

*dr Adam Skrzypek*¹

Zakład Zarządzania
UMCS Lublin

Model *cloud computing* w społeczeństwie informacyjnym

WPROWADZENIE

W warunkach postępujących zmian w społeczeństwie informacyjnym organizacje poszukują sposobów umożliwiających sprawne zarządzanie informacją. Jednym z rozwiązań, które umożliwia korzystanie z usług informatycznych jest chmura obliczeniowa (ang. *cloud computing*), której nazwa pochodzi od sposobu wizualizacji, którą zazwyczaj jest chmura.

Chmura obliczeniowa rozumiana jest jako rodzaj outsourcingu związanego z usługami informatycznymi. Koncepcja ta zmienia dotychczasowy model zarządzania zasobami IT.

Zasadniczej zmianie ulega także rola komputerów, ponieważ stają się tylko terminalami służącymi do prezentacji wyników operacji przeprowadzanych przez centra przetwarzania danych, które posiadają nieograniczoną (z punktu widzenia użytkownika) przestrzeń dyskową i moc obliczeniową.

Zmianie zasadniczej ulega ponadto rola pracowników działów IT. Stają się oni menedżerami, dla których jednym z głównych zadań staje się optymalizacja struktury wynajmowanych zasobów informatycznych oraz dostarczanie elastycznego wsparcia dla działalności operacyjnej organizacji.

Celem artykułu jest dokonanie przeglądu definicji *cloud computing*, wskazanie na istotę i znaczenie tego rozwiązania z ekonomicznego punktu widzenia. Pokazanie korzyści związanych z korzystaniem z usług w chmurze obliczeniowej.

Ponadto odniesienie się do ważnej kwestii, jaką jest bezpieczeństwo informacji w chmurze. Wskazano na potrzebę i stan prac nad normami i certyfikatami związanymi z działalnością w chmurze. Praca oparta jest na dostępnej literaturze i stanowi studium teoretyczne.

¹ Adres korespondencyjny: Zakład Zarządzania, UMCS Lublin, Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 5/1119, 20-031 Lublin, e-mail: adam.skrzypek@poczta.umcs.lublin.pl, tel. 81 537 51 73.

WYBRANE OKREŚLENIA CHMURY OBLICZENIOWEJ

Chmura obliczeniowa to nowy paradygmat świadczenia usług informatycznych [Wyźnikiewicz, Łapiński, 2011, s. 6–7]. Pojęcie „chmura obliczeniowa” pojawiło się pod koniec XX wieku i odnosiło się do wykorzystania zasobów przez Internet. Obecnie chmura obliczeniowa określana jest jako model przetwarzania danych oparty na wykorzystaniu usług dostarczonych przez usługodawcę, którym może być wydzielony z organizacji dział IT lub zupełnie odrębna organizacja (por. [pclab.pl]). W literaturze określa się, że pierwszy raz pojęcia chmura (ang. *cloud*) użyli Sharon Gillet i Mitchell Kapor w 1996 roku w artykule wydanym przez MIT Press [<http://ces>]. Dziesięć lat później firma Amazon postanowiła w inny niż dotychczas sposób wykorzystywać skrywane dotychczas zasoby i rozpoczęła dostarczanie usług przetwarzania w chmurze [Wyźnikiewicz, Łapiński, 2011, s. 33–34].

Według NIST – *National Institute of Standards and Technology* (amerykańska organizacja standaryzacyjna) *cloud computing* to nowy model dostarczania i korzystania z zasobów informatycznych takich: jak zasoby obliczeniowe (serwisowe), magazynowanie danych, przepustowość sieci oraz aplikacje. Model cechuje się takimi funkcjami jak: samoobsługa na żądanie, duża elastyczność, taryfikacja usług (*pay-as-you-use*), implementacja puli zasobów i szeroki dostęp do sieci. Jednocześnie podkreśla ona, że „przetwarzanie w chmurze to takie przetwarzanie, które poprzez dogodny dostęp sieciowy dostarcza współdzielony zestaw konfigurowalnych zasobów przetwarzania, np. dostarcza sieci, serwery, przestrzeń do składowania danych, oprogramowanie i usługi. Zasoby te są dostarczane szybko (na żądanie) z minimalnym wysiłkiem zarządzania i minimalnym udziałem dostawcy” [Mell, Grance, 2011b]. Wskazuje także na najważniejsze cechy chmurowego modelu przetwarzania, w tym samoobsługę na żądanie, nieograniczony dostęp do sieci, pulę zasobów, elastyczność oraz mierzalność usługi. Amerykański Instytut Standardów i Technologii (NIST) w dokumencie „The NIST Definition of Cloud Computing” określił cechy przetwarzania w chmurze w następujący sposób: „Chmura obliczeniowa to model umożliwiający powszechny, wygodny dostęp na żądanie użytkownika do konfigurowanych współdzielonych zasobów obliczeniowych (np. sieci, serwery, pamięci masowe, aplikacje oraz usługi), które mogą być szybko dostarczone i wdrożone przy minimalnym zaangażowaniu w obsługę i minimalnym udziale usługodawcy. Przedstawiony model jest sumą pięciu podstawowych cech, trzech modeli usług oraz czterech modeli wdrożenia” [Mell, Grance, 2011a]. Chmura obliczeniowa to możliwość dostępu do zasobów techniczno-technologicznych (w tym informacyjnych), postrzeganych przez pryzmat usługi, jak również jako wykorzystanie tej technologii do udostępniania własnych zasobów (możliwości wykonawczych) oraz nawiązania kontaktów z dostawcami zasobów usług (potencjalnymi realizatorami wybranych procesów biznesowych) poszukiwanych przez organizację [Zaskórski, 2012].

