

Wykorzystanie oprogramowania open source  
w budowie systemu informacji przestrzennej czasu rzeczywistego

# GIS Z KLOCKÓW

Coraz więcej użytkowników sięga po programy bazujące na otwartym kodzie nie tylko dlatego, że są one bezpłatne. Wolne oprogramowanie dorównuje funkcjonalnością rozwiązaniom komercyjnym, a często je przewyższa. Opisany tu prototyp systemu O-GIS – zbudowany jedynie na bazie oprogramowania open source – wyróżnia się możliwością przetwarzania danych w czasie rzeczywistym.

## KRZYSZTOF POKONIECZNY

Oprogramowanie GIS jest drogie ze względu na jego wysoki stopień komplikacji i ekspercki charakter. Oczywiście istnieją darmowe systemy GIS (np. zaawansowany, ale trudny w obsłudze Grass GIS czy dynamicznie rozwijany Quantum GIS), jednak w pewnych zastosowaniach ich funkcje mogą być niewystarczające. Co wówczas robić? Optymalnym rozwiązaniem wydaje się zbudowanie własnego systemu informacji przestrzennej, dostosowanego do specjalistycznych potrzeb. Naprzeciw wychodzą tu darmowe biblioteki oparte na licencjach open source. Przy ich wykorzystaniu buduje się GIS „z klocków”, dopasowując do siebie odpowiednie elementy. Przy całej prostocie takiego podejścia uzyskujemy bardzo znamieny efekt – opracowana aplikacja jest zarówno całkowicie darmowa, jak i najlepiej dostosowana do indywidualnych potrzeb.

Prezentowany w artykule system O-GIS został napisany w działającym pod kontrolą systemu Windows darmowym środowisku programistycznym Visual Studio 2008 Express Edition, którego duże możliwości oraz łatwa do przyswojenia składnia dodatkowo ułatwiły pracę nad projektem, nie skazując przyszłych użytkowników na korzystanie z mało popularnych systemów z rodziny Linux.

### ● OPEN SOURCE W GIS

Obecnie nie istnieje jeden projekt typu open source, który integrowałby wszystkie funkcje GIS. W prezentowanym systemie zastosowano wiele projektów z różnych dziedzin związanych z GIS-em. Do najważniejszych należą:

● **GDAL (Geospatial Data Abstraction Library)** – biblioteki służące do odczytu i zapisu rastrowych danych geoprzestrzennych, pierwotnie opracowane pod kierownictwem Franka Warmerdamy. Obecnie projekt jest kontynuowany w ramach Open Source Geospatial Foundation i udostępniany na licencji open source. GDAL wykorzystywany jest przez niektóre systemy GIS, takie jak GRASS, OpenEV, FME Google Earth i Esri (od ArcGIS 9.2). W systemie O-GIS biblioteki te zostały użyte do otwierania, prezentacji oraz przetwarzania danych rastrowych w formacie GeoTiff ([www.gdal.org](http://www.gdal.org)).



● **SharpMap** – biblioteki służące do otwierania wielu typów danych GIS (rastrowych i wektorowych) oraz umożliwiające renderowanie na ekranie monitora zaawansowanych kartograficznie kompozycji mapowych. Ich dużą zaletą jest to, że opracowywano je od początku dla silnika C# (czyli takiego, w jakim pisany był O-GIS). W systemie O-GIS biblioteki wykorzystywane są do połączenia z bazą danych i wyświetlania danych wektorowych i rastrowych ([sharpmap.codeplex.com](http://sharpmap.codeplex.com)).



