

# Maciej Roszkowski

---

## Model chmury obliczeniowej jako narzędzie społeczeństwa informacyjnego

---

Ekonomiczne Problemy Usług nr 105, 59-67

---

2013

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

*MACIEJ ROSZKOWSKI*

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

## MODEL CHMURY OBLICZENIOWEJ JAKO NARZĘDZIE SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO

### **Wprowadzenie**

W celu łączności z usługami różnych dostawców społeczeństwo informacyjne wykorzystuje różnego rodzaju urządzenia elektroniczne. W ten sposób słucha muzyki, czyta książki, ogląda zdjęcia i filmy, pomimo tego, że ich fizycznie nie posiada. Wszystkie te możliwości oraz wiele innych, w postaci usług dostępu do danych za pośrednictwem aplikacji, są udostępniane w chmurach przez dostawców usług. Chmura obliczeniowa staje się podstawowym narzędziem dystrybucji usług dla społeczeństwa informacyjnego.

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie drogi, jaką mają przed sobą przedsiębiorstwa udostępniające usługi w chmurze. W miarę rozwoju nowych technologii usług w chmurze będzie przybywać, a coraz powszechniejszy płatny dostęp do usług w chmurze zapewni niezbędne fundusze umożliwiające przejście drogi od chmury publicznej, poprzez prywatną aż do hybrydowej.

### **1. Pojęcie chmury obliczeniowej**

Chmura obliczeniowa jest to model wykorzystania zasobów informatycznych w postaci usług dostarczanych poprzez sieć komputerową. Poprzez zasoby informatyczne należy rozumieć procesor, pamięć RAM, przestrzeń dostępną dla danych, sieć komputerową, urządzenia wejścia-wyjścia i wszystkie inne komponenty potrzebne do współdziałania w ramach serwera. Każdy zasób może być dostępny na określonym poziomie, np.: szybkość procesora, wielkość pamięci RAM, wielkość

przestrzeni dostępnej dla danych, szerokość pasma sieci komputerowej. Dostęp poprzez sieć komputerową oznacza, że nie jest ważna fizyczna lokalizacja zasobów informatycznych, jedynie przepustowość łączy sieci komputerowej. Termin ‘chmura’ pochodzi od graficznego przedstawiania funkcjonowania architektury rozwiązań sieciowych połączonych z Internetem w postaci chmury.

Model chmury obliczeniowej można scharakteryzować ze względu na następujące kryteria<sup>1</sup>:

- samoobsługa na żądanie (ang. *on-demand self-service*) – klient ma możliwość samodzielnego określenia poziomu zasobów chmury obliczeniowej i skorzystania z tak określonych zasobów obliczeniowych w sposób automatyczny, bez potrzeby interwencji usługodawcy chmury obliczeniowej;
- swobodny dostęp poprzez sieć (ang. *broad network access*) – klient ma możliwość dostępu do zasobów chmury obliczeniowej z dowolnego miejsca na świecie oraz z dowolnego urządzenia z dostępem do Internetu;
- agregacja zasobów (ang. *resource pooling*) – zasoby chmury obliczeniowej są łączone w pulę zasobów, z których każda pula umożliwia dynamiczne przyznawanie i zwalnianie zasobów w zależności od potrzeb klientów;
- natychmiastowa elastyczność (ang. *rapid elasticity*) – chmura obliczeniowa umożliwia szybkie zastrzeżenie i dostarczanie zasobów oraz automatyczne skalowanie adekwatnie do zapotrzebowania klientów (klient powinien odczuwać wrażenie, że pula zasobów jest niczym nieograniczona);
- mierzalność usługi (ang. *measured service*) – chmura obliczeniowa umożliwia: monitoring, kontrolę, pomiar i raportowanie wykorzystania zasobów w celu przejrzystego rozliczania się z klientem.

## 2. Rodzaj dostarczanych usług

Model SPI różnicuje chmury obliczeniowe ze względu na rodzaj dostarczanych usług<sup>2</sup>. Nazwa SPI to akronim od skrótowców: SaaS, PaaS, IaaS.