Koncepcja ta zmienia dotychczasowy model zarządzania zasobami IT. Firmy nie ponoszą nakładów związanych z własną infrastrukturą informatyczną, lecz korzystają z wynajętej sieci. „Błędem byłoby myślenie, że w 2005 roku chmura obliczeniowa nagle zstąpiła z nieba w pełni uformowanej postaci. Podwaliny pod nią kładziono przez ostatnie czterdzieści lat. Proces technologiczny przebiegał w drodze ewolucji na niepowiązanych ze sobą obszarach. W końcu jednak uzyskane efekty udało się scalić, a otrzymany wynik to już prawdziwa rewolucja determinująca przyszłość informatyki” [Mateos, Rossenberg, 2011, s. 33]. Określenie chmura oznacza, że anonimowe osoby korzystają z przeglądarki internetowej, która w pewien sposób pobiera dane strony i uzyskuje dostęp do jej infrastruktury i aplikacji [Mateos, Rossenberg, 2011, s. 34–35].

Cloud computing określane jest także jako model umożliwiający dostęp przez Internet do współdzielonej puli zasobów obliczeniowych (np. sieci, serwerów, pamięci masowych, aplikacji i usług), są one konfigurowane, dostępne na życzenie, mogą być szybko alokowane i zwalniane przy minimalnej interakcji użytkownika, czy dostawcy usług [Nowicka, 2010]. *Cloud computing* to „oferowanie pewnych informatycznych usług, za pomocą sieciowej infrastruktury” [Wit, Juszczak, 2012, s. 104]. W przywołanym dokumencie wskazano następujące cechy charakteryzujące przetwarzanie w chmurze:

- samoobsługowe serwisy na żądanie, bez angażowania usługodawcy,
- szeroki dostęp z sieci, zasoby obliczeniowe udostępniane są z wykorzystaniem sieci przez laptopy, tablety, telefony komórkowe,
- łączenie zasobów dostarczonych przez wielu dostawców z fizycznych i wirtualnych źródeł,
- możliwość elastycznego przydzielenia mocy obliczeniowych, zależnych od zapotrzebowania użytkownika,
- mierzalność usługi, systemy oparte na *cloud computing* w sposób automatyczny kontrolują i optymalizują zużycie zasobów na poziomie abstrakcji, który zależy od rodzaju usługi.

Tomasz Kopacz z Microsoftu uważa, że chmura to pewnego rodzaju abstrakcja dla klienta i sądzi, że to dobrze, że nie wie on, jak to dokładnie działa. Dla klienta chmura to „gniazdko z mocą obliczeniową”, które ma działać, podobnie jest w przypadku prądu elektrycznego [Kopacz].

Chmura obliczeniowa traktowana jest jako „styl obliczeń, w którym dynamicznie skalowane zasoby informatyczne (zwykle zvirtualizowane) są dostarczane zewnętrznym użytkownikom w postaci usług sieciowych na żądanie. Użytkownik nie musi ani wiedzieć, w jaki sposób ta usługa jest realizowana, ani też nie musi zajmować się aspektami technicznymi działania” [Fryźkiewicz, Nikończuk, 2012]

Przedstawione wybrane definicje mają wspólny element, którym jest usługowy charakter chmur, odróżniający je od innych rozwiązań. Chmura obliczeniowa to dynamicznie rozwijający się model rozproszonego gromadzenia i prze-

tworzania danych. Chmura obliczeniowa oferuje swoim użytkownikom duże możliwości w zakresie skalowalności oferowanych usług i dużej elastyczności w ich dopasowaniu do indywidualnych potrzeb. Dysponuje ona ogromnymi możliwościami. Bardzo ważnym problemem są kwestie bezpieczeństwa danych osobowych [Czerwonka i in., 2011].

Cloud computing to dostarczanie zdalnie możliwości i zdolności komputerowych przez dostawcę, bez konieczności instalacji oprogramowania (SaaS) lub infrastruktury (IaaS) w sieci klienta; charakterystycznymi cechami takiego podejścia są: brak wymogu instalacji oprogramowania przez odbiorcę, używanie oprogramowania zarządzanego przez dostawcę, na serwerach przez niego kontrolowanych lub na rzecz dostawcy, opłata tylko za rzeczywiste użycie, odpowiedzialność dostawcy za aktualizację, bezpieczeństwo danych oraz zarządzanie sprzętem [Marchini, 2010, s. 4].

Model chmury historycznie wiąże się z przetwarzaniem w sieci (tzw. *grid*). Celem technologii *grid*owej było stworzenie z wielu połączonych, niejednorodnych systemów współdzielących różnego rodzaju zasoby jednego wirtualnego komputera. Zatem *grid* stanowił rozwinięcie idei klastra poza granice domeny. Chmura zakłada użytkowanie usług np. danych z dowolnego miejsca i całej gamy urządzeń, przy założeniu, że usługi są zlokalizowane w Internecie. Stąd nazwa modelu, która powstała w oparciu o sposób przedstawiania Internetu na diagramach sieci komputerowych pod postacią chmury.

Cloud computing to „usługi (serwisy) obliczeniowe oferowane przez zewnętrzne podmioty i dostępne na życzenie w dowolnym momencie, skalujące się dynamicznie w odpowiedzi na zmieniające się zapotrzebowanie [Mateos, Rosenberg, 2011, s. 26]. Chmura obliczeniowa to model umożliwiający powszechny, wygodny i możliwy na żądanie dostęp do zasobów takich jak: sieć, serwery, magazyny danych, aplikacje i usługi, które mogą być w sposób dynamiczny przydzielane i zwalniane z jednoczesnym minimalnym zaangażowaniem związanym z ich obsługą techniczną [Mell, Grance, 2011a, s. 2].

Model przetwarzania danych w chmurze jest wynikiem rozwoju technologii internetowych, możliwości przesyłania dużych ilości danych oraz ich rozproszonego przetwarzania [Linthicum, 2010, s. 11]. Oparty został na wykorzystywaniu usług oferowanych przez zewnętrznych dostawców bez konieczności zakupu dodatkowych licencji, czy instalacji oprogramowania. Coraz więcej przedsiębiorstw decyduje się na użytkowanie oprogramowania bez konieczności zakupu dodatkowego sprzętu czy administracji oprogramowaniem. Funkcjonalności poszczególnych aplikacji są jako usługi dostępne np. z poziomu przeglądarki internetowej.