● **PostgreSQL/PostGIS** – jeden z najpopularniejszych bezpłatnych systemów zarządzania relacyjnymi bazami danych. Początkowo opracowywany na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley i opublikowany pod nazwą Postgres. W miarę rozwoju i zwiększania funkcjonalności baza danych otrzymała nazwę Postgres95 i ostatecznie PostgreSQL, aby upamiętnić pierwowzór oraz zaznaczyć zgodność ze



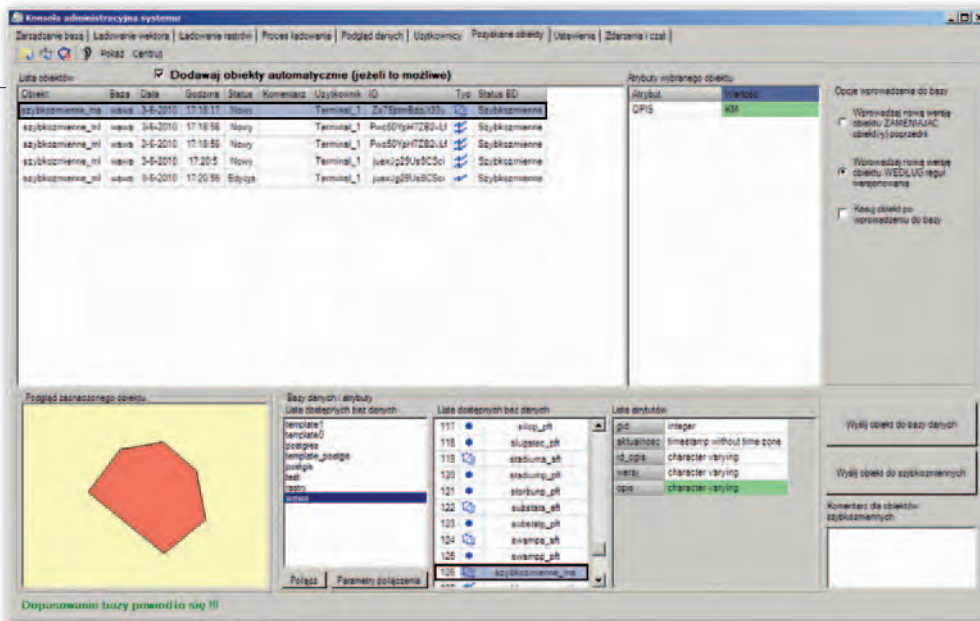
standardem SQL. Bazy danych PostgreSQL pozwalają na implementację zestawu rozszerzeń. Jednym z nich jest rozszerzenie PostGIS umożliwiające przechowywanie i wykonywanie operacji na danych przestrzennych. W systemie O-GIS bazę tę zastosowano do przechowywania danych na serwerze ([www.postgresql.org](http://www.postgresql.org)).

● **MapWinGIS** – funkcjonalność tych bibliotek jest ogromna i obejmuje wszystkie aspekty budowy systemów informacji przestrzennej. W niniejszym projekcie zostały one wykorzystane do tworzenia i edytowania plików SHP oraz jako alternatywny sposób prezentacji danych rastrowych (wraz z bibliotekami SharpMap). Projekt MapWinGIS to nie tylko biblioteki programistyczne, ale również zaawansowany system GIS ([www.mapwindow.org](http://www.mapwindow.org)).



### ● GIS CZASU RZECZYWISTEGO – CO TO TAKIEGO ?

Mimo dużego zaawansowania technicznego systemów informacji przestrzennej nadal istnieją obszary, w których użycie ich jest ograniczone. Przykładem może być GIS obejmujący zjawiska szybkozmienne, o których informacji nie można pozyskać ani metodami teledetekcyjnymi (np. zobrazowania lotnicze czy satelitarne), ani geodezyjnymi. W przypadku wykorzystania instrumentów tradycyjnych wynika to przede wszystkim z braku możliwości dostatecznie szybkiego wykonania ponownego pomiaru. Natomiast system O-GIS pozwala na pomiar obiektów z interwałem 5 sekund, a co za tym idzie, na zarejestrowanie informacji o przebiegu takich zjawisk, jak np. pożar lasu, przemieszczanie się zanieczyszczenia czy postępująca powódź. Dzięki pozyskiwaniu danych szybkozmiennych powstaje możliwość rejestracji dynamiki zjawianej np. z prowadzeniem działań wojennych czy choćby akcji poszukiwawczej, gdzie czas i precyzyjna informacja o położeniu mają bardzo duże znaczenie. W stworzonym rozwiązaniu



