

Integracja i udostępnianie w serwisie internetowym danych referencyjnych i tematycznych

CZAS GEOPORTALI



Drugie wcielenie witryny geoportal.gov.pl, uruchomione oficjalnie 6 listopada, uświadamia nam, że i w Polsce nadszedł wreszcie czas geoportali! Warto więc zastanowić się, jak zintegrować dostępne dla całego kraju dane VMap L2 i DTED2, obiekty nazewnicze PRNG oraz jak udostępnić w postaci wektorowej dane tematyczne SOZO i HYDRO. Wreszcie, jak wykonać to wszystko zgodnie ze sztuką kartograficzną i specyfikacjami OGC i – co nie mniej ważne – relatywnie tanio.

JOANNA BAC-BRONOWICZ,
TOMASZ BERUS,
ARTUR KARYŚ,
PAWEŁ J. KOWALSKI,
ROBERT OLSZEWSKI

W państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym zgromadzono tysiące nośników CD i DVD, na których przechowywane są pozyskiwane latami dane topograficzne, tematyczne, wysokościowe czy nazewnicze. Jednocześnie już od jakiegoś czasu technika umożliwia efektywne udostępnianie baz danych geograficznych w sieci internetowej. Co więcej, kilka ostatnich lat przyniosło konieczność implementacji dyrektywy INSPIRE oraz pojawiły się uwarunkowania prawne i ekonomiczne budowy centralnego i regionalnych punktów dostępowych do usług danych przestrzennych. A od ponad dwóch lat – w ramach realizacji projektu nr 6 T 12 2005C/06552 „Metodyka i procedury integracji, wizualizacji, generaliza-

cji i standaryzacji baz danych referencyjnych dostępnych w zasobie geodezyjnym i kartograficznym oraz ich wykorzystania do budowy baz danych tematycznych” – rozwijana jest koncepcja serwisu geoinformacyjnego udostępniającego dane referencyjne i tematyczne z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (pzgik). W tym artykule prezentujemy pełną funkcjonalność systemu, który może pełnić funkcję punktu dostępowego infrastruktury informacji przestrzennej na dowolnie zdefiniowanym poziomie regionalnym, np. wojewódzkim.

