

Numeryczna Mapa Topograficzna jako podstawa Topograficznej Bazy Danych dla Wielkopolskiego Systemu Informacji Przestrzennej

TBD po poznańsku

TADEUSZ NOWICKI, LIDIA DANIELSKA

Tworząc Wielkopolski System Informacji Przestrzennej (WSIP), od samego początku kierowano się zasadą, że nowoczesne technologie pozyskiwania, przetwarzania i przekazywania danych nie mogą być traktowane tylko jako narzędzia, bowiem same w sobie nie rozwiązują one istniejących problemów. Stąd też zakres i sposób ich stosowania były określane na tle analizy potrzeb oraz w powiązaniu z przedsięwzięciami towarzyszącymi, a w szczególności organizacyjnymi.

Przyjęto także, że WSIP ma służyć zarówno administracji rządowej, jak i samorządowej w województwie, ma być dostosowany do istniejącej w nich infrastruktury informatycznej i organizacyjnej, a ponadto uwzględniać funkcjonujące tam aplikacje zarówno w zakresie SIP, jak i SIT. Określono ostatecznie zadania wy-

Wielkopolski System Informacji Przestrzennej

W roku 1997 wojewoda poznański podjął inicjatywę opracowania koncepcji systemu informacji przestrzennej dla województwa. Swoje wstępne założenia sformułował we wniosku do Komitetu Badań Naukowych o dofinansowanie projektu celowego pn. „Wojewódzki System Informacji Przestrzennej (WSIP)”. W związku z nowym podziałem administracyjnym kraju oraz reformą administracji publicznej po 1 stycznia 1999 dokonano zmiany nazwy projektu celowego na „Wielkopolski System Informacji Przestrzennej (WSIP)” i ustalono nowe podmioty jako wykonawców projektu. 21 maja 1999 roku wojewoda wielkopolski i marszałek województwa wielkopolskiego zawarli porozumienie o współpracy przy realizacji projektu. Ostatecznie 30 lipca 1999 roku została podpisana umowa na wykonanie prac objętych projektem celowym pomiędzy Komitetem Badań Naukowych a województwem wielkopolskim i wojewodą wielkopolskim (jako wykonawcą projektu) oraz Instytutem Geodezji i Kartografii (jako realizatorem projektu).

konywane z wykorzystaniem SIP przez poszczególne jednostki organizacyjne urzędów, a następnie wykonano analizę systemową potrzeb użytkowników w zakresie stopnia wykorzystania informacji przestrzennej. Ustalono, do jakich danych gromadzonych na poziomie województwa, powiatu i gminy niezbędny jest dostęp poszczególnych jednostek organizacyjnych obydwu urzędów.

Do realizacji wyżej przedstawionych założeń niezbędne stało się stworzenie Topograficznej Bazy Danych (TBD). Wymogi jej funkcjonowania w ramach projektu WSIP spełniła aplikacja: System Informacji Przestrzennej GEO-INFO V.

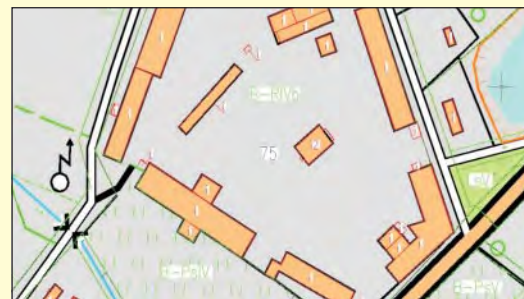
W ramach prac projektowych zbudowano podstawową bazę danych obejmującą swym zasięgiem obszar 23 arkuszy mapy topograficznej w skali 1:10 000. Baza tworzona była jednocześnie w trzech niezależnych przedsiębiorstwach. Środowiskiem bazy danych był Oracle 8i we współpracy z edytorem graficznym AutoCAD 2000. Tak przygotowane zasoby numeryczne połączono w jedną TBD za pomocą funkcji eksportu i importu danych. Aktualnie baza ta tworzy jedną ciągłą przestrzeń pozwalającą na wygenerowanie dowolnego fragmentu mapy topograficznej.

