

WOJCIECH POMIANOWSKI  
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN  
Warszawa  
wpo@twarda.pan.pl

## **Internetowy Atlas Polski Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN oraz serwer AIMS na tle współczesnych technologii kartografii internetowej**

**Zarys treści.** Autor przedstawia technologię udostępniania map przez internet za pomocą serwera AIMS. Praktycznym zastosowaniem systemu jest *Internetowy Atlas Polski* IGiPZ PAN.

**Słowa kluczowe:** kartografia internetowa, serwer map, internetowy atlas Polski, GIS

### **1. Wprowadzenie**

Wiosną 2006 roku, pod adresem <http://maps.igipz.pan.pl/atlas>, rozpoczął działanie *Internetowy Atlas Polski* Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN – publiczny, niekomercyjny serwis mapowy dla szerokiego kręgu odbiorców. Atlas jest kontynuacją zrealizowanego w ramach projektu badawczego KBN *Komputerowego Atlasu Polski*, którego forma rozpowszechniania (płyta CD) stała się przestarzała zanim jeszcze Atlas mógł trafić do rąk czytelników.

Obecnie zawartość *Atlasu* stanowią:

- 32 mapy klimatyczne w skalach od 1:6 000 000 do 1:3 000 000,
- mapa potencjalnej roślinności naturalnej w skali od 1:7 500 000 do 1:300 000,
- mapa powierzchniowych utworów geologicznych w skali od 1:3 000 000 do 1:750 000,
- mapa hipsometryczna w skali od 1:1 000 000 do 1:250 000,
- 77 map społeczno-gospodarczych w skalach od 1:6 000 000 do 1:2 500 000,
- mapa przeglądowa w skali od 1:2 000 000 do 1:100 000 połączona z gazeterem miejscowości.

W opracowaniu są ponadto mapy: tektoniki, utworów geologicznych starszych od czwartorzędu, zasobów mineralnych, występowania

wybranych gatunków zwierząt (seria) i podziału administracyjnego. Zakres tematyczny atlasu będzie stopniowo rozszerzany; źródłem będą nowe dane statystyczne z GUS i prace naukowe prowadzone w IGiPZ PAN. Ograniczone środki nie pozwalają jednak na opracowanie map wymagających dużego wkładu zupełnie nowych danych cyfrowych. W fazie koncepcyjnej są plany sprzęgnięcia zasobów Atlasu (mapy przeglądowej i gazetera) z systemem katalogowym Centralnej Biblioteki Geografii i Ochrony Środowiska.

Na potrzeby obsługi *Atlasu* w Pracowni Kartografii i Systemów Informacji Geograficznej IGiPZ PAN stworzono oprogramowanie o nazwie AIMS (Aviso Internet Map Server). Niniejszy artykuł stanowi przegląd istniejących technologii oraz porównanie różnych rozwiązań tych samych problemów i decyzji, które w efekcie mają wpływ na funkcje serwisu, jego użyteczność i ograniczenia.

### **2. Serwer map**

Serwer map jest szczególnym rodzajem serwera WWW – oprogramowania działającego na komputerze podłączonym do sieci internet (również nazywanym serwerem) i udostępniającego odległym użytkownikom strony WWW. Kierując żądania do zwykłego serwera WWW, użytkownicy posługują się jego adresem i nazwą dokumentu. Do serwera map można kierować żądania wyrażone za pomocą pojęć kartograficznych, takich jak warstwa mapy, skala i współrzędne. Aby odpowiedzieć na te żądania, serwer map musi być wyposażony w kod systemu informacji geograficznej (GIS).

### 3. Dynamiczne strony WWW

Pierwotny model funkcjonowania sieci WWW, w którym odległy użytkownik pobiera tekstowy dokument HTML składany na serwerze, od dawna nie obowiązuje. Dzisiejsze strony są bardzo skomplikowaną mieszanką kodu HTML, kodu wielu innych języków, obrazów, dźwięków i animacji. Połączenie tych składników i ostateczne ukształtowanie w formę „strony” następuje w przeglądarce internetowej, na komputerze odbiorcy. Niezależnie od typu zawartości, można podzielić ją na *statyczną* i *dynamiczną*. Pierwsza jest składana na serwerze w postaci skończonych, gotowych do pobrania plików. Druga nie istnieje fizycznie na serwerze, lecz jest generowana przez oprogramowanie serwera na podstawie polecenia otrzymanego od odległego użytkownika i znika z serwera natychmiast po spełnieniu żądania. Taką zasadę działania stosuje się przede wszystkim wtedy, gdy:

- treść pobierana jest tylko małym fragmentem większej całości składanej na serwerze (np. jeden rekord z obszernej bazy danych), a zwłaszcza gdy wymaga wyszukania,
- treść ma charakter szybkozmienny lub tymczasowy (np. dane ze stacji pomiarowej, wyniki sondażu wyborczego, pozycja pojazdu na drodze),
- format udostępnianej treści nie jest dostosowany do przeglądarek internetowych i musi być zmieniony przed wysłaniem w świat.

Czy można zbudować serwis, dla którego zarezerwujemy określenie „udostępniający mapy” w odróżnieniu od „serwisu mapowego”, wykorzystującego statyczny model WWW? Tak, ale licząc się z poważnymi ograniczeniami. Istnieją statyczne „składnice map”, które są po prostu zbiorami plików z dodatkiem strony skroświdzowej zawierającej odnośniki (często również w postaci graficznej). Po wybraniu odnośnika wskazującego np. na pewien arkusz mapy, użytkownik otrzymuje plik z obrazem mapy. Problem kryje się jednak w tym, że tylko odbiorca-człowiek rozumie, że zawartością pliku jest mapa. Dla oprogramowania jest ona tylko obrazem, takim samym jak zdjęcie lub banner reklamowy. Język HTML, szkielec komunikacji internetowej, nadaje się tylko do formatowania stron bez odnoszenia się do ich merytorycznej zawartości. Nie pozwala na wyrażenie pojęć z żadnej dziedziny tematycznej, w tym z kartografii. W konsekwencji serwer nie może na przykład poinformować odbiorcy, jaka jest skala

