

**PRZETWARZANIE CHMUROWE W GIS
NA PRZYKŁADZIE MAŁOPOLSKIEJ
INFRASTRUKTURY INFORMACJI PRZESTRZENNEJ**

CLOUD COMPUTING
IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS
ON THE EXAMPLE OF THE MAŁOPOLSKIE REGION
SPATIAL INFORMATION INFRASTRUCTURE SYSTEM

Łukasz Wojnowski

Administrator Sieci Departamentu Geodezji i Kartografii
w Urzędzie Marszałkowskim Województwa Małopolskiego

Słowa kluczowe: przetwarzanie chmurowe, GIS, architektura zorientowana na usługi, baza danych

Keywords: cloud computing, GIS, service oriented architecture, database

Wstęp

Od 10 lat w Urzędzie Marszałkowskim Województwa Małopolskiego trwają prace nad przestrzenną bazą danych. Dane są udostępniane zarówno podmiotom fizycznym jak i prawnym oraz różnym instytucjom. W ostatnich kilku latach wskutek szybkiego rozwoju komunikacji sieciowej o zasięgu globalnym pojawiły się nowe możliwości prezentacji i udostępniania danych geodezyjnych.

Celem artykułu jest prezentacja nowego modelu udostępniania danych przestrzennych nazywanego *przetwarzaniem chmurowym* (ang. *Cloud Computing*). Podłożem dla rozważań będzie przedstawienie ewolucji systemów geoinformacyjnych z ostatnich kilkudziesięciu lat pod kątem przechowywania i udostępniania danych przestrzennych. Na kanwie powyższych rozważań przedstawione zostanie wykorzystanie architektury przetwarzania chmurowego w systemach GIS, na przykładzie systemu MIIP (Małopolska Infrastruktura Informacji Przestrzennej) wdrażanego obecnie w Departamencie Geodezji i Kartografii Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego.

Ewolucja systemów geoinformacyjnych

Era systemów GIS ma swój początek w latach 70. XX wieku, kiedy po raz pierwszy systemy informatyczne wykorzystano do automatycznej redakcji map. Ustalona została terminologia i procedury dotyczące systemów GIS. Na tym etapie rozwoju, system GIS był równoznaczny z przechowywaniem map analogowych w postaci pliku wektorowego lub rastrowego w pamięci dyskowej komputera.

W latach 80. rozpoczęto budowę systemów zarządzania bazami danych. Ich przestrzena odmiana została wykorzystana do tworzenia systemów GIS. Każdy element przestrzenny posiadał unikalny identyfikator przypisany w osobnym rekordzie bazy danych. Na podstawie identyfikatora możliwe stało się tworzenie zapytań w języku SQL. Był to milowy krok w kierunku usługi wyszukiwania danych przestrzennych.

W latach 90. nastąpiło przejście z modelu relacyjnego do modelu relacyjno-obiektowego – rozwój analizy i modelowania obiektów przestrzennych. Przestrzenne dane cyfrowe nie były już czystym przeniesieniem danych analogowych na dysk twardy komputera, a więc gotową informacją w formie mapy. Uzyskały formę zbiorów danych, które dopiero po pewnych przekształceniach mogły stać się użyteczną informacją, dostosowaną do potrzeb użytkownika. W tym momencie miał miejsce przełom w podejściu do tworzenia informacji przestrzennej. Śladem tego jest następujący cytat, będący pokłosiem dyskusji jaka toczyła się podczas tworzenia Komputerowego Atlasu Województwa Małopolskiego: *przeniesienie "Atlasu" do wirtualnej przestrzeni komputerowej stwarza inne warunki tworzenia map, jednak nie przestają one być "modelem rzeczywistości" wyrażonym przy pomocy graficznych środków wyrazu. Traktowanie map jako "warstw informacyjnych" zarządzanych systemem GIS nie oznacza bowiem rezygnacji z podstawowych atrybutów atlasu jako dzieła kartograficznego, zarówno od strony formalnej (odzworowanie, skala, format), jak i samej treści* (Bujakowski i in., 1998).

