

# Jedna referencyjna baza danych topograficznych

# Czy to możliwe?

DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, ROBERT OLSZEWSKI

**BDO, VMap Level 2 i TBD to trzy referencyjne bazy danych rozwijane dotychczas całkowicie niezależnie. Jeżeli podejmiemy wysiłek ich harmonizacji, możemy wiele zyskać. Jest jednak jeden warunek: trzeba to zrobić w trybie pilnym.**

**P**roblematyka modelowania i prezentacji na mapie treści sytuacyjnej oraz rzeźby terenu należy do podstawowych (i dobrze poznanych) zagadnień zarówno tradycyjnej, jak i współczesnej kartografii. Powszechna informatyzacja oraz szerokie stosowanie narzędzi analitycznych GIS spowodowało jednak, iż nowym wyzwaniem służby topograficznej stało się opracowanie referencyjnych baz danych przestrzennych, które mogą być także źródłem zasilającym klasyczne systemy produkcji map analogowych. Powstające współcześnie opracowania wykorzystujące dane przestrzenne (topograficzne i tematyczne) oparte są na idei – zaproponowanej przez przedstawicieli tzw. szkoły hanowerskiej – rozdzielania baz danych przestrzennych od opracowań kartograficznych. Wyróżnia ona dwa odmienne modele danych przestrzennych obejmujące: numeryczny model krajobrazu – DLM (*Digital Landscape Model*) i numeryczny model kartograficzny – DCM (*Digital Cartographic Model*). Podstawowa baza danych DLM jest możliwie wiernym odzwierciedleniem przestrzeni na przyjętym poziomie uogólnienia. Tworzą ją obiekty o rzeczywistej (niezakłóconej procesem redakcji mapy) geometrii zapisanej w postaci wektorowej. Cyfrowy model kartograficzny DCM jest podporządkowany prze-

de wszystkim wymogom prezentacji kartograficznej i powstaje w procesie redakcji (rys. 1). Z jednej bazy danych DLM można opracować wiele DCM-ów, zróżnicowanych pod względem przeznaczenia, skali i metod prezentacji. Dane z modelu DLM zasilają systemy GIS zorientowane na prowadzenie analiz przestrzennych, zaś dane z modelu DCM – systemy produkcji map.

## ● Nowe zasoby danych – nowe problemy

Topograficznej informacji referencyjnej dostarczały do tej pory systemy produkcji map analogowych. Od kilku lat zastępuje się je bazami danych (patrz ramka poniżej), których opracowywanie nabrało obecnie dość dużego rozpędu. Ostatnio zaczynają być widoczne efekty tych procesów: Baza Danych Ogólnogeograficznych i baza VMap L2 dla całego kraju oraz Baza Danych Topograficznych o zasięgu odpowiadającym kilkuset arkuszom map 1:10 000. Dochodzimy jednak do momentu, gdy bez całościowego spojrzenia na powstające dane i koordynacji poszczególnych działań możemy mieć problem zarówno z zarządzaniem tymi danymi, jak i z ich wykorzystaniem. Specjaliści od zagadnień przetwarzania informacji zawartych w bazach danych geograficznych i tworzenia GIS doskonale zdają sobie sprawę, że skompilowanie danych VMapy, TBD, BDO (np. w procesie budowy systemu informacji geograficznej dla województwa) może być bardzo trudne. Są to bowiem trzy oddzielne bazy opracowane dla trzech poziomów skalowych, niepowiązane ze sobą w żaden sposób, opracowane na podstawie różnych źródeł danych, do różnych zastosowań i w różnych uwarunkowaniach organizacyjno-technologicznych. Poziom złożoności zagadnienia wkrótce wzrośnie jeszcze bardziej. Podpisane niedawno porozumienie pomiędzy Głównym Geodetą Kraju a Zarządem Geografii Wojskowej zakłada opracowanie VMapy L2 drugiej edycji w procesie aktualizacji VMapy L2 pierwszej edycji z wykorzystaniem ortofotomapy ze zdjęć 1:26 000 i wywiadu