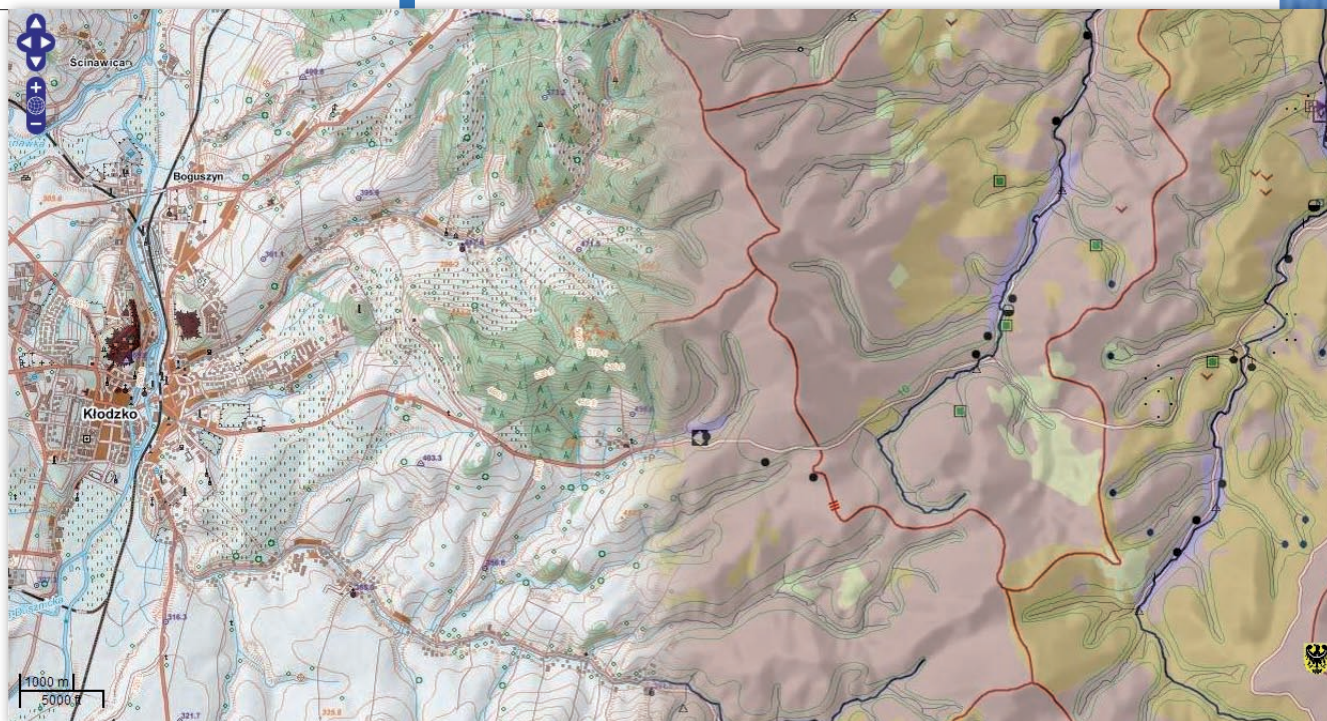
● PROTOTYP SERWISU GEOINFORMACYJNEGO

W artykule opublikowanym w lutym numerze *GEODETY*, opatrzonym retorycznym tytułem „Czy można wygooglać VMapę?”, przedstawiono dość oczywistą tezę, że dane z pzgik powinny być udostępniane (i propagowane zarazem) za pośrednictwem internetu. Dlatego wykonawcy projektu celowego nr 6 T 12 2005C/06552 – w ramach sprawdzenia i weryfikacji wyko-

nanych założeń udostępnienia przez WMS danych VMap, SOZO i HYDRO – opracowali próbną wersję geoportalu dla woj. dolnośląskiego i łódzkiego. Ostateczna wersja Geoportalu zostanie wykonana po ocenie propozycji przez urzędy marszałkowskie i GUGiK w ramach wdrożenia wyników projektu w województwach. Przykładowy geoserwis dla województwa dolnośląskiego zamieszczono w witrynie www.geoportal02.pl. Dla danych źródłowych przyjęto kilka założeń wstępnych:

- wszystkie dane referencyjne i tematyczne zostaną udostępnione w postaci wektorowej;

- podstawowym źródłem danych wektorowych będzie baza VMap L2 o szczegółowości mapy w skali 1:50 000, opracowana dla obszaru całego kraju, przetworzona do tzw. struktury użytkowej [Bac-Bronowicz, Kołodziej, Kowalski, Olszewski, 2007]. Struktura użytkowa VMap charakteryzuje się znacząco uproszczonym modelem pojęciowym bazy danych, a także scaleniem w obrębie poszczególnych województw;



Rys. 1. Porównanie mapy topograficznej (z lewej) i hydrograficznej na tle danych wysokościowych DTED2

- źródłem danych wysokościowych będzie numeryczny model rzeźby terenu DTED2, opracowany na podstawie tych samych co VMap danych źródłowych;

- źródłem danych tematycznych będą bazy SOZO i HYDRO, opracowane dla ponad 55% powierzchni kraju;

- uzupełniającym źródłem danych nazwicznych będzie Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych (PRNG);

- uzupełniającym źródłem danych obrazowych będą obrazy satelitarne pochodzące z serwisu Google Maps.