W obecnym dziesięcioleciu nie było radykalnej zmiany sposobu przechowywania danych, rozszerzał się jednak zakres danych źródłowych. Do głosu coraz częściej dochodziła teledetekcja oraz wykorzystanie technologii GPS. Ta ostatnia, dzięki swojej globalnej dostępności, stała się kołem zamachowym w rozwoju GIS. Dzięki niej udało się całkowicie zautomatyzować wyszukiwanie zasięgu terytorialnego, dostarczanego w czasie rzeczywistym dla użytkownika. System GPS umieszcza użytkownika w odpowiedniej czasoprzestrzeni, a cyfrowa mapa podaje mu resztę niezbędnych dla niego informacji. Technologia GIS staje się bardziej dostępna dla coraz szerszego grona użytkowników. Konsekwencją jest większa eksploatacja systemów informacji przestrzennej. Dotychczasowe sposoby udostępniania danych przestrzennych okazują się niewystarczające. Tradycyjny model budowania systemów GIS gwarantuje wydajną i efektywną pracę dla pojedynczego użytkownika. Jednak w sytuacji kilkuset równoległych zapytań powoduje, iż system praktycznie staje się bezużyteczny. W jaki sposób umożliwić użytkownikowi wydajny dostęp do danych przestrzennych, a jednocześnie doprowadzić do tego aby system był łatwo skalowalny?

Idea systemów rozproszonych

Zacznijmy od definicji infrastruktury informacji przestrzennej: *Infrastruktura informacji przestrzennej jest zespołem odpowiednich technologii, środków politycznych i ekonomicznych oraz przedsięwzięć instytucjonalnych, które ułatwiają dostęp i korzystanie z danych*

*przestrzennych. Pełne wykorzystanie zalet i możliwości infrastruktury informacji przestrzennej może nastąpić tylko przez zapewnienie jej **interoperacyjności** w obszarze organizacyjnym, semantycznym i technicznym* (Kubik, 2009). Słowo klucz w tej definicji to interoperacyjność, która wskazuje na przeniesienie nacisku z przetwarzania danych na zdolność systemów do efektywnej współpracy, w celu zapewnienia wzajemnego dostępu użytkowników do usług świadczonych w różnych sieciach. Interoperacyjność jest tu rozumiana w kontekście technologicznym jako możliwość łączenia zbiorów danych przestrzennych oraz interakcji usług danych przestrzennych w taki sposób, aby wynik był spójny.

Odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie na dostęp do systemów GIS przez dużą liczbę użytkowników, a przez to skalowalność, stała się koncepcja budowania systemów rozproszonych, w których z dużych systemów wydziela się współpracujące ze sobą komponenty. Każdy wydzielony komponent jest na tyle autonomiczny by mógł znajdować się w oddzielnym miejscu infrastruktury informatycznej. W jaki jednak sposób technicznie może być zrealizowana idea systemów rozproszonych w przypadku udostępniania danych przestrzennych? Odpowiedzią jest udostępnienie wydzielonych komponentów w formie usługi. Mianem usługi określa się każdy element oprogramowania, mogący działać niezależnie od innych oraz posiadający zdefiniowany interfejs, za pomocą którego udostępnia realizowane funkcje. Sposób działania każdej usługi jest w całości zdefiniowany przez interfejs ukrywający szczególności implementacyjne – niewidoczne i nieistotne z punktu widzenia klientów. Usługi mogą być implementowane na bazie różnych technologii i udostępniane za pomocą niezależnego protokołu komunikacyjnego. Rozwój architektury zorientowanej na usługi dał podstawy do budowy systemów geoinformacyjnych ukierunkowanych przede wszystkim na **wyszukiwanie** oraz **wizualizację** danych przestrzennych. Nie rozwiązuje jednak problemu **przetwarzania** danych przestrzennych udostępnianych za pomocą usług. Konieczne jest do tego celu udostępnienie dużych i skalowalnych zasobów obliczeniowych. Kolejnym krokiem w rozwoju systemów GIS może być **przetwarzanie chmurowe** w systemie udostępniającym poprzez usługi zasoby infrastruktury IT. W tym modelu procesory, pamięci masowe, sieci i aplikacje są dostępne w formie usług w sieciach publicznych, czyli w sieci WWW, albo w sieciach prywatnych czyli w Intranetach.

Przetwarzanie chmurowe

Czym jest przetwarzanie chmurowe? *National Institute of Standards and Technology* podaje następującą definicję pojęcia: *Model umożliwiający dostęp do współdzielonej puli konfigurowalnych zasobów obliczeniowych (np. sieci, serwerów, pamięci masowej, aplikacji czy usług) uzyskiwany na żądanie przez Internet. Tak udostępniane zasoby mogą być szybko alokowane i zwalniane, przy minimalnej interakcji użytkownika lub samego dostawcy usług.*