## Bazy danych referencyjnych

- Baza Danych Ogólnogeograficznych (BDO) (odpowiadająca skali 1:250 000), obejmuje obszar całego kraju, opracowana na podstawie VMap L1, zdjęć satelitarnych i (w niewielkim stopniu) baz danych tematycznych.
- Ortofotomapa w skali 1:26 000 i 1:13 000 (dla obszarów Polski południowo-wschodniej) – prace dla obszaru całego kraju powinny się zakończyć w połowie roku 2005.
- Baza Danych Topograficznych TBD (odpowiadająca mapie topograficznej w skali 1:10 000), opracowywana na podstawie aktualnej ortofotomapy, pokrywa obecnie oko-

ło 5% powierzchni kraju (docelowo – maksymalnie 30%).

- VMap L2 wektorowa mapa poziomego (odpowiadająca skali 1:50 000), obejmuje obszar całego kraju. Powstała na podstawie istniejących map analogowych i opracowana jest w mało przyjaznym formacie VPF, który jest standardem NATO i zapewne zdaje egzamin w międzynarodowych siłach zbrojnych, ale wykorzystanie go przez sektor cywilny wydaje się zadaniem trudnym m.in. ze względu na skomplikowany model topologiczny (patrz ramka na s. obok).
- VMap L1 – wojskowa wektorowa mapa poziomego pierwszego (odpowiadająca skali 1:250 000) zredagowana na podstawie istnie-

jących map analogowych (gotowa dla całego kraju),

- VMap L3 – wojskowa wektorowa mapa poziomego trzeciego (odpowiadająca skali 1:25 000) zredagowana na podstawie istniejących map analogowych (gotowa dla obszarów przygranicznych wschodniej Polski),
- SMW – wojskowa szczegółowa mapa wektorowa (w fazie przygotowań). Tworzona będzie na obszarach nieobjętych zakresem VMap L3 na podstawie aktualnej ortofotomapy. GUGiK oraz Zarząd Geografii Wojskowej podjęły działania, w wyniku których ujednociono model pojęciowy SMW oraz TBD. Pozwoli to w przyszłości na wymianę danych pomiędzy tymi bazami. ■

## Format VPF ma już 20 lat

Produkt finalny cyklu technologicznego VMap zapisywany jest w formacie VPF (Vector Product Format). Został on opracowany blisko 20 lat temu jako standardowy format danych przestrzennych (*Military Standard, VPF, MIL-STD-2407*) amerykańskiej agencji NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*, od listopada 2003 r. przemianowanej na NGA – *National Geospatial-Intelligence Agency*). Format ten integruje geometrię, topologię i atrybuty opisowe obiektów w jednorodnej, relacyjnej strukturze danych. Struktura danych VPF jest czteropoziomowa. Baza danych złożona jest z tzw. bibliotek (*libraries*).

W strukturze biblioteki wyróżnia się warstwy tematyczne (*coverages*) złożone z kolei z klas obiektów (*feature tables*). Fizyczną implementacją klasy jest tabela relacyjna utrzymująca atrybuty obiektów oraz łączniki do danych prze-



strzennych. Dodatkowo każda warstwa podzielona jest na podstawowe, prostokątne jednostki przestrzenne, zwane ramkami (*frames*). Całą strukturę wzbogacają mechanizmy indeksowania przyspieszające dostęp do danych przestrzennych.

Z punktu widzenia możliwości wykonywania analiz przestrzennych kluczowe znaczenie ma topologia danych VPF. Otóż **topologia ta budowana jest wyłącznie pomiędzy klasami obiektów z tej samej warstwy tematycznej** (np. „teren zabudowany”, „budynek” i „linia przesyłowa” z warstwy *CULTURE* – obiekty socjalno-kulturalne czy też „jezioro” i „izobata” z warstwy *HYDROGRAPHY* – hydrografia). Zapis relacji topologicznych – podobnie zresztą jak wszelkich innych relacji, atrybutów