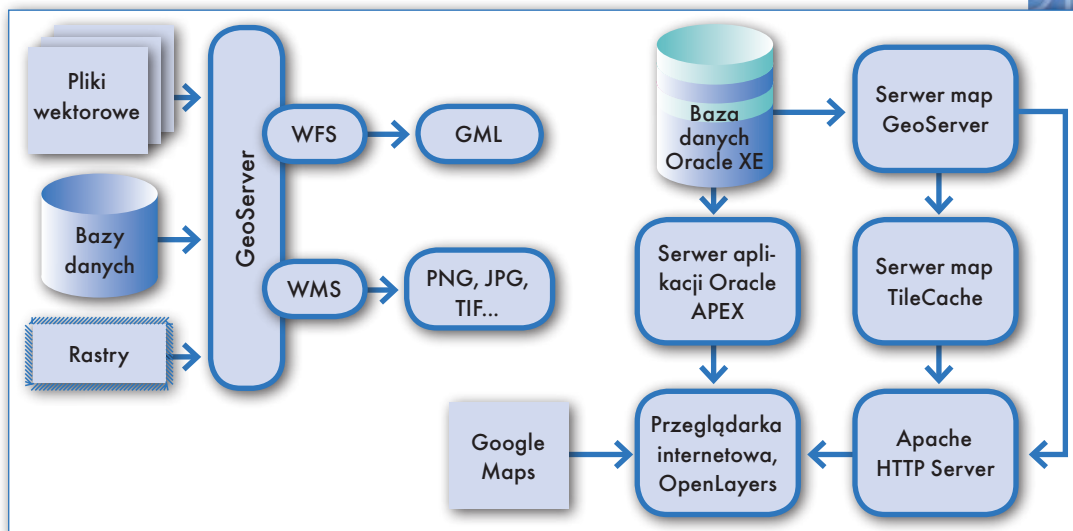
W zakresie rozwiązań informatycznych przyjęto tylko jedno założenie, ale dość istotne z punktu widzenia możliwości finansowych instytucji pełniących rolę dostawcy danych referencyjnych: środowisko aplikacyjne systemu powinno bazować na tzw. wolnym oprogramowaniu (*free software*) oraz standardach Open Geospatial Consortium (OGC), umożliwiającym tanie i efektywne udostępnianie danych geograficznych w internecie.

Szczególną rangę nadano prawidłowej integracji danych źródłowych oraz prezentacji kartograficznej komponentów geoserwisu. Resymbolizację danych podstawowych VMap L2u wykonano na podstawie opracowanej w ramach wspomnianego projektu metodyki

prezentacji kartograficznej i systematyki znaków topograficznych [Bac-Bronowicz, Berus, Kowalski, Olszewski, 2007]. Rozwiązanie to nawiązuje do znakomitych wzorców cywilnej kartografii topograficznej z lat 90. XX w. Prezentację numerycznego modelu terenu wykonano w formie cieniowania uzupełniającego wizualizację podstawową (rys. 1) oraz jako samodzielny obraz hipsometryczny. W przypadku baz danych tematycznych SOZO i HYDRO konieczne było przypisanie odpowiednich bibliotek symboli graficznych, zgodnych z wytycznymi technicznymi K-3/4 i K-3/6 (lub GIS-3 i GIS-4).

• KONFIGURACJA SERWERA INTERNETOWEGO

Technologia GIS oraz oprogramowanie serwerów internetowych umożliwiające efektywne udostępnianie danych geograficznych z rozproszonych baz danych i dostarczanie ich do aplikacji użytkownika w zadowalającej postaci funkcjonalnej i wizualnej. System informatyczny składa się zwykle z modułu serwera mapowego (Map Server), który współpracuje z serwerem danych przestrzennych (Spatial Server) oraz serwerem internetowym (Web Server). Z punktu widzenia projektowanej funkcjonalności serwisu geoinformacyjnego, a także ekonomiki projek-



Rys. 2. Ogólny schemat działania oprogramowania GeoServer (po lewej) i schemat przepływu danych pomiędzy aplikacjami wykorzystanymi w zrealizowanym geoserwisie (po prawej)



Rys. 3. Trzypoziomowa struktura warstwy danych

tu, najistotniejszy jest zestaw narzędzi niezbędnych do obsługi serwera mapowego. Można tu wymienić rozwiązania komercyjne (np. ArcIMS firmy ESRI czy GeoMedia Webmap Server firmy Intergraph) oraz otwarte lub darmowe aplikacje (Autodesk MapGuide Open Source, UMN MapServer, GeoServer). Opracowanie tego typu, zarówno komercyjne, jak i otwarte, zapewnia zwykle kompleksową obsługę baz danych, a więc dowolne selekcje przestrzenne i atrybutowe, syntezy i integrowanie danych oraz redagowanie wizualizacji i prezentacji.

