

Rozszerzone spojrzenie na Bazę Danych Topograficznych w Polsce

System Informacji Topograficznej Kraju

ANDRZEJ MAKOWSKI, DARIUSZ GOTLIB, ROBERT OLSZEWSKI

Równoległe do prac związanych z wydaniem przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii Wytycznych Technicznych „Baza Danych Topograficznych” na Politechnice Warszawskiej prowadzone były badania w ramach projektu KBN „System Informacji Topograficznej Kraju – podstawy teoretyczne i metodyczne opracowanie koncepcyjne”. Celem tego opracowania było zdefiniowanie podstaw koncepcyjnych systemu informacji topograficznej (SITOP) i jego miejsca w infrastrukturze danych przestrzennych kraju.

Podstawą prowadzonych rozważań jest topograficzny model terenu. Posiada on jednoznaczną lokalizację czasoprzestrzenną, wynikającą z przyjęcia państwowego układu odniesień przestrzennych oraz układu odniesień naturalnych (nazw miejscowych). Model ten jest realizowany w postaci strukturalnie zintegrowanej wielofunkcyjnej bazy danych topograficznych, zawierającej stosownie uogólnione reprezentacje obiektów terenowych (obiektów sytuacyjnych i form rzeźby terenu) wraz z opisującymi je relacjami czasoprzestrzennymi. Tak zaprojektowana baza danych daje podstawę do traktowania SITOP jako referencyjnego systemu odniesień przestrzennych względem innych baz danych ogólnogeograficznych i tematycznych, a także jako podstawowego zasobu danych przestrzennych dla opracowania całego szeregu skalowych map topograficznych generowanych z bazy danych.

● Cel budowy systemu informacji topograficznej

Wśród podstawowych zadań stawianych przed systemem (i determinujących sposób tworzenia modelu bazy danych w nim zawartych) należy wymienić:

- zasilanie danymi topograficznymi lokalnych, regionalnych i krajowych systemów informacji geograficznej, np. udostępnianie danych dla systemów wspomagania planowania prze-

strzennego, centrów reagowania kryzysowego czy systemów monitoringu i ochrony środowiska;

- wspomaganie systemów produkcji map topograficznych, tematycznych, turystycznych, branżowych itd.;

- udostępnianie danych do systemów nawigacyjnych (np. nawigacja samochodowa), lokalizacyjnych (LBS), ochrony obiektów i pojazdów (monitoring, poszukiwanie pojazdów), zarządzania flotami pojazdów (*fleet management*);

- udostępnianie danych do planowania bezprzewodowych sieci łączności np. radiowych czy telefonii komórkowych (symulacja propagacji fal, optymalizacja rozmieszczenia nadajników);
- udostępnianie danych do systemów obronności kraju.

Topografia

Topografia znaczy dosłownie tyle, co opisanie, przedstawienie miejsca. W obszarze nauk o Ziemi, a także w rozumieniu potocznym znaczenie miejsca jest tożsame z określeniem jednoznacznej, czasoprzestrzennej zorientowanej lokalizacji terenowej z właściwą mu fizjonomią, czyli charakterystyczną postacią terenu. Również przedstawiane rozumienie topografii zachowuje ten dychotomiczny sens znaczenia miejsca, lecz jest ono ponadto rozszerzone o sens metodyki „opisania miejsca”. Zarazem jest topografia synonimem działu geodezji i kartografii, którego przedmiotem poznania jest właśnie teren, pojmowany tutaj jako fizyczne ukształtowanie jego powierzchni wraz z uformowanym na niej pokryciem. Natomiast cel tego poznania jest przede wszystkim użytkowy, polegający na dokonywaniu swojej inwentaryzacji stanu tej otuliny, której znajomość jest niezbędna do prowadzenia badań specjalistycznych, racjonalnego gospodarowania, obronności, chronienia i świadomego przekształcania środowiska. ■

● Podstawowe rozszerzenia koncepcyjne

SITOP to system pozyskiwania, zarządzania i udostępniania danych topograficznych oraz innych danych o charakterze uzupełniającym zarówno w formie analogowej, jak i cyfrowej. Swym zasięgiem obejmuje bazę danych topograficznych, analogowe opracowania kartograficzne oraz zespół odpowiedniego oprogramowania. Jednym z jego elementów jest system produkcji map topograficznych, przy czym chodzi tu zarówno o bazową (w sensie dokładności geometrycznej) mapę w skali 1:10 000,

jak i o opracowania w skalach mniejszych, także generowane z bazy danych (uogólnionej).