Technologia umieszczania w bazie danych matematycznego modelu przestrzeni topograficznej jest realizowana już od dziesięciu lat w Systemie Informacji Przestrzennej GEO-INFO stosowanym obecnie na obszarze całej Wielkopolski do

tworzenia zasobów Numerycznej Mapy Wielkoskalowej (NMW). Od chwili uruchomienia projektu WSIP technologia ta objęła również Numeryczną Mapę Topograficzną (NMT). Stworzono możliwość jednoczesnej pracy na dowolnej liczbie baz danych zawierających definicje obiektów z przestrzeni NMW i NMT. Mówiąc o NMT, a bardziej ogólnie o TBD, przyjmujemy wzajemne i jednoczesne funkcjonowanie wielu skal mapy topograficznej tego samego terenu (co oznacza – wielu baz danych).

Warto tu przedstawić kilka kluczowych mechanizmów, bez których funkcjonowanie TBD, a w niej NMT byłoby nie do przyjęcia.

● Ciągła przestrzeń mapy wielkoskalowej i topograficznej



Niespotykana w aplikacjach podobnego typu jest obsługa ciągłej, jednej przestrzeni, zawierającej w sobie jednocześnie zasoby NMW i NMT. Jest ona jednolitym matematycznym modelem o dynamicznej topologii zapisanym w relacyjnych bazach danych.

Istnieje niejednokrotnie potrzeba pozyskania informacji o obiektach, których nie ma w treści aktualnej mapy topograficznej, jak np. naziemna armatura sieci uzbrojenia terenu. Ciągłość oferuje możliwość jednoczesnego korzystania z zasobów numerycznych o dowolnym stopniu szczegółowości dla tego samego terenu. Czynnikiem skali, który dotychczas de-

terminował ilość i jakość informacji pozyskiwanej z mapy topograficznej, nie ma tutaj żadnego znaczenia.

Istotą ciągłości przestrzeni jest także rezygnacja z jej atomizacji przez ograniczanie w pojedynczych sekcjach (arkuszach) mapy. Nie ma więc potrzeby cięcia obiektów na ramach sekcyjnych. Obiekt rozumiany jako byt istniejący w postrzeganej rzeczywistości musi być również całym obiektem w przestrzeni mapy.

Równocześnie jednak zapewniono mechanizmy „wycinania” pojedynczego arkusza mapy za pomocą oryginalnego obiektu Ramka arkusza, który umożliwia stworzenie papierowej reprezentacji tradycyjnego pojedynczego arkusza mapy topograficznej wraz z wszystkimi elementami wymaganymi przez instrukcje techniczne, takimi jak: legenda, opisy układów współrzędnych, wyloty dróg itd.

● Tworzenie zasobu

Wiele obiektów mapy topograficznej można generować bezpośrednio z baz danych NMW. Specjalny mechanizm wybiera i konwertuje obiekty zarówno w zakresie zasobu informacyjnego, jak i geometrii. Proces ten wykonuje także częściową generalizację obiektów „zbyt małych” na symbol. W efekcie powstaje plik wsadowy obiektów mapy topograficznej z ich oryginalną geometrią i wybraną informacją opisową. Dane te są dalej wykorzystywane jako podstawa do numerycznej redakcji mapy topograficznej.

Zasób można także zasilac „zwykłym” wsadem tekstowym lub metodami ręcznymi, jak digitalizacja ortofotomapy, zdjęć lotniczych czy z dotychczasowej mapy papierowej. Można także definiować obiekty bezpośrednio z danych terenowych.

