pełnej urzędowej bazy typu MRDB.

Koncepcja wielorozdzielczej bazy danych georeferencyjnych

W naszym kraju przez ostatnie 5 lat zweryfikowano dwa podejścia do budowy bazy danych referencyjnych typu MRDB. Nie są to rozwiązania opcjonalne, czy też konkurencyjne, również dlatego, że pojawiały się ewolucyjnie, wpisując się doskonale w warunki infrastrukturalne panujące w dwóch okresach: 2007-2009 oraz 2009-2011. Rok 2009 rozdziela te okresy z kilku powodów: w Polsce rozpoczęto wtedy praktyczne wdrażanie przepisów przyjętej w 2007 roku dyrektywy INSPIRE; zakończono projekt celowy KBN/MNiSW pt. *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*; a także rozpoczęto opracowanie produkcyjne ogólnokrajowej bazy

danych referencyjnych modelowanej wg zasad Wytocznych Technicznych TBD, prowadzone przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK) jako przedsięwzięcie finansowane przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego w ramach 7. Osi Priorytetowej Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka pt. *Georeferencyjna Baza Danych Obiektów Topograficznych (GBDOT) wraz z Krajowym Systemem Zarządzania*.

Pierwsza koncepcja zastosowania modelu MRDB w odniesieniu do bazy danych referencyjnych pojawiła się w ramach wspomnianego projektu celowego KBN/MNiSW. Projekt ten został zakończony wieloma wdrożeniami gotowych systemów i koncepcyjnymi modelami baz danych. Wśród nich zawarto szczegółową koncepcję Wielorozdzielczej Bazy Danych Topograficznych, jako bazy typu MRDB, która zakładała integrację dwóch zasadniczych komponentów:

- Bazy Danych Topograficznych (TBD), która implementuje najlepszy, jak dotąd, i najbardziej szczegółowy model koncepcyjny bazy danych referencyjnych, odniesiony do poziomu szczegółowości 1:10 000,
- Bazy Map Level2 nowej edycji (VMapL2+), która jest koncepcyjnym rozwinięciem wektorowej mapy poziomu drugiego, realizowanej jako wojskowa baza danych geograficznych o szczegółowości odpowiadającej skali 1:50 000.

O ile druga z tych baz, pokrywająca cały kraj, posiada rodowód i zastosowania typowo wojskowe, o tyle TBD traktowano (i słusznie) jako bazę o szerokim wachlarzu zastosowań, dużej szczegółowości i poprawnym metodycznie modelem pojęciowym, wypracowanym przez ekspertów cywilnych. Niestety wektorowy komponent tej bazy (TOPO) pokrywał wtedy (2007/2008) zaledwie ok. 10% powierzchni kraju, stąd traktowano tę bazę jako opracowanie wyspowe, obejmujące jedynie najbardziej zainwestowane obszary, bez perspektyw na szybką zmianę tej sytuacji. W ramach projektu wypracowano zmodyfikowaną strukturę bazy VMapL2, oznaczając ją VMapL2+, dostosowaną do wymagań nowoczesnej bazy danych, zharmonizowaną z modelem TBD (Gotlib, Iwaniak, Olszewski, 2006) i dokonano integracji obydwu komponentów określając nowy twór mianem Wielorozdzielczej Bazy Danych Topograficznych.

W nowych warunkach roku 2009 rozpoczęto pracę nad koncepcyjnym wsparciem projektu GUGiK pt. *Georeferencyjna Baza Danych Obiektów Topograficznych (GBDOT) wraz z Krajowym Systemem Zarządzania*, obejmującym także opracowanie technicznych aspektów aktów prawnych wykonawczych, zapewniających realizację ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej (ustawy o IIP), uchwalonej 4.03.2010 r. Jest to nowe podejście do wdrożenia modelu MRDB, również za podstawę uznające Wytoczne Techniczne TBD, ale nawiązujące do nowej sytuacji. Baza Danych Topograficznych (TBD) uznana została przez zespół realizujący wsparcie projektu za podstawę rozszerzenia modelu w kierunku poziomu ogólnogeograficznego i powstała w ten sposób koncepcja Bazy Danych Georeferencyjnych, obejmująca 2 poziomy skalowe (rys. 2): 1:10 000 (TBD) oraz 1:250 000 (Bazy Danych Ogólnogeograficznych – BDO).

Koncepcja ta zakłada więc opracowanie jednorodnej w sensie modelu pojęciowego bazy źródłowych danych topograficznych, a tym samym dość wyraźne rozdzielenie procesu generalizacji pojęciowej od procesu generalizacji graficznej. Przygotowywane w roku 2010 (między innymi przez autorów koncepcji) rozporządzenie wykonawcze do ustawy o IIP, implementującej w Polsce zapisy dyrektywy INSPIRE, uwzględnia te trendy. Na podstawie zapisów projektu tego rozporządzenia Baza Danych Georeferencyjnych (BDG) miała być

tworzona jako baza typu MRDB i złożona z dwóch komponentów topograficznych: TOPO10 i TOPO250 – zapisanych w modelach DLM oraz szeregu komponentów kartograficznych: KARTO10, KARTO25, KARTO50, KARTO100, KARTO250, KARTO500 i KARTO1000 (typu DCM). Celem budowy komponentów DLM (TOPO10, a także TOPO250) jest wykorzystanie zgromadzonych danych do wszelkiego rodzaju analiz opartych o informacje przestrzenne, integracji z innymi bazami tematycznymi GIS oraz lokalizacji obiektów. Celem budowy komponentów KARTO jest wykorzystanie ich do drukowania map topograficznych oraz jako podkładu kartograficznego (tła) w produkcji map tematycznych. Komponent TOPO10 to podstawowy, źródłowy komponent bazy danych topograficznych. TOPO250 jest komponentem pochodnym, opracowanym w wyniku wyodrębniania wybranych elementów TOPO10 i ich generalizacji. W koncepcji Bazy Danych Georeferencyjnych (BDG) uwzględniono następujące założenia i modyfikacje modeli pojęciowych TBD i BDO:

- wyraźne oddzielenie (wzorem TBD) modeli topograficznych (bazodanowych) od kartograficznych,
- integracja struktur TBD i BDO wraz z przyjęciem czteropoziomowej technicznej klasyfikacji obiektów oraz odrębnych zasad pozyskiwania danych dla obydwu komponentów typu DLM,
- wprowadzenie agregacji pojęciowej obiektów, m.in. przez zastosowanie tzw. słowników hierarchicznych dla wielu atrybutów obiektów,
- wyraźne oddzielenie obiektów klasyfikowanych na podstawie różnych kryteriów (fizjonomicznego, administracyjnego i funkcjonalnego),
- współlistnienie klas obiektów (modelujących te same pojęcia rzeczywistości) charakterystycznych dla różnych poziomów uogólnienia z zachowaniem odpowiednich zależności topologicznych i atrybutowych,
- zapewnienie możliwości opracowania urzędowych map topograficznych na czterech poziomach skalowych (1: 10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 oraz map przeglądowych w trzech skalach (1:250 000, 1:500 000, 1:1 mln).

Koncepcja ta, jakkolwiek pierwotnie akceptowana, została w roku bieżącym (2011) znacznie zmodyfikowana, bez konsultacji z gronem autorów, co spowodowało jej zniekształcenia. Rozszerzono zakres poziomów uogólnienia aż do map zasadniczych (poziomu odpowiadającego skalom rzędu 1:1000 i 1:500), niejako rozwijając możliwości modelu MRDB, ale zaburzono przy tym strukturę bazy, ignorując nawet podstawowe zasady modelowania baz danych (rozłączność klasyfikacyjna obiektów, spójność modelu, jednoznaczność definicji), porzucając również samo sformułowanie Baza Danych Georeferencyjnych. Jednak produkcyjne opracowanie tytułowej Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) za podstawę przyjmuje Wytyczne Techniczne TBD z roku 2010. Co oznacza, że z końcem projektu GUGiK (2013) zapewne będzie gotowy jakiś element bazy referencyjnej MRDB, obejmujący cały obszar kraju.

Miejmy też nadzieję, że jednak spożytkujemy wyniki trzech, niżej wymienionych etapów rozwoju modelowania bazy danych referencyjnych w Polsce:

- Opracowanie modelu pojęciowego (i pierwszej wersji Wytycznych Technicznych) Bazy Danych Topograficznych TBD (2003)
- Opracowanie i wdrożenie koncepcji Wielorozdzielczej Bazy Danych Topograficznych WTBD (2007)

- Opracowanie modelu pojęciowego (wraz z kompletem dokumentów technicznych dotyczących szczegółowych definicji obiektów, ich klasyfikacji, pozyskiwania danych, kompletowania dokumentacji itp.) Bazy Danych Georeferencyjnych (2009)

Opracowania te dokumentują najnowszy rozwój myśli w kartograficznym modelowaniu topografii i ewolucję koncepcji MRDB w odniesieniu do polskiej bazy danych referencyjnych. Na bazie tych doświadczeń rozpoczęto prace w ramach projektu badawczego NCN pt. *Opracowanie metodyki zasilania, generalizacji, wizualizacji i prowadzenia analiz przestrzennych w środowisku wielorozdzielczej bazy danych topograficznych BDG*, prowadzonego przez Wydział Geodezji i Kartografii PW, w którym zasadniczym problemem jest rozszerzenie ww. wątków (pozyskiwania danych, generalizacji, analiz i wizualizacji) o możliwość zastosowania w odniesieniu do bazy danych referencyjnych typu MRDB.

Zastosowanie wizualizacji hybrydowej w prezentacji treści baz danych referencyjnych typu MRDB

Komponenty wizualizacji hybrydowej różnią się wieloma własnościami, stąd ich integracja, prowadzi do ciekawych rozwiązań graficznych. Zestawmy własności każdego z komponentów (tabela) oraz warunki ich integracji w celu opracowania mapy hybrydowej.

Tabela. Zestawienie cech modeli: kartograficznego (znakowego) i teledetekcyjnego (tonalnego) – jako modeli rzeczywistości geograficznej i komponentów mapy hybrydowej

Cecha	Komponent "kreskowy" (modell kartograficzny, znakowy – DCM)	Komponent "tonalny" (model teledetekcyjny – DIM)
Element podstawowy	znak (grafika wektorowa)	piksel
Reprezentacje obiektów	odniesione do obiektów DLM, punkty, linie, obszary, multipatch, opisy	macierze pikseli, brak odniesień do struktury obiektowej
Źródła danych	DLM, teren, DIM, inne DCMs	teren
Generalizacja danych	generalizacja pierwotna, generalizacja danych, generalizacja redakcyjna	obraz wszystkich zarejestrowanych obiektów
Szczegółowość	zależna od źródła danych, wyraża ją skala mapy	zależna od sensorów i warunków zewnętrznych, wyraża ją wielkość piksela terenowego
Wizualizacja	kreskowa, wektorowa	tonalna, rastrowa
Interpretacja	ułatwiona przez jednoznaczność systemu znaków	zależy od zdolności i doświadczenia użytkownika

Modele kartograficzny i obrazowy danych referencyjnych, aby mogły być użyte w wizualizacji hybrydowej, muszą spełniać niżej wymienione warunki.

Model teledetekcyjny powinna cechować:

- poprawna georeferencja, dostosowana do obowiązujących ustaleń urzędowych, spełniająca warunki geometryczne wizualizacji danych referencyjnych. W warunkach polskich jest to zapisanie modelu teledetekcyjnego na płaszczyźnie odwzorowawczej związanej z wybranym odwzorowaniem kartograficznym elipsoidy WGS-84 (GRS80);
- geometria rzutu ortogonalnego, wymagająca najczęściej przepróbkowania (resamplingu) i ponownego mozaikowania obrazów oraz zrównoważenia kolorystycznego;

- rozdzielczość przestrzenna co najmniej na poziomie dokładności najbardziej precyzyjnego poziomu LoD danych zapisanych w modelu DCM;
- zgodność co do czasu rejestracji z modelem kartograficznym lub nieznaczne (w różnych rejonach oznacza to różne interwały czasowe) wyprzedzenie aktualizacyjne;
- regionalizacja – graficzne zróżnicowanie obrazu (tonalnego) w różnych jego rejonach, stosownie do rozmieszczenia konkretnych klas obiektów prezentowanych w DCM;
- dostosowanie ogólnego poziomu jasności i kontrastu do jasności i nasycenia barw znaków użytych w DCM, wartości te powinny lokować model obrazowy w tle prezentacji, ale umożliwiać jego łatwą interpretację.