i geometrii obiektów – realizowany jest poprzez wielopoziomowe tabele relacyjne. Import danych VPF do jakiegokolwiek zewnętrznego formatu i środowiska GIS (np. ArcGIS, GeoMedia, MapInfo) sprawia jednak, iż bezpowrotnie tracimy zapis subtelnych związków topologicznych pomiędzy klasami obiektów. Efektem importu

danych jest dezintegracja geometryczna poszczególnych obiektów (np. teren zabudowany „pocięty” budynkami i linią przesyłową lub jezioro „rozerwane” na części izobatami – patrz załączone rysunki). Zaimportowane dane wymagają zatem integracji atrybutowo-przestrzennej. Wydaje się, iż rozwiązaniem tego problemu w przypadku cywilnego wykorzystania bazy VMap L2 pierwszej edycji mógłby być import produktów pośrednich cyklu technologicznego, np. poszczególnych klas obiektów z tzw. przestrzeni obiektowych DYNAMO, nie zaś konwersja plików VPF. ■

terenowego. A stąd już tylko krok do powielania niektórych prac z TBD. Tym bardziej że oba opracowania będą finansowane lub współfinansowane przez służbę cywilną [więcej o porozumieniu na s. 5 – red.]. Dodatkowo wojsko rozpoczyna opracowywanie Wektorowej Mapy Szczegółowej, która w podstawowym zakresie jest odpowiednikiem TBD.

Ponieważ obecnie definiowana jest w Polsce SDI (infrastruktura danych przestrzennych), nadarza się okazja do spojrzenia na wszystkie wymienione bazy jako na dane referencyjne, które powinny ulec uspołnieniu (w możliwie szerokim zakresie) i stanowić osnowę dla specjalistycznych opracowań tematycznych. Ale czy w obecnej sytuacji możliwe jest mówienie o jednej, spójnej pojęciowo bazie danych referencyjnych dla całego kraju, bazie, która może być dostępna w krótkim czasie i zaakceptowana przez wszystkich? Jeżeli wymienione trzy bazy danych referencyjnych nadal będą rozwijać się całkowicie niezależnie, odpowiedź będzie zapewne negatywna. Jeżeli natomiast podejmiemy wysiłek integracji tych rozwiązań – z zachowaniem zarazem pewnej autonomiczności i ścieżek rozwojowych istniejących rozwiązań – efekt może być satysfakcjonujący. Jest wszakże jeden warunek: trzeba to zrobić w trybie pilnym. Mówiąc o integracji, mamy na myśli co najmniej trzy jej płaszczyzny: harmonizację modelu pojęciowego, harmonizację harmonogramów pozyskiwania danych i współdzielenie niektórych zasobów źródłowych. Ważnym elementem będzie także wyspecyfikowanie przepływu informacji z baz wielkoskalowych do topograficznych.

### ● Bazy o charakterze referencyjnym w KSIG

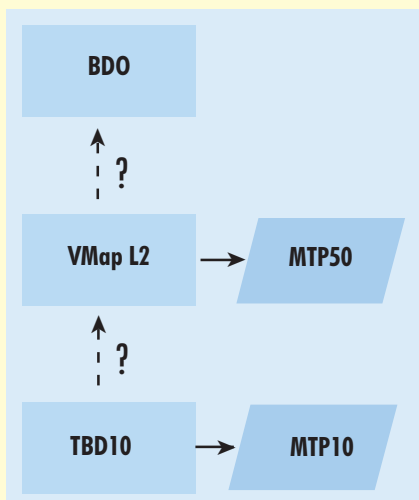
Zacznijmy jednak od spojrzenia na stan obecny. Jako główne bazy referencyjne Krajowego Systemu Informacji Geograficznej (KSIG) należy wymienić BDO, VMap L2 i TBD. Charakteryzują się one przede wszystkim różnym poziomem dokładności i szczegółowości. W koncepcji KSIG zakłada się możliwość wzajemnej wymiany danych pomiędzy nimi. Ale to tylko teoria. Bazy te powstawały na podstawie innych założeń koncepcyjnych, tak więc ich harmonizacja byłaby bardzo trudna lub wręcz niemożliwa do

przeprowadzenia w sposób w pełni satysfakcjonujący. Wymiana między tymi bazami może mieć w zasadzie tylko charakter zasila- nia pomocniczego do procesu aktualizacji.