● Podwójna geometria

Geometria obiektów mapy topograficznej bardzo często utożsamiana jest z jej grafiką. A przecież geometria to rzeczywiste wymiary i rzeczywiste położenie

Technologie Numerycznej Mapy Topograficznej w aspekcie Topograficznej Bazy Danych

■ **Technologia I.** Tworzenie zasobu rozpoczyna się od rysowania mapy za pomocą edytora graficznego. Rysunek ten zawiera już w sobie interpretację geometrii obiektu wynikającą z reguł kartograficznych dla danej skali mapy (redakcję i generalizację obiektów terenowych). Oznacza to, że pierwotna, rzeczywista geometria obiektu na tym etapie przygotowania danych jest bezpowrotnie tracona. Następnie rysunek poddaje się tak zwanemu obiektowaniu, co w swobodnej interpretacji oznacza sklekanie elementów graficznych w całość reprezentującą geometrię pojedynczego szczegółu terenowego. Jest to najczęściej tzw. szkielet, na który później będzie nakładany symbol wynikający z instrukcji technicznej. Kolejnym etapem jest zapisanie tych quasi-obiektów w bazie danych (nazwa quasi-obiekt oznacza, że zapis w bazie danych zawiera ten jeden, konkretny rysunek reprezentujący zawsze tę samą grafikę). Następnie dokonuje się przypisania informacji opisowej do takiego obiektu. Najczęściej jest to informacja gromadzona w osobnej bazie danych. Procedura ta wymaga tzw. linkowania, czyli tworzenia połączeń pomiędzy geometrią a informacją opisową. Kolejny etap to resymbolizacja, czyli nakładanie na szkielet rysunku grafiki zgodnej z instrukcją techniczną. Jest to procedura dość czasochłonna i wymagająca udziału operatora systemu. Tak powstałą grafikę mapy zapisuje się ponownie w bazie danych.

Teraz dopiero można wygenerować z niej mapę o oczekiwanej treści.

Dodatkowa uciążliwość tej technologii polega na tym, że grafika nie posiada dynamiki i jest ograniczona tylko do jej postaci ostatecznej. Po pierwsze, oznacza to, że przy zmianie symboliki lub przerecikowaniu treści mapy, wymagane jest powtórzenie etapów związanych z grafiką, a więc rysowaniem, obiektowaniem, resymbolizacją itd. Po drugie, grafika zawiera

w sobie tylko geometrię zinterpretowaną w danej chwili do wymogów kartograficznych konkretnej skali mapy. Oryginalna, źródłowa geometria obiektu praktycznie nie istnieje.

■ **Technologia II** (aktualnie wykorzystana w przyjętej dla WSIP aplikacji). Podstawowym

jej założeniem jest przekształcenie przestrzeni w wielowymiarowy model matematyczny zapisany w bazie danych, a następnie generowanie z niej informacji w dowolnej postaci (tekstowej i graficznej). Istotne jest tu całkowite odcięcie się od „rysowania”, które zastąpiono definiowaniem obiektów w bazie danych systemu. Samym rysowaniem, czyli prezentacją graficzną, zajmuje się w całości aplikacja. Grafika pojawia się automatycznie, bazując na zapisanych w systemie regułach wynikających z aktualnie obowiązujących przepisów (instrukcje techniczne). Grafika jest pochodną i tylko chwilową prezentacją obiektu zapisanego w bazie danych. Definiowanie polega na umieszczaniu matematycznego modelu obiektu w bazie danych od razu i w całości. Oznacza to, że w bazie danych zawarta jest jednocześnie geometria obiektu i informacja opisowa. Poza tym, od razu budowana jest topologia przestrzeni topograficznej.

Pominięcie rysowania automatycznie eliminuje wszystkie słabości wynikające z najwykleszych błędów

graficznych, jak np. przeciągnięcia, niedociągnięcia czy niecentryczność. Operator od razu przystępuje do definicji obiektu w bazie danych, w tym samym czasie tworzy mapę szkieletową, wykonuje redakcję geometrii rzeczywistej i graficznej. Równocześnie może też przygotować grafikę kartograficzną. W efekcie mamy sporą oszczędność kosztów i czasu i znacznie większy komfort pracy twórcy zasobu oraz jego użytkownika. ■

Technologia I

Rysowanie szkieletu mapy

Korekcja błędów graficznych

Obiektowanie

Baza danych opisowych

Resymbolizacja

Zapis do bazy rysunkowej

Generowanie mapy

Technologia II

Definiowanie obiektów w bazie danych

Generowanie mapy



obiekty w przestrzeni. Grafika natomiast to tylko jedna z prezentacji tej geometrii.