Konsola administracyjna systemu - moduł zarządzania pozyskanymi od klientów obiektami

informacja przestrzenna przedstawiana jest w sposób właściwy dla systemów GIS – przy wykorzystaniu odpowiedniego typu notacji wektorowej, która jest dodatkowo wzbogacona o atrybuty opisowe. Tylko taki sposób zapewni precyzyjny opis stanu obiektu w danej chwili.

Wspomniane przykłady zjawisk pokazują, że odpowiednio szybkie pozyskanie danych ma krytyczne znaczenie dla powodzenia całości przedsięwzięcia. W związku z tym pomierzone dane powinny być przekazywane dalej – do innych elementów wchodzących w skład zbudowanego systemu (np. do centrum zarządzania). Tutaj dochodzimy do GIS-u czasu rzeczywistego, czyli takiego, którego wszystkie elementy składowe mają natychmiastowy dostęp do dynamicznie zmieniających się danych. Występuje w nim swobodny przepływ informacji pomiędzy wszystkimi jego składnikami. Rozwiązanie to szczególnie nadaje się do pozyskiwania danych szybkozmiennych, jednak równie dobrze może służyć do zastosowań o charakterze statycznym (np. do terenowego uczytelniania map).

### ● SYSTEM O-GIS – CZĘŚĆ SERWEROWA

Postulaty systemu informacji przestrzennej czasu rzeczywistego spełnia prezentowany w artykule O-GIS (Open GIS). Jest to system typu klient – serwer, w którym funkcję centrum dowodzenia pełni część serwerowa. W podsystemie tym zaimplementowano następujące funkcje:

● **Repozytorium danych** – na serwerze gromadzone są dane przestrzenne (zarówno podkłady wektorowe czy ra-

Moduł kliencki systemu – przewidywane położenie obiektu za 10, 20 i 30 minut

strowe, jak i warstwy obiektów szybkozmiennych przesłane przez użytkowników wchodzących w skład podsystemu klienckiego). Oprogramowanie umożliwia ładowanie danych wektorowych i rastrowych z formatu dystrybucyjnego do formatu akceptowanego przez bazę. Wszelkie dane znajdujące się na serwerze udostępnione są w sposób umożliwiający ich pobranie przez podsystem kliencki.

● **Wersjonowanie danych** – wszelkie dane zgromadzone na serwerze powiązane są z czasem ich aktualności. Dzięki temu istnieje możliwość gromadzenia informacji o wielu wersjach (stanach) tego samego obiektu, a więc i analizowania jego zmian w czasie. Co więcej, system pozwala na predykcję położenia obiektu na podstawie jego wcześniej zarejestrowanych wersji.

● **Zarządzanie użytkownikami** – w zamkniętych systemach typu klient – serwer musi istnieć mechanizm autoryzacji klientów polegający na sprawdzeniu poprawności nazwy użytkownika i hasła przed rozpoczęciem transmisji. Ponadto różni użytkownicy mają dostęp

do różnych funkcji oferowanych przez system.