U podstaw rozwoju modelu przetwarzania chmurowego leżą usługi, ale nie tylko. Bardzo istotnym czynnikiem jest rozwój technologii wirtualizacji coraz powszechniej stosowanej w centrach przetwarzania danych. Wirtualizacja w tym wypadku oznacza oddzielenie sprzętu od oprogramowania warstwą pośredniczącą, dzięki czemu warstwa sprzętowa może być dynamicznie modyfikowana i konsolidowana. Wirtualizacja pozwala zwiększyć użycie zasobów sprzętowych, zachować ciągłość działania w czasie prac konserwacyjnych (np. wymiana sprzętu) oraz pomaga elastycznie zarządzać środowiskami systemowymi. Oprócz tego, na przetwarzanie chmurowe składają się rozwiązania takie jak: Web 2.0, AJAX (asyn-

chroniczna komunikacja przeglądarki z serwerem), przetwarzanie w sieciach obliczeniowych (*grid computing*) oraz modele dzierżawy oprogramowania i inne. Istotnym wyróżnikiem jest udostępnianie zasobów informatycznych za pośrednictwem sieci i rozliczanie za stopień ich wykorzystania, nie zaś za zakupione licencje.

Usługi świadczone w opisywanej w artykule architekturze mogą mieścić się w jednej z trzech warstw – infrastruktury, platformy programistycznej lub aplikacji.

W przypadku poziomu **aplikacyjnego** klient wykorzystuje tylko aplikacje i nie ma kontroli nad systemem operacyjnym, sprzętem czy infrastrukturą sieciową. Aplikacje posiadają interfejsy webowe dostępne przez usługi sieciowe. Przykładem mogą być rozwiązania zgodne z dyrektywą INSPIRE – serwery geoinformacyjne świadczące m.in. usługi WMS, WFS, CSW (ArcGIS Server, GeoServer, MapServer i in.). Innym przykładem są portale społecznościowe takie jak Facebook. Drugi poziom to warstwa platformy programistycznej, gdzie klient ma nadzór nad samą aplikacją i jej środowiskiem, ale nie kontroluje systemu operacyjnego, sprzętu czy urządzeń sieciowych, na których działają aplikacje. Wydaje się, że ten poziom jest najbardziej abstrakcyjny, dlatego posłużę się prostym przykładem napisanym w języku Ruby, umożliwiającym umieszczenie i upublicznienie statycznego pliku w pamięci masowej dostępnej za pomocą sieci Internet. Rolę komputera serwującego pliki w przypadku środowiska *Amazon* przejmuje usługa S3 (*Simple Storage Service*), którą można porównać do ogromnego serwera plików. Wybór tego rozwiązania jest związany z faktem, iż wiele firm w tym m.in. ESRI i Oracle nawiązuje współpracę z tym środowiskiem.

Oto kod przykładu:

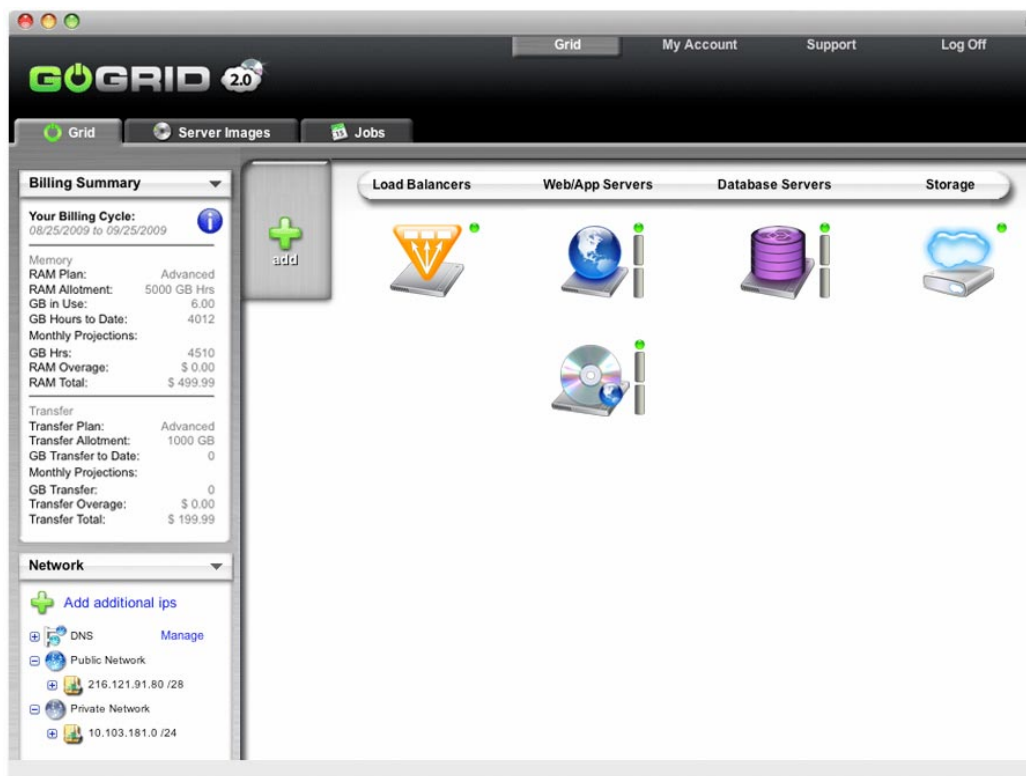
```
AWS::S3::S3Object.store (
  'plik.jpg',
  Open ('plik.jpg'),
  'katalog_publiczny',
  :Access => :public_read
)
```

