

DARIUSZ GOTLIB
Zakład Kartografii Politechniki Warszawskiej
PPWK im. E. Romera S.A.
D.Gotlib@ppwk.pl

Nowe oblicza kartografii – od bazy danych geograficznych do mapy

Zarys treści. Artykuł jest czwartym i ostatnim z cyklu „Nowe oblicza kartografii”. Rozwinięto w nim i uszczegółowiono zagadnienia dotyczące znaczenia baz danych geograficznych w kartografii. Wskazano na wybrane aspekty metodyczne procesu opracowania mapy z bazy danych, na sposoby konstrukcji struktury bazy danych ułatwiające proces wizualizacji danych oraz na znaczenie technologii GIS w produkcji kartograficznej. Jako przykład przedstawiono dwa wdrożone w Polsce procesy opracowania map wykorzystujące jako podstawę bazę GIS.

Słowa kluczowe: produkcja map, metodyka kartograficzna, wizualizacja danych geograficznych, DLM, DCM, GIS, systemy informacji przestrzennej

1. Wprowadzenie

Z wielu prowadzonych w ostatnich latach badań wynika, że zapotrzebowanie na cyfrową informację kartograficzną jest bardzo duże i ciągle wzrasta. Jednocześnie jednak nie maleje zapotrzebowanie na korzystanie z map tradycyjnych. Obie formy przekazu informacji o przestrzeni geograficznej doskonale się bowiem uzupełniają. W tym kontekście opracowywanie oddzielnych zbiorów danych na potrzeby generowania kartograficznych produktów cyfrowych i tradycyjnych staje się nieuzasadnione ekonomicznie. Powoduje to konieczność reorganizacji wielu dotychczasowych procesów technologicznych, a także odsłania nowe oblicze kartografii jako dziedziny, w której technologia baz danych odgrywa rolę kluczową. Wiedza kartografa musi być dzisiaj uzupełniona o podstawową wiedzę informatyczną oraz wiedzę na temat technologii GIS. Z drugiej strony nabiera nowego wymiaru rola kartografa jako osoby mającej za zadanie współpracę przy tworzeniu takiej struktury bazy danych, aby zapewnić poprawny przekaz informacji zgromadzonych w bazie, przy użyciu róż-

nych mediów i metod prezentacji kartograficznej. Od zawsze rolą kartografa było definiowanie zakresu treści przedstawianej na mapie, metod jej prezentacji w zależności od celu mapy, dobór materiałów źródłowych oraz zapewnienie odpowiedniego procesu technologicznego umożliwiającego utrzymanie zakładanej jakości prezentacji kartograficznej. Pojawienie się technologii GIS nie zmienia tej roli kartografów i kartografii, wymusza jednak współpracę z większą liczbą specjalistów, przede wszystkim informatyków, geoinformatyków, fotogrametrów i specjalistów z zakresu teledetekcji, ponieważ złożoność źródeł danych, stosowanych technologii oraz mediów udostępniania danych jest znacznie większa niż kiedyś i wymaga szczegółowej wiedzy specjalistycznej, a także pracy zespołów interdyscyplinarnych. W rękach kartografa pozostaje jednak zadanie definiowania ogólnej koncepcji przekazu kartograficznego, dobór danych oraz metod ich przedstawiania użytkownikom. Znajomość metodyki i technologii tworzenia baz danych staje się podstawą codziennej pracy kartografa.

2. Aspekty metodyczne

Problemy związane z procesem opracowania mapy na podstawie bazy danych wynikają przede wszystkim z konieczności przejścia z modelu DLM (ang. *Digital Landscape Model*) właściwego dla baz typu GIS, na model typu DCM (ang. *Digital Cartographic Model*)¹.

W procesie przejścia z modelu DLM na DCM należy przeprowadzić między innymi następujące procesy:

- generowanie napisów na podstawie atrybu-

¹ Wyróżnienie modelu DLM i DCM zostało zaproponowane przez U. Meyera (1987), rozwinięte przez D. Grünreicha (1992, 1995) i szeroko przyjęte w kartografii światowej.

tów obiektów i dokonanie ich właściwego rozmieszczenia,

- wyeliminowanie konfliktów graficznych w prezentacji obszarów, na których kilka obiektów jest położonych w jednym miejscu lub bardzo blisko siebie (rezygnacja z przedstawienia niektórych obiektów, „przerwanie ciągłości” innych, zastosowanie specjalnego znaku graficznego informującego o wielu obiektach w jednym miejscu),

- generowanie z numerycznego modelu rzeźby terenu poziomicy lub wykonanie cieniowania (wygenerowanie odpowiedniego pliku rastrowego),

- przeprowadzenie ilościowej i jakościowej generalizacji danych (generalizacja linii, rezygnacja z prezentacji zbyt małych obszarów, agregacja danych, zmiana prezentacji niektórych obiektów z powierzchniowej na punktową itd.),

- przypisanie obiektom odpowiednich znaków kartograficznych.

Wykorzystując nowoczesne technologie baz danych w procesie produkcji map możemy uzyskać wiele korzyści, m.in.:

- zachowywanie wielu wersji mapy (wersjonowanie) i drukowanie mapy na dany moment czasowy (dla każdego obiektu w bazie może być zapisana data jego utworzenia, modyfikacji, usunięcia – możemy odtworzyć stan mapy na daną chwilę, wygenerować mapę zmian itd.),

- automatyzowanie procesu generalizacji (np. na podstawie hierarchii i klasyfikacji obiektów zapisanych w bazie danych),

- łatwość aktualizacji poprzez pobieranie zaktualizowanych danych wprost z bazy danych (np. ze zmodyfikowanego wykazu nazw ulic),

- pewność zmiany wizualizacji obiektu po zmianie jego atrybutów, np. klasy drogi zapisanej w bazie danych,

- generowanie różnych wersji mapy zależnie od rodzaju odbiorcy.