Autorzy tego tekstu podjęli się realizacji geoserwisu z wykorzystaniem wolnego oprogramowania i standardów WFS i WMS. Opracowany system informatyczny bazuje na kilku różnych aplikacjach, spośród których kluczową rolę odgrywa GeoServer w wersji 1.5.4 – serwer map rozpowszechniany na licencji open source (rys. 2). Dane są zapisywane w bazie Oracle Express 10g (Oracle XE) lub komercyjnej wersji Oracle, w zależności od objętości zbiorów. Szybkie utworzenie aplikacji internetowej dla bazy danych Oracle umożliwia program Oracle Application Express (Oracle APEX). Wyświetlanie mapy w przeglądarce internetowej jest realizowane dzięki bibliotece OpenLayers w wersji 2.5. W celu poprawienia wydajności systemu przewidziano dodatkowo aplikację TileCache w wersji 1.9, która umożliwia rastrowe buforowanie gotowych fragmentów map i szybsze dostarczanie ich do klienta.

Prace przygotowawcze objęły eksport danych VMap L2u do bazy Oracle oraz indeksowanie przestrzenne przyspieszające wyszukiwanie informacji w bazie. Dla wprowadzonych danych zdefiniowano układ współrzędnych 1992. Konfi-

gurację środowiska programu GeoServer rozpoczyna określenie źródła danych: zarówno formatu zapisu, jak i lokalizacji. Następnie odbywa się wprowadzenie danych dla kilkudziesięciu klas obiektów w zdefiniowanym schemacie bazodanowym. Na tym etapie określona zostaje domyślna stylistyka wyświetlania dla punktowych, liniowych i powierzchniowych klas obiektów. Definicja układu odniesień przestrzennych jest automatycznie odczytywana z bazy Oracle.

Kolejny etap procesu technologicznego to określenie reprezentacji graficznej klas obiektów, które zostaną wyświetlone na docelowej mapie. Przyjęto tu dokumentację wizualizacji i prezentacji bazy VMap L2u. W środowisku GeoServera stylistykę obiektów podaje się w postaci pliku XML o strukturze zgodnej ze standardem Symbology Encoding 1.0, wydanym przez OGC. Po zdefiniowaniu lub wczytaniu definicji stylów następuje ich przypisanie poszczególnym klasom obiektów.

Ostatnim zadaniem jest konfiguracja serwisu WMS – grupowanie klas obiektów oraz określenie kolejności ich wyświetlania. Dane są udostępniane z GeoServera poprzez interfejs zgodny ze specyfikacją WMS w jednym z typowych formatów graficznych, takich jak JPG czy PNG, ale też w formacie PDF, SVG i KML, co rozszerza zestaw aplikacji umożliwiających przeglądanie map.

W celu poprawy wydajności dostępu do serwisu zastosowano program TileCache. W wyniku działania tej aplikacji zostaje wygenerowany na dysku zestaw gotowych map rastrowych o różnej rozdzielczości – do niego będzie odwoływać się serwer internetowy, zwalniając jednocześnie zasoby serwera mapowego.

Do umieszczenia interaktywnej mapy na stronie internetowej wykorzystano oprogramowanie OpenLayers działające na większości przeglądarek internetowych i niewymagające żadnych komponentów po stronie serwera. Biblioteki OpenLayers umożliwiają wyświetlanie map z wielu różnych źródeł, m.in. ser-



Rys. 4. Poziom pierwszy pozostaje dostępny do edycji w środowisku MapInfo Professional (opcja „Otwórz połączenie DBMS”)

wisów WMS i WFS (dane podstawowe VMap L2, a także SOZO i HYDRO) oraz serwisów Google Maps (uzupełniające dane przeglądowe). Ponadto biblioteki te udostępniają kontrolki do obsługi mapy, takie jak: powiększanie, zmniejszanie, przesuwanie mapy, a także kontrolki służące do włączania/wyłączania warstw mapy.

• TRZY POZIOMY DANYCH TEMATYCZNYCH

Dla danych tematycznych udostępnionych w geoserwisie zastosowano własne rozwiązania aplikacyjne. Dla każdej spośród ponad osiemdziesięciu klas obiektów baz danych SOZO i HYDRO konieczne było przypisanie odpowiednich bibliotek symboli, zgodnych z wytycznymi technicznymi. Ze względu na fakt, że zintegrowana dla obszaru województwa baza tematyczna została opracowana zgodnie z instrukcjami K-3/4 i K-3/6 (woj. dolnośląskie) oraz GIS-3 i GIS-4 (woj. lubuskie), prace nad wizualizacją danych SOZO i HYDRO dla tych województw trzeba było prowadzić niezależnie.