Szczególnie istotne wydaje się precyzyjne określenie relacji pomiędzy TBD a VMap L2. Cyfrowa baza danych VMap L2 pierwszej edycji została ukończona dla obszaru całego kraju i wkrótce trafi na rynek. Opracowanie to powstało na drodze wektoryzacji analogowych map wojskowych, obciążone jest zatem „grzechem pierworodnym” modelowania kartograficznego (w pewnym zakresie posiada niektóre cechy modelu DCM). Prowadzenie wiarygodnych analiz



Rys. 1. Fragment Bazy Danych Topograficznych i opracowanej na jej podstawie mapy w standardzie TBD (model DLM i DCM)



Rys. 2. Bazy referencyjne i mapy topograficzne dzisiaj. Znaki zapytania – niezdefiniowane obecnie procesy przepływu informacji, MTP – Mapa Topograficzna Polski

cym mapie w skali 1:50 000, zaś stopniu dokładności geometrycznej (o czym nie mówi się wprost) mogącym zbliżyć się znacząco do poziomu dokładności Bazy Danych Topograficznych.

### ● Konieczność uspojnienia prac nad TBD i VMap

W tej sytuacji celowe wydaje się uspojnienie prac w zakresie tworzenia TBD i VMap L2 drugiej edycji. To jednak wymaga wielu działań – począwszy od modyfikacji elementów modelu pojęciowego VMapy po decyzję o możliwości opracowania TBD na dwóch poziomach szczegółowości (rys. 3). Należy zaznaczyć, iż przyjęcie

przestrzennych wymaga zaś danych o rzeczywistej i aktualnej zarazem geometrii, zintegrowanych z wiarygodnymi atrybutami opisowymi. Rozumując tę sytuację, Wojskowa Służba Geograficzna podjęła decyzję o rozpoczęciu szybkiej aktualizacji VMap L2 (cykl 5-letni) na podstawie nowej ortofotomapy. Rozwiązanie to pozwoli na opracowanie bazy danych przestrzennych o stopniu szczegółowości odpowiadają-

tego rozwiązania oznacza nie tylko przyspieszenie opracowania obu produktów, uniknięcie podwójnego gromadzenia danych i podwójnych kosztów, ale także otwiera nowe możliwości w zakresie wykorzystania danych i zgodności z najnowszymi światowymi trendami w budowaniu tzw. wieloreprezentacyjnych baz danych przestrzennych (MRDB – *Multiresolution/Multirepresentation Data Base*). Jako przykład takiego podejścia można wymienić prace prowadzone na wspomnianym już Uniwersytecie w Hanowerze.