Model znakowy natomiast powinien:

- posiadać poprawną georeferencję gwarantującą harmonijną wizualizację zintegrowaną z modelem teledetekcyjnym;
- być w przybliżeniu zgodny co do stopnia aktualności z modelem teledetekcyjnym, co w praktyce oznacza najwyżej kilkuletnie opóźnienie momentu aktualności w stosunku do momentu powstania modelu teledetekcyjnego;
- stosować system znaków kartograficznych wyróżniający grupy obiektów różnicujące plany percepcyjne modelu teledetekcyjnego, dokonujące jego regionalizacji;
- uwzględniać obecność modelu typu DIM i stosować cechy komponentów znaków kartograficznych (zmienne wizualne) skorelowane z poziomem jasności i kontrastu przyjętego dla DIM, co zagwarantuje zrównoważenie graficzne całej prezentacji;
- wprowadzać do wizualizacji hybrydowej elementy uzupełniające, pochodzące ze struktur danych opisowych.

Tak przygotowane zbiory danych mogą stać się elementem zintegrowanej wizualizacji hybrydowej, którą charakteryzują następujące własności:

- Wizualizacja zintegrowana wymaga modyfikacji obydwu rodzajów wykorzystanych modeli (zarówno kartograficznego – DCM, jak i teledetekcyjnego – DIM).
- Jest ona odbierana jako model znakowy uzupełniony za pomocą obrazu terenu. Podstawą wizualizacji pozostaje model kartograficzny – znakowy.
- Model teledetekcyjny podlega regionalizacji, prowadzącej do wyróżnienia poziomów jego widoczności. Proces ten prowadzi do rozdziału obrazu teledetekcyjnego na plany percepcyjne, wkomponowane w hierarchiczną strukturę planów percepcyjnych całej wizualizacji.
- Wzrasta pojemność informacyjna przekazu (czytelne stają się informacje niedostępne w bazie wektorowej: kierunki i rodzaje upraw, rozdrobnienie działek, zróżnicowanie wysokości budynków, jakość wód, zdrowie roślinności, wilgotność podłoża, itd.).
- Treść mapy nadal pozostaje jednoznaczna, co jest podstawowym warunkiem prawidłowej percepcji jej treści.
- Istnieją szersze, niż w przypadku elementarnego modelu kartograficznego, odniesienia do mapy mentalnej i rzeczywistej fizjonomii obiektów.
- Wizualizacja zintegrowana może być wykorzystana jako warstwa w „renderingu” modeli 3D (np. NMT) oraz jako podstawa wizualizacji w geo-usługach sieciowych, dostępnych m.in. w geoportalach.

Specyfika wizualizacji baz danych typu MRDB polega nie tylko na konieczności doboru klas obiektów w związku z wieloraką reprezentacją obiektów rzeczywistych, ale też na nakładaniu się pojęć (obejmowaniu przez wiele reprezentacji tych samych obiektów rzeczywistych).

W związku z tym istnieje konieczność przyjęcia ustalonej liczby poziomów generalizacyjnych, do których odniesione będą kolejne odslony wizualizacji. Dla każdego z przyjętych poziomów wizualizacji (przybliżeń) należy ustalić zakres skalowy sensownie odniesiony do poziomów szczegółowości obecnych w modelu bazodanowym. W miarę zmniejszania skali wizualizacji z pewnością malała będzie liczba prezentowanych obiektów (wyróżnień legendy), ale też będą pojawiały się nowe elementy, związane z kolejnymi poziomami generalizacji.

Dobrym przykładem zasad budowy systemu znaków dla map prezentujących treści baz typu MRDB jest kategoria komunikacji drogowej. W prezentacji dróg w skalach większych od 1:250 000 pozostawiono wyraźne odróżnienie dróg o nawierzchni twardej od pozostałych dróg oraz przyjęto jako wiodące kryterium klasyfikacyjne atrybut techniczny `KLASA_DROGI`, zamiast dotychczas stosowanych np. na mapach topograficznych, nieścisłych wyróżnień funkcjonalno-technicznych. Wartość tego atrybutu jest nadawana przez zarządzającego drogą, ale kryteria przynależności drogi do konkretnej klasy są dość jednoznaczne i uwzględniają przede wszystkim jej parametry budowlano-techniczne. Wyróżniono w ten sposób 6 kategorii dróg o nawierzchni twardej: autostrady, drogi ekspresowe lub ruchu przyspieszonego, drogi główne, drogi zbiorcze, drogi lokalne, drogi inne oraz 3 kategorie dróg pozostałych: droga o nawierzchni utwardzonej, droga gruntowa lokalna, droga gruntowa inna. Wyróżniono też dwie kategorie dróg dla pieszych: a) alejka lub pasaż, b) ścieżka.

Znaki dróg o nawierzchni twardej posiadają brązowy kontur (linia podwójna) oraz wypełnienie odpowiadające klasie drogi (rys. 3), drogi pozostałe oznaczono linią pojedynczą (barwa brązowa), natomiast szlaki dla pieszych oznaczono liniami w barwie szarej. W skali prezentacji przyjętej za największą (1:10 000) generalnie zmieniono definicje znaków i oznacza się jezdnie dróg, co odpowiada rzeczywistym obiektom terenowym pokazywanym w tej skali. Dla najwyższej kategorii – autostrad zastosowano znak, w którym środkowa linia, rozdzielająca wypełnienie barwne, ma barwę białą, co daje efekt zastosowania dwóch, rozdzielnych linii purpurowych (wypełnienia) i dwóch linii brązowych (konturu znaku).