### **Dostarczanie zasobów infrastrukturalnych jako usługa**

Infrastruktura jako usługa (ang. *Infrastructure as a Service*, IaaS) to model dostarczania klientowi infrastruktury informatycznej (rys. 1). W skład infrastruktury informatycznej wchodzi: **infrastruktura sieciowa** – urządzenia sieciowe (routery, przełączniki, zapory sieciowe), **zasoby dyskowe** – pamięć masowa w technologii NAS, SAN, iSCSI z wieloma dyskami działającymi w technologii RAID, **platforma sprzętowa** – fizyczny serwer, którego zasoby spełniają wymogi danego

<sup>1</sup> P. Mell, T. Grance: *The NIST Definition of Cloud Computing*, NIST Special Publication 800-145, 2011, s. 2.

<sup>2</sup> C. Baun, M. Kunze, J. Nimis, S. Tai: *Cloud Computing, Web-Based Dynamic IT Services*, Springer-Verlag, Berlin 2011, s. 15-22.

producenta, przedstawione w postaci listy zgodności sprzętu (ang. *Hardware Compatibility List* – HCL), **wirtualizacja** – hipernadzorca zainstalowany na fizycznym serwerze, który umożliwia zarządzanie serwerami wirtualnymi w postaci maszyn wirtualnych<sup>3</sup>.

Dostawca IaaS jest odpowiedzialny za prawidłowe funkcjonowanie infrastruktury informatycznej. Klient IaaS dba o zainstalowaną przez siebie platformę programową i aplikacje. Sprzedawca usług IaaS udostępnia panel zarządzający, w którym klient może sobie dobrać infrastrukturę informatyczną o żądanym poziomie zasobów (w postaci środowiska maszyny wirtualnej). Podczas wyboru poziomu zasobów najczęściej wybiera również system operacyjny, który będzie preinstalowany na wirtualnym serwerze. Tak skonfigurowany wirtualny serwer jest klonowany z istniejącego szablonu serwerów wirtualnych i jest gotowy do pracy w ciągu kilku minut.

Użycie maszyny wirtualnej niesie z sobą zalety wynikające ze specyfiki rozwiązań wirtualnych: skalowalność, wysoka dostępność, a klient płaci tylko za faktycznie zużytą moc serwerów. Dostarczanie fizycznej infrastruktury informatycznej (w odróżnieniu od wirtualnej infrastruktury informatycznej) było znane już wcześniej pod nazwą hostingu. Przykładem IaaS jest rozwiązanie Amazon Elastic Compute Cloud (EC2).

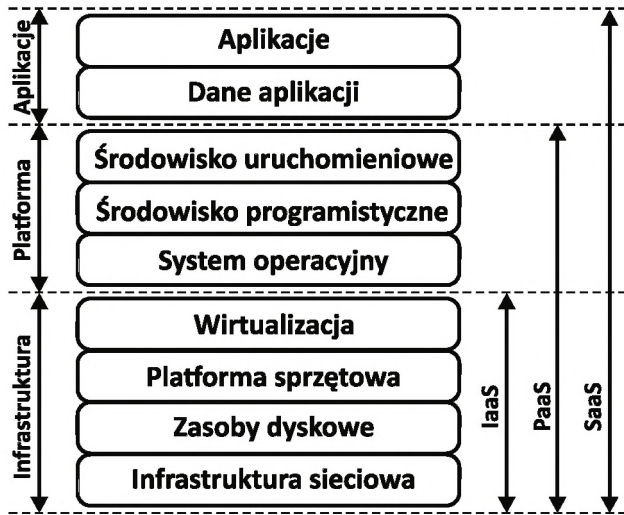
### **Dostarczanie platform programowych jako usługa**

Platforma jako usługa (ang. *Platform as a Service* – PaaS) to model dostarczania klientowi platformy programowej (rys. 1). W skład platformy programowej wchodzi: **system operacyjny** – oprogramowanie zarządzające zasobami serwera wirtualnego, **środowisko uruchomieniowe** – zespół funkcji umożliwiających właściwą interpretację i uruchamianie aplikacji, **środowisko programistyczne** – zespół narzędzi umożliwiających tworzenie i modyfikowanie kodu źródłowego aplikacji.

Dostawca PaaS jest odpowiedzialny za prawidłowe funkcjonowanie infrastruktury informatycznej oraz platformy programowej, klient dba o zainstalowane przez siebie aplikacje. Sprzedawca usług PaaS dostarcza serwer wirtualny z zainstalowanym systemem operacyjnym oraz wstępnie skonfigurowane środowisko programistyczne i uruchomieniowe dostępne do wykorzystania dla programistów. Klient ma uprawnienia administratora maszyny wirtualnej, a więc może doinstalować potrzebne moduły, przekonfigurować swoje środowisko, dostosowując je do swoich potrzeb oraz umieścić na serwerze swoją aplikację, nad którą pracuje, i jej dane. W ten sposób klient otrzymuje gotowe środowisko do tworzenia wysoko wydajnych i skalowalnych serwisów i aplikacji internetowych, portali korporacyjnych, systemów baz danych, serwerów gier online, sklepów internetowych. Przykładem PaaS jest rozwiązanie Microsoft Windows Azure.