i od teraz dostęp do pliku jest możliwy za pomocą:

```
http://s3.amazonaws.com/katalog_publiczny/plik.jpg
```

Korzyścią z takiego sposobu przechowywania pliku jest to, że na początku plik będzie dostępny dla 5 użytkowników, a w sytuacji gdy serwis (np. serwer map przechowujący w S3 swój cache) korzystający z udostępnianych danych stanie się bardziej popularny, dostępny będzie również dla miliona użytkowników, bez odczuwalnego wydłużenia czasu dostępu do pliku. Rozwiązanie problemu w jaki sposób zabezpieczyć wydajność systemu dla tak dużej liczby sesji użytkowników leży po stronie usługodawcy, a usługobiorca zostanie jedynie obciążony kosztami proporcjonalnymi do wykorzystania usługi.

W przypadku gdy klientowi oferuje się fundamentalne zasoby obliczeniowe czyli procesor, pamięć masową, komponenty sieciowe – mówimy o poziomie **infrastruktury**. Użytkownik takiej chmury kontroluje system operacyjny, pamięć masową, aplikacje oraz komponenty sieciowe, w tym zapory sieciowe, urządzenia do równoważenia obciążenia. Przykładem takiego rozwiązania jest serwis GoGrid, gdzie poprzez interfejs webowy można skonfigurować serwery aplikacyjne, bazy danych, a także zdefiniować potrzebne miejsce dyskowe. Na rysunku 1 znajduje się przykładowy interfejs zarządzania infrastrukturą IT (serwis GoGrid) przedstawiający: dwa serwery aplikacyjne (np. serwery WWW), jeden serwer bazodanowy, przestrzeń dyskową wykorzystywaną przez wszystkie serwery oraz sprzętowe równoważenie obciążenia.



Rys. 1. Serwis GoGrid udostępniający zasoby sprzętowe przez interfejs webowy w modelu przetwarzania chmurowego

Możliwe jest również połączenie dwóch poziomów np. aplikacyjnego i platformy programistycznej, przykładowo w usłudze OGC *Web Processing Service*. OGC WPS to protokół przygotowany w celu zdalnego wykonywania operacji na danych przestrzennych. WPS może oferować obliczenia tak proste, jak przetwarzanie informacji posiadających określoną lokalizację przestrzenną lub którym można umownie przypisać położenie przez dowiązanie do obszaru (np. wyznaczenie różnicy w natężeniu występowania grypy dla dwóch różnych sezonów) oraz bardziej skomplikowanych – jak globalne zmiany klimatyczne na Ziemi. Może również być wykorzystywany w połączeniu z innymi protokołami (WMS oraz WFS) przy działaniach na zdjęciach cyfrowych (np. przy konwersji na postać wektorową w formacie GML). Wszystko zależy od tego jaki zestaw algorytmów podłączony jest do usługi od strony serwera. Rysuje się tutaj szczególna rola dla przetwarzania chmurowego, gdyż tworzy dla systemów geoinformacyjnych zupełnie nowe perspektywy, dotychczas dostępne jedynie dla dużych centrów obliczeniowych. Oprócz wizualizacji oraz wyszukiwania, systemy geoinformacyjne otwierają się na możliwości zaawansowanego modelowania oraz analiz dostępnych przez sieć, takich jak zapytania przestrzenne, zapytania atrybutowe, generowanie buforów itp.