mapy, a odbiorca nie może zażądać od serwera mapy w pewnej skali. W szerszym kontekście oznacza to niemożność obsługi map *parametryzowanych*, to znaczy o wielu wybieranych przez użytkownika parametrach. W modelu statycznym wymagałoby to bowiem przechowywania na serwerze osobnego wariantu mapy dla każdego zestawu parametrów, a przyrost treści w stosunku do liczby parametrów miałby charakter geometryczny. Jeśli na przykład mapa może być oglądana w 10 skalach, 3 wariantach wielkości napisów i posiada 4 włączane warstwy, to musiałaby być przechowywana w  $10 \times 3 \times 2^4 = 480$  wariantach. Łatwo sobie wyobrazić skalę trudności w przypadku zmiany zestawu dopuszczalnych parametrów lub konieczności aktualizacji mapy. Każda modyfikacja mapy w serwisie statycznym, czy to ze strony redaktora mapy, czy użytkownika odległego, musi pociągać za sobą powtórne wygenerowanie plików. Z technicznego i organizacyjnego punktu widzenia jest to wymaganie zamykające drogę do prawdziwego serwisu kartograficznego.

### 4. Rastrowy kontra wektorowy model danych

Dobrze znany z systemów GIS podział na model rastrowy i model wektorowy nabiera nowego znaczenia w odniesieniu do serwisu internetowego. Cały proces przetwarzania, zakończony powstaniem obrazu mapy na ekranie, dokonuje się częściowo na serwerze, a częściowo na komputerze użytkownika. I w jednym i w drugim miejscu może obowiązywać jeden lub drugi model danych. W praktyce znajdują zastosowanie trzy układy: raster→raster (R→R), wektor→raster (W→R) i wektor→wektor (W→W)<sup>1</sup>. Model danych wiąże się ściśle ze sposobem organizacji przetwarzania, a ten – z wymaganiami stawianymi komputerowi użytkownika. W dwóch pierwszych modelach prawie cała praca jest wykonywana na serwerze, natomiast w modelu W→W dane przesyłane do użytkownika wymagają w większym stopniu przetworzenia na jego komputerze oraz bardziej skomplikowanego oprogramowania po jego stronie<sup>2</sup>. Rodzaj tego oprogramowania zależy od konkretnej odmiany danych wektorowych udos-

<sup>1</sup> Czwartym układem, R→W, nie jest stosowany. Przekształcanie mapy w formacie rastrowym po to, aby dostarczyć ją użytkownikowi w postaci wektorowej byłoby trudne i niepraktyczne.

<sup>2</sup> Pierwszy sposób organizacji przetwarzania nosi angielską nazwę *server side processing*, drugi – *client side processing*.

teńnianych w serwisie. Najprostsze formaty danych w układzie kartezjańskim są obsługiwane przez nowsze wersje przeglądarek, inne wymagają rozszerzenia przeglądarki o tzw. wtyczkę, (ang. *plug-in*); własnościowe formaty jednego producenta wymagają niekiedy obsługi za pomocą pełnowymiarowego systemu GIS<sup>3</sup> (np. ESRI ArcMap), a nie przeglądarki internetowej. W całej mnogości rozwiązań jest tylko jedna reguła: im bardziej wartościowy z punktu widzenia kartografii jest format danych, tym bardziej skomplikowane i niestandardowe jest oprogramowanie potrzebne do oglądania mapy.

Serwer AIMS działa w układzie  $W \rightarrow R$ , a zatem przechowuje mapy w formacie wektorowym, a przesyła je użytkownikowi w formacie rastrowym. Należy podkreślić, że w wektorowym podsystemie GIS odbywa się całe przetwarzanie zapytania i obsługa mapy, natomiast zamiana na obraz rastrowy jest ostatnią operacją, wykonywaną bezpośrednio przed wysłaniem mapy użytkownikowi.

Model  $W \rightarrow R$  cechuje się istotnymi zaletami w stosunku do dwóch pozostałych modeli. W odróżnieniu od modelu  $R \rightarrow R$ , jego zaletą jest możliwość łatwej zmiany treści, układu warstw, szaty graficznej, skali i odwzorowania mapy. Może tego dokonać jednorazowo redaktor mapy (np. w celu aktualizacji nazewnictwa lub dodania nowej warstwy) lub na bieżąco, w trakcie korzystania z serwisu – użytkownik odległy. Jest oczywiste, że zmiana parametrów mapy dokonywana *on-line* musi się odbywać szybko, a to gwarantują tylko systemy składujące dane w formacie wektorowym. W modelu  $W \rightarrow R$  nie występuje też problem udostępniania dużych (zasięgowo) map, który przy modelu  $R \rightarrow R$  wymaga albo podzielenia mapy na stałe na arkusze albo dzielenia mapy na drobne elementy w chwili zasilania serwera, a następnie składania ich w większe fragmenty w chwili obsługi żądania użytkownika (ang. *tiling*).

W stosunku do modelu  $W \rightarrow W$ , model  $W \rightarrow R$  cechuje się większą niezawodnością i prostotą obsługi z punktu widzenia użytkownika. Do korzystania z serwisu nie są potrzebne żadne zabiegi ze strony użytkownika, ponieważ obraz rastrowy obsługują wszystkie przeglądarki internetowe. Model  $W \rightarrow W$  wymaga pobrania i skonfigurowania dodatkowego oprogramowa-

nia (osobno dla każdego odwiedzanego serwisu), albo w najbardziej sprzyjających okolicznościach, odpowiedniego skonfigurowania przeglądarki. Takie wymagania stwarzają liczne problemy: wielu użytkowników nie ma prawa wykonywać instalacji (publicznie dostępne komputery), nie ma możliwości technicznych (urządzenia przenośne), nie umie tego zrobić lub nie chce tego robić, słusznie obawiając się o bezpieczeństwo komputera. W ten sposób z dobrodziejstwa serwisu zostaje wykluczona spora część potencjalnych użytkowników. Sytuacja może się zmienić, gdy zostanie powszechnie zaakceptowany jeden format danych i jego obsługa zostanie wbudowana w przeglądarki, ale na razie nic na to nie wskazuje.