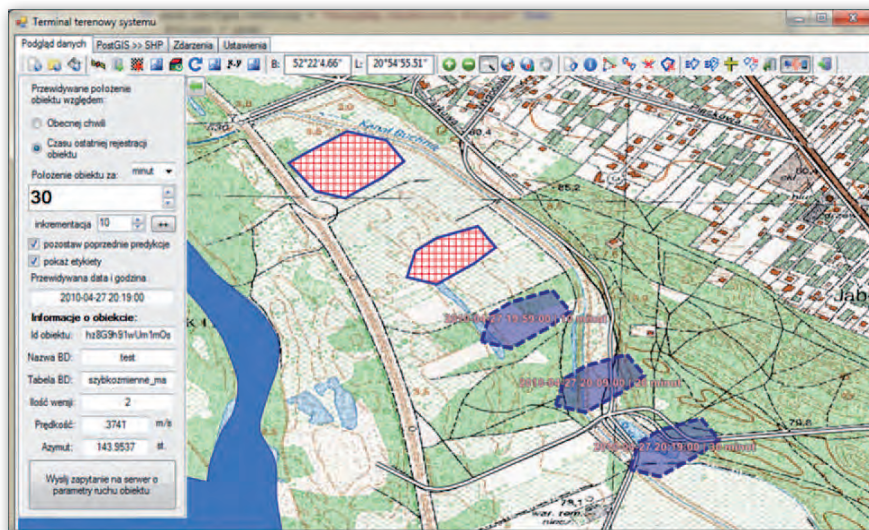
● **Zarządzanie bazą danych** – zwiększenie szybkości dostępu do bazy danych wymaga jej umiejętnej konserwacji. W związku z tym podsystem serwerowy posiada interfejs umożliwiający zakładanie indeksów, tworzenie i kasowanie baz danych, tabel czy pojedynczych obiektów. Dzięki temu administrator systemu może w prosty i szybki sposób zarządzać bazą danych z poziomu aplikacji, bez korzystania z zawiłych i nieintuicyjnych narzędzi bazodanowych.

● **Zarządzanie obiektami pozyskanymi z segmentu klienckiego** – dzięki temu, że dane z podsystemu klienckiego przesyłane są do serwera, zbudowano interfejs umożliwiający wykonywanie automatycznych operacji, takich jak: pozyskanie informacji na temat obiektów (data utworzenia/edycji, atrybuty obiektów), dodanie obiektu do bazy lub wykluczenie obiektu z zestawienia oraz dodawanie obiektów w sposób automatyczny (obiekty ładowane są bez ingerencji operatora systemu).

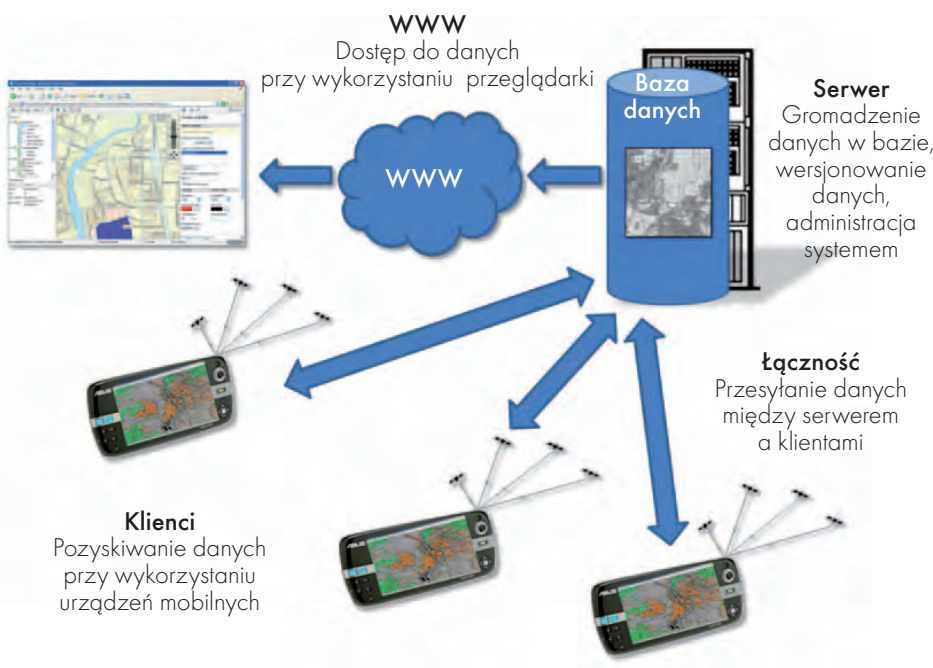
● **Prezentacja i zarządzanie danymi** – możliwa jest prezentacja danych rastrowych i wektorowych, a także edycja i tworzenie danych przestrzennych. Do oceny i interpretacji informacji pozyskanych z podsystemu klienckiego podsystem serwera wyposażono w narzędzia umożliwiające m.in.: wyświetlanie współrzędnych położenia kursora czy pomiar odległości na mapie.