W tym ostatnim przypadku elementem różniącym poszczególne wersje mapy może być np. liczba i rodzaj kategorii obiektów typu Pol (*Point of Interest*) prezentowanych na mapie. Liczba takich obiektów zapisanych w bazie danych może być ogromna, znacznie przekraczająca pojemność mapy w danej skali odpowiedniej dla wydruku. Dlatego nie wszystkie obiekty mogą być włączone do procesu wizualizacji. Jedne obiekty są ważne dla handlowców wykorzystujących mapę nawigacyjną w codziennej pracy, a inne dla rodziny wyjeżdżającej na weekendowy wypoczynek. Aby automatycznie przygotowywać różne warianty map należy zapro-

jektować odpowiednią strukturę bazy danych. Przykład typowej struktury relacyjnej przedstawiono na rycinie 1.

PoI

ID	Rodzaj_objektu
1	Stacja benzynowa
2	Kościół
3	Centrum konferencyjne

Kategorie użycia

ID	Rodzaj_objektu
1	Biznes
2	Rodzina
3	Zabawa

PoI kategorie użycia

ID_rodz_objektu	Wazny_dla
1	1
1	2
1	3
2	2
3	1



Ryc. 1. Przykład typowej struktury relacyjnej ułatwiającej automatyczną zmianę treści mapy (liczby prezentowanych obiektów PoI) w zależności od jej przeznaczenia

Fig. 1. An example of a typical relational structure facilitating an automatic change of map contents (the number of presented PoI objects) depending on its application

Jak dotąd do produkcji map na szeroką skalę wykorzystuje się w Polsce głównie narzędzia DTP (ang. *Desktop Publishing*). Stosowanie systemów baz danych i technologii GIS ma jednak cały szereg zalet w stosunku do technologii DTP, a w szczególności:

- łatwość wczytywania i konwersji danych z nowoczesnych źródeł danych: GPS, tzw. internetowych portali społecznościowych², serwerów udostępniających dane w ramach infrastruktur danych przestrzennych,

- łatwość aktualizacji,

- łatwość sterowania wersjami danych,

- możliwość operowania na olbrzymich zbiorach danych przestrzennych w sposób ciągły, wydawanie map wielu obszarów z tej samej bazy danych, brak problemu uzgadniania styków, elastyczność w doborze formatów danych do druku i zasad składu,

- automatyczne generowanie indeksów i spisów,

² Internetowy portal społecznościowy, internetowy serwis społecznościowy – portal w sieci Internet tworzony przez grupy osób (tzw. sieci społeczne) mające wspólne zainteresowania i chcące dzielić się wzajemnie wiedzą, doświadczeniem, informacjami. Twórcy portalu dostarczają użytkownikom (społeczności) przede wszystkim narzędzia, struktury i procedury pozwalające na redagowanie treści serwisu.

- możliwość zapewnienia jednoczesnej edycji mapy wielu redaktorom,
- automatyzacja generalizacji danych zawartych w bazie danych (przede wszystkim generalizacja jakościowa, ale również ilościowa poprzez oznaczenie istotnych charakterystycznych punktów obiektów, np. ujścia cieków),

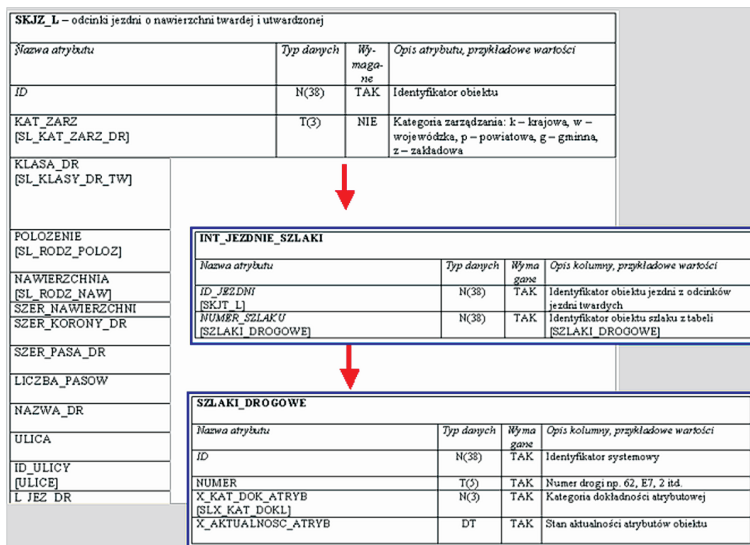
- możliwość tworzenia wieloskalowych prezentacji kartograficznych,
- możliwość generowania różnych produktów z tej samej bazy danych, automatyzacja wyboru obiektów (dzięki możliwości użycia np. języka SQL³).

Istotną kwestią dla projektanta i twórcy mapy jest odpowiedź na pytanie: czy tworzyć bazę DLM czy od razu bazę DCM? Tworzenie bazy DCM nie jest konieczne pod warunkiem, że:

- mamy do dyspozycji dobrze zaprojektowaną bazę danych DLM oraz chcemy uzyskać prostą prezentację kartograficzną,
- zastосуemy bardzo zaawansowany model wieloreprezentacyjnej bazy danych⁴ i zgodzimy się na pewne uproszczenia obiektów w procesie ich wizualizacji,
- wykorzystamy bardzo skomplikowane oprogramowanie przygotowane do wydawania konkretnych map z konkretnej bazy danych (takie oprogramowanie wymagać będzie przebudowy lub rozbudowy w przypadku konieczności wykonywania innych prezentacji kartograficznych).

W pozostałych przypadkach optymalnym rozwiązaniem w praktyce nadal wydaje się posiadanie dwóch ściśle powiązanych ze sobą zbiorów danych: bazy danych typu DLM i typu DCM. Przykładem może być rozwiązanie zastosowa-

ne obecnie w produkcji Bazy Danych Topograficznych (TBD), tworzonej od 2003 roku przez państwową służbę geodezyjną i kartograficzną w Polsce. W tej bazie najbardziej wierna repre-



Ryc. 2. Zapis informacji o parametrach odcinka drogi w Bazie Danych Topograficznych (tabela SKJZ_L) i przypisanych numerach szlaków drogowych (tabela SZLAKI_DROGOWE) w typowej strukturze relacyjnej (związek N:M implementowany poprzez tabelę intersekcji INT_JEZDNIE_SZLAKI)

Fig. 2. A record of parameters of a road section in the Topographical Database (table SKJZ_L) and allocated numbers of road routes (table SZLAKI_DROGOWE) in a typical relative structure (N:M relation implemented through the intersection table (INT_JEZDNIE_SZLAKI))

zентация obiektów topograficznych zapisana jest w ramach komponentu „TOPO” zgodnie z ideą modelu DLM, natomiast jej wersja przetworzona na potrzeby wydania mapy topograficznej 1:10 000 zapisana jest w ramach komponentu „KARTO” zgodnie z ideą modelu DCM. Jest to przykład rozwiązania zastosowanego w produkcji danych i map w państwowej służbie geodezyjnej i kartograficznej. Podobne rozwiązania stosowane są również w firmach komercyjnych, czego przykładem może być system produkcji map PPWK S.A. Oba te systemy zostaną krótko omówione poniżej pod kątem konstrukcji ich baz danych.