---

<sup>3</sup> M. Roszkowski: *Wpływ wirtualizacji środowiska informatycznego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa*, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, Bydgoszcz 2011, t. 57, s. 225-236.



Rys. 1. Model SPI chmury obliczeniowej

Źródło: opracowanie własne.

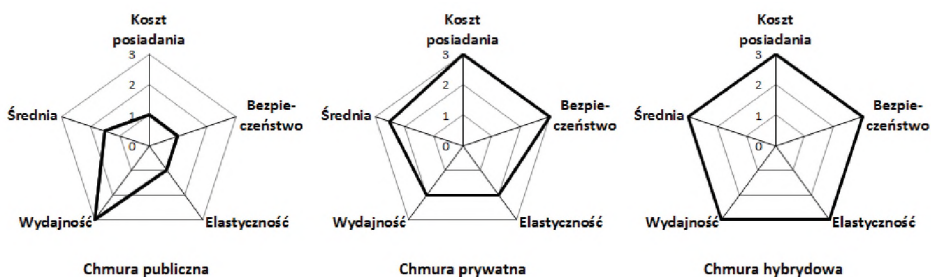
### Dostarczanie oprogramowania jako usługa

Oprogramowanie jako usługa (*Software as a Service*, SaaS) to model dostarczania klientowi aplikacji użytkowych (rys. 1). Wyróżnia się następujące komponenty aplikacji użytkowych: **aplikacja właściwa** – program komputerowy (najczęściej aplikacja internetowa) zainstalowany i skonfigurowany do funkcjonowania na serwerze, który może zostać uruchomiony na komputerze klienta poprzez określony interfejs (najczęściej przeglądarkę internetową), **dane aplikacji** – zbiór informacji potrzebnych do funkcjonowania aplikacji zapisanych zgodnie z określonymi regulami (najczęściej w postaci bazy danych).

Dostawca SaaS jest odpowiedzialny za prawidłowe funkcjonowanie wszystkich elementów dostarczanej usługi: infrastruktury informatycznej, platformy programowej, aplikacji użytkowych. Dla klienta usługa jest dostarczana najczęściej za pośrednictwem przeglądarki internetowej, bez potrzeby instalacji na stacji klienckiej żadnego dodatkowego oprogramowania. Klient nie musi zdawać sobie sprawy, na jakiej infrastrukturze informatycznej funkcjonuje aplikacja ani w jakiej technologii została zaprojektowana przez programistów. Usługi, z których klienci często korzystają w tym modelu, to poczta elektroniczna i serwery aplikacji zewnętrznych. Przykładem SaaS są rozwiązania: Microsoft Office Web Apps, Google Apps, Go-Grid.

### 3. Klasyfikacja chmur obliczeniowych

Klasyfikacja chmur obliczeniowych ze względu na lokalizację chmury zakłada istnienie 3 rodzajów chmur: publicznej, prywatnej, hybrydowej.



Rys. 2. Porównanie chmury publicznej, prywatnej i hybrydowej w kontekście cech charakterystycznych każdej z nich (koszt posiadania, bezpieczeństwo, elastyczność, wydajność). Każda oś na wykresie prezentuje natężenie danej cechy: 0 – brak, 1 – niskie, 2 – średnie, 3 – wysokie)

Źródło: opracowanie własne.

#### Chmura publiczna

Chmura publiczna (ang. *public cloud*) to model dostępu do zasobów obliczeniowych za pośrednictwem Internetu przeznaczony dla klienta masowego.

Elementy wykorzystywane do świadczenia usług chmury publicznej (infrastruktura informatyczna, platforma programowa, aplikacje użytkowe) mogą się znajdować w siedzibie dostawcy usług lub być udostępniane przez oddzielnych operatorów w swoich centrach danych.