Biorąc pod uwagę fakt, że w serwisie IGiPZ PAN znajduje się mapa przeglądowa w dużej skali, stanowiąca cenny pierwotny materiał kartograficzny, ważnym kryterium doboru modelu było bezpieczeństwo danych. W układzie  $W \rightarrow W$  upubliczniane są surowe dane w najcenniejszej, zbliżonej do pierwotnej postaci. Mimo, że nie trafiają one bezpośrednio do rąk użytkownika w postaci pliku, ich nielegalne pozyskanie nie jest trudne. W modelu  $W \rightarrow R$  dane pierwotne nie opuszczają serwera.

## 5. Kontrola nad wyglądem mapy

Niezależnie od technologii, w kartografii internetowej zawsze istnieje sytuacja, w której mapa jest redagowana i testowana na jednym komputerze, a oglądana na setkach lub tysiącach innych komputerów. W znacznie większym stopniu niż w kartografii tradycyjnej ujawniają się dwa problemy: 1) innego wyglądu mapy u redaktora i u czytelnika, 2) niejednakowego wyglądu mapy u różnych czytelników. Przyczyną jest bardzo duża liczba kombinacji systemu operacyjnego, modelu i wersji przeglądarki internetowej, towarzyszącego jej oprogramowania i ustawionych indywidualnie preferencji użytkownika, która jest poza kontrolą redaktora mapy. Nie jest on w stanie zagwarantować jej całkowicie wiernego i jednolitego wyglądu, może tylko mieć nadzieję, że dzięki zastosowaniu standardów dotyczących miar wielkości, formatów graficznych, oznaczeń czcionek i kolorów, uda mu się w pewnym stopniu uczynić końcowy obraz podobnym do oryginału. Wiele niedoskonałości, które obserwują czytelnicy map internetowych, wynika nie z braku umiejętności redaktora, ale właśnie z tego powodu.

<sup>3</sup> Technologie zupełnie pomijające przeglądarkę internetową trudno już zaliczyć do sieci WWW i powinno się je raczej nazywać przetwarzaniem rozproszonym.

Można wyróżnić dwa typy zniekształceń, którym podlegają mapy internetowe. Najbardziej szkodliwe i uciążliwe dla czytelnika są **zniekształcenia geometryczno-graficzne**, w których zaburzeniu ulegają proporcje między znakami graficznymi. Przynajmniej jeden ze znaków nie jest oddany we właściwej skali. Oprócz pogorszenia całościowego efektu wizualnego, może wystąpić:

- zasłanianie treści przez zbyt duże znaki,
- nieczytelność nakładających się napisów,
- złe umiejscowienie znaków lub napisów,
- zniekształcenie znaków złożonych, w których jeden z elementów reaguje na zmianę skali inaczej niż pozostałe.

Drugim rodzajem zniekształceń są zniekształcenia skali<sup>4</sup>, kiedy zmianie ulegają względne rozmiary znaków graficznych, lecz proporcje między nimi pozostają stałe. Całościowy efekt wizualny jest zachowany, lecz skala mapy nie odpowiada rzeczywistości i może wystąpić:

- niemożność odczytania zbyt małych znaków lub napisów,
- niemożność rozróżnienia dwóch typów znaków.

Im większa część przetwarzania treści mapy odbywa się na serwerze, tym mniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia zniekształceń. W systemach opartych o modele  $R \rightarrow R$  i  $W \rightarrow R$  mogą wystąpić tylko zniekształcenia skali<sup>5</sup>. Tę zaletę wykorzystuje serwer AIMS. Obraz mapy powstaje w ściśle kontrolowanych warunkach i nie ulega zmianie w drodze do użytkownika końcowego. Wiadomo jakie czcionki, symbole, wzory wypełnień i rodzaje linii są dostępne na serwerze, a redaktor mapy może łatwo sprawdzić, w jaki sposób są realizowane na jego mapie. Dodatkowo, może stosować czcionki nie zainstalowane na komputerze odbiorcy lub wymagające licencji, a także mieć pewność, że znaki stosowane w danym kraju zostaną zobrazowane poprawnie nawet na komputerach użytkowników zagranicznych.

W modelu  $W \rightarrow W$  dane stanowiące półprodukt do powstania mapy muszą być zobrazowane za pomocą zasobów graficznych odległego komputera i dlatego obok zniekształceń skali mogą

wystąpić zniekształcenia geometryczno-graficzne. Jeśli na przykład mapa wykorzystuje niestandardową czcionkę, to redaktor musi się liczyć z tym, że przed pokazaniem mapy użytkownik będzie musiał pobrać tę czcionkę, a instalacja może się nie udać i czcionka zostanie zamieniona na zupełnie inną. Taka sytuacja jest bardzo prawdopodobna, gdy komputer redaktora działa pod kontrolą innego systemu operacyjnego niż komputer czytelnika (np. Windows i Linux). Jeśli za pomocą czcionki są zrealizowane znaki punktowe, a nie tylko napisy, to efektem będzie już nie zniekształcenie, ale kompletne przeinaczenie treści mapy. Ponieważ nie istnieje mechanizm sprawdzania, czy mapa została zobrazowana poprawnie, to ani redaktor nie będzie poinformowany o wystąpieniu problemu, ani użytkownik nigdy się nie dowie, że ogląda mapę w innej postaci, niż została zredagowana.

Zniekształcenia skali występują we wszystkich internetowych serwisach mapowych, niezależnie od modelu danych. Zjawisko może przybierać dwie formy: 1) trudności w pokazaniu mapy w ściśle zadanej przez użytkownika skali lub 2) trudności w podaniu dokładnej skali mapy, którą użytkownik ma już przed oczami. Trzeba zdać sobie sprawę z tego, że do dokładnego wyskalowania obrazu jest potrzebna informacja na temat parametrów karty graficznej i monitora każdego odbiorcy z osobna. W modelu  $W \rightarrow W$  informacja ta może być odczytana i wykorzystana przez wtyczkę na miejscu, w modelach  $R \rightarrow R$  i  $W \rightarrow R$  musi ona być odczytana i przesłana na serwer, zanim przystąpi on do sporządzania obrazu mapy. Tego zadania może dokonać jedna ze stron serwisu, uzupełniona o fragment kodu (tzw. *skrypt*), pod warunkiem, że zezwoli jej na to ustalone przez użytkownika preferencje bezpieczeństwa. Pozornie prosta sprawa wymaga dodatkowej komunikacji, podnosi złożoność i zawodność systemu, a uzyskana w ten sposób informacja i tak nie jest dokładna<sup>6</sup>.

Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest zrezygnowanie z podawania skali liczbowej i zastąpienie jej podziałką narysowaną bezpośrednio na mapie<sup>7</sup>, a więc ulegającą takim samym deformacjom jak mapa (w ten sposób można

<sup>4</sup> Ściśle rzecz ujmując, jest to mechaniczne powiększenie lub zmniejszenie obrazu mapy, ponieważ zmianie proporcji między odległościami w terenie i na mapie towarzyszy identyczna zmiana wielkości znaków.

<sup>5</sup> W trakcie otrzymywania obrazu rastrowego również powstają zniekształcenia zależne od użytego algorytmu rastrowania. Nie są one jednak wyróżniającą cechą zastosowań internetowych, dlatego nie będą szerzej omawiane.

<sup>6</sup> Sterowniki kart graficznych podają często niedokładnie wielkość plamki, ponadto nie ma sposobu na odczytanie rozmiarów obszaru roboczego ekranu CRT, który jest ręcznie regulowany przez użytkownika. Informacje są bardziej wiarygodne dla ekranów LCD.

<sup>7</sup> Niestety, nieokrągła podziałka w wykonaniu niektórych serwisów mapowych jest bezużyteczna.

rozwiązać drugi problem, ale nie pierwszy). Serwer AIMS stosuje inny sposób: przyjmuje umowną przeciętną rozdzielczość ekranu 100 dpi i na tej podstawie podaje wartość liczbową skali oraz skaluje mapy na żądanie użytkownika.

Opisane tu problemy dotyczące czcionek i skali (a także inne, dotyczące np. kolorów, grubości linii) mają pierwotne źródło w zbyt liberalnych standardach internetowych, nastawionych bardziej na przekaz treści niż precyzyjne regulowanie formy graficznej tego przekazu. Standardy te są niewystarczające na potrzeby kartografii internetowej i nie należy przypuszczać, aby sytuacja poprawiła się w przyszłości. Obserwacja rozwoju internetu, a szczególnie coraz bardziej pobłażliwego nastawienia użytkowników, prowadzi do konkluzji, że to raczej kartografia dostosuje się do panujących w internecie standardów, a nie na odwrót.

## 6. Obsługa map

Serwer AIMS został zbudowany z myślą o współpracy z systemem Aviso. W tym układzie Aviso służy do redagowania map, a AIMS – do ich publikowania w internecie<sup>8</sup>. Model mapy Aviso jako niezależnego dokumentu, odmienny od stosowanego w MapInfo i ArcGIS<sup>9</sup>, okazał się bez przeróbek odpowiedni do zastosowania w internecie. Obowiązuje najprostszy schemat współpracy: AIMS czyta bezpośrednio pliki map zapisane w Aviso. Warto wspomnieć, że w bliźniaczym układzie serwer–GIS, MapXtreme nie czyta plików MapInfo i wymaga opracowania map (a dokładniej – napisania kodu) od zera i to przez osobę, posiadającą jednocześnie wiedzę kartografa, programisty i administratora sieci WWW (jest to przyczynek do dyskusji nad rolą dobrej i złej metafory w oprogramowaniu). W przypadku systemów ESRI, współpraca między oprogramowaniem GIS i serwerem internetowym ArcIMS jest zależna od przyjętej konfiguracji, zawsze jednak cechuje ją znaczny stopień komplikacji, duże wymagania sprzętowe i konieczność współpracy z równoległym działającym serwerem baz danych. Z tych powodów ArcIMS nie był brany pod uwagę jako silnik napędzający serwis mapowy IGIPZ PAN, ani nie był wzorem do naśladowania przy projektowaniu AIMS.

Charakterystyczną cechą map Aviso jest możliwość zapisania w nich kompletnej informacji dotyczącej geometrii (położenia i kształtu) obiektów, a nie tylko, jak w MapInfo i ArcGIS – wskazania do bazy danych, w której znajduje się ta geometria. Wykorzystanie tego faktu pozwoliło na pominięcie całego kodu potrzebnego do operacji bazodanowych, co ma decydujący wpływ na szybkość działania, niezawodność i prostotę administrowania. Ostatnia kwestia, która określa współpracę między redaktorem mapy a administratorem serwisu, jest warta podkreślenia. Już w zwykłym systemie GIS przeniesienie mapy do innego katalogu lub na inny komputer przy zachowaniu jej powiązania z bazą danych jest kłopotliwe. W sytuacji, gdy mapa trafia na serwer działający w publicznej przestrzeni internetu, potrzebne są bardzo skomplikowane mechanizmy zabezpieczające<sup>10</sup>, a dodawanie map do serwisu lub ich aktualizacja wiąże się z dodatkowymi problemami dla redaktora mapy. W przypadku serwisu opartego na AIMS, wymagania stawiane redaktorowi są ograniczone do minimum: oddaje on administratorowi plik mapy, a ten kopiuje go na serwer.