3. Przykładowe wdrożenia

Baza Danych Topograficznych (obok bazy VMap⁵) to przykłady pierwszego szerokiego wy-

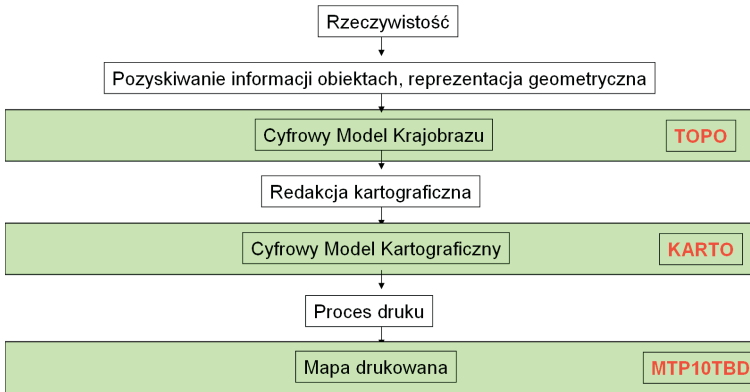
³ SQL (ang. *Structured Query Language*) – język zapytań stosowany w relacyjnych bazach danych.

⁴ Wieloreprezentacyjna baza danych, wieloreprezentacyjna baza danych przestrzennych – baza danych, w której ten sam obiekt geograficzny posiada wiele reprezentacji geometrycznych, zależnych od przyjętych dla konkretnej bazy danych poziomów uogólnienia. Poszczególne reprezentacje różnią się stopniem generalizacji, ale są ściśle powiązane ze sobą i traktowane jako element opisu tego samego obiektu.

⁵ VMap – baza danych wykonywana według standardów NATO, pierwotnie wyłącznie na potrzeby armii krajów NATO.

korzystania technologii baz danych w służbach geodezyjnych i kartograficznych w Polsce. Z kolei przykładem wykorzystania tych technologii w

wynikiem przekształceń zasobu podstawowego, służącą do opracowania wysokiej jakości prezentacji kartograficznych (w szczególności map topograficznych) zarówno w ramach TBD, jak i w zewnętrznych systemach produkcji map. Utworzenie cyfrowego zasobu kartograficznego (map cyfrowych) ma na celu m.in. umożliwienie udostępniania danych topograficznych w formie cyfrowej do systemów produkcji urzędowych map tematycznych. Relację między procesami tworzenia obu komponentów ilustruje rycina 3.



Ryc. 3. Cykl tworzenia mapy topograficznej 1:10 000 z bazy danych w ramach systemu produkcji Bazy Danych Topograficznych (TBD). TOPO – komponent typu DLM w TBD, KARTO – komponent typu DCM w TBD, MTP10TBD – Mapa Topograficzna Polski 1:10 000 w standardzie TBD

Fig. 3. A process of creation of a topographic map in 1:10,000 from a Topographical Database

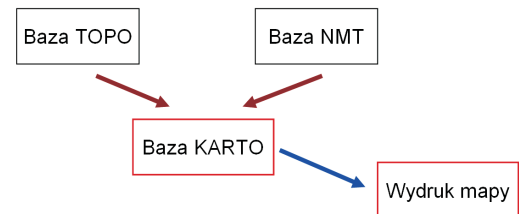
firmach komercyjnych jest system produkcji map Polskiego Przedsiębiorstwa Wydawnictw Kartograficznych im. E. Romera S.A. W obu przypadkach na wejściu do systemu produkcji map znajduje się typowa baza danych GIS, z danymi zapisanymi w relacyjnym modelu danych.

3.1. Baza Danych Topograficznych

W celu ułatwienia wykonywania prezentacji kartograficznych (ale również z innych względów) Baza Danych Topograficznych została podzielona na dwa zasoby danych: zasób podstawowy i zasób kartograficzny. Zasób podstawowy jest częścią zasobu TBD zorganizowaną i zapisaną zgodnie z ogólnie przyjętymi standardami budowy baz danych przestrzennych właściwymi dla systemów informacji geograficznej (GIS), zawierającą dane pomiarowe, nieznieskształcone w wyniku zabiegów redakcyjnych związanych z prezentacjami kartograficznymi, obarczone jedynie generalizacją pierwotną danych, wynikającą z metod pomiaru i przyjętego modelu pojęciowego danych. W skład zasobu podstawowego wchodzi komponent TOPO (wektorowa baza danych topograficznych), komponent NMT (numeryczny model rzeźby terenu) oraz ORTO-FOTO (zbiór ortofotomap). Zasób kartograficzny jest częścią zasobu TBD zorganizowaną zgodnie z kartograficznym modelem danych, będącą

Wykorzystuje się przy tym zarówno komponent TOPO jak i NMT (ryc. 4).

Wykorzystuje się przy tym zarówno komponent TOPO jak i NMT (ryc. 4).



Ryc. 4. Tworzenie bazy KARTO w procesie zautomatyzowanej redakcji kartograficznej na podstawie komponentu TOPO i NMT z Bazy Danych Topograficznych Fig. 4. Creation of a KARTO database in the process of automated cartographic editing, basing on TOPO and NMT component from the Topographic Database

W procesie redakcji kartograficznej wykonywane są m.in. następujące czynności:

- selekcja obiektów (nie wszystkie obiekty z bazy danych przedstawiane są na mapie topograficznej 1:10 000),
- dokonanie „wycięcia danych” dla obszaru arkusza mapy (podział na arkusze),
- generowanie dodatkowych obiektów graficznych poprawiających jakość wizualizacji (np. obiekt „Kontur użytku”),
- generowanie i redakcja rysunku poziomicowego (z bazy NMT),
- generowanie i redakcja napisów,

- opracowanie ramki i elementów pozaramkowych.