Podstawowe założenia koncepcyjne oraz założenia dotyczące klasyfikacji przedstawione w wytycznych technicznych opublikowanych przez GUGiK w 2003 r. okazały się bardzo podobne do podejścia przyjętego w ramach projektu badawczego, ponieważ w obu prowadzonych równolegle pracach bazowano na głównych założeniach klasyfikacyjnych przedstawionych w opracowaniu „Podstawy modelu pojęciowego topograficznego systemu informacyjnego” [1]. W projekcie GUGiK wykorzystywano nawet niektóre doświadczenia zdobywane w prowadzonym projekcie badawczym i na odwrót. Podjęta decyzja o możliwie dużym uspołnieniu obu prac sprawia, że wyniki projektu badawczego mogą służyć ewolucyjnemu rozwojowi wytycznych, nie są zaś całkowicie nową propozycją koncepcyjną. Podejście to wskazuje na możliwość racjonalnej współpracy pomiędzy organami publicznej administracji geodezyjno-kartograficznej a jednostką naukową.

W dalszej części artykułu zasygnalizowano tylko te elementy, które wykraczają poza obecną – realizowaną przez GUGiK – koncepcję i strategię wdrażania BDT w kraju. Proponowane rozwiązania zostały zaprezentowane podczas sympozjum zorganizowanego przy współpracy z GUGiK [GEODETA 7/2004 – red.] i mogą być (w całości bądź w części) wykorzystane do rozwoju SITOP w Polsce.

● Współczesne pojęcie mapy

W projekcie zaproponowano nową, szerszą definicję pojęcia mapy, w tym mapy topograficznej. Definicja ta przedstawia mapę jako triadę strukturalną: model, system i obraz. Model pełni przy tym funkcję informacyjną, system rozumiany jest jako uotwierdzona i zorganizowana aktywność człowieka w relacji z otoczeniem, zaś obraz pozwala na przekaz informacji (funkcja komunikacyjna).

Tym samym mapą w rozważaniach przestrzennych jest pojęciem nadrzędnym, awszelkie działania w zakresie objętym informacjami przestrzennymi są „mapowaniem” w stosunku do obiektów, zjawisk i zdarzeń rzeczywistych. Jest to zgodne z psychicznymi uwarunkowaniami człowieka, który we wszystkich działaniach przestrzennych posługuje się obrazami (informacjami figuratywnymi lub abstrakcyjnymi informacjami pojęciowymi jako odpowiednikami postrzeganej rzeczywistości). Użyteczność podstawowego pojęcia w postaci triady strukturalnej mapy polega przede wszystkim na tym, że scala ono w jedno dotychczas swobodnie rozumiane pojęcia, takie jak: baza danych topograficznych, mapa topogra-

ficzna, system informacji geograficznej, wskazując zarazem na błędne pojmowanie mapy jedynie jako wydruku na papierze. Nowe spojrzenie na mapę pozwala w sposób zrozumiały odbierać jej różne postaci przekazu (zapis cyfrowy, konwersję analogową, przekaz internetowy, możliwość abstrakcyjnych działań w cyberprzestrzeni).