Cechy definiujące przetwarzanie w chmurze obliczeniowej wskazują na samoobsługowe serwisy na żądanie, szeroki dostęp do sieci, łączenie zasobów, elastyczność i mierzalność usługi. Główne charakterystyki modelu chmury obliczeniowej zawiera tabela 1.

Tabela 1. Główne charakterystyki modelu *cloud computing*

Charakterystyka	Treść
On-demand self-service	Klient posiada możliwość samodzielnego zarządzania zasobami chmury bez konieczności interakcji z dostawcą
Broad network access	Dostęp do usług realizowany jest przez ustandaryzowane protokoły dostępne dla dowolnych platform klienta. Może to być np. dostęp przez przeglądarkę internetową z komputerów klasy PC i notebooków, tabletów czy telefonów komórkowych
Resource pooling	Sposób zarządzania, łączenia zasobów fizycznych w dynamiczne wirtualne struktury w taki sposób, by możliwe było ich udostępnianie wg zmiennego zapotrzebowania, klient nie ma wiedzy odnośnie do precyzyjnego położenia wykorzystywanych zasobów fizycznych. Może określić na wyższym poziomie abstrakcji ich lokalizację, np. kraj lub centrum przetwarzania danych
Rapid elasticity	Wykorzystywane zasoby mogą być elastycznie przydzielane i zwalniane np. po wykonaniu zleconego zadania. Bezpośrednio dla klienta daje to poczucie nieograniczoności zasobów, którymi dysponuje oraz możliwości ich wykorzystania w dowolnym momencie
Measured service	Systemy zarządzania chmurą obliczeniową automatycznie monitorują zużycie udostępnionych zasobów pamięci masowych, mocy obliczeniowej, transferu danych, aktywnych punktów dostępu. Daje to klientowi i usługodawcy możliwość uzyskania precyzyjnej informacji na temat ilości wykorzystywanych zasobów

Źródło: [Mell, Grance, 2011a, s. 2].

Cloud computing to kombinacja wielu technologii, które przechodzą inną ścieżkę rozwoju, dlatego nie należy ich traktować jako całości, chociaż tworzą jej zaplecze technologiczne [Mather i in., 2009, s. 2].

Na podkreślenie zasługują cechy wyróżniające *cloud computing*, w tym [Zaskórski, 2011]:

- usługi są dostępne przez Internet w dowolnym miejscu na świecie przez urządzenia mobilne,
- olbrzymia skalowalność, pula zasobów jest konfigurowalna do wymagań użytkownika (moc przetwarzana, pamięć operacyjna, przestrzeń dyskowa),
- zapewniona jest wielodzierżawność, co oznacza, że jedna instalacja oprogramowania jest udostępniona wielu użytkownikom,
- usługi są zabezpieczone przez szeroki schemat uwierzytelniania,
- korzystanie z usług wymaga opłat za użytkowanie,
- brak lokalizacji oprogramowania i danych.

Wśród kryteriów alokacji danych w chmurze należy wskazać na przesłanki ekonomiczne, biznesowe, technologiczne, administracyjne i funkcjonalno-technologiczne. Zawarte wskazania dotyczące skalowalności, elastyczności, ryzyka i bezpieczeństwa mają wpływ na jakość i dostępność usług. Należą do nich [Pałka i in., 2013, s. 69]: opłacalność ekonomiczna, wydajność przetwarzania, bezpieczeństwo, tempo wdrażania, skalowalność, elastyczność, hybrydyzacja, usługi realizowane są w sposób niewidoczny, są skalowalne i elastyczne, dostępne za po-

średnictwem sieci publicznej, poziom bezpieczeństwa usług i przetwarzania danych determinowany jest przez rodzaj usług i mechanizmy ochrony danych.

Z chmurą obliczeniową i przetwarzaniem w chmurze mamy do czynienia w przypadku, gdy spełnione są wszystkie zasady przetwarzania w chmurze (tabela 2).

Tabela 2. Pięć podstawowych zasad przetwarzania w chmurze

Zasób	Wyjaśnienie
Puła zasobów	Dostępna dla każdego zarejestrowanego użytkownika
Wirtualizacja	Efektywne wykorzystanie sprzętu
Elastyczność	Dynamiczne skalowanie bez wydatków inwestycyjnych
Automatyzacja	Budowanie, wdrażanie, konfiguracja, zabezpieczanie i przenoszenie bez konieczności ręcznej interwencji
Naliczanie opłat	Model biznesowy zależny od realnego zużycia – nie płacisz za niewykorzystane zasoby

Źródło: [Mateos, Rossenberg, 2011, s. 28].

Jeśli za kryterium przyjąć tryb eksploatacji chmur, to można wyróżnić: publiczną, prywatną, grupową oraz hybrydową chmurę. Wśród najważniejszych korzyści z chmury można wskazać: dostępność, skalowalność, mierzalność oraz odpowiedzialność za infrastrukturę po stronie dostawcy usługi [Skrzypek, 2014, s. 2–7]. Chmura prywatna (*private cloud*), zwana firmową, określa strukturę informatyczną, która umożliwia dostarczanie usług IT dla określonej grupy użytkowników, którzy chronieni są wspólnym systemem zabezpieczeń i zarządzania przez przedsiębiorstwo, w którym funkcjonuje. Odbiorcą w chmurze prywatnej jest jedna firma. Chmura taka niczym nie różni się od własnej serwerowni. Oznacza to, że trzeba inwestować w sprzęt i infrastrukturę oraz specjalne oprogramowanie systemowe (zarządzanie sprzętem wirtualnym) i aplikacyjne. Spotyka się także określenie: chmura osobista [Fiedler, 2012, s. 5].