Wyniki przeprowadzonego procesu redakcji zapisywane są również w postaci relacyjnej bazy danych. Procesy te są w dużej części zautomatyzowane, a komponent KARTO ma służyć przede wszystkim jako archiwum wyników tych procesów, pozwalające na ograniczenie prac związanych z wydawaniem mapy w przyszłości. Sam komponent stanowi także produkt adresowany do nieco innych użytkowników niż komponent TOPO.

Technologia tworzenia bazy danych i przygotowywania map do druku w ramach Bazy Danych Topograficznych jest dowolna. Zawartość bazy danych oraz wyniki procesu redakcji mapy zapisywane są natomiast w sposób ściśle zstandaryzowany w postaci plików GML, niezależnych od konkretnych technologii produkcji map i baz danych.

3.2. Produkcja map serii Copernicus

Podstawą systemu jest relacyjna baza danych zarządzana z poziomu oprogramowania ArcGIS (firmy ESRI) oraz zestaw dodatkowych aplikacji autorskich, wykorzystujących między innymi własne komponenty GIS Navigo.

Dane zgromadzone w bazie danych wykorzystywane są zarówno na potrzeby produktów cyfrowych: systemu nawigacji samochodowej Navigo, internetowych serwisów map (np. Panorama Firm, Google Maps, PTC Era „Mapa Zasięgu”), systemów paszportyzacji sieci, zarządzania flotami pojazdów itp., jak i na potrzeby produkcji map tradycyjnych z serii Copernicus. Baza danych zorganizowana jest w sposób pozwalający na dostęp do danych i ich edycję w różnych działach wydawnictwa. Dostęp do danych ma zespół zarządzania pracami terenowymi, zespół wprowadzania tworzenia i zarządzania bazą danych, zespół redaktorów map oraz zespół IT.

Jak można zauważyć na rycinie 5, podobnie jak w Bazie Danych Topograficznych wyraźnie wydzielone są dwa zasoby: zasób podstawowy (utrzymywany w technologii ESRI), oparty na idei modelu DCM oraz zasób kartograficzny (utrzymywany w technologii Intergraph, Bentley i MacroMedia), oparty na idei modelu DCM.

W procesie przygotowania danych dla systemu produkcji map tradycyjnych z serii Copernicus, odpowiednie oprogramowanie zapewnia wybór potrzebnych fragmentów danych, zmianę

odzworowania, generowanie napisów i podstawową generalizację danych (np. agregowanie obiektów), generowanie indeksów ulic i miejscowości. Dane konwertowane są z typowej bazy GIS do formatów wykorzystywanych w linii technologicznej Intergraph i Bentley, będącej od wielu lat podstawową platformą technologii wydawania map PPWK. Redaktorzy zajmują się uzupełnieniem niektórych informacji, właściwym rozmieszczeniem napisów, podziałem mapy na arkusze lub strony atlasu, nadaniem odpowiedniej symboliki kartograficznej i przygotowaniem do druku.

Dzięki zastosowaniu technologii baz danych zapewniono jednokrotne pozyskiwanie i aktualizację danych zarówno do produktów cyfrowych jak i analogowych, szerokie wykorzystywanie danych z pomiarów GPS, łatwość wykorzystywania różnych cyfrowych zasobów danych przestrzennych (np. danych od dostawców zagranicznych, ortofotomap, danych adresowych). System oparty na technologii GIS pozwala na wykonywanie zaawansowanych procesów geokodowania danych⁶. Bezsporną zaletą tej technologii jest możliwość wykorzystania informacji od użytkowników, którzy mogą zgłaszać błędy lub nieaktualności na mapach poprzez specjalny serwis internetowy. Technologia baz danych ułatwia również gromadzenie i zarządzanie informacjami archiwalnymi i różnymi wersjami map. Znakoście przyspiesza też procesy kontrolne poprzez zautomatyzowane liczenie statystyk danych lub obliczanie i oceny tras przejazdów generowane przez specjalne algorytmy (wykorzystywany jest do tego komponent programistyczny NavigoX).

System wdrożony w Polskim Przedsiębiorstwie Wydawnictw Kartograficznych w wyraźny sposób łączy i integruje pracę specjalistów GIS, kartografów, geografów i informatyków. W każdym zespole pracują osoby ze specjalistycznym wykształceniem kartograficznym.

4. Struktury baz danych ułatwiające procesy wizualizacji kartograficznej

Sposób zaprojektowania struktury bazy danych może mieć istotny wpływ na poziom trudności przygotowania wizualizacji kartograficznej danych. Zasadniczo struktura bazy danych nie powinna być projektowana pod tym kątem. Drobna korekta struktury może jednak ułatwić

⁶ Geokodowanie – proces, którego celem jest uzyskanie współrzędnych obiektów na podstawie ich adresów.

procesy wykorzystania i przetwarzania danych do celów prezentacji kartograficznej. Szczególnie istotne znaczenie ma przechowywanie tych atrybutów obiektów, które mogą być przydatne w typowych analizach GIS, a przy okazji mieć duże znaczenie podczas generalizacji oraz innych procesów kartograficznych. Wreszcie, jeżeli baza danych ma być wizualizowana bez wykorzystania bazy DCM, w procesach „ad hoc” lub wtedy, gdy zamoczenia nabiera wydajność procesu, projektanci decydują się na dodanie atrybutów specjalnych, ułatwiających wizualizację kartograficzną.

Można więc wyróżnić atrybuty pomagające w wizualizacji danych zachowujące charakter typowych atrybutów modelu DLM oraz atrybuty niezachowujące charakteru typowych atrybutów modelu DLM, a charakterystyczne dla modelu DCM.