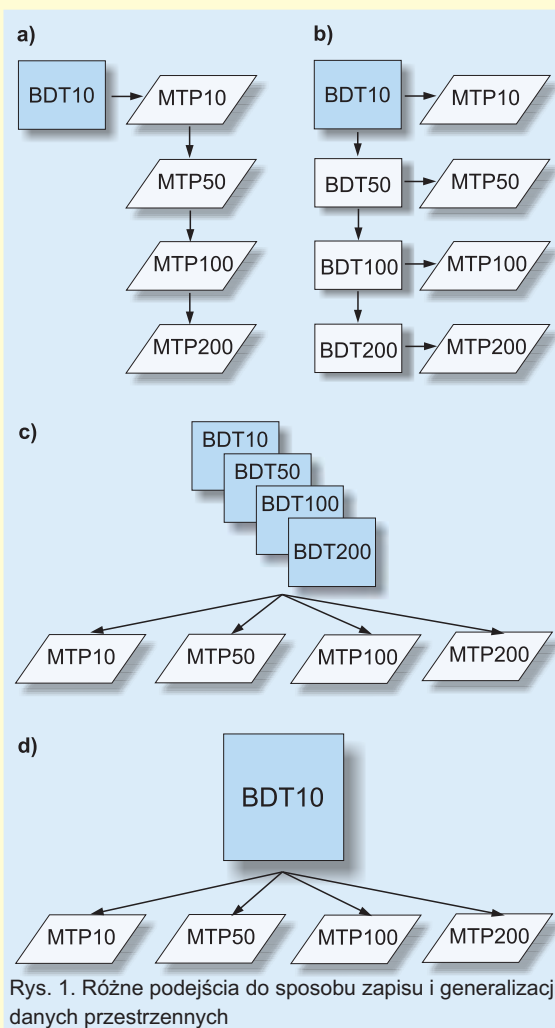
● Baza Danych Topograficznych jako źródło danych topograficznych

Współczesne metody modelowania danych przestrzennych zakładają rozdzielenie baz danych przestrzennych od opracowań kartograficznych, wyróżniając dwa odmienne modele danych przestrzennych: pierwszy – obejmujący numeryczny model kra-

jobrazu (DLM – *digital landscape model*) i drugi – obejmujący numeryczny model kartograficzny (DCM – *digital cartographic model*). Baza typu DLM przedstawia rzeczywiste położenie obiektów, zaś cyfrowy model kartograficzny DCM – dane poddane procesowi redakcji kartograficznej. Z jednej bazy danych typu DLM można opracować wiele modeli kartograficznych, zróżnicowanych pod względem przeznaczenia, skali i metod prezentacji. System informacji topograficznej w sensie koncepcyjnym powinien obejmować wszystkie dane niezbędne do wykonywania opracowań topograficznych (map i baz danych) o poziomie szczegółowości i dokładności właściwych skalom od 1:10 000 do 1:100 000.

W projekcie rozważono różne podejścia do sposobu zapisu i generalizacji danych. Rysunek 1a przedstawia „tradycyjny” schemat generalizacji danych przestrzennych, rozumianej jako generalizacja kartograficzna (generalizacja modelu DCM). Ze źródłowej bazy danych BDT generowana jest mapa topograficzna w skali 1:10 000, z niej zaś w sposób klasyczny wyprowadzane są uogólnione mapy średnio- i małoskalowe. Wariant dru-

gi (rys. 1b) opisuje testowane na świecie rozwiązanie pośrednie, w którym proces generalizacji rozumiany jest jako uogólnienie modelu DLM (bazodanowego). Mapy topograficzne generowane są z bazy niezależnie na każdym poziomie skalowym. Schemat trzeci (rys. 1c) przedstawia nowoczesne rozwiązanie integrujące wieloskalowe dane przestrzenne. Taka wieloskalowa (wieloreprezentacyjna lub wielorozdzielcza) baza danych znana jest jako MRDB (*Multiresolution/Multirepresentation Data Base*). Proponowany przez autorów wariant czwarty (rys. 1d) – tzw. Źródłowa Baza Danych – może być rozpatrywany jako specyficzna odmiana modelu MRDB. Wba-



Rys. 1. Różne podejścia do sposobu zapisu i generalizacji danych przestrzennych

zie tej przechowywane są łącznie reprezentacje wszystkich obiektów topograficznych modelowanych na wszystkich poziomach uogólnienia.