Chmury publiczne są ogólnodostępne. Klient płaci za stopień wykorzystania infrastruktury, ale nie ponosi żadnych dodatkowych nakładów inwestycyjnych w momencie rozpoczęcia użytkowania. W przypadku większych potrzeb niż zakładane klient może zwiększyć zasoby informatyczne, kupując potrzebną moc obliczeniową. W zależności od platformy programowej większość zasobów może zostać dodana w locie, bez potrzeby ponownego startu maszyn wirtualnych i serwerów usług. Wszystkie operacje dotyczące obsługi płatności z dostawcą i zarządzania zasobami są wykonywane automatycznie za pośrednictwem portalu zarządzającego chmurą.

Wiele firm konkuruje między sobą, oferując usługi chmury publicznej dla przedsiębiorstw (Microsoft, Google, Amazon, Rackspace, Salesforce.com). Usługi chmury publicznej są w ograniczonej formie dostępne również dla osób prywatnych. Typowym przykładem dosyć ograniczonej, ale za to bezpłatnej chmury publicznej są usługi darmowej poczty elektronicznej (np. Microsoft Hotmail, Google Gmail), wirtualny dysk (np. Windows Live SkyDrive, Google Drive).

Cechy chmury publicznej są przedstawione na rysunku 2. Ideą wykorzystania chmury publicznej przez przedsiębiorstwo jest **niska elastyczność** systemów informatycznych przy **niskim koszcie posiadania**. Dostawca usług chmury publicznej nie może sobie pozwolić na elastyczne dostosowanie swojego środowiska do wymogów wszystkich przedsiębiorstw aktualnie korzystających z jego rozwiązań. Dlatego też bardzo często zastosowane rozwiązania chmury publicznej nie są wystarczająco elastyczne w stosunku do potrzeb wszystkich przedsiębiorstw. Dużą zaletą jest fakt, że przedsiębiorstwo nie musi utrzymywać kosztownej infrastruktury informatycznej oraz ponosić dodatkowych kosztów związanych z jej skomplikowaną obsługą. Może dostosować wydatki związane z wykorzystaniem aplikacji użytkowych do swojej aktualnej sytuacji biznesowej. W miarę rozwoju przedsiębiorstwa może ono zwiększać poziom zasobów środowiska obliczeniowego albo redukować zasoby w przypadku słabej koniunktury. **Wysoką wydajność** środowiska obliczeniowego możemy uzyskać niższym kosztem, niż gdyby przedsiębiorstwo miało poszerzyć moc obliczeniową swojego własnego środowiska informatycznego. Wydajność chmury publicznej jest ograniczona jedynie budżetem przedsiębiorstwa. **Niskie bezpieczeństwo** chmury publicznej może budzić niepokój kadry zarządzającej, gdyż dane przedsiębiorstwa (stanowiące często o jego przewadze konkurencyjnej) są przechowywane na zewnętrznych serwerach poza siedzibą firmy, razem z danymi innych klientów. Bezpieczeństwo danych zgromadzonych w chmurze jest zależne od szybkiego reagowania na pojawiające się zagrożenia (ze względu na ujawniane dziury w zabezpieczeniach), a także jest zależne od redundancji stosowanych rozwiązań sprzętowych. Bezpieczeństwo chmury publicznej jest zapewnione poprzez umowę o świadczenie usług, spełniane przez dostawcę usług światowe standardy zarządzania bezpieczeństwem i uzyskane odpowiednie certyfikaty.

Naturalną drogą w przypadku rozwoju przedsiębiorstwa jest przejście do chmury prywatnej. Niesie to za sobą o wiele wyższe koszty posiadania zasobów obliczeniowych, ale wiąże się z wyższą elastycznością (dostosowaniem środowiska do potrzeb przedsiębiorstwa) oraz wyższym poziomem bezpieczeństwa.

### **Chmura prywatna**

Chmury prywatne (ang. *private cloud*) to model dostępu do zasobów obliczeniowych za pośrednictwem chronionego kanału sieci komputerowej, przeznaczony wyłącznie dla pracowników danego przedsiębiorstwa, ich partnerów biznesowych i spółek zależnych.

Dostęp do infrastruktury informatycznej, platformy programowej i aplikacji użytkowych jest możliwy poprzez zabezpieczony kanał sieci komputerowej, w celu zapobiegania nieuprawnionym próbom dostępu do zasobów. Poszczególne komponenty chmury publicznej znajdują się w siedzibie organizacji. Czasami dodatkowo poza główną siedzibą przedsiębiorstwa znajduje się serwerownia z identycznym wyposażeniem i aktualizowaną na bieżąco zapasową chmurą prywatną.