Tworząc geoserwis z danymi tematycznymi dotyczącymi map hydrograficznych i sozologicznych, opracowano i wdrożono trzypoziomowy model struktury dla warstwy danych (rys. 3). Poszczególne poziomy zaimplementowano w strukturze bazy danych Oracle jako oddzielne schematy.

Poziom pierwszy zawiera dane bazowe – dane źródłowe po transformacji z formatu MapInfo Professional (format



Rys. 5. „Wzór” na tworzenie zmaterializowanego widoku

zawczy dla map hydrograficznych i sozologicznych) do formatu Oracle Spatial Data. Nazwy poszczególnych atrybutów nie zostały podczas konwersji zmienione, podobnie jak ich zawartość. W zakresie danych przestrzennych, oprócz samej transformacji geometrii do formatu Oracle Spatial Data, w wynikowych tabelach pojawiły się również informacje o sygnaturach. Dzięki temu dane z poziomu pierwszego przyjętego modelu nadal pozostają bezpośrednio dostępne ze środowiska MapInfo Professional, przy zachowaniu pierwotnych sygnatur dla poszczególnych klas obiektów oraz możliwości bezpośredniej edycji danych już umieszczonych w bazie danych Oracle (rys. 4). Oprócz danych zawierających informacje przestrzenne, do poziomu pierwszego wprowadzono tabele referencyjne BAZA_WODY (nazwy cieków), BAZA_TERYT (nazwy miejscowości) oraz BAZA_REGON (informacje o przedsiębiorstwach).

Struktura danych dla map hydrograficznych i sozologicznych w formie bazowej posiada postać ukierunkowaną na efektywne działanie systemów GIS i minimalizowanie błędów mogących powstać w czasie wprowadzania danych. Dlatego wiele atrybutów ma informacje zakodowane w postaci identyfikatorów (tzw. dane słownikowe). Postać ta nie nadaje się jednak do bezpośredniego przedstawienia w geoserwisie, gdyż z założenia ma on być dostępny dla szerokiego kręgu odbiorców, którzy nie muszą posiadać specjalistycznej wiedzy z zakresu danej mapy tematycznej. Dlatego właśnie wprowadzono poziom drugi, który powstał z przetworzenia informacji zawartych w tabelach poziomu pierwszego do postaci zmaterializowanych widoków (*materialized view* – wynik zapytania, mający charakter trwały i w określonym zakresie posiadający właściwości typowej tabeli). Specjalnie przygotowane dla każdej klasy obiektów reguły tworzenia zmaterializowanego widoku pozwalają uwzględnić dane zawarte w tabelach referencyjnych BAZA_[WODY|TERYT|REGON] oraz informacje o znaczeniu poszczególnych identyfikatorów, a następnie dokonać przetworzenia wszystkich informacji do postaci dużo czytelniejszej dla szerszego kręgu odbiorców (rys. 5 i 6). Zmiany dokonywane w danych umieszczonych na poziomie pierwszym nie są od razu przenoszone na po-

Poziom 1 (tabela)						
NAZWA_ID	ZABURZENIE	UTRATA_W	TECH_PRZEK	PRZYKRYTY	SZEROKOSC	TYLKO
371	34 F	F	T	F	-100	T
372	34 T	F	T	F	-100	T
373	95 F	F	F	F	2 F	

NAZWA_OPIS	ZABURZENIE	UTRATA_W	TECH_PRZEK	PRZYKRYTY	SZEROKOSC_OPIS
371 Odra	N	N	T	N	tylko na mapie numery...
372 Odra	T	N	T	N	tylko na mapie numery...
373 Młynówka	N				5 - 13m

Rys. 6. Rozwinięcie informacji słownikowych do „pełnej” postaci

ziom drugi. W zależności od przyjętego modelu aktualizacji, mogą być w określonym interwale czasowym automatycznie uwzględniane w zmaterializowanych widokach (możliwe jest również stosowanie trybu „na żądanie”). Dzięki zastosowaniu mechanizmu zmaterializowanych widoków dodatkowe obciążenie serwera bazy danych wzrasta tylko chwilowo, w momencie uruchomienia procesu aktualizacji.