● Pokrycie kraju danymi na różnym poziomie szczegółowości

Główną cechą SITOP powinna być jego uniwersalność i elastyczność. Dlatego proponuje się uwzględnienie w modelu systemu idei baz wielorakiej rozdzielczości informacyjnej i wielorakiej reprezentacji skalowej (MRDB). Baza danych oparta na tej koncepcji umożliwiałaby gromadzenie danych na różnych poziomach szczegółowości w różnych częściach kraju. W etapie przejściowym pozwoliłoby to na szybkie wypełnienie BDT danymi o szczegółowości mniejszej niż docelowa 1:10 000. Jednocześnie możliwe byłoby uzyskiwanie na tym samym obszarze różnych reprezentacji kształtów dla różnych potrzeb i opracowań, przy zachowaniu nieredundantnej struktury obiektów.

Realizacja tej idei wydaje się szczególnie łatwa obecnie, kiedy w skali całego kraju powstaje ortofotomapa cyfrowa dla potrzeb IACS. Podejście takie pozwoliłoby z jednej strony na pełne wykorzystanie doskonałego materiału źródłowego, z drugiej natomiast – dałoby możliwość uzyskania w ciągu 2-3 lat zdolności operacyjnej bazy danych oraz finansowania w wybranych obszarach bazy na pełnym poziomie szczegółowości. Podejście to wpasowuje się w założeniu w model procesu generalizacji danych z rys. 1d.

● Rozszerzenia koncepcji NMT

W ramach omawianego projektu podjęta została próba modyfikacji istniejącej koncepcji w zakresie gromadzenia danych numerycznego modelu terenu (NMT), przede wszystkim w celu uspołnienia podejścia do gromadzenia danych o elementach sytuacyjnych terenu oraz o rzeźbie terenu, a także w celu ułatwienia procesu opracowania rysunku rzeźby terenu na mapie na podstawie Bazy Danych Topograficznych. Wśród proponowanych rozszerzeń koncepcyjnych znajdują się m.in.:

- Tworzenie i przekazywanie NMT do zasobu TBD jako bazy „ciągłej” obszarowo, podobnie jak danych w ramach komponentu TOPO. Podziały przestrzenne wynikają jedynie z rozwiązań organizacyjnych BDT (np. podział na etapy prac).
- Konieczność uwzględnienia przy pozyskiwaniu danych o rzeźbie terenu zróżnicowania morfometrycznego Polski poprzez zastosowanie innych parametrów modelowania (rys. 2).

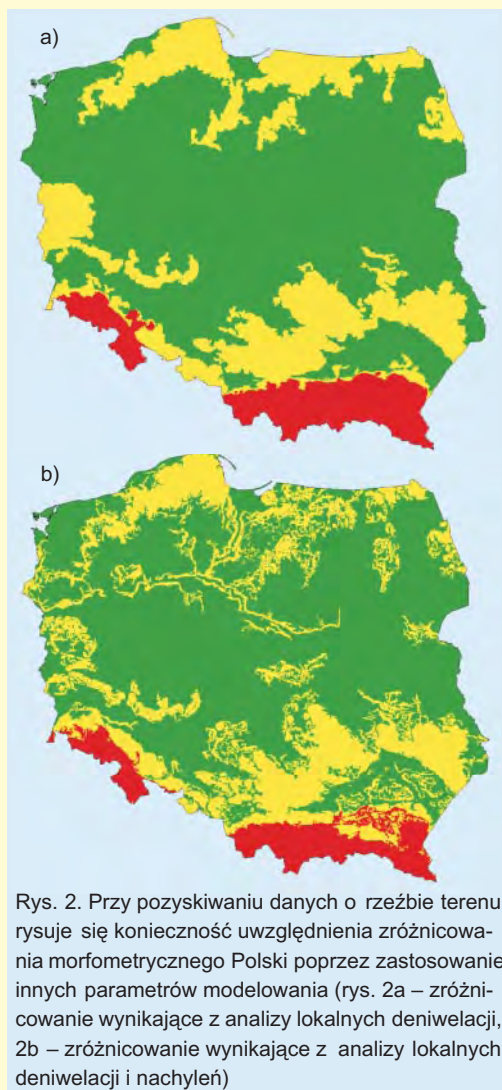
■ Zapis danych w bazie wyłącznie w postaci tzw. danych pomiarowych NMT. Inne modele danych NMT (tzn. TIN i GRID) mogą być generowane na życzenie klientów przez system zarządzania bazą danych topograficznych. Podejście to zapewnia zapis danych NMT w postaci wektorowej w sposób w pełni spójny z pozostałymi danymi topograficznymi (w tym kierunku zmierzają również prace zespołu ds. merytorycznego nadzoru nad wdrożeniem BDT przy GUGiK).