Skala przedsięwzięcia wyklucza implementację chmury prywatnej w małej firmie. Najczęściej z chmury prywatnej korzystają duże przedsiębiorstwa, które ze względów prawnych, bezpieczeństwa danych czy też wysokiej elastyczności nie mogą sobie pozwolić na kompromisy. Zarządzanie chmurą prywatną na poziomie swoich uprawnień pracowniczych jest możliwe poprzez portal zarządzający. Pracownik może w sposób w pełni zautomatyzowany w czasie kilku minut stworzyć nowe środowisko do testów, utworzyć kopię środowiska już istniejącego lub zapisać aktualny stan środowiska.

Wielu producentów ma w swoim portfolio oprogramowanie umożliwiające zbudowanie chmury prywatnej. Firma Microsoft promuje produkt System Center 2012 w połączeniu z systemem operacyjnym Windows Server 2012 i rolą serwera Hyper-V. Firma VMware promuje z kolei produkt VMware vCloud Suite.

Cechy chmury prywatnej są przedstawione na rysunku 2. Nieodłączną cechą chmury prywatnej są bardzo **wysokie koszty posiadania**. Koncepcja chmury prywatnej powinna uwzględniać: projekt architektury lub adaptacji istniejącej architektury, zakup sprzętu z możliwością przyszłej rozbudowy, zakup platformy programowej i stosowną liczbą licencji, zakup aplikacji użytkowych, wdrożenie infrastruktury sprzętowej, platformy programowej i aplikacji użytkowych oraz utrzymanie wyspecjalizowanej kadry administrującej chmurą prywatną. System informatyczny zaprojektowany na potrzeby danego przedsiębiorstwa cechuje **średnia elastyczność**, ponieważ podczas tworzenia będzie mógł być dopasowywany do potrzeb przedsiębiorstwa, ale nie aż tak dobrze jak w przypadku chmury hybrydowej, gdyż jest ograniczony własną infrastrukturą informatyczną. Chmurę prywatną cechuje **średnia wydajność**, gdyż pomimo dużych nakładów finansowych z czasem sprzęt informatyczny odstaje wydajnością od stale modernizowanego sprzętu chmur publicznych. Dodatkowo w przypadku chmury prywatnej nie ma żadnego nacisku na modernizację środowiska informatycznego, co w chmurze publicznej jest standardem, gdyż rynek może bardzo szybko zareagować na lepszą ofertę konkurencji. **Wysokie bezpieczeństwo** chmury wynika z dużej świadomości wyspecjalizowanej kadry administracyjnej oraz specyfiki fizycznej lokalizacji chmury prywatnej (siedziba przedsiębiorstwa). Podczas projektowania architektury sieciowej chmury prywatnej jest ona dostosowywana do istniejących w przedsiębiorstwie rozwiązań w zakresie polityki bezpieczeństwa. Kadra zarządzająca cały czas podnosi swoje kwalifikacje w zakresie świadomości potencjalnych zagrożeń, śledząc aktualne biuletyny bezpieczeństwa dostawców sprzętu i usług. Najczęściej chmura prywatna nie jest dostępna bezpośrednio z Internetu, do niej dostęp jest możliwy jedynie poprzez zestawienie bezpiecznego połączenia z siecią przedsiębiorstwa, co w znacznym stopniu ułatwia zabezpieczanie chmury przed nieuprawnionym dostępem.

W miarę rozwoju przedsiębiorstwa, które wykorzystuje chmurę prywatną, naturalną drogą jest przejście do chmury hybrydowej. Umożliwia to przedsiębior-



stwu zwiększenie wydajności i elastyczności środowiska obliczeniowego przy niewiele wyższych kosztach posiadania i zachowaniu poziomu bezpieczeństwa.

### Chmura hybrydowa

Chmura hybrydowa (ang. *hybrid cloud*) to model dostępu do zasobów obliczeniowych, składających się z zespołu dwóch lub więcej chmur publicznych i prywatnych, z których każda zachowuje swoją odrębność. W modelu hybrydowym przedsiębiorstwo zwykle korzysta jedynie z chmury prywatnej, natomiast w przypadku przekroczenia możliwości chmury prywatnej i konieczności użycia dodatkowych zasobów obliczeniowych zostają wykorzystane zasoby chmury publicznej<sup>4</sup>. Ilość i czas wykorzystania zasobów są zmienne w zależności od aktualnych potrzeb przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwo płaci za rzeczywiście wykorzystane zasoby obliczeniowe chmury publicznej. Wykorzystanie dodatkowych zasobów chmury publicznej jest możliwe dzięki temu, że chmura prywatna i chmura publiczna są ze sobą połączone w celu równoważenia obciążenia. Funkcjonowanie połączenia dwóch chmur wymaga wykorzystania w obydwu przypadkach tych samych technologii (wykorzystania oprogramowania zarządzającego chmurą tego samego producenta). Równoważenie obciążenia chmur określa się mianem rozsadzania chmury (ang. *cloud bursting*), co polega na przenoszeniu danych i aplikacji między chmurami. Filozofia wykorzystania dodatkowej mocy obliczeniowej chmury publicznej jest określana mianem *outsourcingu* mocy obliczeniowej.