Zasadniczą zmianą w klasyfikacji obiektów jest także rezygnacja z wyróżniania odcinków dróg na obszarach zabudowanych i nadawania im odrębnych znaków ulic. Drogi te podlegają takim samym rygorom klasyfikacyjnym jak pozostałe obiekty i są oznaczane zgodnie z wartościami atrybutu `KLASA_DROGI`. Pozwala to na zachowanie jednolitego znaku dla drogi przebiegającej przez obszar zabudowany, niezależnie od wartości atrybutu `ULICA (Y/N)`, który wypełniany był często z różnymi błędami interpretacyjnymi. W wizualizacji w skalach przeglądowych jako kryterium klasyfikacyjne wykorzystano atrybut `KLASA_DROGI` jedynie w obrębie dwóch najwyższych kategorii, poza tym wiodącym kryterium klasyfikacyjnym jest `KATEGORIA_ZARZADZANIA` czyli określenie jednostki zarządzającej drogą (droga krajowa, wojewódzka). Obraz dróg, uzyskany poprzez zastosowanie przytoczonych wyżej symboli, jest spójny i jednoznacznie wyróżnia poszczególne kategorie obiektów, tworząc harmonijną prezentację całej sieci drogowej. Tak więc liczba znaków prezentujących drogi, w związku z modelowaniem jezdni dróg na poziomie skalowym 1:10 000 w porównaniu z poziomem kolejnym (1:25 000) jest mniejsza, a poziom 1:25 000 rozpoczyna prezentację szeregu kategorii dróg (z podziałem na jedno- i dwujezdniowe). Przyjęcie jednolitego, spójnego systemu znaków kartograficznych dla całego szeregu skalowego (ciągu przybliżeń) wizualizacji hybrydowych pozwala na świadome modelowanie treści tej wizualizacji na wszystkich poziomach przybliżeń i zapewnia spójność całej wizualizacji.

Zastosowanie tak zaprojektowanej prezentacji danych MRDB może mieć miejsce w wielu rozwiązaniach, ale najczęściej będzie ona wykorzystywana w serwisach geoinformacyjnych np. geoportalach. Ciekawy aspekt integracji danych reprezentują serwisy internetowe, w których jedna z najciekawszych funkcji, oferowana przez największych dostawców usług geoinformacyjnych, znalazła rzesze odbiorców, głównie wśród programistów stron internetowych. Dzięki udostępnionym publicznie bibliotekom programistycznym API, projektant serwisu internetowego może wykorzystać określony zestaw funkcji internetowych tworząc własny serwis mieszany (ang. *mashup*). Tak przygotowany serwis internetowy wykorzystuje nie tylko zewnętrzny interfejs, ale także odległe bazy danych. Istotą realizowanej integracji jest kreatywne zestawienie wielu różnorodnych źródeł danych, a kluczem do sukcesu nowego serwisu jest innowacyjny sposób prezentacji oraz użyteczność zaprogramowanych funkcji. Jak pokazują statystyki ProgrammableWeb (2007) blisko jedna trzecia serwisów mieszanych bazuje na interfejsie kartograficznym i wykorzystuje bazy danych przestrzennych. To pokazuje jak popularna i atrakcyjna jest geoinformacja w codziennym życiu, co nie było dotychczas tak oczywiste podczas korzystania z Internetu (Peterson, 2005). Użyteczność geodanych w tzw. Sieci 2.0 (Web 2.0) sprawia, że coraz większy ma krąg odbiorców. Poprzez kartograficzny interfejs komunikacyjny, jakim jest mapa internetowa, można integrować różne źródła danych przestrzennych, a także dowolne dane multimedialne. Obecnie funkcjonujące oprogramowanie daje pełne możliwości łączenia i porównywania różnorodnych źródeł różnoskalowych i wieloczasowych.

Sformułowanie wizualizacja *hybrydowa* dotyczy więc cech modelu georzeczywistości i nie nawiązuje do funkcjonalności aplikacji GIS, które (przynajmniej w segmencie wiodącym na rynku) od dawna już są „hybrydowe” – zdolne do pozyskiwania, zarządzania, analizowania i wizualizacji danych zapisywanych w obu kategoriach modeli danych – wektorowych i rastrowych. Taka zintegrowana wizualizacja modelu znakowego (DCM) i obrazowego (DIM), dotycząca danych referencyjnych, opiera się na ujawnieniu interakcji pomiędzy tonalnymi formami obiektów zarejestrowanymi zdalnie a kreskowymi znakami odpowiadającymi wyróżnionym klasom obiektów bazy wektorowej. Zasadnicze różnice pomiędzy topograficzną (bazodanową) a obrazową kategorią modeli rzeczywistości geograficznej sprawiają, że obrazy tych modeli znakomicie się uzupełniają w prezentacji. Ich wspólna wizualizacja cechuje się przede wszystkim:

- zwiększoną asocjatywnością przekazu z rzeczywistym wyglądem terenu poprzez wykorzystanie obrazu ukazującego fizjonomię obiektów,
- silnymi nawiązaniem do pamiętanej przez odbiorcę mapy mentalnej,
- obiektywnym rozróżnianiem treści obrazowej (fotograficznej) i jej ujednoznacznieniem – poprzez regionalizację modelu teledetekcyjnego,
- wzbogaceniem obrazu kartograficznego (sklasyfikowanego i zgeneralizowanego) obrazem tonalnym, widocznym zwłaszcza w miejscach tła mapy wektorowej,
- zwiększeniem pogładowości znaków kartograficznych, przede wszystkim dotyczących powierzchniowych elementów treści mapy,
- zwiększeniem pojemności informacyjnej wspólnej wizualizacji.