Odczytując z grafiki mapy topograficznej długości, powierzchnie lub odległości pomiędzy obiektami, otrzymalibyśmy fałszywe wyniki. Mimo to, tak było od zawsze, gdyż zakładano, że w ramach możliwości graficznego odczytu z mapy papierowej dokładność pozyskiwanej informacji geometrycznej mieściła się w dokładności danej skali. Dla mapy numerycznej taka sytuacja jest niedopuszczalna. Dlatego baza danych przechowuje w swoich zasobach jednocześnie oryginalną geometrię obiektu (np. pozyskaną z pomiaru), niekiedy zwaną geometrią szkieletową, oraz jego geometrię prezentacyjną, która wynika z uwarunkowań skali i reguł kartograficznych redakcji mapy.

● Hierarchia grafiki

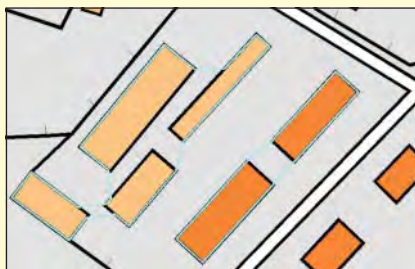
Niemniej ciekawe jest zadośćuczynienie bardzo wyszukanim wymaganiom wzajemnego przykrywania symboli na mapie topograficznej. Dodatkowo sytuację komplikuje złożoność graficzna każdego symbolu. Wielokrotnie mamy do czynienia z różną hierarchią przykrywania różnych fragmentów grafiki tego samego symbolu. Szczególnie kłopotliwe układy występują przy kolizjach z tekstem.

Problemy te rozwiązuje funkcja, która uruchomiona w dowolnym momencie automatycznie porządkuje grafikę na zadanym obszarze. Otrzymujemy stan gotowy do wykreślenia na papierze.

● Generalizacja i agregacja

Generalizacja treści mapy topograficznej bazowała dotychczas wyłącznie na regułach ręcznej redakcji kartograficznej oraz wieloletnim doświadczeniu topografów i kartografów. Przekształcanie treści mapy dotyczyło wyłącznie reprezentacji graficznej obiektów. W efekcie następowało uproszczenie geometrii obiektu, zamiana w symbol albo całkowita eliminacja. Proces ten był definitywny i nieodwracalny, co oznaczało również, że dalszej generalizacji do mapy o mniejszej skali podle-

gał obiekt już wcześniej zgeneralizowany. Automatyzacja generalizacji jest jednym z najtrudniejszych i najbardziej skomplikowanych zadań obsługi mapy numerycznej.



Przy agregacji mamy do czynienia z łąčeniem wielu obiektów w jeden nowy, z jednoczesną generalizacją „w przelocie”. W efekcie działania funkcji otrzymujemy propozycję geometrii jednego, nowego obiektu (lub kilku nowych obiektów) powstałych i zgeneralizowanych z wielu innych obiektów pierwotnych.

Dla rozwiązania tych problemów opracowano mechanizmy wspomagania komputerowego, które pozwalają na obiektywizację decyzji operatora z jednoczesną możliwością interpretacji i ręcznego modyfikowania wyniku działania tego mechanizmu. Decyzja, czy generalizacja ma dotyczyć geometrii rzeczywistej, czy tylko widocznej grafiki, należy również do operatora.

● Redakcja zasobu

Ogromna praca redaktora mapy, zajmująca często ponad 70% czasu opracowania zasobu, musi zostać zarejestrowana w celu jej dalszego wykorzystania podczas generowania mapy oraz przenoszenia na stanowiska pracujące w trybie offline czy przekazywania do innych systemów.

W systemie cała redakcja geometrii obiektu oraz rozmieszczenie opisów w przestrzeni mapy są zapisane w bazie danych. W efekcie praca redakcyjna jest jednorazowa, gotowa do dalszego każdorazowego wykorzystania podczas generowania mapy z bazy danych. Mechanizm odświeżania uaktualnia grafikę mapy nawet wtedy, gdy redakcję obiektu przeprowadził inny niż bieżący użytkownik mapy.