Chmura publiczna (zewnętrzna) jest modelem przetwarzania danych opartym na przekazywaniu realizacji usług zewnętrznemu dostawcy, przy jednoczesnym dzieleniu zasobów z innymi użytkownikami. Doświadczenia organizacji korzystających z chmury zewnętrznej dowodzą, że ponoszą one niewielkie nakłady związane z uruchomieniem, natomiast koszty maszyn, aplikacji i działania ponosi dostawca usług. Nie ma sytuacji, w których dochodzi do przeinwestowania lub niedoinwestowania w infrastrukturę, użytkownik płaci tylko za to, czego używa, dlatego stosunek poniesionych nakładów do wykorzystania sprzętu jest bardzo korzystny. Chmura hybrydowa to połączenie chmury prywatnej i publicznej. W modelu tym firma dostarcza i zarządza zasobami wewnątrz organizacji, a inne usługi są jej udostępniane przez zewnętrznego dostawcę. Praktyczne rozwiązanie w ramach tego modelu to przechowywanie danych we własnej bazie oraz korzystanie z chmury publicznej na poziomie aplikacji.

Mentalność i kultura organizacyjna dostawców usług chmurowych ściśle związana jest z zaufaniem. Marek Bugdol słusznie podkreśla, że współpraca oparta na zaufaniu, a nie na mechanizmach biurokratycznych lub systemie kar, może znacznie poprawić jakość usług i wyniki ekonomiczne [Bugdol, 2010, s. 32].

Środowisko i technologie chmury obliczeniowej nie są zagrożeniem dla naszych danych, gdy odpowiednio przygotowana zostanie infrastruktura systemu i wdrożone odpowiednie procedury bezpieczeństwa. Dlatego znaczącym elementem procesu wprowadzania usług w chmurze jest wybór sprawnego i zaufanego dostawcy.

PODSTAWOWE WADY I ZALETY ROZWIĄZAŃ W CHMURZE

Wśród zalet rozwiązań w chmurze można wskazać na dostępność do danych z różnych sprzętów i urządzeń, możliwość wyeliminowania potrzeby utrzymywania danych na własnym sprzęcie, możliwość swobodnego dzielenia się danymi i dostępu do nich oraz niezależność od awarii naszego sprzętu, na przykład komputerów osobistych. W przedsiębiorstwach produkcyjnych, usługowych i handlowych technologie w zakresie przetwarzania informacji prowadzą do zmniejszenia kosztów poprawy konkurencyjności i usprawniania działania szeregu procedur przetwarzania informacji [Orłowski i in., 2012]. Wśród wad należy wskazać na zróżnicowany poziom bezpieczeństwa danych (zależny od operatora), zróżnicowany poziom dostępności usług (również zależny od operatora), potencjalny wgląd w nasze dane przez właściciela usługi lub podmioty trzecie, zdecydowanie utrudniony w tradycyjnym modelu przechowywania danych. Wady i zalety rozwiązań w chmurze zawiera tabela 3.

Zalety chmury obliczeniowej [Serafinowicz ([http](http://))]:

- skalowalność – możliwość dynamicznego przydzielenia zasobów, gdy taka potrzeba zaistnieje, nie trzeba płacić za utrzymanie infrastruktury na „wszelki wypadek”,
- dostępność – usługi w chmurze są dostępne z każdego komputera podłączonego do Internetu,
- wydajność – centra obliczeniowe jako największe chmury publiczne oferują moc nieosiągalną nawet dla najbardziej rozbudowanej stacji roboczej,
- łatwe zarządzanie – wiąże się z dostępnością, firma, która korzysta z zestawu usług może nimi zarządzać za pomocą oprogramowania i pojedynczego punktu, z którego można zarządzać aplikacjami w chmurze, danymi itp.,
- elastyczność – zamiast kupować nowe serwery, troszczyć się o ich poprawną konfigurację, można skorzystać z gotowych usług,
- niezawodność – budowanie bezpiecznej infrastruktury dużo kosztuje, dostawcy usług w chmurze podkreślają niezawodną strukturę centrów danych, co jest koniecznością,

- ekologia – efektywniejsze wykorzystanie pamięci, mocy obliczeniowej i przestrzeni przekłada się na mniejsze zużycie energii i paliw niż w tradycyjnym IT.

Tabela 3. Wady i zalety związane ze stosowaniem *cloud computing*

Wady	Zalety
Niepewność bezpieczeństwa	Wysoko wirtualizowana infrastruktura
Brak propozycji wartości dla przedsiębiorstwa	Opłaty za rzeczywiste użycie zasobów
Brak standaryzacji	Łatwość użycia, samoobsługa, szybkość skalowania i dostarczania
Fundusze	Wykorzystanie technologii webowych/internetowych
Złożoność	Wysoka skalowalność
Zawodność, dostępność usług	Minimalizacja kosztów sprzętu, niskie jednostkowe koszty przetwarzania i składowania danych
Niedojrzałość rynkowa i technologiczna	Ograniczone koszty utrzymania działów IT
Zagadnienia związane z licencjonowaniem oprogramowania, niedostępność usług, ryzyko utraty integralności danych, uzależnienie od dostawcy chmury, niepowołany dostęp i poufność danych, niewystarczające uregulowania prawne	Wydajność, elastyczność, aktualność oprogramowania, zgodność formatów dokumentów, niezawodność i bezpieczeństwo, powszechny dostęp, mobilność sprzętu, ochrona środowiska
Utrata wewnętrznej kontroli	Zabezpieczenie bezpieczeństwa i ciągłość działania

Źródło: [Marciniak, 2003, s. 28].