■ Traktowanie reprezentacji elementów charakterystycznych terenu określanych mianem danych pomiarowych NMT (pikiety, linie grzbietowe, linie ciekowe itd.) jako typowych obiektów geograficznych, np.: szczyt górski, pasmo górskie, przełęcz, dolina, wąwóz. W takim podejściu możliwe jest zapisywanie w bazie danych w postaci atrybutów przypisanych tym obiektom m.in. ich nazw, które dotychczas traktowane były jako warstwa wyłącznie związana z prezentacją kartograficzną.

■ Generalizacja modelu rzeźby terenu powinna (podobnie jak uogólnianie danych sytuacyjnych) bazować na modelu DLM. Oznacza to, że generalizacji powinny podlegać formy terenowe reprezentowane w bazie danych, nie zaś rysunek warstwicowy. W praktyce oznacza to generalizację modelu TIN poprzez selekcję punktów charakterystycznych. Podejście to zapewnia zachowanie modelowanej w systemie topologii rzeźby terenu. Warte rozważenia jest także zastosowanie, zwłaszcza przy generalizacji modelu rzeźby, nieliniowych algorytmów interpolacji NMT (np. sztucznych sieci neuronowych). Podejście to umożliwia uzyskanie wiarygodnych – w sensie wierności odzwierciedlenia geomorfologicznego, a zarazem plastyki rysunku warstwicowego – rezultatów.

● Nowa koncepcja mapy topograficznej 1:10 000

W ramach prowadzonych badań przyjęto założenie, iż konieczne jest podjęcie prób opracowania nowej koncepcji graficznej cywilnych map topograficznych. Założenie to nie wynika z krytycznego spojrzenia na wydawaną dotychczas mapę, lecz z zaistnienia nowej sytuacji – pojawienia się Bazy Danych Topograficznych. Wysiłki skoncentrowano na obecnym etapie przede



Rys. 2. Przy pozyskiwaniu danych o rzeźbie terenu rysuje się konieczność uwzględnienia zróżnicowania morfometrycznego Polski poprzez zastosowanie innych parametrów modelowania (rys. 2a – zróżnicowanie wynikające z analizy lokalnych deniwelacji, 2b – zróżnicowanie wynikające z analizy lokalnych deniwelacji i nachyleń)

wszystkim na mapie 1:10 000. Przyjęto następujące założenia szczegółowe:

- mapa powinna być opracowywana całkowicie na podstawie bazy danych;
- koncepcja mapy powinna uwzględniać cechy charakterystyczne modelu bazy danych;
- koncepcja graficzna powinna uwzględniać możliwość zarówno wykonywania wydruków ploterowych, jak i druku offsetowego;

■ mapa powinna być dostępna w różnych postaciach: wektorowej zapisanej w określonych formatach danych (np. GML), rastrowej, papierowej, jak również odpowiedniej do internetu. Jedną z prób rozwiązania graficznego właściwego dla mapy 1:10 000 przedstawia rys. 3.

● Włączenie do SITOP Banku Nazw Geograficznych

Przedstawiona koncepcja wskazuje na konieczność zwrócenia uwagi na szczególne znaczenie tzw. naturalnego układu odniesienia, który tworzą zasięgi obowiązywania nazw obiektów zarówno topograficznych, jak i społecznych oraz kulturowych funkcjonujących nie tylko na mocy odpowiednich umocowań prawnych, lecz na zasadzie tradycji przekazywanej przez pokolenia i wykorzystywanej do odniesień przestrzennych w codziennym życiu mieszkańców danego regionu. Dlatego też opracowana koncepcja zakłada na poziomie logicznym jak najdalej idącą integrację istniejących banków nazw geograficznych z bazą danych topograficznych.