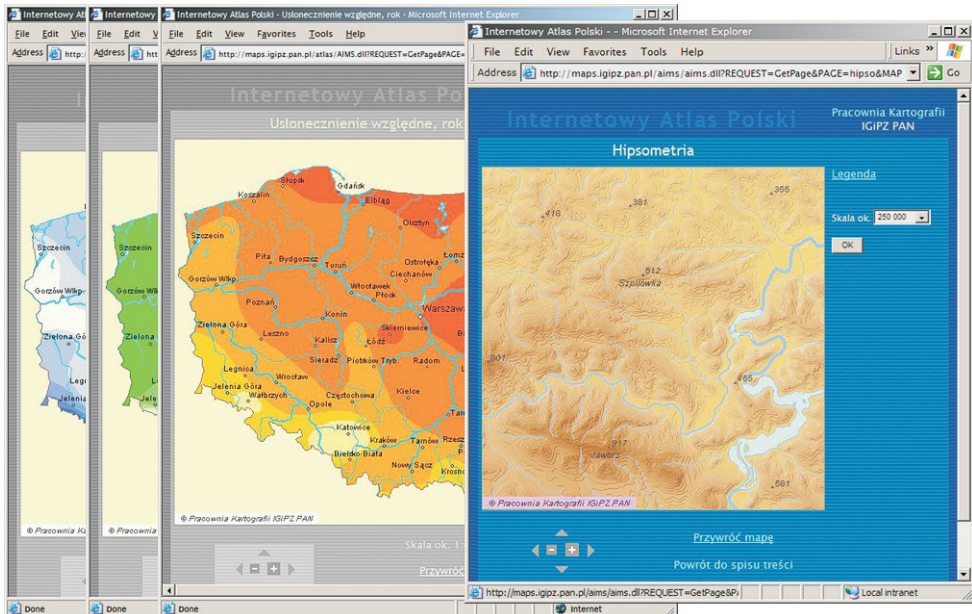
Aby odpowiedzieć na pytanie, jakie możliwości map Aviso mogą być wykorzystane w serwisie internetowym, trzeba rozróżnić dwa rodzaje właściwości mapy: 1) właściwości regulowane przez redaktora – jednorazowo i dla wszystkich użytkowników i 2) właściwości regulowane przez użytkowników – każdego z osobna, w trakcie korzystania z serwisu. Pierwszy rodzaj, a więc metody prezentacji, odwzorowania, formy graficzne, podział na warstwy itd. AIMS obsługuje bez ograniczeń (oczywiście w internecie jest sens stosowania tylko tych parametrów, które wpływają na wygląd mapy, a nie tych, które są pomocne w interaktywnej obsłudze na komputerze lokalnym, np. digitalizacji). Drugi rodzaj właściwości mapy, który jest podzbiorem pierwszego, wyznaczają elementy strony WWW, które użytkownik widzi w przeglądarce internetowej.

Spośród możliwości formatu map Aviso, które okazały się pożyteczne w *Internetowym Atlasie*, należy wymienić mapy podkładowe, cieniowane izolinie i regulację widoczności warstw. W *Atlasie* szeroko wykorzystano możliwość włączenia jednej mapy jako podkładu dla drugiej mapy.

<sup>8</sup> Do samego działania serwera nie jest potrzebne Aviso.

<sup>9</sup> Por. artykuł autora na ten temat w „Polskim Przeglądzie Kartograficznym” T. 37, 2005, nr 3, s. 185–195.

<sup>10</sup> Innym wyjściem jest równoległe utrzymywanie dwóch kopii bazy danych – publicznej – na potrzeby internetu i prywatnej – na potrzeby codziennej pracy, co jest jeszcze gorszym rozwiązaniem.



Ryc. 1. Przykładowe mapy *Internetowego Atlasu Polski*  
Fig. 1. Sample *Internet Atlas* maps

Mapa podkładowa opracowana dla całej grupy map (np. klimatycznych) jest jednakowa i w razie potrzeby można ją łatwo wymienić na inną nie ingerując w mapy zasadnicze. Na mapie hipsometrycznej znalazła zastosowanie metoda cieniowanych linii poziomic<sup>11</sup> w połączeniu z barwnymi powierzchniami międzypoziomowymi. Jest to, według wiedzy autora, jedyny przykład użycia takiej metody prezentacji rzeźby terenu w internetowych serwisach mapowych na świecie (ryc. 1).

Bardzo prosty mechanizm selektywnego włączania warstw w przedziałach skalowych posłużył do opracowania kilku map wieloskalowych, a więc takich, które reagują zmianą treści na zmianę skali.

Przykładem takiego rozwiązania jest mapa roślinności potencjalnej, która jest złączeniem trzech map o tej samej tematyce, ale różnej liczbie pozycji legendy w różnych skalach. Również mapa przeglądowa cechuje się szerokim zakresem skal i ujawnia pełny zakres treści powyżej skali 1:200 000. Zastosowano na niej m.in. następujące techniki dostosowania treści do skali:

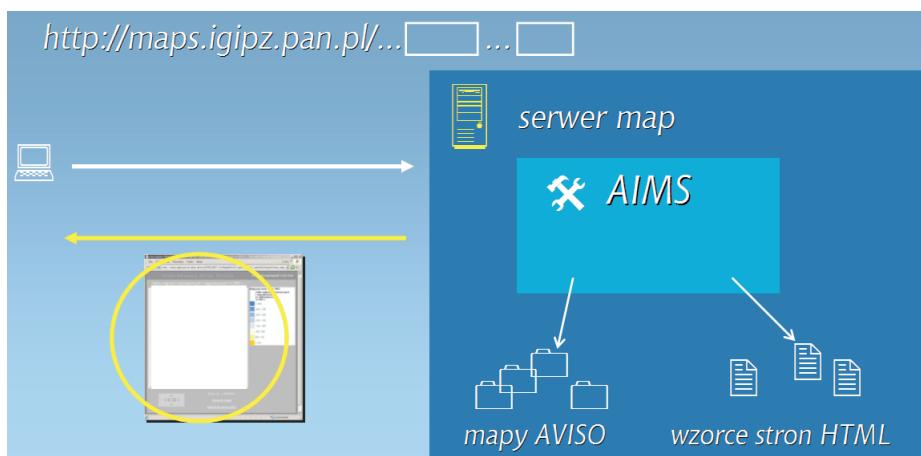
- dołączanie nowych warstw (np. łąki, zabudowa rozproszona),
- zmiana prezentacji zabudowy z sygnatur punktowych na powierzchnie,
- zmiana stylu i wielkości napisów w klasach wielkościowych miejscowości.