Korzyści z rozwiązań w chmurze obliczeniowej wg Adriana Lapiere [Lapiere]:

- oszczędność, redukcja kosztów zakupu i użytkowania sprzętu i oprogramowania oraz kosztów osobowych wskutek wynajmowania przez przedsiębiorstwa przestrzeni serwerowej od wyspecjalizowanej firmy. Serwery, które udostępnia firma są zgrupowane w odpowiednio wyposażonych do tego miejscach (temperatura, wilgotność, dostawy energii, awaryjne zasilanie, wykwalifikowani informatycy), koszty utrzymania aplikacji w chmurze obliczeniowej są proporcjonalne do intensywności jej wykorzystania bez konieczności ponoszenia kosztów na zbędne zasoby,
- skalowalność – elastyczność architektury chmury pozwala na zwiększenie lub zmniejszenie mocy obliczeniowej,
- bezpieczeństwo – *cloud computing* stwarza gwarancję niezawodności działań poprzez zapewnienie bezpiecznego centrum danych, podstawowej, zapasowej infrastruktury, monitoringu systemu nadzoru zasilania, wykrywania awarii i natychmiastowej sygnalizacji,
- komfort – *cloud computing* zapewnia komfort pracy firmy, bo odpowiedzialność za utrzymanie i prawidłowe działanie środowiska IT przesuwa na dostawcę rozwiązań, która zapewnia aktualizuje aplikacji i sprzętu,

- czas realizacji – chmura pozwala na niemal natychmiastową modyfikację zakresu wykorzystywanych aplikacji, ponadto wykupienie usługi w chmurze od wyspecjalizowanej firmy powoduje, że odbiorca może korzystać natychmiast z zamówionej usługi, nie ponosi kosztów przygotowania aplikacji i jej wdrożenia.

Technologie bazujące w chmurach oferują dużą mobilność i swobodę korzystania z zasobów. Wśród korzyści z rozwiązań w chmurze obliczeniowej dla użytkownika i przedsiębiorstw wskazuje się na możliwość realizacji skomplikowanych analiz danych, wymagających przydzielenia dużej mocy obliczeniowej w określonej sytuacji [Cizimowski, Moszczyński, 2011].

Jednym z wielu mechanizmów wykorzystywanych w chmurach obliczeniowych jest wirtualizacja. Jej zasadniczym celem jest optymalne wykorzystanie posiadanych zasobów sprzętowych [Shyan i in., 2013]. Chmura to ważna innowacja w zakresie technologii IT, umożliwia ona rezygnację z wdrożeń rozwiązań teleinformatycznych i wykorzystania w zamian zasobów dostępnych za pośrednictwem Internetu (w formie chmury publicznej), sieci korporacyjnej (chmura prywatna) lub modelu łączącego te sposoby komunikacji (chmura heterogeniczna). Ponadto umożliwia dostęp do zasobów obliczeniowych bez dużych inwestycji początkowych oraz efektywne i elastyczne wykorzystanie wdrożonych zasobów, pozwala na odzyskanie pełnej kontroli nad nakładami na technologie informatyczne. Chmura przynosi konkretne korzyści biznesowe i technologiczne. Wśród wad i ograniczeń rozwiązań w chmurze obliczeniowej należy wskazać na:

- bezpieczeństwo – zaletą chmur jest ich skalowalność, jednocześnie stosowany w nich model rozliczeń powoduje, że pojawia się pewne ryzyko. Masowe generowanie wywołań w celu przeciążenia i czasowo unieruchomienia wybranych serwerów może być celem ataków DDoS, a to może dużo kosztować. Bardzo ważnym problemem jest też kwestia lokalizacji danych. W modelu *cloud computing* na działanie w chmurze nie mamy żadnego wpływu,
- ograniczone rozwiązania – zakres usług w *cloud computing* jest ograniczony i narzucony przez dostawcę, zatem może mieć miejsce także uzależnienie użytkownika chmury od nieuzgadnianych z nimi rozwiązań wprowadzanych przez usługodawcę,
- wydajność – wydajność centrów obliczeniowych przetwarzających dane w chmurze jest bardzo duża, jednocześnie faktyczna wygoda korzystania z poszczególnych rozwiązań jest ograniczona szybkością transmisji danych między komputerem a użytkownikiem.

Problem chmur obliczeniowych jest przedmiotem zainteresowania nie tylko praktyki, ale i nauki. W grudniu 2009 roku w Australii odbyła się konferencja nt. systemów informacyjnych „Gdzie jesteśmy z *cloud computing*?”. Wśród ważnych problemów podjętych podczas obrad konferencyjnych należy wskazać na kwestie techniczne, biznesowe, aplikacyjne i problemy ogólne (piśmiennictwo). W Hanowerze światowym targom poświęconym elektronice użytkowej CeBIT 2011, uwa-

zanym za barometr trendów nowoczesnych technologii, przyświecało hasło „Pracuj i żyj w chmurach”.

Przedstawiono tu rozwiązania w chmurze w czterech obszarach pod kątem odbiorców: biznesu, sektora publicznego, pasjonatów technologii i prywatnych użytkowników. Szacuje się, że koszty zakupu i utrzymania centrum przetwarzania danych, gdzie pracuje 100 tysięcy serwerów, są o połowę niższe w porównaniu z ośrodkiem obliczeniowym wykorzystującym tylko 1000 serwerów [Leonhard, 2011, s. 24–30]. Z analizy czołowych firm na rynku baz danych i obserwacji społeczności otwartego oprogramowania, a także badań naukowych wynika, że prywatne chmury obliczeniowe zostały zauważone i docenione. Znaczenie ich wynika z wymagań dotyczących bezpieczeństwa danych i wymagań prawnych. W 2011 roku IDC przeprowadziła badania na zlecenie Komisji Europejskiej wśród firm, które korzystają z usług w chmurze obliczeniowej. Wynika z nich, że oszczędności związane z tymi usługami wyniosły średnio 10–20% kosztów IT. W przypadku 36% przebadanych przedsiębiorstw wykorzystanie chmury obliczeniowej wygenerowało oszczędności w wysokości 20% wydatków na IT lub wyższej [Commision..., 2012, s. 8].

Według badań Mimecast Cloud Adoption Survey 74% ankietowanych stwierdziło, że inwestycje w te technologie pozwoliły im na efektywniejsze wykorzystanie zasobów i przyczyniły się do obniżenia kosztów infrastruktury. Z badania wynika także, że 64% badanych ma świadomość zagrożeń związanych z *cloud computing*. Ponad połowa respondentów nie była przekonana, czy wdrożenie usług w chmurze zapewni firmom dodatkowe zyski [<http://solar>].

Korzyści ekonomiczne z przetwarzania w chmurze zaprezentował Instytut Centre for Economics and Business Research w raporcie firmy EMC, Wskazano w nim, że w wyniku przewidywanego rozpowszechnienia technologii przetwarzania w chmurze, w wielu branżach głównych gospodarek europejskich istnieje możliwość wygenerowania dodatkowych 763 mld EUR w 2015 roku i stworzenia wielu milionów nowych miejsc pracy.