● Dowolna prezentacja graficzna obiektów

Dzięki ciągłej przestrzeni posiadamy możliwość jednoczesnego oglądania i/lub generowania na jednej mapie grafi-

ki obiektów pochodzących z zasobów map topograficznych (1:10 000, 25 000, 50 000, 100 000) i wielkoskalowych (1:250, 500, 1000, 2000, 5000).

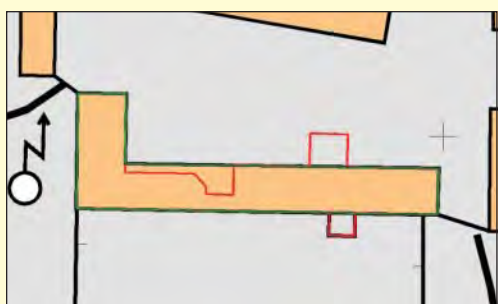
Podwójna geometria obiektów sprawia, że grafika mapy może przyjąć postać szkieletową opartą na oryginalnej geometrii obiektu lub z symboliką zgodną z obowiązującą instrukcją techniczną (Zasady Redakcji Mapy Topograficznej



w skali 1:10 000, Wzory znaków) opartą na geometrii wtórnej. Wszystko to może dotyczyć zarówno całego obszaru mapy, jak i dowolnie wybranych fragmentów, tworząc w ten sposób grafikę hybrydową. Reasumując, na jednej mapie mogą się pojawić w dowolnych ilościach i w dowolnych fragmentach obiekty z prezentacją graficzną odpowiadającą regułom dowolnej skali.

● Interpretacja tekstów i opisów

Aplikacja wyraźnie rozróżnia dwa odmienne pojęcia – opis i tekst, które w dotychczasowych opracowaniach papierowych były traktowane jako tożsa-



me. Opis jest atrybutem informacyjnym rekordu obiektu, tekst jest osobnym obiektem w bazie danych. Ich reprezentacja graficzna jest bardzo podobna, obsługa w zasobie numerycznym diametralnie różna. W naszej bazie danych tekstów prawie nie ma. Opisy natomiast są nie tylko przekazem informacyjnym w rysunku mapy, ale stanowią jednocześnie bezpośredni łącznik do obiektu, który reprezentują. Wskazując opis na mapie, otrzymujemy pełny rekord obiektu.

Każdy opis i tekst mogą być zredagowane w grafice mapy wzdłuż prostej pod dowolnym kątem oraz wzdłuż dowolnej krzywej łamanej.

● Historia zasobu

Zasób Topograficznej Bazy Danych funkcjonuje i ewoluuje w czasie. Niezbędny jest więc mechanizm umożliwiający dynamiczne rejestrowanie pełnej historii zmian zarówno geometrycznych, jak i opisowych.

W systemie istnieją dwa mechanizmy realizujące ten postulat. Pierwszy to transakcyjność prowadzona na dwóch poziomach. Edycja istniejącego obiektu może nastąpić w trybie poprawki lub w trybie zmiany (decydują prawa operatora). „Długa transakcja” zapewnia stały dostęp do obiektu w trybie przeglądania, a trwały zapis nowych danych następuje w momencie zakończenia zmiany.

Drugi mechanizm to rejestracja historii obiektu. Zakończenie zmiany zasila historię obiektu w postaci kolejnej jego wersji. Dostęp do dowolnej wersji obiektu jest tak samo możliwy, jak do aktualnego stanu obiektu, z tą tylko różnicą, że historii nie można edytować.

● Układy współrzędnych

W systemie obsługa układów współrzędnych działa niejako w tle. Po jednorazowym wyborze konkretnego układu współrzędnych obsługa sekcji arkuszy mapy, kontrola współrzędnych, poprawki redukcyjne, przeliczanie współrzędnych geograficznych czy skrócenia w stosunku do południka środkowego funkcjonują automatycznie. Do dyspozycji są wszystkie układy państwowe oraz kilka lokalnych. Istnieje również funkcja automatycznego przekształcenia całej bazy danych do innego układu współrzędnych (wraz z zapisaną dla każdej skali redakcją mapy). Funkcja tworzy bliźniaczą bazę danych w nowym układzie.