Przetwarzanie chmurowe w praktyce

Zarówno bazy danych Oracle jak i SQL Server¹, a także oprogramowanie ESRI, będące podstawą bardzo wielu systemów GIS, od jakiegoś czasu rozpoczęły współpracę z największym dostawcą przetwarzania chmurowego – Amazon Web Services (AWS). Efektem współpracy jest możliwość uruchomienia zarówno bazy danych Oracle, jak i oprogramowania ESRI, w chmurze AWS, przez wgranie i uruchomienie odpowiednio przygotowanych obrazów systemów operacyjnych wraz z zainstalowanym oprogramowaniem. W praktyce wygląda to bardzo podobnie jak uruchomienie wirtualnej maszyny na komputerze stacjonarnym. Możliwe jest dzięki temu dynamiczne zarządzanie przydzielonymi do wspomnianego oprogramowania zasobami. Ważnym elementem wpływającym na rozwój przetwarzania chmurowego jest fakt, iż zdecydowana większość firm nie wymaga od użytkownika końcowego konieczności zmiany zasad licencjonowania. Można zatem wykorzystać posiadaną licencję w chmurze Amazon. Należy przypuszczać, iż w przyszłości na pewno zostanie rozszerzona współpraca największych na rynku dostawców oprogramowania dla systemów GIS z kolejnymi dostawcami przetwarzania chmurowego.

Hosting sprawdzonych rozwiązań serwerowych, opartych na dobrze przetestowanej platformie przetwarzania chmurowego, zapewnia większą niezawodność i wydajność niż uruchamianych na własnym sprzęcie. Największe korzyści z zastosowania oprogramowania w chmurze są następujące: przeniesienie odpowiedzialności za funkcjonowanie infrastruktury (w zakresie tworzenia kopii zapasowych, aktualizacji oprogramowania, właściwej konfiguracji, dostępności oraz odporności na uszkodzenia) na jego dostawcę; sposób rozliczania wynikający z jej użycia (opłata wynika ze zużytej powierzchni dyskowej lub wykorzystywanego transferu sieciowego). Wszystko to pozwala skupić się na funkcjonalności, a nie na infrastrukturze. Zysk jest bardzo duży, zwłaszcza dla podmiotów których nie stać na utrzymanie wykwalifikowanej kadry informatycznej. Jest to szczególnie istotne dla podmiotów publicznych, dla których zatrudnienie osób właściwie wykwalifikowanych jest zbyt dużym obciążeniem finansowym.

Rozwój przestrzennej bazy danych w UMWM

Od czasu powstania, czyli po reformie administracyjnej w 1999 r., Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego tworzy i rozwija przestrzenną bazę danych. Na początku był to przejęty dorobek Komputerowego Atlasu Województwa Krakowskiego (KAWK). W związku z tym, że zasięg obszarowy KAWK stanowił około 20% województwa, podjęto decyzję budowania na jego podstawie „nowego atlasu”. Zaczęto opracowywać relacyjno-obiektową bazę danych w zakresie: komunikacji drogowej, kolejowej, sieci rzecznej wraz ze zbiornikami, lasów, osadnictwa oraz nazewnictwa. Warstwą wiodącą była sieć drogowa, ponieważ – wskazana jako jeden z najważniejszych elementów w Strategii Rozwoju Województwa – miała być wsparciem dla zadań województwa oraz kształtować rozwój sieci drogowej. Tworzona baza, rozszerzała KAWK nie tylko terytorialnie, ale również pod względem liczby atry-

¹ Przykładem pełnego wykorzystania przetwarzania chmurowego serwera SQL jest geoportal „Eye on Earth” (<http://eyeonearth.eu/>), uruchomiony przez Europejską Agencję Ochrony Środowiska wspólnie z firmą ESRI, prezentujący aktualny stopień zanieczyszczenia powietrza i wód powierzchniowych w 32 krajach będących członkiem EEA.

butów przyporządkowanych dla poszczególnych obiektów. Przykładowo, drogi krajowe, wojewódzkie i powiatowe opisano za pomocą 26 atrybutów. Baza była rozwijana, podlegała przeobrażeniom odpowiadającym technologiom dostępnym w tamtym czasie.

Baza Danych Obiektów Topograficznych to wielozadaniowy system informacyjny, tworzony przez krajową służbę geodezyjną i kartograficzną od podstaw. Głównym zadaniem jest wytwarzanie, przechowywanie w postaci cyfrowej i rozpowszechnianie znormalizowanych, urzędowo uwierzytelnionych danych topograficznych. Baza Danych Topograficznych (TBD) to zasób podstawowy i kartograficzny, który tworzą 4 części: 1) wektorowa baza danych topograficznych (komponent TOPO); 2) baza cyfrowych ortofotomap (komponent ORTO); 3) baza numerycznego modelu rzeźby terenu (komponent NMT), jako zasób podstawowy; 4) cyfrowa mapa topograficzna w skali 1:10 000 w standardzie TBD, jako zasób kartograficzny. W województwie małopolskim, od roku 2002, Baza Danych Obiektów Topograficznych tworzona była zarówno w pełnym zakresie komponentów, jak i z kompletnym wykazem atrybutów dla komponentu TOPO. Już w 2002 r. opracowano 15 arkuszy map z pełnego zakresu TBD dla obszaru powiatu oświęcimskiego. Obecnie w większości województw, TBD wykonywana jest nadal jedynie w części wektorowej bazy danych (komponentu TOPO).