### ● SYSTEM O-GIS – CZĘŚĆ KLIENCKA

Podsystem kliencki to sieć urządzeń mobilnych pozyskujących dane dla seg-



## ARCHITEKTURA SYSTEMU O-GIS



mentu serwerowego. Do głównych funkcji tego podsystemu należą:

- **Mobilność** – kluczowa i wymagająca zastosowania odpowiednich rozwiązań sprzętowych. Wykorzystano komputer UMPC (Ultra Mobile PC) typu Asus R50A. To miniaturowe urządzenie jest pełnoprawnym komputerem PC wyposażonym w system Windows. Jego wybór został podyktowany łatwością programowania komputerów PC (w odróżnieniu od urządzeń typu PDA) oraz dużym i czytelnym wyświetlaczem.

- **Szybkie pozyskiwanie danych** – zastosowano instrument TruePulse 360B (patrz fot. obok) wyposażony w dalmierz, inklinometr oraz cyfrowy kompas. Po zintegrowaniu wszystkich mierzonych wartości z pozycją wyznaczaną przez odbiornik GPS otrzymujemy system bezlustrzewy, mobilnej tachimetrii o dokładności kartograficznej (ok. 5-10 m) i zasięgu do 1000 m. Urządzenia pomiarowe są sprzężone z komputerem UMPC, umożliwiając tworzenie obiektów o zadeklarowanej wcześniej klasie (typie). Dotychczasowe testy wykazały, że pozyskanie obiektu powierzchniowego składającego się z 6 werteksów, nadanie mu atrybutów i wysłanie na serwer, trwa krócej niż minutę.

- **Pobieranie danych z serwera i moduł WMS** – oprogramowanie terminali klienckich posiada interfejs umożliwiający pobieranie produktów geograficznych (zarówno rastrowych, jak i wektorowych) znajdujących się w przestrzeni dyskowej serwera. Odbywa się to po

wskazaniu przez użytkownika klas obiektów oraz po określeniu obszaru. W ten sposób urządzenia UMPC przechowują jedynie potrzebne im aktualnie dane. Ma to duże znaczenie ze względu na ograniczoną ilość miejsca w pamięci masowej komputerów UMPC. Dodatkowo klienci mogą korzystać ze źródeł WMS.

- **Prezentacja danych** – dotyczy danych rastrowych i wektorowych, które



Sposób pozyskiwania obiektów szybkozmiennych w systemie O-GIS

zostały pobrane z serwera. Ponadto zaimplementowano typowe mechanizmy do edycji i tworzenia obiektów. Aby istniała możliwość prowadzenia nawigacji, położenie urządzenia UMPC jest przedstawiane na mapie. Dodatkowo podsystem wyposażono w moduły transformacji współrzędnych oraz wyszukiwarke miejscowości.

- **SYSTEM O-GIS: ŁĄCZNOŚĆ PODSYSTEMÓW I PORTAL INFORMACYJNY**

Połączenie serwera z siecią urządzeń mobilnych zapewnia swobodne przesyłanie informacji o obiektach pomiędzy podsystemami. Dzięki temu pozyskane obiekty mogą w czasie rzeczywistym aktualizować centralną bazę danych i być rozsyłane do innych terminali terenowych. Czas wszystkich operacji (przesył danych, aktualizacja centralnej bazy danych na serwerze, rozesłanie obiektów do innych użytkowników) nie zajmuje więcej niż kilka sekund. W ten sposób wszyscy użytkownicy mają dostęp do najświeższych informacji.