Regionalizacja – jako rodzaj klasyfikacji – dotyczy modelu teledetekcyjnego polega na celowym zróżnicowaniu stopnia widoczności obrazu tonalnego w różnych jego rejonach. W opracowaniu przykładowej wizualizacji danych referencyjnych z obszaru miasta, posługując się zagregowanymi zbiorami danych (klasami obiektów przestrzennych z kategorii pokrycia

terenu) wyróżniono trzy typy obszarów, wykorzystane do wyróżnienia trzech poziomów percepcyjnych modelu teledetekcyjnego użytego w hybrydowej prezentacji danych. W badaniach przyjęto 3 poziomy tej czytelności dla wyróżnionych 3 grup obiektów modelu bazodanowego (BDG), które podlegają prezentacji kartograficznej (tworzą podstawę modelu znakowego):

- Poziom I – obejmuje rejony, w których dostępność obrazu tonalnego jest prawie nieograniczona, a transparentność wypełnień barwnych znaków kartograficznych wymienionych tu obiektów powierzchniowych (DCM) – bliska 100%. Mieszczą się tutaj klasy obiektów obejmujące: tereny odkryte, tereny niskiej roślinności, tereny upraw trwałych oraz tereny leśne i zadrzewione.
- Poziom II – dotyczy rejonów, dla których dostępność obrazu tonalnego jest zbliżona do granicy wygodnej czytelności, ale jej nie przekracza, natomiast transparentność wypełnień barwnych znaków kartograficznych wymienionych tu obiektów powierzchniowych (DCM) – bliska 50%. Mieszczą się tu tereny zabudowy, w których może pojawić się znacząca rola uzupełniająca modelu teledetekcyjnego oraz obszary pozostałych typów roślinności, w których obraz rastrowy tworzy dodatkową strukturę nieregularnego desenia tonalnego wkomponowanego w powierzchniowe znaki kartograficzne.
- Poziom III – skupia rejony, dla których dostępność obrazu tonalnego znacznie ograniczono (transparentność znaków powierzchniowych rzędu 30%), licząc na nieznaczne zwiększenie informacyjności przekazu (możliwe uchwycenie dużych różnic w wysokościach budowli, ujawnienie obszarów łąk okresowych, płącizn itp.). Są to obszary zajmowane przez budynki i budowle oraz grunty pod wodami.

Poza tymi planami istnieją oczywiście miejsca, w których obraz tonalny jest niewidoczny – zajmowane przez sygnatury punktowe i liniowe, a także opisy oraz ich bezpośrednie otoczenia (wynikające z maskowania).

Do zróżnicowania stopnia czytelności modelu teledetekcyjnego zastosowano przede wszystkim dwie zmienne graficzne *barwę* i *transparentność*, które są cechami komponentów znaków kartograficznych. Jak wspomniano, posłużono się w tym celu wyróżnieniami klas obiektów z kategorii pokrycia terenu i budowli, przyjętych w modelu pojęciowym BDG. Ponieważ na obraz fotograficzny (model teledetekcyjny, rys. 4) terenu nałożono obraz kartograficzny (model znakowy, rys. 5), to efekt zróżnicowania graficznego obrazu tonalnego można było uzyskać sterując barwą i transparentnością komponentów powierzchniowych znaków kartograficznych przedstawiających klasy obiektów należące do 3 wymienionych grup (rys. 6). Przyjęte poziomy czytelności modelu teledetekcyjnego wyróżniają jednocześnie 3 plany percepcyjne wykorzystanego obrazu tonalnego, związane z jego dostępnością wzrokową (czytelnością i rozróżnialnością), przy czym plan największej dostępności – najbliższy obserwatorowi – odpowiada poziomowi I. Tak więc w rejonach niskiego nagromadzenia szczegółów wektorowych rola obrazu tonalnego wzrasta i przeciwnie – na obszarach o dużym zagęszczeniu znaków wektorowych model obrazowy jest czytelny w bardzo ograniczonym zakresie.

Serwis internetowy dostarczający dane georeferencyjne z powodzeniem może stosować tzw. wolne oprogramowanie i powinien korzystać ze standardów Open Geospatial Consortium (OGC), które zapewniają faktyczną otwartość na użytkowników. Na przykład jako serwer map może służyć program *GeoServer*, natomiast odpowiednią wydajność dostępu do danych może zapewnić oprogramowanie *TileCache*. Obsługę wyświetlania mapy po stronie

przeglądarki można realizować poprzez oprogramowanie *OpenLayers*. Warto zaimplementować standardy OGC dotyczące usług geoinformacyjnych, chociażby usługi mapowej (WMS) i obiektowej (WFS), przez co oprócz aplikacji internetowej, zapewniony będzie również dostęp do danych zgromadzonych w geoserwisie przy użyciu dowolnych aplikacji obsługujących te standardy, zarówno komercyjnych, jak i opartych na wolnym oprogramowaniu. Idąc dalej zauważamy, że współcześnie, za sprawą *Web 2.0* otwiera się także droga wspólnego mapowania świata i szerokiego wykorzystania potencjału społecznego w tym zakresie. W pozyskiwanie i przetwarzanie dostępnych bezpłatnie danych przestrzennych angażowane są coraz szersze kręgi społeczne, wystarczy wspomnieć projekty Google Earth czy OpenStreetMap. Dobrze byłoby aby wzorcem w zakresie wizualizacji danych przestrzennych pozostały nowoczesne serwisy rządowe, udostępniające wśród innych informacji także dane referencyjne w postaci map hybrydowych.

Literatura

- Hampe M., Anders K., Sester M., 2003: MRDB Applications For Data Revision And Real-Time Generalisation, Materiały Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej ICA, Durban.
- Bac-Bronowicz J., Kołodziej A., Kowalski P.J., Olszewski R., 2007: Konwersja bazy danych VMapL2 pierwszej edycji do struktury użytkowej. *Roczniki Geomatyki* t.5, z.2, PTIP, Warszawa.
- Bac-Bronowicz J., Berus T., Kowalski P.J., Olszewski R., 2007: Opracowanie metodyki wizualizacji bazy danych VMapL2 w różnych środowiskach narzędziowych systemów informacji geograficznej. *Acta Scientiarum Polonorum. Geodesia et Descriptio Terrarum* nr 6 (3) 2007.
- Głazurewski A., 2006: Modele rzeczywistości geograficznej a modele danych przestrzennych. *Polski Przegląd Kartograficzny* t. 38, nr 3/2006.
- Głazurewski A., 2007: Application of a Hybrid Model in the Visualization of Reference Data. ICA Proceedings Maps & Internet.
- Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 1998: Zasady redakcji mapy topograficznej w skali 1:50 000. Katalog znaków, Warszawa.
- Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 2007: Baza Danych Topograficznych TBD. Wytyczne techniczne. Warszawa.
- Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2006: Budowa krajowej infrastruktury danych przestrzennych w Polsce – harmonizacja baz danych referencyjnych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu.
- Gotlib D., 2009: Koncepcja wykorzystania baz danych topograficznych w skali 1:10 000 (BDOT10) do opracowania modeli pochodnych DLM i DCM odpowiadających mapom analogowym w skali 1:50 000 i mniejszych. Opracowanie eksperckie dla GUGiK, Warszawa.
- Ostrowski W., 2008: Semiotyczne podstawy projektowania map topograficznych na przykładzie prezentacji zabudowy. Rozprawa habilitacyjna, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych.
- Peterson M.P.(red.), 2005: Maps and the Internet. Oxford Elsevier Applied Science Publishers Ltd.