Na usługach tego typu najbardziej skorzysta sektor dystrybucji, handlu detalicznego i hotele, ocenia się, że korzyści w tych obszarach sięgną 233 mld EUR [EMC]. Szacuje się, że 80% przedsiębiorstw z listy Fortune 1000 (to ranking 1000 największych amerykańskich firm klasyfikowanych według przychodów) powinno już wykorzystywać usługi w chmurze, a tylko 20% przedsiębiorstw nie będzie posiadać już własnej infrastruktury IT [Biesiada, Ciechocki, 2010].

BEZPIECZEŃSTWO, NORMY I CERTYFIKATY REGULUJĄCE ROZWIĄZANIA W CHMURZE

Termin „bezpieczeństwo” pochodzi z języka łacińskiego od słowa *securitas* (*sine* – oznacza bez, *cura* – strach, zmartwienie lub obawę). W ujęciu słowniko-

wym bezpieczeństwo to stan niezagrożenia. Bezpieczeństwo zawiera przestrzeganie potrzeb: przetrwania, istnienia, pewności, niezależności, stabilności, tożsamości, ochrony poziomu i jakości życia [Nowak, 2007, s. 9]. Bezpieczeństwo stanowi gwarancję nienaruszalnego przetrwania i możliwości rozwoju, a kryteria podziału bezpieczeństwa przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Kryteria podziału bezpieczeństwa

Kryterium podziału	Rodzaj bezpieczeństwa
Podmiotowe	Narodowe, międzynarodowe
Przedmiotowe	Polityczne, wojskowe, gospodarcze, społeczne, kulturowe, ekologiczne, informacyjne
Przestrzenne	Lokalne, subregionalne, regionalne, ponadregionalne, globalne
Czasu	Stan bezpieczeństwa, procesy bezpieczeństwa
Sposobu organizowania	Unilateralne (hegemonizm, izolacjonizm, neutralność, niezaangażowanie) Multilateralne (sojusze, bezpieczeństwo zbiorowe, bezpieczeństwo kooperacyjne)

Źródło: [Kaczmarek, 2008, s. 26].

Odnosząc się do chmury obliczeniowej można wskazać, że bezpieczeństwo w chmurze oddziałuje na bezpieczeństwo gospodarcze, czy ekonomiczne oznaczające niezachwiany rozwój płaszczyzny gospodarczej w państwie. Ważne jest także bezpieczeństwo społeczne odnoszące się do warunków bytowych, stopy życiowej, zamożności, możliwość wypoczynku. Bezpieczeństwo ekologiczne odnosi się do możliwości przeciwdziałania zagrożeniom. Bezpieczeństwo informacyjne wiąże się silnie z bezpieczeństwem ekonomicznym i politycznym. Dotyczy ono przekazu informacji, form przekazywania informacji oraz jej nośników. Odpowiednio działający system informacyjny wpływa na poziom działalności gospodarczej.

Bezpieczeństwo stanowi fundament działania wszelkiego rodzaju usług. Pojawiają się jednak wątpliwości odnoszące się do utraty kontroli nad danymi oraz całkowitej zależności od dostawcy chmury. Dane w chmurze zagrożone są ujawnieniem tych informacji przez działania dostawcy chmury i innych użytkowników, brakuje tu jasności dotyczącej tego jak, kiedy, dlaczego i gdzie dane są przetwarzane i składowane. Mamy tu do czynienia z deklaracją usługodawcy dotyczącą szyfrowania danych, jednocześnie istnieje wiele sposobów obejścia nawet doskonałych systemów zabezpieczeń. Pojawia się zatem ważny problem dotyczący kadry obsługującej infrastrukturę IT chmury, jakości procedur dotyczących sprawowania nad nią kontroli oraz zakresu odpowiedzialności i uprawnień.

Informacja w dzisiejszym świecie pełni rolę strategiczną, a dostęp do odpowiednich danych może powodować określone skutki o charakterze biznesowym, finansowym, gospodarczym czy politycznym.

Model chmury obliczeniowej poprzez swoją wszechobecność stwarza złudzenie lokalności działań. Mamy jednocześnie przekonanie o uzależnieniu funkcjonowania usług od dostępu do chmury. Fakt, że w procesie transmisji danych bierze udział dostawca usługi, rodzi kolejny stan niepewności związany z jakością oraz bezpieczeństwem usług. Pojawiają się także problemy związane z możliwościami i przepustowością łączy.

W warunkach rosnącej popularności chmury konieczny staje się proces harmonizacji i ujednolicenia norm. Przykłady działań z tego zakresu można znaleźć w dokumencie Komisji Europejskiej pt. „Wykorzystanie potencjału chmury obliczeniowej w Europie”. W dokumencie tym wskazano na konieczność:

- uporządkowania dużej liczby norm,
- opracowania wzorców umownych w poszczególnych obszarach świadczenia usługi w chmurze,
- promowania wspólnej, wiodącej roli sektora publicznego poprzez europejskie partnerstwo na rzecz chmur obliczeniowych.

Jeśli chodzi o problem uporządkowania norm to znaczącą rolę w tym względzie przypisuje się ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*, czyli Europejskiemu Instytutowi Norm Telekomunikacyjnych), który ma za zadanie koordynowanie działań z zainteresowanymi stronami, by szczegółowo ustalić niezbędne normy dotyczące m.in. kwestii bezpieczeństwa, interoperacyjności, przenoszenia i odwracalności danych. Ponadto ważna rola w tym względzie przypadła ENISA, czyli Europejskiej Agencji ds. Bezpieczeństwa Sieci i Informacji. Jej zadanie skupia się na wspieraniu dobrowolnych systemów certyfikacji w zakresie chmury obliczeniowej oraz ustanowieniu wykazu takich systemów. Przygotowano wykaz zawierający takie systemy certyfikacji jak: ISO 27001 Certification, Open Certification Framework, EuroCloud Star Audit, TUV Certified Cled Service, Security Rating Guide. Ponadto w ISO w Komitecie Technicznym JTC 1/SC 38, w ramach którego działa Grupa Techniczna oraz Grupa Analityczna ds. *cloud computing*, podjęte zostały prace nad ujednoliceniem terminologii, standardów, wskaźników jakości usług, na rzecz współpracy z organizacjami działającymi na rzecz *cloud computing* oraz przedstawiania sprawozdań i rekomendacji. Standardy powinny określać wymagania dotyczące oceny i wyboru rozwiązań spełniających oczekiwany poziom bezpieczeństwa oraz prywatności. Prace nad standardami są w toku.