Do zapewnienia mobilności podsystemu klienckiego wykorzystywana jest łączność bezprzewodowa. W warunkach laboratoryjnych do testowania systemu na małych odległościach (do kilkuset metrów) służy wi-fi, docelowo musi to być jednak łączność o zasięgu ogólnokrajowym lub globalnym. Rozwiązaniem jest GPRS, czyli sposób pakietowego przesyłania danych w sieciach GSM. W celu zwiększenia bezpieczeństwa transmisji danych wiadomości przed wysłaniem są szyfrowane.

Ostatnim opracowanym podsystemem jest portal geoinformacyjny umożliwiający wgląd do centralnej bazy danych umieszczonej na serwerze. Z założenia architektura systemu sprawia, że jest on hermetyczny, tzn. dane przesyłane są jedynie pomiędzy podsystemami serwerowym i klienckim. Może jednak wystąpić konieczność dostępu spoza systemu do aktualizowanych na bieżąco danych. W tym celu przygotowany został prosty portal w formie aplikacji WWW. Umożliwia on dostęp do danych zgromadzonych w centralnej bazie danych i ich wizualizację. W związku z tym, że dane w bazie są aktualizowane na bieżąco, użytkownicy portalu również będą

dą mieli dostęp do najświeższych informacji. Rozwiązanie to mogłoby znaleźć zastosowanie np. do zbierania informacji o utrudnieniach w ruchu drogowym. Dzięki portalowi kierowcy mogliby być powiadamiani w czasie rzeczywistym o wszelkich niedogodnościach.

## • PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Opisywane rozwiązanie rozszerza możliwości zastosowania systemów informacji przestrzennej na nowe, niedostępne dotychczas obszary. Sprzyja temu dynamicznie rozwijająca się technika informatyczna i telekomunikacyjna. Rosnąca mobilność komputerów, coraz doskonalsze metody szybkiego pozyskiwania danych oraz łatwiej dostępna łączność bezprzewodowa sprzyjają rozwojowi GIS-u czasu rzeczywistego. Przeprowadzone dotychczas testy wykazały, że zastosowanie opisywanego systemu pozwala znacznie zwiększyć możliwości decyzyjne zwłaszcza w rozwiązaniach dla szeroko pojętego zarządzania kryzysowego. Wynika to z możliwością przekazywania precyzyjnego położenia zjawisk/obiektów wraz z ich atrybutami opisowymi pomiędzy podsystemami.

Innym aspektem poruszonym w projekcie jest zastosowanie darmowych komponentów do budowy GIS-u. Ich wykorzystanie wyraźnie ułatwia prace programistyczne poprzez znaczne zmniejszenie ilości kodu do napisania. Obecnie komponenty te możemy uznać za kompletne i pozbawione błędów, co sprawia, iż są one propozycją zdecydowanie godną rozważenia. Na zakończenie dodajmy, że opisywany projekt jest trzonem mojej rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Analiza możliwości opracowania mobilnego systemu informacji przestrzennej”. Niebawem zostaną opublikowane kody źródłowe tego rozwiązania, co umożliwi wgląd do nich osobom zainteresowanym tworzeniem GIS-u.

KPT. KRZYSZTOF POKONIECZNY  
(pracuje na stanowisku starszego inżyniera w Wojskowym Centrum Geograficznym, gdzie odpowiada za projekty związane z geoinformatyką; absolwent Wojskowej Akademii Technicznej kierunku geodezja i kartografia (2005 r.) oraz studiów doktoranckich na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej (2010 r.); w pracy naukowej koncentruje się na zagadnieniach związanych z zastosowaniem wolnego oprogramowania w budowie systemów informacji przestrzennej; www.kpokonieczny.net).