Streszczenie

Hybrydowy model rzeczywistości geograficznej, który jest wizualizowany, czyli umysławiany i przez to dostępny dla człowieka, powstaje poprzez integrację dwu modeli tej rzeczywistości, które, co prawda bliskie sobie, niosą ze sobą różne znaczenia i mają różne zastosowania. Mowa o bazie danych przestrzennych, która jest udostępniana w formie mapy, czyli modelu kartograficznego, znakowego (Digital Cartographic Model – DCM) oraz o obrazie fotograficznym terenu – modelu teledetekcyjnym, obrazowym (Digital Image Model – DIM). Aby można było mówić o wizualizacji hybrydowej obie stosowane kategorie modeli muszą spełniać szereg warunków, umożliwiających ich integrację na płaszczyźnie geometrycznej (system współrzędnych, dokładności, poziomy szczegółowości), czasowej (daty pozyskania danych tych modeli) oraz formalnej, związanej ze stosowanymi formatami pozyski-

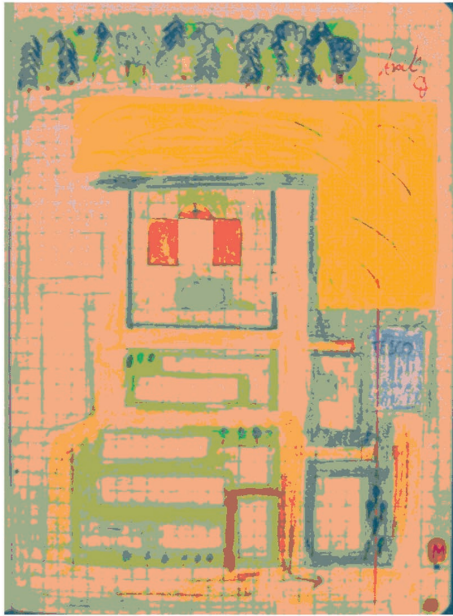
wania i udostępniania produktów. W praktyce najczęściej model DCM reprezentują warstwy mapy wektorowej (zwizualizowane treści bazy danych przestrzennych), natomiast rolę modelu obrazowego (DIM) pełni ortofotomapa lotnicza lub satelitarna.

Wybrane aspekty badań nad możliwościami zastosowania i rolą hybrydowej wizualizacji kartograficznej w prezentacji danych referencyjnych zgromadzonych w bazie typu MRDB ukazano na tle genezy współczesnej koncepcji wielorozdzielczej bazy danych referencyjnych, jaka ma szansę być opracowywana w Polsce. Jednym z pól zastosowań baz danych tego typu są doświadczenia rozpoczęte w ramach projektu badawczego NCN pt. Opracowanie metodyki zasilania, generalizacji, wizualizacji i prowadzenia analiz przestrzennych w środowisku wielorozdzielczej bazy danych topograficznych BDG, prowadzonego przez Wydział Geodezji i Kartografii PW. Projekt ten zbiega się w czasie z opracowaniem produkcyjnym ogólnokrajowej bazy danych referencyjnych modelowanej wg zasad Wytucznych Technicznych TBD, prowadzonym przez GUGiK jako przedsięwzięcie finansowane przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego w ramach 7. Osi Priorytetowej Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka pt. Georeferencyjna Baza Danych Obiektów Topograficznych (GBDOT) wraz z Krajowym Systemem Zarządzania. W tej nowej perspektywie warto zwrócić uwagę na rosnącą rolę wizualizacji geoportalowej, pełniącej często rolę atlasu geograficznego, gdzie znakomite zastosowanie znajdują mapy hybrydowe.

Abstract

A very special model of geographic reality called mental map (or mental geo-model) is still functioning in our mind and has been analyzed and modified together with development of the man's consciousness and his or her relations with material, often digital, models like maps, satellite images etc. One of the most interesting geo-models used in visualization, also in navigation services and geoportals, is a hybrid map. This map integrates Digital Cartographic Model (DCM) – vector data and Digital Image Model (DIM) – raster (remote sensed) data. The problem of integration of hybrid map components has been studied, regarding spatial aspect (like resolutions of data), time aspect (dates of data acquisition), and visual aspect, the most interesting in cartography. The paper presents the origin of multiresolution reference database in Poland and several aspects of using hybrid maps in visualisation of such databases. Among the application fields regarding MRDB there are studies within the frame of the National Research Center (NCN) project entitled Developing of the methodology of supplying, generalisation, visualisation nad spatial analysis in environment of multiresolution Georeference DataBase (BDG), carried out by Geodesy and Cartography Faculty of the Warsaw University of Technology. This project coincides with a practical solution – developing of a national reference database, modeled according to TBD (Topographical DB) technical guidelines (2010), conducted by the Head Office of Geodesy and Cartography (GUGiK) and financed by the European Regional Development Fund (ERDF) – project entitled Georeference DataBase of Topographic Objects (GBDOT) with National Management System. Those perspectives involve new conditions of visualization in geoportals, often playing the role of a geographic atlas, where hybrid maps are often used.