W Raporcie pt. „Wykorzystanie potencjału chmury obliczeniowej w Europie” stwierdzono, że „celem kilku spośród zaplanowanych działań jest rozwiązanie wątpliwości wielu potencjalnych użytkowników chmury obliczeniowej związanych z postrzeganiem przez nich tej technologii jako niosącej dodatkowe ryzyko. Działania te ukierunkowane są na zwiększenie przejrzystości i pogłębienie wiedzy na temat obowiązujących ram prawnych, ułatwiając powoływanie się na zgodność z ramami prawnymi i weryfikację tej zgodności np. poprzez normy i certyfikację, oraz obejmują dalsze rozwijanie ram prawnych [...]. Aby zbudować zaufanie do

rozwiązań w modelu chmury obliczeniowej, konieczne jest wykonanie całego szeregu ukierunkowanych na to działań.

W raporcie ponadto wskazano na potrzebę stworzenia szczególnych ram dla chmur obliczeniowych zarówno w odniesieniu do norm i certyfikacji, jak i warunków umownych”. Po pierwsze, należy ustalić odpowiednie normy, których spełnienie może być potwierdzone certyfikatem, tak aby publiczni i prywatni nabywcy mieli pewność, że wprowadzając usługi w modelu chmury obliczeniowej, wywiązali się ze swych obowiązków związanych z przestrzeganiem przepisów oraz, że otrzymują odpowiednie rozwiązanie spełniające ich potrzeby. Wspomniane normy i certyfikaty z kolei mogą zostać uwzględnione w warunkach umownych, tak, aby dostawcy i użytkownicy mieli pewność, że umowy są uczciwe. [Raport..., 2012].

Znajomość rodzajów ryzyka oraz metod jego oceny może być istotnym czynnikiem w procesie skutecznej realizacji integracji usług.

Decyzjom podejmowanym przez podmioty funkcjonujące w społeczeństwie informacyjnym towarzyszy ryzyko, którym zarządzanie jest utrudnione, ale konieczne, dlatego powinna wzrastać rola audytów dotyczących wiarygodności rejestracji i działań prowadzonych przez usługodawcę. Odrębnym, bardzo trudnym problemem jest także usuwanie danych z chmury, z tym wiąże się prawdopodobieństwo awarii sprzętu.

Z problemem bezpieczeństwa wiąże się także rodzaj i jakość ustawodawstwa w sferze prywatności i ochrony danych, w tym względzie mamy do czynienia z dużymi rozbieżnościami w ramach poszczególnych krajów [Holbl, 2011]. Odrębnym problemem jest ponadto kwestia odstąpienia od umowy z usługodawcą, z którym podpisano umowę. Różne problemy z tym związane mogą powodować dużą zależność od usługodawcy chmury. Dlatego trwają prace zmierzające do rozwiązania wskazanych problemów, które wiążą się z funkcjonowaniem chmury obliczeniowej.

PODSUMOWANIE

W warunkach społeczeństwa informacyjnego chmura obliczeniowa cieszy się coraz większym zainteresowaniem wśród podmiotów gospodarczych. Rozwiązanie to traktowane jest jako nowy sposób świadczenia usług informatycznych, przynosi ono organizacjom wiele korzyści, dlatego decydują się na korzystanie z niego. Chmura obliczeniowa to model przetwarzania danych umożliwiający dostęp do konfigurowanych, współdzielonych zasobów obliczeniowych na żądanie klienta przy minimalnym udziale usługodawcy, dostawcą usług jest podmiot zewnętrzny.

Usługi dostarczane w chmurze pozwalają przedsiębiorstwom na obniżenie kosztów stałych, związanych z tworzeniem i administrowaniem infrastruktury

komputerowej na rzecz usług udostępnionych na określony czas. Rosnąca popularność informatyki w chmurze wynika między innymi ze stanu gospodarki światowej i redefiniowania roli działów IT w firmach. Ogólnoświatowy kryzys wymusza cięcie kosztów przy jednoczesnym wzroście efektywności, co umożliwia rozwiązania w chmurach.

Chmura umożliwia elastyczne dopasowanie się do wymogów rynku, jednocześnie pojawia się obawa, czy przy założeniu, że do 2020 roku przybędzie 50 mld inteligentnych obiektów, chmura obliczeniowa będzie w stanie obsłużyć taką rzeczywistość [Nowakowski, 2015, s. 35]. Jednocześnie chmura obliczeniowa posiada także pewne wady, pojawiają się problemy związane z zagwarantowaniem bezpieczeństwa w chmurze. Dlatego też istnieje potrzeba kontynuowania prac zmierzających w kierunku poprawy bezpieczeństwa świadczonych usług w *cloud computing*. Istnieje ponadto potrzeba kontynuowania prac w obszarze normalizacji rozwiązań związanych z chmurą obliczeniową.