4.1. Atrybuty pomagające w wizualizacji danych zachowujące charakter typowych atrybutów modelu DLM

4.1.1. Atrybuty definiujące hierarchię obiektów

Przykładem może być oznaczenie hierarchii odcinków dróg w sieci drogowej, definiujące spójność grafu na kilku poziomach, np. sieć głównych powiązań między państwami, sieć powiązań między głównymi miastami poszczególnych krajów, sieć powiązań lokalnych itp. Poszczególne odcinki dróg mają w takim przypadku atrybut informujący, do jakiego układu drogowego należą. Proces nadawania poziomów jest najczęściej procesem, w który ingeruje człowiek i najczęściej nie może być w pełni zautomatyzowany. Istnienie takiego atrybutu z jednej strony przydatne jest przy optymalizacji algorytmów wyznaczania tras przejazdu, a z drugiej strony ułatwia generalizację kartograficzną. W mniejszych skalach wyświetlane są tylko drogi tworzące sieć głównych połączeń, a w większych kolejne drogi obsługujące ruch lokalny. Istnienie atrybutu zastępuje konieczność uruchamiania skomplikowanych algorytmów generalizacyjnych i tym samym znacząco ułatwia proces wizualizacji.

Podobne podejście można zastosować w przypadku wizualizacji sieci cieków. Tu jednak dla procesu wizualizacji niezmiernie przydatny może okazać się atrybut definiujący rząd cieku, przydatny w wielu analizach, a zarazem ułatwiający generalizację kartograficzną. Bez takiego

atrybutu tworzenie baz pochodnych w mniejszej skali lub wyświetlanie danych w mniejszych powiększeniach jest znacznie bardziej skomplikowane, a stosowanie prostych algorytmów generalizacyjnych nie przynosi zadawalających efektów.

Innym przykładem atrybutu definiującego hierarchię obiektów jest atrybut służący do przypisania obiektów typu Pol (sklep, siedziba firmy, urząd, restauracja itd.) do Pol nadrzędnych (centrum handlowe, biurowiec itp.). Wykorzystując ten atrybut możemy w małych skalach wyświetlać tylko obiekty nadrzędne, np. centrum handlowe. Bez takiego atrybutu konieczna byłaby każdorazowa selekcja obiektów przed ich wyświetleniem lub stosowanie zaawansowanych zabiegów graficznych, mających na celu rozsuniecie i jednoczesne pokazanie wielu obiektów umieszczonych w jednym centrum handlowym.

4.1.2. Atrybut definiujący kolejność wzajemnego odniesienia obiektów w pionie

Atrybut taki może przyjmować różne wartości. W najprostszym przypadku: „na powierzchni ziemi”, „pod powierzchnią”, „nad powierzchnią”. Często stosuje się też dokładniejsze rozróżnienie poziomów np. (–9 ...9), ułatwiające wizualizację np. skomplikowanych węzłów drogowych.

Atrybut tego typu odzwierciedla rzeczywistą sytuację w terenie i może być wykorzystywany w różnego rodzaju analizach, np. w planowaniu przejazdu pojazdów specjalnych, w zarządzaniu kryzysowym. Jednocześnie jest bardzo przydatny, a często niezbędny w procesie wizualizacji. Umożliwia on zachowanie odpowiedniej kolejności wyświetlania obiektów, szczególnie na skomplikowanych węzłach drogowych.

4.1.3. Atrybut informujący o sposobie reprezentacji geometrycznej obiektu

W niektórych bazach danych możemy spotkać atrybuty specjalne, mające charakter metadanych. Jednym z takich atrybutów jest atrybut opisujący sposób reprezentacji geometrycznej obiektu. Przyjmuje on np. wartości: „oś geometryczna”, „zarys podstawy”, „linia umowna”, „sztuczny łącznik” itp. Np. jako „linia umowna” oznaczyć można linie reprezentujące ciek na odcinkach, gdzie przebiegają przez zbiornik wodny. Podczas wizualizacji takie odcinki cieku mogą zostać wyłączone z wizualizacji w sposób automatyczny, dzięki czemu bez dodatkowych

zabiegów redakcyjnych możliwe jest uzyskanie właściwego obrazu kartograficznego.

4.1.4. Atrybuty statystyczne

W procesie wizualizacji bazy danych tego typu atrybuty mogą odgrywać bardzo istotną rolę. Atrybut „liczba mieszkańców” pozwala na sklasyfikowanie miejscowości, a tym samym nadanie im właściwego symbolu graficznego oraz w przypadku wizualizacji na ekranie redukcję liczby miejscowości zależnie od powiększenia mapy. Atrybut „długość cieków” może mieć szczególne znaczenie w przypadku generowania map dla wybranych, niewielkich obszarów, szczególnie w okolicach górnego biegu rzek. Na takich obszarach duże rzeki nie różnią się od strumieni lub małych dopływów innych rzek. Jeżeli z danym ciekim związany jest atrybut informujący nie o długości poszczególnych odcinków cieków, ale o długości całej rzeki, której fragmentem jest dany odcinek, to w procesie opracowania mapy ten odcinek będzie miał wyższy priorytet, np.

CIEKI			
Nazwa atrybutu	Typ danych	Wy-maga-ne	Opis kolumny, przykładowe wartości
ID	N(38)	TAK	Identyfikator obiektu
ID_HYDRO	N(38)	NIE	Identyfikator hydrograficzny
NAZWA	T(30)	NIE	Nazwa cieków
DLUGOSC	N(4,1)	NIE	Długość cieków w kilometrach z dokładnością do 100 m

Ryc. 6. Atrybut „Długość” w klasie „Cieki” w Bazie Danych Topograficznych ułatwiający proces generalizacji rzek na mapie

Fig. 6. 'Length' attribute in 'Flows' class in the Topographic Database, facilitating the process of generalization of rivers on maps

przy opisywaniu nazw. Rozwiązanie takie zastosowano np. w TBD (ryc. 6).

4.1.5. Punkt reprezentujący miejscowość

Istnieje wiele sposobów reprezentacji miejscowości w bazie danych i na mapie. Jednym z nich jest wybór charakterystycznego, najbardziej reprezentatywnego miejsca i umieszczenie w nim punktu. Może to być główne skrzyżowanie, siedziba urzędu, wyraźne centrum miasta. Taki punkt przydatny jest np. podczas wyszukiwania miejscowości w systemach GIS lub przy planowaniu trasy dojazdowej do danej miejscowości w systemie nawigacyjnym. Takie umieszczenie tego punktu, w przeciwieństwie do wyznaczo-

nego automatycznie np. środka geometrycznego miejscowości, może być bardzo istotne dla procesu opracowania mapy. Tak zredagowane i przemyślane umieszczenie punktu reprezentującego miejscowość, stanowić może także doskonałe miejsce wstawienia napisu na mapie z nazwą miejscowości.