Cechy chmury hybrydowej są przedstawione na rysunku 2. Główną cechą modelu chmury hybrydowej jest **wysoka wydajność**. Dzięki wykorzystaniu środowiska chmury prywatnej, a w razie braku wystarczającej mocy obliczeniowej również chmury publicznej, uzyskujemy praktycznie nieograniczone możliwości zwiększania wydajności. Modele chmury hybrydowej cechuje **wysoka elastyczność**, gdyż są maksymalnie dostosowane do potrzeb przedsiębiorstwa, z uwzględnieniem dodatkowych możliwości, jakie niesie ze sobą połączona chmura publiczna. System zarządzający zasobami obydwu chmur (prywatnej i publicznej) jest oparty na wzajemnie kompatybilnych mechanizmach, ponieważ zarządca każdej z nich musi być stworzony w technologii tego samego producenta. Wykorzystanie takich samych zarządców zasobów wpływa na elastyczność takiego rozwiązania oraz jest gwarantem **wysokiego bezpieczeństwa**. Jeżeli chmura prywatna jest właściwie zabezpieczona, to wspólne zarządzanie oparte na tych samych mechanizmach propaguje politykę bezpieczeństwa na zasoby wykorzystywane również w chmurze publicznej. Wykorzystanie chmury hybrydowej pociąga za sobą **wysokie koszty posiadania**, gdyż jest to najbardziej kompleksowy model chmury. Jednakże koszty nie są aż tak wysokie w porównaniu z kosztami posiadania chmury prywatnej.

---

<sup>4</sup> *Grid and Cloud Database Management*, red. S. Fiore, G. Aloisio, Springer-Verlag, Berlin 2011, s. 169-192.

## **Podsumowanie**

Chmury są bardzo wygodnym narzędziem społeczeństwa informacyjnego. Dostawcy usług uzyskują możliwość szybkiego testowania i wdrażania rozwiązań za pomocą samoobsługowych portali w sposób w pełni zautomatyzowany. Społeczeństwo informacyjne może w prosty sposób korzystać z dowolnych usług, do których wykupi dostęp.

Każde przedsiębiorstwo korzysta z usług serwerów. W miarę postępu technologicznego większość z nich będzie musiała zamienić tradycyjne modele dostępu do danych na ich odpowiedniki wirtualne. Przeniesienie danych do chmury obliczeniowej jest tak naprawdę tylko kwestią czasu. Jeżeli chce się utrzymywać przewagę konkurencyjną, to trzeba dostrzegać trendy rozwojowe i właściwie na nie reagować. Aktualnie wytyczona droga przejścia od chmury publicznej, poprzez prywatną aż do hybrydowej na dzień dzisiejszy jest właśnie nowym trendem rozwojowym.

## **Literatura**

1. Baun C., Kunze M., Nimis J., Tai S.: *Cloud Computing, Web-Based Dynamic IT Services*, Springer-Verlag, Berlin 2011.
2. *Grid and Cloud Database Management*, red. S. Fiore, G. Aloisio, Springer-Verlag, Berlin 2011.
3. Mell P., Grance T.: *The NIST Definition of Cloud Computing*, NIST Special Publication 800-145, 2011, <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>
4. Roszkowski M.: *Wpływ wirtualizacji środowiska informatycznego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa*, t. 57, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, Bydgoszcz 2011.

## **A MODEL OF A CLOUD COMPUTING AS A TOOL FOR INFORMATION SOCIETY**

### **Summary**

An article presents a characteristic of a cloud computing. It describes three types of services (computer infrastructure, software platform and utility applications) provided by the use of cloud analytics and three types of cloud computing distinguished because of its accessibility. It also shows a way of developing companies beginning from the model of public cloud, through private cloud to hybrid cloud.

*Translated by Maciej Roszkowski*