## NIE PO DRODZE GMINOM Z GIS-em

Zaledwie 15 procent urzędów w Polsce posiada własny system informacji przestrzennej – wynika z raportu MSWiA „Badanie wpływu informatyzacji na działania administracji publicznej w Polsce w 2011 r.”. Jednak wykorzystanie GIS-u jest bardzo zróżnicowane ze względu na rodzaj urzędu.

Ankieta została przeprowadzona online w dniach od 11 czerwca do 12 lipca br. w 1601 urzędach różnego szczebla: samorządowych (gminne, powiatowe, marszałkowskie) i rządowych. Dotyczyła lat 2010-11. Jest to już siódma edycja tego typu badania. Wykonał je na zlecenie Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji instytut badawczy ARC Rynek i Opinia. Jednym ze sprawdzanych obszarów było wykorzystanie systemów informacji przestrzennej w pracy urzędów.

Śród jednostek administracji samorządowej jedynie 15 proc. posiada swój SIP; jednak liczbę tę zaniżają urzędy gminne; ze zbadanych 1324 jednostek ma go jedynie 8 proc. Zdecydowanie lepiej radzą sobie z GIS-em powiaty: własny system posiada 52 proc., a także urzędy marszałkowskie: 75 proc. (na 8 ankietowanych). Natomiast spośród 44 urzędów administracji rządowej biorących udział w ankiecie własny SIP posiada 27 procent. Ponieważ jednak liczba jednostek administracji rządowej jest niewielka, nie zmienia to wielkości udziału urzędów ogółem korzystających z własnego SIP-u. Przewodzą urzędy z województwa dolnośląskiego (32%), zaś na drugim biegunie znalazły się województwa: podlaskie (7%) i świętokrzyskie (6%).

Zamiar budowy własnego systemu informacji przestrzennej deklaruje nieco ponad połowa urzędów, które go jeszcze nie posiadają. Większość z nich jako termin przystąpienia do tego zadania wskazała rok 2013 lub później. Zdecydowana większość urzędów deklaruje, iż rozbudowuje istniejący SIP (trochę rzadziej urzędy gmin). Jako powód nierozwijania lub nietworzenia własnych systemów wskazywany jest najczęściej brak środków (administracja samorządowa) lub brak potrzeby korzystania z nich (administracja rządowa).

### CZY URZĄD POSIADA WŁASNY SYSTEM INFORMACJI PRZESTRZENNEJ

N=1601

■ tak ■ nie



urzędy ogółem, N=1601



admin. samorządowa, n=1557



administracja rządowa, n=44

Administracja samorządowa:



urząd gminny, n=1324



urząd powiatowy, n=225



urząd marszałkowski, n=8

Ankieta dotyczyła również użytkowania rządowego Geoportalu. Okazało się, że korzysta z niego 68 proc. urzędów, zwłaszcza administracja samorządowa. Najczęściej dane z tego serwisu są stosowane w urzędach w Podkarpaciu (81 proc.), a najrzadziej – w Dolnośląskim (68 proc.). Najpopularniejsza jest ortofotomapa (71 proc.), szczególnie wśród jednostek administracji rządowej (93 proc.). Ponad połowa wszystkich urzędów wykorzystuje również: dane katastralne i zdjęcia lotnicze, a spośród jednostek administracji rządowej jeszcze dane topograficzne i państwowy rejestr granic. Ci, którzy nie korzystają z zasobów serwisu Geoportal.gov.pl, deklarują, że mają inne źródła pozyskiwania danych przestrzennych lub też takich danych nie potrzebują (szczególnie jednostki administracji rządowej). 61% urzędów korzysta z danych przestrzennych pozyskiwanych od innych podmiotów, najwięcej w Pomorskiem i Śląskiem. Zdecydowanie najczęściej chodzi o dane ewidencji gruntów i budynków. Raport dostępny jest na Geoforum.pl 26 października.

BARBARA STEFAŃSKA