Wdrażanie infrastruktury do obsługi geoserwisu wymaga czasem zastosowania dodatkowego poziomu w warstwie danych. Jest to poziom trzeci, w którym zmaterializowane widoki z poziomu drugiego zostają zapisane w postaci tabel, stając się tym samym statyczną kopią przedstawiającą dane na określony dzień (stan aktualności). Rozwiązanie to znajduje zastosowanie w sytuacji, gdy interwał czasowy pomiędzy kolejnymi aktualizacjami danych prezentowanych w geoserwisie jest duży, a baza danych, na której prowadzona jest edycja danych – fizycznie odseparowana od bazy danych obsługującej geoserwis. Zaletą zastosowania poziomu trzeciego jest mniejsza ilość danych, które są niezbędne jako źródło dla geoserwera (tylko dane z jednego poziomu) oraz mniejsze obciążenie dla serwera bazy danych, gdyż realizuje on tylko transakcje związane z obsługą geoserwisu.

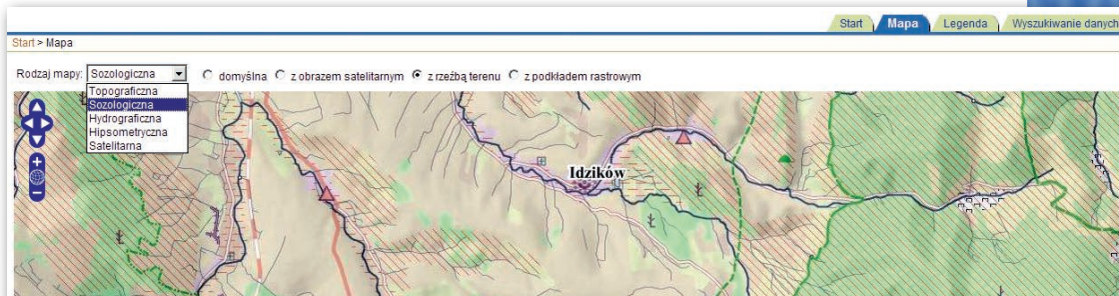
Reasumując, w opracowanym trzypięciowym modelu struktury warstwy danych poziom pierwszy pełni rolę strefy roboczej, w której mogą być prowadzone prace aktualizacyjne w struktu-

rze danych zoptymalizowanej pod kątem systemów GIS. Natomiast poziom drugi i trzeci są źródłami danych dla odpowiednio dynamicznej lub statycznej treści geoserwisu, której forma może być dostosowana do szerszego kręgu odbiorców. W przypadku serwisu o dynamicznie zmieniającej się treści, cały proces przechodzenia od wersji roboczej do postaci prezentowanej w geoserwisie jest w pełni zautomatyzowany.