### ● Integracja danych, czyli MRDB

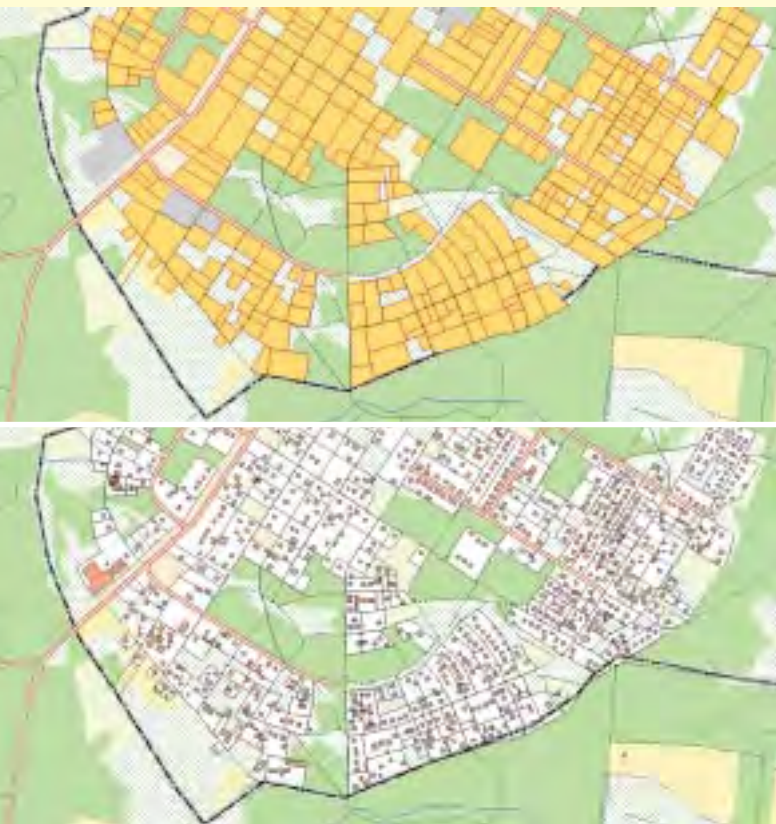
MRDB to baza danych zdolna do reprezentacji obiektów terenowych na różnym poziomie dokładności geometrycznej i na różnym poziomie uogólnienia pojęciowego. W bazie tego typu różne reprezentacje (widoki) tego samego rzeczywistego obiektu są integralnie połączone i mogą być wywoływane w zależności od potrzeb użytkownika. „Klasyczne” podejście do modelowania danych przestrzennych w bazie MRDB polega na integrowaniu danych o różnej rozdzielczości lub różnej dokładności geometrycznej. Możliwe jest jednak łączne przetwarzanie danych o jednakowej dokładności (np. pozyskanych z ortofotomapy 1:26 000) i różnym poziomie uogólnienia w zakresie wydzielanych klas obiektów.

Podobny kierunek badań i prac eksperymentalnych przyjęto na Politechnice Warszawskiej (grant badawczy KBN), gdzie skoncentrowano się na możliwości zastosowania koncepcji baz MRDB do realizacji spójnej Bazy Danych Topograficznych w Polsce. Proponowane opracowanie – tzw. Źródłowa Baza Danych – może być rozpatrywane jako specyficzna odmiana koncepcji MRDB. W bazie tej przechowywane są łącznie reprezentacje wszystkich obiektów topograficznych modelowanych na wszystkich poziomach uogólnienia.

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 bazy TBD danymi o szczegółowości mniejszej niż docelowa do czasu pokrycia danymi o szczegółowości 1:10 000. Realizacja tej idei wydaje się szczególnie atrakcyjna obecnie, kiedy z jednej strony – w skali całego kraju dostępna staje się ortofotomapa cyfrowa (IACS), a z drugiej – rozpoczynane są prace nad aktualizacją VMapy. Podejście takie umożliwiłoby pełne wykorzystanie doskonałego materiału źródłowego i uzyskanie w ciągu kilku lat zdolności operacyjnej bazy danych (dzięki opracowaniu bazy na mniejszym poziomie szczegółowości, wystarczającym dla wielu zastosowań), a także sukcesywne finansowanie bazy na pełnym poziomie szczegółowości dla wybranych obszarów.

Realizacja tej koncepcji wymaga pełnej harmonizacji prac cywilnej i wojskowej służby topograficznej, a także częściowej przynajmniej harmonizacji modelu pojęciowego TBD i VMap L2 (np. uwzględnienia osi cieków przedstawianych na mapie powierzchniowo, ujednoczenia klasyfikacji terenów zabudowanych, sposobu reprezentowania sieci dróg). Opracowane dane nowej edycji VMapy mogłyby zasilać – drogą konwersji automatycznej – Bazę Danych Topograficznych na drugim poziomie szczegółowości.