Do tej pory jednak, samo położenie napisów nie ulega zmianie w zależności od skali, co w niektórych przypadkach powoduje konflikty z inną treścią lub wzajemnie między napisami. Mapa jest zoptymalizowana pod kątem większych skal i wymaga z pewnością dopracowania w zakresie skal małych, ponieważ nie użyto tu poprawnie zgeneralizowanego materiału, a jedynie mechaniczną pseudogeneralizację. Kluczowym zagadnieniem przy opracowywaniu tego rodzaju map jest odpowiedni dobór treści i szczegółów prezentacji do przedziałów skalowych przy maksymalnym ograniczeniu liczby oddzielnie redagowanych warstw. Jest to obszerny temat, godny osobnego przedyskutowania.

## 7. Mechanizm działania: zapytanie – odpowiedź

Mechanizm działania serwera można skrótkowo przedstawić następująco: użytkownik wysyła

<sup>11</sup> Chodzi o cieniowanie samej linii, a nie powierzchniowo całego rysunku rzeźby.



Ryc. 2. Komunikacja między przeglądarką internetową użytkownika i serwerem AIMS  
Fig. 2. URL-coded request and HTML response

zapytanie, serwer odpowiada stroną WWW<sup>12</sup>. Ponieważ cała interakcja odbywa się za pośrednictwem przeglądarki internetowej, zapytania są formułowane w taki sam sposób jak adresy internetowe i można je zobaczyć w polu adresowym w górnej części okna przeglądarki. Czytelnik może w tym miejscu wprowadzić własne polecenie, np. [http://maps.igipz.pan.pl/aims/aims.dll?REQUEST=GetPage&PAGE=przegl\\_pl&MAP=przegl](http://maps.igipz.pan.pl/aims/aims.dll?REQUEST=GetPage&PAGE=przegl_pl&MAP=przegl) (ryc. 2).

Podstawowe elementy zapytania, to nazwa mapy (MAP=przegl) i nazwa strony (PAGE=przegl\_pl), na której ma być ona widoczna<sup>13</sup>. Oprócz nich serwer reaguje na wiele innych poleceń dotyczących skali, położenia środka mapy, widocznych warstw, legendy itd., ale przy ich braku wyświetli mapę z domyślnymi parametrami. Nadejście zapytania powoduje załadowanie mapy (o ile nie była wcześniej w pamięci), ustawienie wszystkich żądanych parametrów i utworzenie obrazu rastrowego fragmentu mapy w formacie JPG. Obraz ten, w połączeniu z żądaną stroną WWW, jest transmitowany jako odpowiedź. Stosownie do treści zapytania, wynikiem może być również obraz legendy lub wykaz miejscowości wyszukiwanych w gazeterze. Oczywiście, komunikacja za pomocą wpisywanych ręcznie poleceń

adresów byłaby zbyt uciążliwa dla użytkownika, dlatego musi istnieć sposób na ukrycie gotowych poleceń w elementach strony WWW w taki sposób, aby ich wywołanie następowało automatycznie po kliknięciu w element.

## 8. Kompozycja i elementy strony

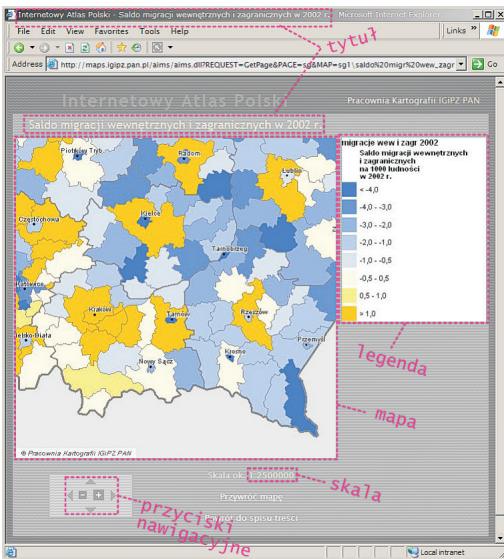
Strona WWW to podstawowy element komunikacji w sieci WWW i najważniejsza metafora wizualna, którą posługuje się każda przeglądarka internetowa. Również mapy udostępniane przez serwery kartograficzne muszą w jakiś sposób znaleźć miejsce w tym schemacie. Serwer AIMS traktuje stronę jako tło i szkielet, w którym jest umieszczona mapa i inne elementy (zaznaczone na rycinie 3), które służą do jej obsługi i informowania o jej stanie. Elementy te, noszące wspólną nazwę *dynamicznych składników strony*, są generowane przez AIMS i są zawsze skoordynowane z mapą.

Istnieje kilkanaście składników, które można spotkać na różnych stronach *Atlasu IGIPZ PAN*, stosownie do potrzeb i do charakteru mapy, z którą są związane. Są to między innymi:

- etykieta tytułu,
- etykieta skali (wartość liczbowa),
- lista dostępnych skal,
- przyciski przewijania (4 kardynalne i 4 diagonalne),
- przyciski powiększania i zmniejszania,
- legenda (gotowy obraz),
- odnośnik do legendy w osobnym oknie,
- przełączana lista dostępnych warstw.

<sup>12</sup> AIMS jest zrealizowany jako moduł rozszerzający serwera IIS będącego składnikiem platformy serwerowej Windows. Zwykle zapytania obsługuje IIS, zapytania kartograficzne – AIMS. Dla uproszczenia pomijamy to rozróżnienie.

<sup>13</sup> W rzeczywistości pierwsze zapytanie – o stronę, powoduje automatycznie wysłanie kolejnych – o mapę i o legendę.



Ryc. 3. Dynamiczne składniki strony  
Fig. 3. Dynamic page components

Jak widać, niektóre ze składników służą tylko do przedstawiania informacji o mapie, np. etykieta skali, a inne do interakcji, np. lista dostępnych skal lub warstw. W drugim przypadku mogą one działać bezpośrednio (przyciski przewijania) lub wymagać odświeżenia stanu mapy po wprowadzeniu zmian osobnym przyciskiem. Niektóre mapy mogą zezwalać na kliknięcie, które powoduje przekierowanie do innej mapy. W ten sposób działa na przykład indeks do mapy przeglądowej IGiPZ PAN. Informacja o pozycji wskazanej na pierwszej mapie służy do ustalenia położenia drugiej mapy.