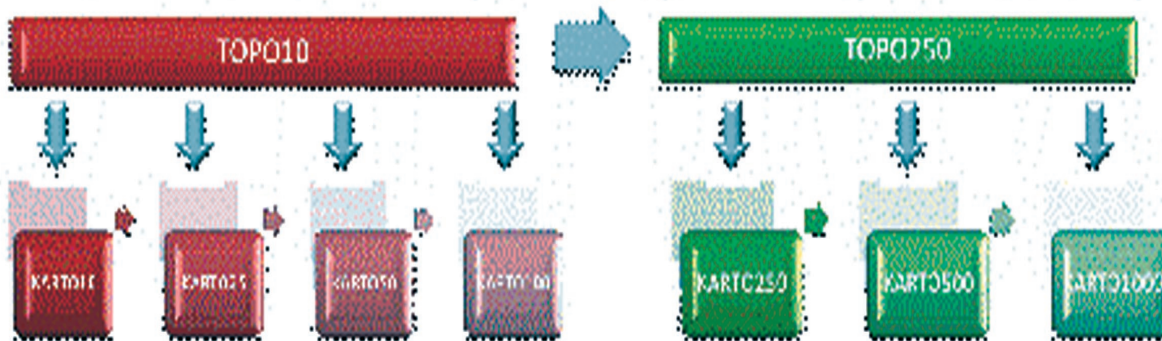
dr inż. Andrzej Głazewski
a.glazewski@gik.pw.edu.pl
tel: 22 234 74 40



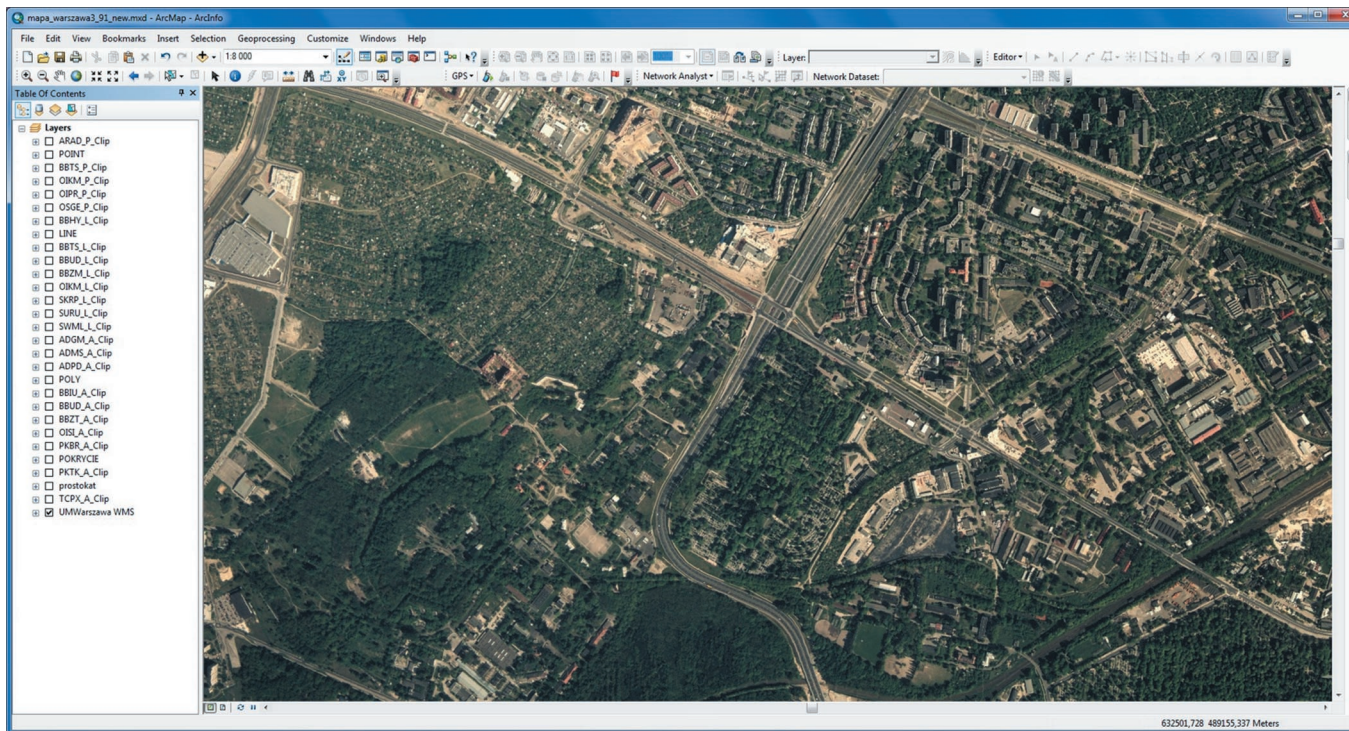
Rys. 1. Obraz mapy mentalnej (plan okolic szkoły wykonany przez ucznia klasy IV) w porównaniu z wycinkiem mapy topograficznej 1:10 000 tego samego obszaru