Dalej idąca integracja możliwa jest natomiast w zakresie opracowania numerycznego modelu rzeźby terenu. Celowe wydaje się przyjęcie ciągłej reprezentacji rzeźby terenu (bez podziału na arkusze) w postaci danych pomiarowych zapisywanych wektorowo (linie strukturalne, pikiety, punkty ekstremalne, nieciągłości, przełęcz itp.) z możliwością wiązania odpowiednich atrybutów charakteryzujących elementy modelu terenu. W zakresie NMT w zasadzie nie istnieje żadna bariera merytoryczna, która uniemożliwiałaby tworzenie przez wojskową i cywilną służbę topograficzną jednego, wspólnego produktu. Na podstawie tak określonych da-



Rys. 3. Dane na różnych poziomach uogólnienia w TBD

nych źródłowych możliwe jest opracowanie modelu TIN i wtórne- go modelu GRID dla dowolnego obszaru o parametrach zależnych od potrzeb. Koncepcja ta umożliwia także nowoczesne podejście do problemu generalizacji NMT – rozumianej jako uogólnienie modelu rzeźby, nie zaś uproszczenie rysunku warstwicznego lub liniowa filtracja modelu GRID.

Należy także rozważyć wykorzystanie danych EGİB do zasilania TBD, choć nie będzie to takie proste. Planuje się, że do końca 2006 r. cały kraj będzie miał mapę ewidencyjną w postaci wektorowej, a w wyniku realizacji projektu PHARE 2003 (dla IACS) 50% powierzchni kraju będzie posiadało zaktualizowane dane ewidencyjne o sposobie użytkowania terenu opracowane na bazie ortofotomapy.

## ● Wykorzystanie danych referencyjnych w urzędowych bazach tematycznych

Opracowanie i wdrożenie w Polsce spójnej infrastruktury danych przestrzennych wymaga działań dotyczących nie tylko baz TBD, VMap i BDO. Bazy te powinny być przede wszystkim źródłem topograficznej informacji referencyjnej dla urzędowych opracowań tematycznych o podobnej dokładności geometrycznej (szeregi skalowy 1:10 000 – 1:50 000, np. baza sozologiczna, hydrograficzna, geośrodowiskowa, geologiczna). Wymaga to od instytucji zajmujących się gromadzeniem tych danych zawarcia porozumień w zakresie stosowania spójnych danych referencyjnych. Wcześniej jednak należy je przekonać, iż ma to głębokie uzasadnienie, a baza referencyjna zaspokoi ich oczekiwania i ograniczy koszty związane z tworzeniem opracowań tematycznych.

Działanie takie jest uzasadnione także z punktu widzenia uczestnictwa Polski w projekcie INSPIRE. Wymogiem projektowanej dyrektywy jest zgromadzenie w państwowym zasobie geodezyjno-

kartograficznym podstawowych danych referencyjnych, a także ich wykorzystywanie przy opracowywaniu specjalistycznych baz danych. Podejście to wymaga jednak ujednolicenia referencyjnych danych topograficznych. Stosowanie różnych danych bazowych (lub nawet tych samych, ale w połączeniu z różnymi technikami ich przetwarzania) prowadzi nie tylko do zwielokrotnienia kosztów, lecz

przede wszystkim do niespójności danych, a w konsekwencji do niemożności ich łącznego wykorzystania. Ilustracją istniejącej sytuacji może być porównanie danych referencyjnych pochodzących z różnych opracowań tematycznych realizowanych w naszym kraju (rys. 4). Istotą opracowań tematycznych GUGiK, PIG i IMiGW – rozumianych nie tylko jako mapy analogowe, lecz przede wszystkim jako bazy danych przestrzennych – jest możliwość prowadzenia złożonych analiz wykorzystujących narzędzia GIS. Z punktu

widzenia użytkownika danych tematycznych ważna jest zatem możliwość integracji danych przestrzennych pochodzących z wielu źródeł zewnętrznych. Zastosowanie odmiennych źródeł bazowych danych topograficznych lub odmiennych technik wektoryzacji map analogowych sprawia obecnie, iż obiekty geometryczne w bazach danych przestrzennych GUGiK, PIG i IMiGW różnią się istotnie. Bezpośrednia integracja tych danych jest praktycznie niemożliwa. Opracowanie spójnej w skali kraju bazy referencyjnej i przyjęcie jej jako źródła danych topograficznych pozwoli na rozwiązanie tego problemu. Ponadto częściowa przynajmniej harmonizacja modeli pojęciowych baz danych tematycznych opracowywanych przez ww. instytucje pozwoliłaby na wdrożenie koncepcji systemu interoperacyjnego umożliwiającego wspólne użytkowanie i analizę zróżnicowanych danych.