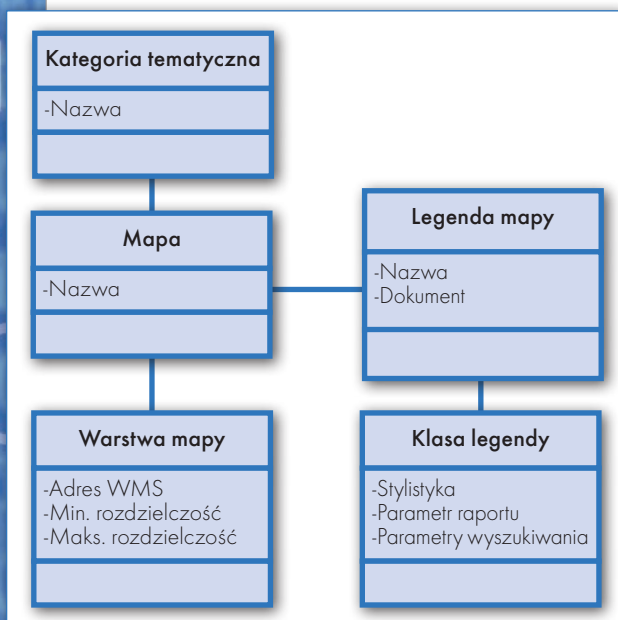
• STRUKTURA GEOSERWISU

W projekcie tego serwisu przyjęto, że użytkownik początkowo ogląda standardową wizualizację Google Maps, a dane VMap L2u są wyświetlane dopiero przy określonej skali wizualizacji dostosowanej do szczegółowości treści. Sekcja ogólnogeograficzna serwisu jest rozszerzona o możliwość wyboru danych tematycznych: sozologicznych i hydrograficznych (rys. 7), a także mapy hipsometrycznej. Na dowolnym poziomie skalowym możliwe jest wyświetlanie zarówno samych wektorowych warstw informacyjnych, jak i danych w postaci hybrydowej – map na tle zdjęć satelitarnych lub mapy uzupełnionej cieniowaniem rzeźby terenu.

Realizacja zaprojektowanej funkcjonalności obejmuje kilka poziomów organizacyjnych: kategorie tematyczne, mapy, warstwy map oraz legendę (rys. 8). Na najwyższym poziomie są zdefiniowane kategorie tematyczne. Konfiguracja geoserwisu może zostać rozszerzona o wiele dalszych kategorii tematycznych. Kolejny element konfiguracji to mapy, z których każda jest związana



Rys. 7. Opcje wyboru treści tematycznej w geoserwisie dolnośląskim



Rys. 8. Model pojęciowy konfiguracji geoserwisu

z kategorią tematyczną. W geoserwisie dla województwa dolnośląskiego kategorią tematyczną jest np. topografia, w ramach której została zdefiniowana mapa domyślna („klasyczna” mapa topograficzna), mapa wzbogacona o cieniowaną rzeźbę terenu oraz mapa topograficzna wyświetlona na tle obrazu satelitarnego. Na mapę składa się jedna lub więcej warstw. Każda odnosi się do konkretnego źródła danych, którym może być serwis WMS, serwis Google Maps itp. Dla warstwy określa się maksymalną i minimalną rozdzielczość (skalę), w której jest ona widoczna. Pozwala to na automatyczne wyświetlanie danych bardziej szczegółowych wraz ze zwiększaniem skali. Mapa jest powiązana z legendą, która przedstawia zestaw klas. Zakładka *Legenda* w geoserwisie prezentuje elementy graficzne zawierające symbolikę poszczególnych klas legendy. Źródłem grafiki obrazującej stylizację obiektów jest łącze hipertekstowe – może to być np. wywołanie metody GetLegendGraphic udostępnionej w serwisie WMS. W parametrach legendy definiowana jest również możliwość wyszukiwania obiektów danej klasy na zakładce *Wyszukiwanie danych*.

Kompletna legenda jest istotnym elementem serwisu. Powszechnie zrozumiała symbolika stosowana w serwisach lokalizacyjnych powoduje często rezygnację z legendy. Zrozumienie mapy ułatwia wtedy niewielka liczba wyróżnień, uniwersalne piktogramy dla sygnatur punktowych i barwne schematy. Trudno jednak wyobrazić sobie właściwe od-

czytanie mapy topograficznej o zdecydowanie bogatszej treści. Tym bardziej więc dla prezentacji tematycznych potrzebny staje się komentarz kartograficzny. Z każdym typem mapy prezentowanej w serwisie (topograficzna – VMap L2u, sozologiczna, hydrograficzna i hipsometryczna) jest zintegrowana legenda tematyczna.

Zaprojektowany zakres funkcjonalności geoserwisu obejmuje – oprócz przeglądania map – wyszukiwanie obiektów według wartości atrybutów opisowych. Na potrzeby wyszukiwania podany jest wzorec zapytania SQL, który zostanie wykonany, gdy użytkownik wpisze w pole tekstowe poszukiwaną frazę i kliknie przycisk *Szukaj* . Procedura selekcji uwzględni wszystkie atrybuty wybranej klasy obiektów, a wynik jest wyświetlany w formie tabelarycznej. Możemy także określić kolumny, które mają się wyświetlać w wynikach wyszukiwania. Raport tabelaryczny zawiera dodatkową kolumnę z odwołaniami hipertekstowymi do mapy, co umożliwi wyświetlenie na niej wybranego obiektu.