Budowa systemu udostępniającego bazę danych przestrzennych

W 2006 r. Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego (UMWM) wystąpił z inicjatywą utworzenia systemu informacji przestrzennej związanej z regionem o nazwie Małopolska Infrastruktura Informacji Przestrzennej (MIIP). System obejmuje utrzymanie serwisów, przetwarzanie danych zarówno przestrzennych jak i nieprzestrzennych. Aplikacja będzie udostępniała poprzez interfejs webowy bazę danych przestrzennych (omówioną w poprzednim rozdziale). System w ograniczonym zakresie będzie dostępny publicznie. W szerszym zakresie będzie dostępny dla pracowników Urzędu Marszałkowskiego oraz organizacjom, z którymi Urząd podpisze stosowne porozumienia o współpracy. Efektem tej współpracy będzie system udostępniający i agregujący dane pochodzące z wielu instytucji w trybie rzeczywistym. UMWM zamierza stworzyć platformę, dzięki której mniejsze ośrodki, nie posiadające infrastruktury GIS (np. gmina, dla której zakup desktopowych aplikacji GIS jest poważną barierą), będą mogły wykorzystywać i publikować dane przestrzenne.

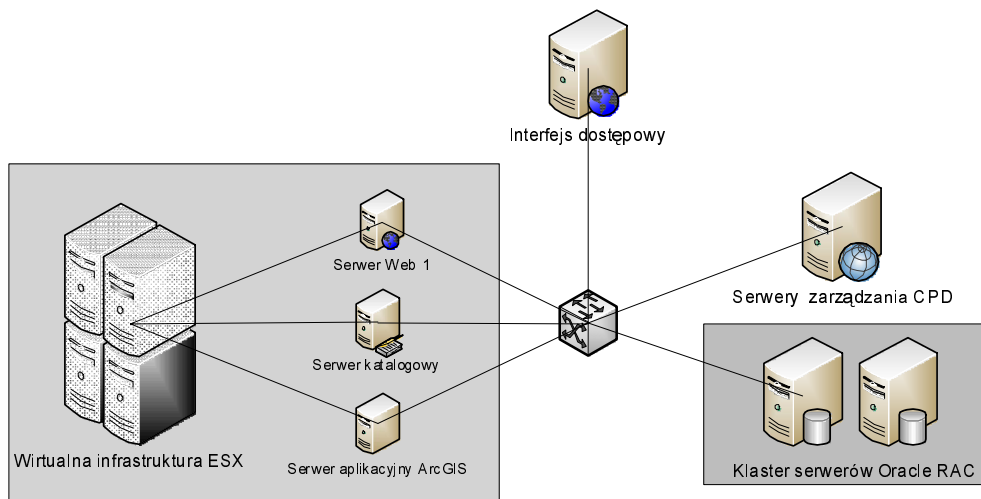
Etapy budowy systemu MIIP

Pierwszym etapem budowy Małopolskiej Infrastruktury Informacji Przestrzennej było zaprojektowanie Centrum Przetwarzania Danych na poziomie sprzętowym. Wynikiem jest **skalowalne środowisko sprzętowe** zawierające: warstwę fizycznych urządzeń sieciowych, warstwę serwerów, macierzy dyskowych oraz innych urządzeń związanych z bezpiecznym funkcjonowaniem systemu.

Kolejnym etapem prac będzie utworzenie wirtualnego środowiska za pomocą systemu, dzięki któremu zostanie uzyskany bardzo wysoki poziom użycia wszystkich zasobów. Jedynie w przypadku bazy danych Oracle, z uwagi na specyfikę licencjonowania oraz zaplanowaną wydajność, nie zostanie zastosowana technologia wirtualizacji. W jej przypadku

skalowalność zostanie osiągnięta na poziomie bazy danych, przy użyciu technologii klastrowania Oracle RAC.