Harmonizacja taka jest niezbędna, ponieważ występowanie np. klasy obiektów *złoża kopalin* w bazach danych GUGiK i PIG nie oznacza, iż kopaliny te, ich klasyfikacja i obszar występowania są zdefiniowane jednakowo w obu bazach. Rozwiązanie tego problemu pozwoli na prowadzenie złożonych analiz przestrzennych wykorzystaniem dowolnego narzędzia GIS i dowolnie wybranego zestawu różnorodnych i spójnych zarazem danych geograficznych. Jako krok w dobrym kierunku należy uznać przyjęcie przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii bazy VMap L2 jako źródła danych referencyjnych dla zlecanych do opracowania baz danych sozologicznej i hydrograficznej. Dobrym znakiem jest też koncepcja mapy geośrodowiskowej dla terenów zdegradowanych i podwyższonego ryzyka naturalnego opracowana w Państwowym Instytucie Geologicznym na podstawie danych referencyjnych TBD.

## ● Szybciej, dokładniej i wygodniej

Zastosowanie koncepcji MRDB przy budowie Bazy Danych Topograficznych (roboczo nazwanej tu MR-TBD) pozwoli, zdaniem autorów, na najszybsze z możliwych opracowanie spójnego i kompletnego w skali kraju zbioru danych referencyjnych dla zasilania GIS-u, systemów produkcji map, a także cyfrowych opracowań tematycznych. Dane te cechować będzie duża wiarygodność geometryczna i aktualność (opracowanie modelu DLM na podstawie nowej ortofotomapy, danych z aktualizacji terenowej i map wielkoskalowych). Powstająca w Polsce infrastruktura danych przestrzennych wymaga bowiem zarówno zdefiniowania jednorodnych w skali kraju cyfrowych referencji topograficznych, jak i budowania GIS-u oraz baz danych tematycznych na podstawie tak określonych danych podstawowych z wykorzystaniem powszechnie obowiązujących standardów ISO. Dzięki harmonizacji danych możliwe będzie usprawnienie procesu aktualizacji bazy oraz uproszczenie procesu przyływu danych EGİB → MR-TBD → BDO.

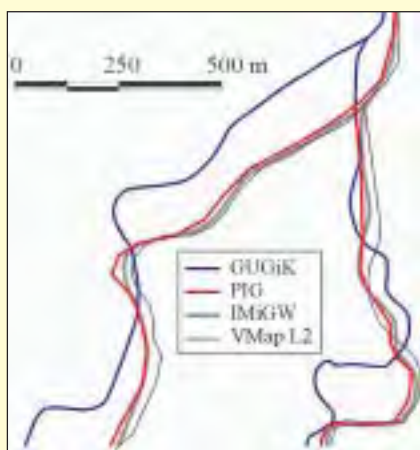
Wprowadzenie bazy danych podstawowych uprości również pracę w urzędach marszałkowskich – będą rozwijały jeden system zamiast dwóch (VMap L2, TBD) – oraz umożliwi analizowanie danych w obrębie całego województwa. Jednoczesne zasilanie VMap L2 i wieloreprezentacyjnej bazy TBD pozwoli na zachowanie spójności danych w bazach pochodnych opracowanych na ich podstawie.

Podejście to umożliwi także rozwiązanie problemu tworzenia wspólnego słownika i jednolitego systemu identyfikatorów dla baz danych przestrzennych.

**Dr Dariusz Gotlib** – Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej

**Dr Adam Iwaniak** – Laboratorium GISLAB, Katedra Geodezji i Fotogrametrii Akademii Rolniczej we Wrocławiu

**Dr Robert Olszewski** – Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej



Rys. 4. Cztery sposoby opisu geometrycznego rzeki występujące w cyfrowych urzędowych bazach danych tematycznych (wszystkie o dokładności geometrycznej odpowiadającej skali 1:50 000)