Rys. 3. Jedna z prób rozwiązania graficznego właściwego dla mapy w skali 1:10 000 (dla dwóch różnych obszarów)

● Rola SITOP na poziomie centralnym i wojewódzkim

SITOP powinien funkcjonować na dwóch poziomach: centralnym i wojewódzkim. Rozwój modelu danych, przyjmowanie danych do zasobu (w tym kontrola) oraz zapis do bazy powinny być realizowane na poziomie centralnym (niezależnie od sposobu finansowania utworzenia bazy). Na poziomie centralnym dostępna byłaby (w formie repliki danych) spójna w skali kraju baza danych dla użytkowników zainteresowanych rozwiązaniami ogólnokrajowymi lub regionalnymi wykraczającymi poza obszar jednego województwa.

Poziom wojewódzki systemu to repliki odpowiednich fragmentów bazy centralnej będące podstawą do udostępniania danych dla użytkowników współpracujących z urzędami marszałkowskimi. Szczególnie istotnym zadaniem realizowanym na tym poziomie byłaby integracja danych topograficznych z danymi opracowań wielkoskalowych (EGiB, GESUT).

Na poziomie wojewódzkim przy użyciu odpowiedniego oprogramowania (standaryzowanego jedynie w zakresie funkcji, formatów danych i systemów zabezpieczeń) realizowane byłyby zadania udostępniania wybranych elementów bazy danych oraz opracowywania analiz i prezentacji kartograficznych na zamówienie.

● SITOP jako element KSIP

SITOP należy traktować jako jedno z ogniw Krajowego Systemu Informacji o Terenie. System, który z jednej strony stanowić może źródło odniesień przestrzennych dla systemów specjalistycznych, branżowych, z drugiej – odegrać znaczącą rolę integracyjną dla różnorodnych tematycznych danych odniesionych do przestrzeni geograficznej. Nie należy natomiast utożsamiać lub mylić roli SITOP z rolą systemów informacji geograficznej przeznaczonych do wspomagania zarządzania miastem, województwem, parkiem narodowym itp. Baza danych SITOP może stać się jedynie elementem tego typu systemów, najczęściej wykorzystujących znacznie szerszy zasób informacji niż tylko topograficzne. Szczególne znaczenie należy widzieć w sprawnej wymianie danych pomiędzy SITOP a Systemem Informacji o Terenie (bazami wielkoskalowymi) zarówno w aspekcie procesów aktualizacji danych, jak i wspólnego ich udostępniania. SITOP oferuje interesującą możliwość współpracy urzędów i instytucji oraz przedsiębiorstw prywatnych ze służbą geodezyjno-kartograficzną, czego przykładem mogą być liczne tego typu wdrożenia w Europie i na świecie.

Prof. dr hab. Andrzej Makowski, dr Dariusz Gotlib i dr Robert Olszewski, Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej

Literatura

- [1] Buczkowski K., Gotlib D., 2000, *Podstawy modelu pojęciowego Topograficznego Systemu Informacyjnego*, Materiały XXVII Ogólnopolskiej Konferencji Kartograficznej „Kartografia Polska u progu XXI wieku”, Główny Geodeta Kraju, Warszawa;
- [2] Makowski A., 2000, *System informacji topograficznej (SITOP)*, Materiały XXVII Ogólnopolskiej Konferencji Kartograficznej „Kartografia Polska u progu XXI wieku”, Główny Geodeta Kraju, Warszawa;
- [3] Olszewski R., 2004, *Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do określania morfometrycznych cech rzeźby terenu*, „Geodezja i Kartografia”, t. LIII, z. 1;
- [4] Materiały niepublikowane opracowane przez zespół autorów w ramach grantu KBN nr 8T12 E 00120, „System informacji topograficznej kraju – teoretyczne i metodyczne opracowanie koncepcyjne”.