Zakres funkcji realizowanych przez dynamiczne składniki strony jest bardzo ważny dla funkcjonowania serwisu. W każdym ze składników jest ukryte polecenie przeznaczone dla serwera i na odwrót – każde polecenie, które ma być udostępnione użytkownikowi, musi mieć odpowiadający mu składnik; w przeciwnym razie jedynym sposobem komunikowania się z serwerem byłoby ręczne wpisywanie poleceń. Można więc powiedzieć, że zestaw składników wyznacza funkcjonalność serwisu.

Wspomniana wcześniej koordynacja składników z mapą polega na tym, że składnik posiada niezbędne informacje o aktualnym stanie mapy po wszystkich wykonanych do tej pory operacjach. Na przykład przycisk przewijania „zn” aktualną pozycję środka mapy, a zatem

„wie”, jaka powinna być nowa pozycja po przewinięciu. Obraz legendy „wie”, jaka jest aktualna skala mapy, bowiem zawartość legendy zmienia się w zależności od skali.

Warto nadmienić, że w wielu serwisach mapowych jest stosowany inny schemat kompozycji strony – taki, w którym mapa tworzy z elementami pomocniczymi jeden zwarty prostokątny obszar (np. Google Maps). Mimo że wygląda jak część strony WWW, taki zablokowany składnik strony jest niezależnym mini-programem (tzw. *skryptem*), który gości na stronie, lecz rządzi się innymi prawami. Jego obsługa jest zawsze niestandardowa i specyficzna dla danego serwisu, np. ruch rolką myszki, który normalnie powoduje przewinięcie całej strony w dół, w tym miejscu może spowodować powiększenie mapy. Niekiedy tego rodzaju mapa jest otwierana w osobnym oknie, pozbawiając użytkownika możliwości drukowania i innych czynności, do których jest przyzwyczajony w przeglądarce internetowej. Z drugiej jednak strony, dobrze napisane skrypty mają przewagę nad językiem HTML w zakresie możliwości interakcji użytkownika z mapą.

## 9. Redagowanie stron serwisu

Mimo że w serwisie mapowym IGiPZ PAN wszystkie strony mają podobny układ graficzny, to mechanizm składników jest uniwersalny i daje możliwość dowolnego komponowania map w połączeniu z innymi obrazami i tekstami na stronie (do redakcji stron WWW można używać powszechnie znanych edytorów HTML). Jednak w związku z przewidywanym zastosowaniem serwera AIMS do obsługi *Internetowego Atlasu Polski*, trzeba było jeszcze zrealizować dwa dodatkowe cele:

1) umożliwić redagowanie map i stron przez różnych redaktorów,

2) umożliwić zastosowanie jednej strony do całej grupy tematycznie związanych map.

Potrzebne więc było rozwiązanie, które w maksymalnym stopniu uniezależniłoby strony WWW serwisu od ich zawartości kartograficznej. W tym celu dano do dyspozycji redaktora strony tzw. *makra*, czyli proste polecenia, odpowiadające dokładnie opisanym wcześniej dynamicznym składnikom, które może on umieścić w treści strony<sup>14</sup>. Po dodaniu makr strona zaczyna pełnić funkcję wzorca – serwer AIMS, obsługując żądanie użytkownika, wstawia w miejsca makr odpowiednie składniki i wysyła gotową stronę,

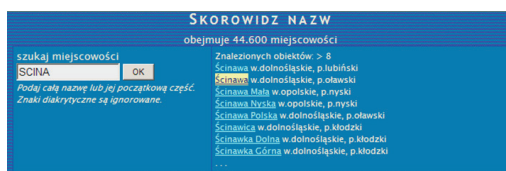


całkowicie zgodną z językiem HTML. W ten sposób jeden wzorzec strony może służyć do wyświetlania wielu różnych map, co znacznie usprawnia zarządzanie serwisem. Druga korzyść polega na tym, że redaktor stron może je opracować bez znajomości konkretnych map, a więc niezależnie od redaktora kartografa. Strony statyczne – pozbawione makr – mogą również być obecne w serwisie i są transmitowane do użytkownika bez zmian. Całe rozwiązanie ma jeszcze jedną zaletę: chroni właściciela serwisu przed pasożytniczym użyciem jego map. Można wprawdzie zbudować konkurencyjny serwis, który będzie „pożyczał” mapy od prawowitego właściciela, ale na jego stronach brak będzie dynamicznych składników, które zapewniają interakcje z mapą.

Wszystkie dynamiczne składniki strony używane przez AIMS są zgodne ze standardem HTML, co oznacza w praktyce, że są obsługiwane przez wszystkie przeglądarki przy każdym, nawet najbardziej restrykcyjnym poziomie bezpieczeństwa przeglądarki.

## 10. Gazeter

Gazeter, czyli internetowy skorowidz nazw geograficznych (w przypadku serwera IGiPZ PAN – wyłącznie miejscowości) jest integralną częścią serwera AIMS. Do zadawania pytań jest stosowany ten sam mechanizm, co do innych czynności związanych z mapą i obsługuje je ten sam program. Wyszukiwanie odbywa się dwustopniowo. Zawsze bowiem należy się liczyć z tym, że nazwa może się powtarzać i użytkownik musi mieć możliwość wyboru nazwy na podstawie dodatkowych informacji. W serwisie IGiPZ PAN taką informacją jest nazwa województwa i powiatu. Dodatkowo użytkownik może poszukiwać tylko fragmentu nazwy. W pierwszym kroku serwer AIMS odpowiada więc listą nazw pasujących do poszukiwanego wzorca, a w drugim pokazuje mapę z poszukiwanym obiektem w środku. Ze względu na użytkowników obcojęzycznych, gazeter pozwala na pominięcie znaków diakrytycznych przy formułowaniu zapytania, jednak rezultat poszukiwania zawiera takie znaki. Mimo, że użytkownik



Ryc. 4. Odpowiedź AIMS na poszukiwanie nazwy „Scina”

Fig. 4. Gazetteer response to name query

ma wrażenie wyszukiwania na mapie, to jednak w rzeczywistości odbywa się ono w osobnym pliku, wyeksportowanym z systemu Aviso i nie mającym nic wspólnego z treścią mapy. To, na której z map będzie pokazany rezultat, zależy wyłącznie od projektanta stron WWW. Przykład wyszukiwania wybranej nazwy pokazano na rycinie 4.