W następnym etapie zostanie przeprowadzona instalacja i konfiguracja serwerów aplikacji oraz serwerów baz danych, w utworzonym wcześniej środowisku systemowym. Dzięki temu powstanie rodzaj geoportalu agregującego wiele usług oraz umożliwiającego ich użycie zgodnie z potrzebami użytkowników. Architektura systemu będzie miała postać warstwową. Warstwą najwyższą będzie warstwa dostępową z przyjaznym interfejsem użytkownika. Interfejs graficzny będzie zawierał: klienta usług katalogowych (wyszukiwanie, podgląd i pobranie metadanych) oraz klienta usług geoprzestrzennych (konfigurowalna i interakcyjna przeglądarka danych przestrzennych). Kolejną warstwą będzie warstwa brokerska, pośrednicząca pomiędzy usługami a warstwą dostępową. W pierwszej fazie działania systemu udostępnione zostaną najbardziej popularne usługi geoinformacyjne w architekturze SOA czyli: WMS, WFS oraz CSW zgodnie ze standardami OGC. Na tym etapie prac, dostęp do systemu będzie możliwy w modelu rozproszonym. Rysunek 2 przedstawia schemat tego systemu.



Rys. 2. Schemat architektury systemu MIIP

Warstwa przetwarzania chmurowego

Ostatnim etapem budowy MIIP będą prace związane z budową architektury przetwarzania chmurowego. Utworzona zostanie infrastruktura na poziomie aplikacyjnym, za pomocą której, przy użyciu przeglądarki internetowej, możliwe będzie zbudowanie systemu prezentującego dane konkretnej jednostki, zgodnie z zaleceniami dyrektywy INSPIRE. Dzięki odpowiednim systemom możliwe będzie zdalne konfigurowanie, zarządzanie oraz rozliczanie usługobiorców z wykorzystywanych przez nich zasobów. Podstawową korzyścią z takiego rozwiązania będzie stworzenie platformy wymiany danych pomiędzy jednostkami administracyjnymi gmin, powiatów i województwa. Komunikacja taka da podstawę do zbudowania jednorodnej i spójnej bazy danych przestrzennych dla całego województwa, na poszczególnych szczeblach administracyjnych. Z punktu widzenia mniejszych ośrodków, przestaną

mieć znaczenie problemy z zakupem, aktualizacją i odpowiednim zabezpieczeniem oprogramowania systemowego, aplikacyjnego. Każda jednostka samodzielnie zdefiniuje dane, będzie koordynować ich wprowadzanie oraz aktualizację na bezpiecznej i dostępnej w modelu 24/7 technologii. Takie rozwiązanie wpłynie na szybsze i łatwiejsze stworzenie własnego serwisu geoinformacyjnego, bez konieczności stosowania procedur przetargowych w poszczególnych jednostkach.

Oprócz platformy aplikacyjnej, planowane jest udostępnianie w przyszłości podmiotom publicznym platformy sprzętowej, dzięki której możliwe będzie uruchomienie własnej instancji ArcGIS Servera oraz bazy danych Oracle na chmurze obliczeniowej udostępnianej przez Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego. Zasada działania będzie zbliżona do tej, którą wykorzystuje Amazon Web Services. Za pośrednictwem interfejsu webowego udostępniany będzie dostęp do chmury obliczeniowej Urzędu. Możliwe będzie utworzenie odpowiedniego obrazu systemu GIS oraz przydzielenia mu odpowiednich zasobów sprzętowych (procesorów, pamięci, przestrzeni dyskowej, pasma sieciowego). Następnie, po dostosowaniu konfiguracji do potrzeb użytkownika, możliwe będzie wykorzystanie interfejsu do przetwarzania i udostępniania określonych danych GIS. Całość procesu nie powinna być dłuższa niż kilka godzin. W sytuacji gdy utworzony system miałby zbyt małą liczbę zaalokowanych zasobów, możliwy będzie ich dynamiczny przydział.

Następnym etapem prac, który będzie wymagał dalszych badań oraz szerszego opracowania, jest poziom **platformy programistycznej** w tworzonej infrastrukturze. Od niedawna mówi się o współpracy ESRI i Oracle z Amazon Web Services. Usługi ESRI oraz Oracle będą oferowane na poziomie przetwarzania chmurowego. Idąc w tym kierunku, system MIIP może być udostępniony jako usługa w chmurze obliczeniowej, z intuicyjnym interfejsem dla popularnych języków programowania, takich jak Python czy Java. Zbędne będzie tworzenie jakichkolwiek serwerów, gdyż przy użyciu odpowiedniego interfejsu programistycznego możliwy będzie elastyczny dostęp do zobrażeń mapowych, a także zbioru analiz, które na nim będzie można wykonać. Są to jednak perspektywy na najbliższe lata. Do tego czasu planowane jest wykorzystanie chmury obliczeniowej m.in. do udostępniania usług przestrzennych zgodnych z OGC, dla magazynowania skafelkowanych danych rastrowych celem ich udostępniania podmiotom zewnętrznym.