Przykładem może być choćby miasto Szczecin, którego środek geometryczny wypada na jeziorze Dąbie. Gdyby w bazie danych nie istniał specjalnie dobrany punkt reprezentujący Szczecin, a miejsce generowania napisu byłoby wyliczane jako środek geometryczny Szczecina, nie uzyskano by poprawnej wizualizacji kartograficznej.

4.1.6. Atrybuty przechowujące skrócone nazwy obiektów, np. ulic

Jeżeli w bazie danych zapisana zostanie nie tylko pełna nazwa obiektu, ale również jego wersja skrócona, może to w znacznym stopniu ułatwić proces wizualizacji danych. Skrócona nazwa może być automatycznie wykorzystana w tych sytuacjach, gdzie pełnej nazwy nie da się umieścić ze względu na brak miejsca. Ma to znaczenie zarówno przy produkcji map analogowych, jak i cyfrowych. Możliwe jest oczywiście automatyczne skracanie nazw z wykorzystaniem specjalnych algorytmów. Praktyka pokazuje jednak, że w przypadku nazw geograficznych nie zawsze daje to zadowalające rezultaty. Ponieważ skrócona nazwa obiektu nie jest wartością zmienną, najlepszym rozwiązaniem wydaje się więc wykorzystanie funkcji skracających nazwy obiektów do wypełnienia dodatkowego pola w bazie danych (nazwa skrócona), a następnie poddanie szczególnych przypadków edycji ręcznej i zapisanie jej wyników. Tak skonstruowana baza danych ułatwi procesy wizualizacji danych.

4.1.7. Segmentowanie nazw ulic

W procesie generowania mapy z bazy danych bardzo wygodne jest dysponowanie wykazem nazw ulic, w którym nazwy podzielone są na części. Przykład takiego rozwiązania pokazuje rycina 7. Baza tego typu pozwala na automatyczne wygenerowanie różnych długości nazw ulic zależnie od dostępnego miejsca na mapie. Ułatwia także dynamiczną wizualizację napisów, np. w mobilnych systemach GIS. Z drugiej strony pozwala na łatwe wygenerowanie indeksu ulic

na potrzeby mapy lub atlasu tradycyjnego. Dodatkowe algorytmy zapewniają również skracanie nazw. Zalet takiego podejścia jest znacznie

tograficzną prezentacją danych. Ma on ułatwić wykonawcom map, szczególnie cyfrowych, wyświetlanie w określonych skalach tylko wybra-

id_ulicy	id_jednostki	przedrostek_cz1	przedrostek_cz2	przedrostek_cz3	nazwa_cz1	nazwa_cz2
3056	454		Świętego	Brata		Alberta
1048	35		Świętego		Andrzeja	Boboli
1742	35		Świętego			Wojciecha
2056	454		Ekogostawionej	Królowej		Jadwigi
1478	35 Plac				Andrzeja Piotra	Lussy
1477	35 Plac					Katryński
1481	35 Plac					Wyzwolenia
1501	35			Księcia	Józefa	Poniatowskiego
1502	35			Księdza	Jerzego	Popiełuszki
1476	35 Plac					Jana Pawła II
1582	35 Rynek					Sienny
1430	35			Generała	Leopolda	Okulickiego

Ryc. 7. Podział nazw ulic na części, ułatwiający procesy wizualizacji kartograficznej, stosowany w bazie danych PPWK

Fig. 7. A structure of street names record used in PPWK database. It facilitates cartographic visualization

więcej, a jego siła uwidacznia się szczególnie w procesach geokodowania, gdzie niezbędne jest porównywanie różnych wersji zapisu nazwy tej samej ulicy.

4.2. Atrybuty pomagające w wizualizacji danych niezachowujące charakteru typowych atrybutów modelu DLM, a charakterystyczne dla modelu DCM

4.2.1. Priorytet wyświetlania

W wielu bazach danych, przygotowywanych pod kątem zastosowań GIS, funkcjonuje atrybut określający priorytet wyświetlania obiektu w stosunku do innych obiektów. Atrybuty te określane są w bazach zagranicznych producentów naj-

nych grup danych. W mniejszych skalach prezentuje się obiekty, którym przypisano mniejszą wartość atrybutu, a w większych skalach obiekty posiadające większą wartość atrybutu. Wartość „0” lub „1” przypisana jest zwykle najważniejszemu obiektowi, które należy prezentować we wszystkich skalach. Może się zdarzyć, że cała klasa obiektów ma przypisany ten sam priorytet wyświetlania, ale może się również zdarzyć, że różne obiekty należące do tej samej klasy otrzymują różne priorytety. Dobrym przykładem jest baza reprezentująca sieć rzeczną, w której najważniejszym rzekom przypisuje się priorytet wyświetlania „1” na całej długości cieku, bez względu na jego szerokość. Użycie tego atrybutu podczas wizualizacji może być łatwiejsze i dawać nieco inne rezultaty niż wykorzystanie do tego celu atrybutu „rząd cieku”.