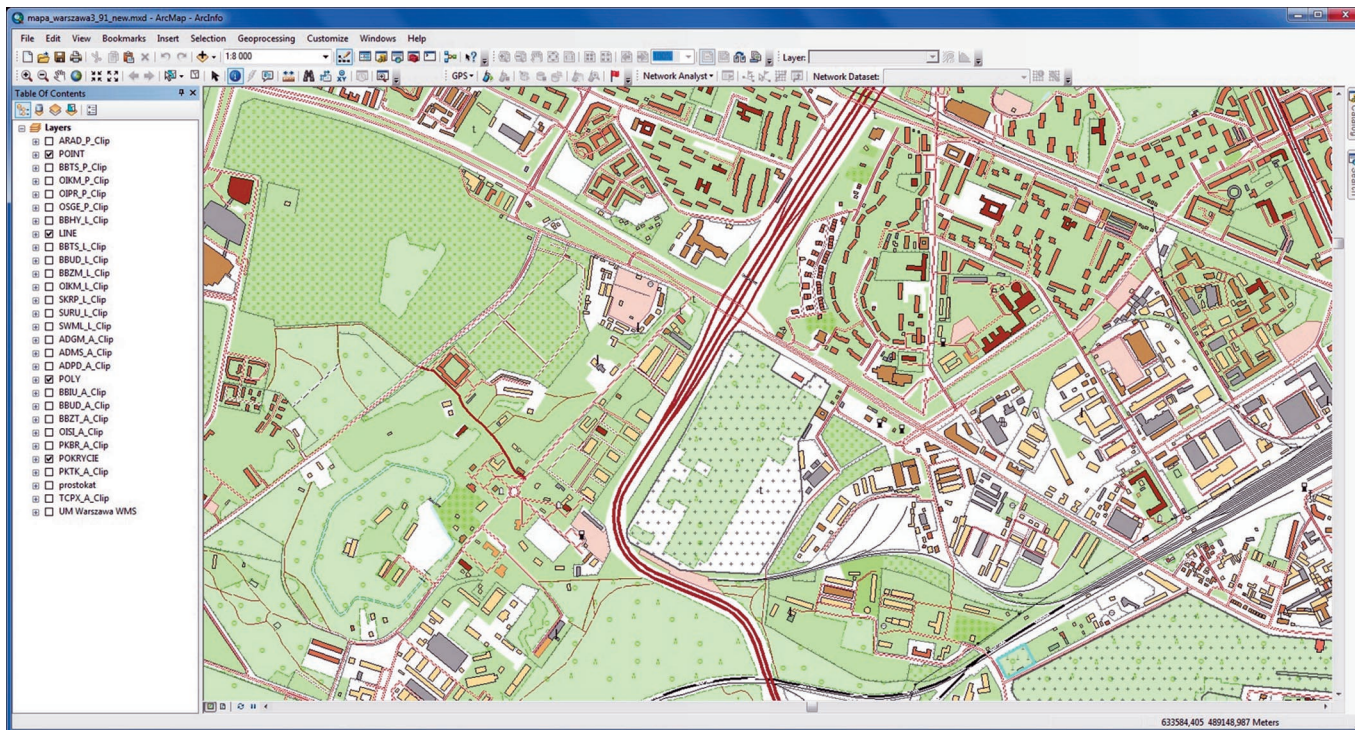
Rys. 3. Barwy wypełnień światła znaków dróg o nawierzchni twardej (kontury wszystkich znaków w barwie brązowej): 1) autostrady, 2) drogi ekspresowe lub ruchu przyspieszonego, 3) drogi główne, 4) drogi zbiorcze, 5) drogi lokalne i drogi inne



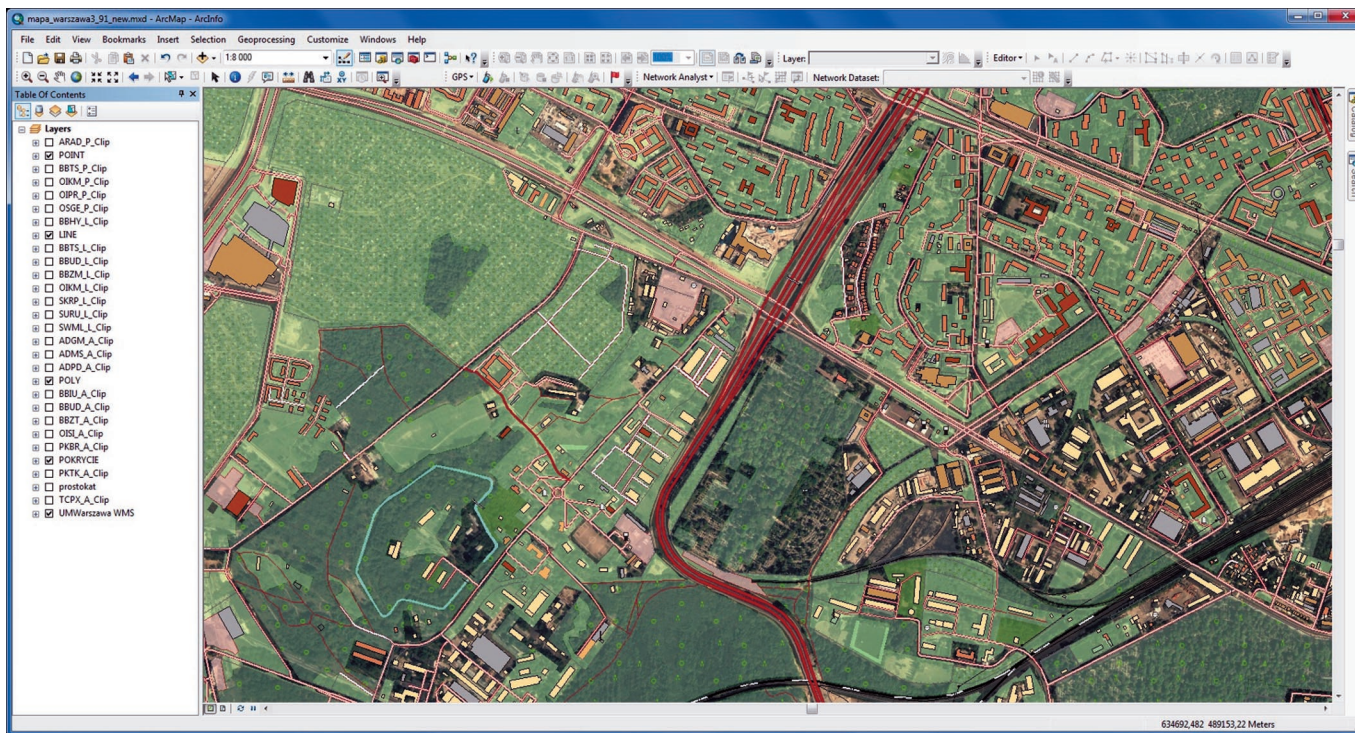
Rys. 2. Komponenty Bazy Danych Georeferencyjnych (BDG) wg projektu zespołu ekspertów



Rys. 4. Komponent teledetekcyjny (DIM) wizualizacji hybrydowej (ortofotomapa lotnicza)



Rys. 5. Komponent kartograficzny – znakowy (DCM) wizualizacji hybrydowej (pierwszy, najdokładniejszy poziom uogólnienia LoD odpowiadający skali 1:10 000)



Rys. 6. Przykład integracji komponentów (wraz z regionalizacją DIM) – wizualizacja hybrydowa