Zakończenie

W artykule została przedstawiona technologia przetwarzania chmurowego jako odpowiedź na rosnące zapotrzebowanie na szybki i elastyczny dostęp do aktualnej informacji przestrzennej. W związku ze specyfiką danych cyfrowych (duża objętość danych) opisana technologia ma szczególne uzasadnienie, gdyż wiele istniejących projektów tego typu napotyka na problemy z odpowiednią wydajnością i przepustowością. Ciekawym przykładem zaimplementowania usług przetwarzania chmurowego w systemach geodezyjnych może stać się Małopolska Infrastruktura Informacji Przestrzennej tworzona przez Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, gdyż będzie to jeden z pierwszych systemów udostępnionych w takim modelu w Polsce. Zastosowanie modelu IaaS (*Infrastructure as a Service*) stworzy możliwości efektywnego wykorzystania Centrum Przetwarzania Danych UMWM tworzonych na potrzeby tego projektu, a także umożliwi jego szybką implementację w ośrodkach partnerskich.

Literatura

- Bujakowski K., Mierzwa W., Pyka K., 1998: Komputerowy Atlas Województwa Krakowskiego. VIII Konferencja PTIP „Systemy Informacji Przestrzennej” t. 2: 194-202.
- Kubik T., 2009: GIS Rozwiązania sieciowe, PWN, Warszawa.
- Longley P., Goodchild M., Maguire D. Rhind D., 2006: GIS. Teoria i praktyka, PWN, Warszawa.
- <http://innovativegis.com/basis/MapAnalysis/Topic27/Topic27.htm>
- <http://aws.amazon.com/solutions/global-solution-providers/oracle/>
- <http://www.esri.com/partners/alliances/amazon/index.html>
- http://www.oracle.com/technology/tech/cloud/demos/oracle_on_ec2_viewlet_swf.htm

Abstract

At the beginning of their evolution, Geographic Information Systems (GIS) were simply paper maps converted into digital format. After that, through the use of object-relational databases and by making the most of the fast growing Information Technology, Geographic Information Systems have become available to a wide range of users. The systems built were dedicated to efficient processing of large quantity of data rather than to fast and impressive presentation to a large number of users. The existing methods of spatial data sharing have become insufficient in the face of growing demand for high-speed network access and uniform global spatial information. The Interoperability Methodology strongly promoted by INSPIRE opened GIS systems to the idea of distributed systems. The co-operation between various GIS technology providers has become possible, but also it has paved the way to new prospects of the availability of GIS systems. The so called Service Oriented Architecture (SOA) or, in other words, a modern method of creation and management of information systems has become the technical response to the above requirements. The publication of the study conducted as part of the OGC (Open Geospatial Consortium, Inc) and other technical committees connected with geoinformation was another important event. The use of OGC standards and SOA technologies opened up new opportunities for collaboration, cost reduction, ability to respond to changes (e.g. of the versions of standards). The SOA model enables sharing of hardware and software resources, called Cloud Computing. Apart from the SOA architecture, the basis for the development of Cloud Computing model is Virtualization Technology. Virtualization enables to increase the utilization of hardware resources, to maintain continuity of operations during maintenance works (e.g. equipment replacement) and helps to manage system environments in a flexible manner. Cloud Computing may be considered on three planes: applications available via web browser (SaaS – Software as a Service), applications and tools available via the Internet as a type of software platform (PaaS – Platform as a Service), servers, storage, and equipment delivered as a service (IaaS – Infrastructure as a Service). Using Data Processing Centres built in the IaaS model to handle GIS systems may become a turning point in terms of their performance and scalability, and the PaaS model in terms of simplicity of implementation. Using the discussed technology it is possible to design and implement a scalable system of Spatial Information with the use of a web browser. Thanks to the development of the technology under discussion and the use of appropriate programming interfaces, it will be possible to publish and process large volumes of GIS data and sharing them with any applications without the necessity to have one's own Spatial Information Infrastructure.

The Małopolskie Region Spatial Information Infrastructure system (abbreviated in Polish as MIIP) implemented in the Marshal's Office of the Małopolskie Voivodeship will be one of the first projects in Poland based on the IaaS model system. The architecture of modern Spatial Information Infrastructure has been shown on the example of MIIP with particular focus on the SOA approach and the Cloud Computing model. The aim of the project is not only to provide services giving access to spatial data but also to the whole Infrastructure of Spatial Information delivered as a service. As a result, the entities cooperating with the Marshal's Office of the Małopolskie Voivodeship (such as municipalities) will be able to easily co-create, by way of relevant agreements, a uniform spatial information system without incurring the costs associated with maintaining own infrastructures. The result of this cooperation could be a coherent spatial database for the entire area of the Voivodeship.

mgr inż. Łukasz Wojnowski
admin@geomalopolska.pl