## 11. Efektywność

Oprogramowaniu świadczącemu usługi dla użytkowników rozproszonych, zwłaszcza w sieci WWW, stawia się większe wymagania pod względem efektywności niż programom działającym na komputerze osobistym. Serwer musi sobie radzić z żądaniami napływającymi jednocześnie od wielu użytkowników, często przybierającymi postać nieprzewidywalnych spięrzeń. Serwer map ma jeszcze trudniejsze zadanie do spełnienia niż zwykły serwer WWW. Przede wszystkim, mapa może być dużym dokumentem, który musi być gotowy do udostępnienia w każdej chwili w dowolnym fragmencie (a więc *de facto* w całości). Mapa przeglądana Polski zawiera na przykład 7,5 mln węzłów, składających się na 625 000 obiektów o łącznej objętości 190 MB. Mało jest zastosowań internetowych, które wymagałyby przetwarzania, a nie tylko transmisji tak dużych dokumentów. Rozwiązania i standardy obowiązujące w internecie powstały z myślą o dokładnie odwrotnej logice: wykonywaniu szybkich operacji na stosunkowo małej objętości danych. Projektowanie serwera map odbywa się w pewnym sensie pod prąd obowiązujących reguł. Nie można na przykład ładować danych (czyli mapy) w chwili nadejścia żądania i zwalniać ich z pamięci natychmiast po jego spełnieniu<sup>15</sup>, tak jak to się robi w typowych zastosowaniach. W serwisie mapowym w czasie sesji z jednym

<sup>14</sup> Większość makr może być umieszczana wewnątrz etykiet HTML, dzięki czemu to samo polecenie można przypisać różnym, wybranym przez redaktora strony, elementom wizualnym. Na przykład makro LINKNORTH, służące do przewijania w kierunku północnym, może być przypisane obrazkowi ze strzałką, napisowi „północ” lub górnej krawędzi ramki mapy.

<sup>15</sup> Według takiej zasady działa serwer map MapInfo MapXtreme oraz ESRI ArcIMS bez wsparcia dodatkowego oprogramowania.

dokumentem użytkownik wysyła całą serię poleceń (dotyczących przede wszystkim przewijania), między którymi nie może nastąpić odczytywanie mapy z dysku, bo trwałoby to zbyt długo.

Drugim wyzwaniem, z którym trzeba było się zmierzyć budując oprogramowanie na potrzeby projektu typu atlasowego, była konieczność równoprawnej obsługi wielu map. Przeważająca większość internetowych serwisów mapowych obsługuje jedną, a najwyżej kilka map. Serwer AIMS radzi sobie z dziesiątkami map, a należy przypuszczać, że ich liczba w *Atlasie* osiągnie docelowo kilkaset. Aby spełnić takie wymagania, serwer AIMS nie pozwala na usunięcie map z pamięci operacyjnej, obsługuje zapytania

<sup>16</sup> Jest to liczba tzw. sesji, czyli odwiedzin mapy nie mających przerwy dłuższej niż pół godziny. Statystyki są jednak poważnie zaniżone, ponieważ duża część odwiedzin nie może być zarejestrowana.

dotyczące wielu map jednocześnie (wielowątkowość) i nie wykonuje operacji bazodanowych.

## 12. Podsumowanie

*Internetowy Atlas Polski* IGI PAN odwiedza obecnie co najmniej 200 osób dziennie<sup>16</sup>. Serwer AIMS, posadowiony na jednym stosunkowo skromnym komputerze, obsługuje około 4000 zapytań dziennie, nie angażując więcej niż 5% mocy obliczeniowej. Okazał się niezawodny i do tej pory odporny na włamania. Zastosowana technologia umożliwiła rozdzielenie kompetencji administratora serwisu, redaktora stron WWW i redaktora map (choć nie wszystkie z tych możliwości są wykorzystane). Koszt oprogramowania i bieżącego utrzymania jest niski w stosunku do osiągniętego efektu.

*Recenzował dr hab. Piotr Werner*

### **Internet Atlas of Poland: building cartographic WWW site with proprietary GIS server**

#### Summary

**Keywords:** internet mapping, map server, Internet Atlas of Poland, GIS

Since spring 2006, *Internet Atlas of Poland* is available under <http://maps.igipz.pan.pl/atlas> address. The *Atlas* is public, free cartographic resource with over 100 socio-economic and environmental maps as well as Topographic Map of Poland with variable scale up to 1:100.000 and the Gazetteer with 44.000

settlement names. A software engine for whole project, developed in Department of Cartography at the Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences is AIMS (Aviso Internet Map Server). AIMS is IIS extension module featuring GIS vector map processing and raster map output. The solution is HTML compatible and independent of ASP, script languages and ActiveX.

*Translated by author*

### **Интернетный атлас Польши Института географии и пространственной организации ПАН, а также сервер AIMS на фоне современных технологий интернетной картографии**

#### Резюме

С весны 2006 года по адресу <http://maps.igipz.pan.pl/atlas> доступен *Интернетный атлас Польши* Института географии и пространственной организации Польской Академии Наук – общественный, не коммерческий сервис по картам для широкого круга пользователей. Содержание *Атласа* составляет более 100 физиографических и социально-экономических карт, а также обзорная карта в изменяемом масштабе от 1:2 000 000 до 1:100 000 с газетиром, охватывающим 44 000 населённых пунктов. Атлас обслуживается пропра-

мным обеспечением сервера AIMS, разработанным в Отделе картографии и систем географической информации Института географии и пространственной организации ПАН и базирующимся на системе GIS Aviso. AIMS является сервером сотрудничающим с IIS, основанным исключительно на протоколе HTTP и генерирующим сайты в полном согласии с языком HTML. Обслуживает карты в оригинальном векторном формате GIS и делает их доступными в растровом виде для пользователей.

*Перевод Р. Толстиковой*