Innym przykładem wykorzystania tego atrybutu jest nadanie priorytetu wyświetlania miejscowościom. Sposób nadawania wartości tego atrybutu może zależeć od wielkości miejscowości, ale można również brać pod uwagę funkcję pełnioną przez miejscowość, np. siedziba powiatu, gminy itp. Atrybut „priorytet wyświetlania” może być przydatny przy rozstrzyganiu konfliktów graficznych na mapie. Przykładem jest sytuacja, w której baza reprezentuje w jednym miejscu wiele obiektów typu Pol, w gęstej sieci ulic i budynków. Jednoczesne wyświetlenie sygnatur wszystkich Pol, znaków ulic i ich nazw oraz sygnatur wszystkich punktów adresowych może okazać się niemożliwe. Atrybut „priorytet wyświetlania” pozwoli w tym przypadku np. wyeliminować mniej istotną kategorię Pol (np. kwiaciarnia) kosztem innej (np. hipermarket). Być może żaden z tych obiektów nie zostanie



Ryc. 8. Przykład wizualizacji danych z wykorzystaniem atrybutu „priorytet wyświetlania” (*Display priority*) lub „klasa wyświetlania” (*Display class*)

Fig. 8. An example of data visualization using the 'Display priority' or 'Display class' attribute

częściej jako *Display class* lub *Display priority* (ryc. 8). Nie jest to atrybut właściwy dla modelu DLM i typowych baz danych GIS. Sens wprowadzenia tego atrybutu wiąże się ściśle z kar-

zaprezentowany, jeżeli w tym samym miejscu będzie konieczne wyświetlenie nazwy ulicy, której operator redaktor nadał najwyższy priorytet wyświetlania (np. „0”).

KARTO atrybut X_ID_MTP10TBD (ryc. 9a) oraz X_KOD_KARTO (ryc. 9b).

Tak przygotowane dane mogą być przekazywane między wieloma systemami GIS, a użytkownik zawsze będzie wiedział, jak zwizualizować dany obiekt zgodnie z określonym standardem, w tym przypadku standardem TBD.

Nazwa_klasy_oryginalnej_E		
Nazwa atrybutu	Typ danych	Opis kolumny, przykładowe wartości
ID	N(38)	Identyfikator
X_KOD_KARTO	T(10)	Kod kartograficzny (styl czcionki etykiet)
ID_TBD	N(38)	Referencja na opisywany obiekt. Identyfikator obiektu z odpowiadającej klasy wektorowej bazy danych
TEKST	T(38)	Ciąg znaków tworzący etykietę
TYP GEOMETRYCZNY: PUNKT, LINIA		

Nazwa_klasy_oryginalnej_K		
Nazwa atrybutu	Typ danych	Opis kolumny, przykładowe wartości
ID	N(38)	Identyfikator
X_ID_MTP10TBD	T(10)	Kod znaku kartograficznego
ID_TBD	T(38)	Identyfikator obiektu z odpowiadającej klasy wektorowej bazy danych
TYP GEOMETRYCZNY: PUNKT, LINIA, OBSZAR		

Ryc. 9. Specjalne atrybuty w strukturze komponentu KARTO Bazy Danych Topograficznych, pozwalające na łatwe dołączanie biblioteki znaków kartograficznych i maksymalne uproszczenie procesu wizualizacji danych

Fig. 9. Special attributes in the structure of KARTO component of Topographic Database allowing for a simple attachment of cartographic signs library and maximum simplification of the process of data visualization

4.2.2. Identyfikator symbolu kartograficznego

W celu ułatwienia procesu wizualizacji, a także umożliwienia „przenoszalności” prezentacji kartograficznej między różnymi systemami informatycznymi i różnym oprogramowaniem, można z każdym obiektem łączyć numer znaku, za pomocą którego powinien być prezentowany na mapie. Oczywiście numer powinien pochodzić z precyzyjnie wyspecyfikowanego katalogu definiującego parametry graficzne znaku. W każdym systemie znak może być zdefiniowany inaczej, ale dzięki informacji z bazy danych obiekt będzie mógł być wizualizowany prawidłowo, o ile poprawnie zostaną przygotowane biblioteki symboli. Tego typu rozwiązanie zastosowano np. w produkcji Bazy Danych Topograficznych, gdzie zaprojektowano w strukturze komponentu

4.2.3. Parametry graficzne obiektu

Niektóre bazy danych przechowują, poza standardowymi informacjami, szczegółowe dane dotyczące sposobu wizualizacji obiektu. Może to być zdefiniowana w systemie RGB barwa obiektu, identyfikator desena lub sygnatury z wybranej palety graficznej, grubość linii itp. Atrybuty te mogą ułatwić proces wizualizacji lub przygotowania mapy do druku. Nie mają jednak żadnego znaczenia z punktu widzenia opisu przestrzeni właściwego dla modeli DLM.

3.2.4. Informacja o skali, w jakiej obiekt może być wizualizowany

W procesie generowania map, zarówno papierowych jak i cyfrowych na ekranie monitora, szczególnie na podstawie wielorozdzielczych i wieloreprezentacyjnych baz danych, przydatna może okazać się struktura w bazie danych przechowująca informację dotyczącą skal, w których poszczególne obiekty mogą być wyświetlane. Generalnie każdy obiekt może być wyświetlany w kilku skalach. W danej skali może być wyświetlanych wiele obiektów. Mamy więc do czynienia z typową relacją Wiele-Do-Wielu (N:M).

5. Podsumowanie

Wykorzystanie baz danych jako podstawy do produkcji map przynosi cały szereg wymienionych w artykule korzyści. Proces generowania

profesjonalnych map wprost z bazy danych nie jest już tylko idea, ale stał się realnym procesem produkcyjnym. Mimo to nadal nie udało się całkowicie zautomatyzować generowania map z bazy danych i istnieje cały szereg niepokonanych barier technologicznych i metodycznych. Automatyczne drukowanie wysokiej jakości map wprost z bazy danych jest nadal trudne, ale coraz częściej wystarczy stosunkowo niewielka praca kartografa, aby szybko uzyskać zaplanowany efekt końcowy.

Wykonywanie map na podstawie baz danych może jeszcze w wielu przypadkach okazać się bardziej kosztowne od stosowania prostszych technologii DTP lub CAD. Tworzenie samych baz danych tylko na potrzeby produkcji map papierowych może okazać się nieuzasadnione, szczególnie w przypadku bogatych pod względem treści i grafiki map wydawanych w małych nakładach. W przypadku, kiedy dane jednocześnie wykorzystywane są w produktach typu GIS i służą do generowania map papierowych, uzasadnienie ekonomiczne i technologiczne

jest niepodważalne.