● RECEPТА NA GEODEZYJNE DZIŚ

Do realizacji projektu, ze względów praktycznych, wykorzystano standardy wydane przez organizację Open Geospatial Consortium oraz zestaw wolnego oprogramowania, które charakteryzuje się dużą funkcjonalnością i wydajnością, a jednocześnie pozwala na wdrożenie systemu niewielkim kosztem. Założony zakres treści oraz funkcjonalność geoserwisu zapewniają łatwe przeglądanie i wyszukiwanie danych georeferencyjnych dla określonego województwa. Opracowany prototyp posiada pełną funkcjonalność umożliwiającą uruchomienie podobnego serwera internetowego zarówno dla dowolnego zestawu danych pżgik, jak i dowolnego obszaru kraju. Zaprojektowany serwis geoinformacyjny jest dostępny poprzez przeglądarkę internetową oraz z poziomu aplikacji GIS odczytującej serwisy WMS i WFS, a także dowolnego geoprzeglądarki (np. Google Earth).

Dane zawarte w państwowym zasobie były gromadzone przez wiele lat. Warto zatem zastanowić się, w jaki sposób można je zintegrować i udostępnić w efek-

tywnej (i efektywnej zarazem) postaci. Może na przykład poprzez wystawienie w geoserwisie wektorowych klas obiektów baz SOZO i HYDRO zamiast zeskanowanych map analogowych? Warto także pamiętać o klasycznych wzorcach kartografii topograficznej, wypracowanych w Polsce pod koniec XX w. Ewolucja stosowanych narzędzi informatycznych nie musi bowiem oznaczać odejścia od mającej wielowiekową tradycję metodyki kartograficznej.

W opracowanym prototypie serwisu geoinformacyjnego wykorzystano dane, których „nikt nie kocha”. Zgromadzone na nośnikach obciążają półki ośrodków geodezyjnych i kartograficznych. Chcieliśmy więc pokazać, że nawet tak nietypowe dane, jak odpowiadające pod względem dokładności geometrycznej opracowaniom w skali 1:50 000 bazy VMap L2, DTED2, SOZO i HYDRO – da się odpowiednio przekształcić, zintegrować, estetycznie zwizualizować i udostępnić w internecie na tle obrazów satelitarnych. Można oczywiście narzekać na małą dokładność geometryczną i relatywnie niską zawartość informacyjną tych baz. Nie zmienia to jednak faktu, że proponowane rozwiązanie jest receptą na geodezyjne DZIŚ, w oczekiwaniu na JUTRO, gdy baza TBD pokryje cały kraj, a jej w pełni zintegrowaną z nowoczesnym systemem PRNG zawartość będzie można wyświetlić na tle aktualnej ortofotomapy.

DR INŻ. JOANNA BAC-BRONOWICZ

(Instytut Geodezji i Geoinformatyki

Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu),

MGR TOMASZ BERUS (informatyk),

INŻ. ARTUR KARYŚ (informatyk),

DR INŻ. PAWEŁ J. KOWALSKI,

DR INŻ. ROBERT OLSZEWSKI

(Wydział Geodezji i Kartografii

Politechniki Warszawskiej)

Źródła:

- Bac-Bronowicz J., Kołodziej A., Kowalski P. J., Olszewski R., 2007: Konwersja bazy danych VMap L2 pierwszej edycji do struktury użytkowej, „Roczniki Geomatyki” t. V, z. 2, Polskie Towarzystwo Informatyki Przeszłej, Warszawa;
- Bac-Bronowicz J., Berus T., Kowalski P. J., Olszewski R., 2007: Opracowanie metodyki wizualizacji bazy danych VMap L2 w różnych środowiskach narzędziowych systemów informacji geograficznej, „Acta Scientiarum Polonorum. Geodesia et Descriptio Terrarum” nr 6 (3) 2007;
- Bac-Bronowicz J., Bielawski B., Kołodziej A., Kowalski P. J., Olszewski R., 2007: Sposób na „pięćdziesiątkę”, GEODETA 4/2007 (143);
- Kowalski P. J., Olszewski R., 2008: Can we just „google” it? Czy można „wygooglać” VMapę?, GEODETA 2/2008 (153);
- Peterson M. P., 2005: Foundations of research in internet cartography. W: Peterson M. P. (red.) „Maps and the Internet”, Oxford Elsevier Applied Science Publishers Ltd.