● Aktualizacja

Topograficzna Baza Danych zawiera ogromną ilość informacji opisowej, która często zmienia się znacznie szybciej niż geometria obiektów. Dotychczas aktualizację mapy topograficznej przeprowadzało się na wiele lat i to z ogromnym trudem, choć dotyczyła ona w zasadzie tylko geometrii.

W systemie aktualizacja realizowana jest na dwa sposoby. Pierwszy to bezpośrednia aktualizacja bazy danych w sieci rozproszonej, z końcówki klienta tej sieci. Drugi odbywa się w trybie offline z wykorzystaniem funkcji eksportu i importu. Podstawą działania tego mechanizmu są: jednoznaczny, unikalny identyfikator obiektu oraz transakcyjność zmian.

● Korzystanie z zasobu

Możliwość modyfikowania aplikacji zapewnia otwartość systemu na potrzeby każdego użytkownika. Otrzymuje on narzędzia do zdefiniowania zarówno grafiki, jak i zasobu informacyjnego własnego, unikalnego obiektu.

Korzystanie z zasobu danych odbywa się na trzy sposoby. W trybie online w sieci rozproszonej, gdzie zasilanie w dane i ich konserwacja są prowadzone jednocześnie przez wielu użytkowników o tematycznie różnych zainteresowaniach. W trybie offline na stanowiskach, do których dane dotarły drogą eksportu i importu.

Kontrola praw aktualnego operatora z dokładnością do pojedynczego pola w rekordzie obiektu jest niezbędna dla bezpiecznego i właściwego funkcjonowania zasobu TBD. Rozwiązania systemowe zadowolą, naszym zdaniem, nawet bardzo nieufnego i „zazdrosnego” o swoje dane administratora zasobu.

● Potrzebny SWD!

Aktualnie nie istnieje urzędowy Standard Wymiany Danych (SWD) dla Topograficznej Bazy Danych. W sytuacji, kiedy zaczyna się ona pojawiać w różnych regionach kraju, ustanowienia takiego standardu jest niezwykle ważne. SWD to gwarancja komfortu przyszłych administratorów i użytkowników Topograficznej Bazy Danych.

Lidia Danielska jest wojewódzkim inspektorem nadzoru geodezyjno-kartograficznego, pracuje w Wielkopolskim Urzędzie Wojewódzkim

Tadeusz Nowicki jest geodetą województwa, pracuje w Wielkopolskim Urzędzie Marszałkowskim

W artykule wykorzystano fragmenty referatu wygłoszonego podczas II Śląskiego Forum GIS w Katowicach we wrześniu ub.r.

Geodezja to nasza pasja

GEOPRYZMAT
www.geopryzmat.com



Najnowsza seria niwelatorów PENTAX AP-020



Jedyna na świecie niwelatory samoogniskujące PENTAX AFL



Pierwsza samoogniskująca stacja z pomiarem bez lustra PENTAX R-100
2" / 2 mm + 2 ppm
3" / 3 mm + 2 ppm
5" / 5 mm + 3 ppm



Pełna gama akcesoriów:
– statywy
– łąty
– tyczki
– lustra
– minilustra
– radiotelefony i wiele innych



Lokalizator uzbrojenia podziemnego Uscan DX:
lokalizacja i pomiar głębokości rur stalowych, PCV, żeliwnych; kamionki; drenażu; kabli telekomunikacyjnych, energetycznych



Program CAD przeznaczony specjalnie dla geodetów i inżynierów drogowych

Sprawdź nasze ceny na stronie:

www.geopryzmat.com

pentax@geopryzmat.com
tel. (022) 720 28 44, fax (022) 720 31 94
05-090 RASZYN, ul. Wesola 6

www.geopryzmat.com

www.geopryzmat.com

www.geopryzmat.com

www.geopryzmat.com