Dlatego też znajomość podstaw metodyki tworzenia baz danych oraz techniczna umiejętność ich projektowania i wykorzystania jest bardzo potrzebna, a nawet niezbędna wielu kartografom. Kartograf powinien dzisiaj umieć zaprojektować lub współprojektować model bazy danych wykorzystywanej w procesie produkcji cyfrowych lub papierowych produktów kartograficznych, łączyć dane z różnych baz danych i rozumieć dokładnie strukturę baz danych przestrzennych dostępnych na rynku w takim zakresie, aby móc w optymalny sposób zaprojektować ich wizualizację kartograficzną. Kartografia w ten sposób zmienia swoje oblicze – z dziedziny, w której kluczowe znaczenie miała technologia DTP oraz technologia druku, staje się dziedziną, gdzie kluczowe znaczenie odgrywa technologia baz danych i technologia GIS. Zadanie kartografii pozostaje przy tym niezmiennie od dziesięcioleci: optymalny opis przestrzeni dostosowany do możliwości percepcyjnych odbiorcy informacji przestrzennej.

Literatura

- Główny Geodeta Kraju, 2003, *Wytyczne techniczne Baza Danych Topograficznych (TBD) – wersja 1*, Warszawa: GUGiK.
- Gotlib D., 2002, *Nowe technologie w firmach kartograficznych*. W: *Konferencja „Jesienne spotkania z GIS-em”*. Szczyrk: Intergraph Europe Polska.
- Gotlib D., 2003, *Zasób danych PPWK – elementy koncepcji i terminologia*. Materiały wewnętrzne PPWK S.A., niepublikowane.
- Gotlib D., 2003, *Baza Danych Topograficznych a produkcja map topograficznych*. „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji” Vol. 13 A, *Kartografia i systemy informacji geograficznej*, s. 65–75.
- Gotlib D., 2005, *Modelowanie pojęciowe danych topograficznych*. W: *System informacji topograficznej kraju – teoretyczne i metodyczne opracowanie koncepcyjne*. Pod red. A. Makowskiego. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, s. 197–218.
- Gotlib D., 2008a, *Nowe oblicza kartografii – aspekty metodyczne i technologiczne*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 40, nr 1, s. 21–27.
- Gotlib D., 2008b, *Nowe oblicza kartografii – kartografia mobilna*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 40, nr 2, s. 117–127.
- Gotlib D., 2008c, *Nowe oblicza kartografii – Internet a kartografia*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 40, nr 3, s. 237–246.
- Gotlib D., 2001–2008, *Wytyczne wprowadzania i przygotowania danych dla Bazy Danych Geograficznych PPWK*. Materiały wewnętrzne PPWK S.A., niepublikowane.
- Grünreich, D., Powitz, B., Schmidt, C., 1992, *Research and development in computer-assisted generalisation of topographic information at the Institute of Cartography, Hanover University*. W: *Proceedings of EGIS '92*. EGIS Foundation, Munich, Vol. 1, s. 532–541.
- Grünreich, D., 1992, *ATKIS – a topographic information system as a basis for GIS and digital cartography in Germany*. W: *From digital map series to geo-information systems*. „Geologisches Jahrbuch” Reihe A, H. 122, s. 207–216.
- Grünreich D., 1995, *Development of computer-assisted generalization on the basis of cartographic model theory*. W: *GIS and Generalization – Methodology and Practice*. London: Taylor & Francis, s. 47–55.

Recenzował
prof. dr hab. Tadeusz Chrobak

New faces of cartography – from a database to a map

Summary

Keywords: map production, cartographic methodology, visualization of geographic data, DLM, DCM, GIS, spatial information systems

The article is the fourth and last of a 'New faces of cartography' series. It develops and discusses in detail the issue of map production using geographical databases. Special attention is paid to a common differentiation between databases built according to a Digital Landscape Model (DLM) and Digital Cartographic Model (DCM). The author discusses the benefits of modern database technologies for map production and the impact of their structure on the level of difficulty of cartographic data visualization.

The article presents two examples, which illustrate the significance and reality of the process of producing maps from databases. The first is the Topographical Database, which together with the military VMap database exemplifies broad application of database technologies in Polish geodesy and cartographic services.

In both cases a typical GIS database with data recorded in a relative database is at the input of the map production process.

A system elaborated and used in PPWK (Polish Cartographic Publishing House) is another example of a large scale application of a GIS database. At the basis of the system there is a relational database managed from the level of ArcGIS software and a number of additional original applications using their own GIS Navigo components.

The article suggests that cartographic skill should nowadays be accompanied with a basic knowledge of IT and GIS technology. At the same time a cartographer takes on a new role – of the one who defines and cooperates during the process of database creation, so that its structure ensures a correct cartographic interpretation of the data, using various media and cartographic presentation methods.

Translated by M. Horodyski

Новый облик картографии – от базы географических данных до карты

Резюме

Эта статья четвёртая и последняя из цикла «Новый облик картографии». В ней развиты и подробно рассмотрены вопросы, касающиеся производства карт на основе баз географических данных.

Особое внимание обращено на часто применяемое концептуальное деление на базы, создаваемые согласно модели DLM (анг. *Digital Landscape Model*), а также DCM (анг. *Digital Cartographic Model*), указано на пользу, какую даёт использование современных технологий баз данных в процессе производства карт и обращено внимание на влияние структуры базы данных на степень трудности картографической визуализации данных.

В статье представлены два примера, иллюстрирующие значение и реальность процесса изготовления карт на основе баз данных. Первый из них – это База топографических данных, которая, наряду с военной базой Vmap, является примером широкого использования технологии баз данных в геодезических и картографических службах в Польше. В обоих случаях на входе в систему производства карт находится типичная база данных

GIS, с данными записанными в реляционной модели данных.

Другим примером использования в большом масштабе баз данных GIS в картографическом производстве является система, разработанная и использованная в Польском предприятии картографических изданий им. Еугениуша Ромера А.О. Основой системы является реляционная база данных, управляемая на уровне программного обеспечения ArcGIS, а также комплект добавочных авторских приложений, использующих, между прочим, собственные компоненты GIS Navigo.

В статье отмечено, что знания картографа должны быть сегодня дополнены знаниями основ информатики, а также знаниями технологии GIS. С другой стороны роль картографа приобретает новую значимость, как лица, имеющего задачу определения или сотрудничества при создании такой структуры базы данных, чтобы обеспечить правильную картографическую передачу информации, находящейся в базе, с применением различных средств и методов картографического изображения.

Перевод Р. Толстикова