BIBLIOGRAFIA

- Biesiada D., Cichocki P., 2010, *Windows Azure. Platforma Cloud Computing dla programistów*, APN Promise, Warszawa.
- Bugdol M., 2010, *Wymiary i problemy zarządzania organizacją opartą na zaufaniu*, Wyd. UJ, Kraków.
ces.mit.edu/papers/CCSWP197/CCSWP187.html.
- Ciżmowski W., Moszyński M., 2011, *Architektura systemów GIS osadzonych w chmurze obliczeniowej*, Politechnika Gdańska, Gdańsk.
- Commission Staff working document accompanying the document. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Unleashing the Potential of Cloud Computing in Europe (2012) find. Komisja Europejska 27.09.2012. (dostęp: 10.10.2012).
- Czerwonka P., Lech T., Podgórski G., 2011, *Chmura obliczeniowa*, Acta Universitatis Lodzensis, Folia Oeconomica.
- EMC, www.emc.com/cloud/dividend (dostęp: 20.03.2015).
- Fiedler A., Brown I., Weber V., McSpedden-Brown N., *Chmury obliczeniowe – ekspertyza*, Dyrekcja generalna ds. Polityki Wewnętrznej Unii Europejskiej, Departament tematyczny A: Polityka Gospodarcza i Naukowa 2012.
- Fryźkiewicz Y., Nikończuk D., 2012, *Windows Azure. Wprowadzenie do programowania w chmurze*, Helion, Gliwice.
- Holbl M., *Cloud Computing Security and Privacy Issues*, CEPIS LSI Sin (10)02, Version V 17/15.03.2011.
- Kaczmarek J., 2008, *Współczesne bezpieczeństwo*, AON, Warszawa.
- Kopacz T., *Tworzenie aplikacji dla Windows Azure*, Microsoft, MSDN.

- Lapierre A., *Jakie są najważniejsze korzyści z chmury obliczeniowej dla użytkowników*, <https://soft-project.pl/flags> (dostęp: 7.07.2013).
- Leonhard W., 2011, *Office 365 I Google Apps dla biznesu*, „Netword” 9/173.
- Linthicum D.S., 2010, *Cloud Computing and SOA Convergence in your enterprise. A step-by-step Guide*, Pearson Education, INC Boston.
- Marchini R., 2010, *A practical Introduction to the Legal Issues*, British Standards Institution.
- Marciniak M., 2003, *Chmura, ale jaka?* „Computerworld”, nr 15.
- Mateos A., Rossenberg J., 2011, *Chmura obliczeniowa, Rozwiązania dla biznesu*, Helion, Gliwice.
- Mather T., Kumaraswamy S., Latif S., 2009, *Cloud Security and Privacy*, O’Reilly Media.
- Mell P., Grance T., 2011a, *The NIST Definition of Cloud Computing*, The National Institute for Standards and Technology, Gaithersburg.
- Mell P., Grance T., 2011b, *The NIST Definition of Cloud Computing*, US, Department of Commerce.
- Nowak E., 2007, *Zarządzanie kryzysowe w sytuacjach zagrożeń niemilitarnych*, AON Warszawa.
- Nowakowski W., 2015, *Bliższa chmura, czyli usługi obliczeniowe we mgle*, „Elektronika”, nr 5.
- Nowicka M., 2010, *Cloud computing, nowy model biznesowy wykorzystujący outsourcing IT poprzez Internet*, <http://www.Praktycznateoria.pl/cloud-computing>, (dostęp: 10.03.2014).
- Orłowski C., Lipski J., Loska A., 2012, *Informatyka i kompleksowe wspomaganie prac inżynierskich*, PWE, Warszawa.
- Pałka D., Zaskórski W., Zaskórski P., 2013, *Cloud Computing jako środowisko integracji usług informatycznych*, Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoła Informatyki, nr 9, Warszawa.
pclab.pl/art44389-4html.
- Raport 2012, Wykorzystanie potencjału chmury obliczeniowej w Europie, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-społecznego i Komitetu Regionów, Bruksela, 27.09.2012. COM (2012) 529 final.
- Serafinowicz A., *Cloud Computing, czyli chmury obliczeniowe. Nie błądzić w chmurach*, pcclab.pl/art.44389-10.html (dostęp: 23.05.2014).
- Shyan J., Azarnik A., Chuprat S., Karamizadeh S., Alizadeh M., 2013, *Identifying Benefits and Risks Associated with Utilizing Cloud Computing*, „The International Journal of Soft Computing and Software Engineering”.
- Skrzypek A., 2014, *Model cloud computing szansą na rozwój organizacji*, „Problemy Jakości”, nr 3.
solar.activia.pl/solar/news/cloud_computing-korzysci-i-zagrozenia (dostęp: 1.03.2011).
- Wit B., Juszczak M., 2012, *Technologie mobilne, przetwarzanie w chmurze obliczeniowej – nowe narzędzia, nowe możliwości*, Wyd. PTI, Lublin.
- Wyznikiewicz B., Łapiński K., 2011, *Raport Cloud Computing. Elastyczność, efektywność, bezpieczeństwo*. Think Tank, Microsoft, Book Cloud Final, Warszawa, pdf.

Zaskórski P. (red.), 2011, *Zarządzanie organizacją w warunkach ryzyka utraty informacyjnej ciągłości działania*, WAT, Warszawa.

Zaskórski P., 2012, *Wirtualizacja organizacji w chmurze obliczeniowej*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa”, nr 3.

Streszczenie

W warunkach społeczeństwa informacyjnego chmura obliczeniowa cieszy się coraz większym zainteresowaniem podmiotów gospodarczych. Rozwiązanie to traktowane jest jako nowy sposób świadczenia usług informatycznych. Usługi związane z przetwarzaniem w chmurze są coraz popularniejsze, a ich rynek stale rośnie. Przetwarzanie w chmurze traktowane jest jako ważny trend IT. Jest to efektywna metoda dostarczania różnorodnych usług w rozległej sieci internetowej, wspierających działania biznesowe przy zachowaniu skalowalności, dostępności i bezpieczeństwa oferowanych usług. Rozwiązanie *cloud computing* przynosi organizacjom wiele korzyści, dlatego decydują się na korzystanie z rozwiązań w chmurze. Jednocześnie chmura obliczeniowa posiada także pewne wady, w tym problemy związane z zagwarantowaniem bezpieczeństwa w chmurze. Dlatego też istnieje potrzeba kontynuowania prac zmierzających w kierunku poprawy bezpieczeństwa w chmurze. Trwają także prace w obszarze normalizacji rozwiązań związanych z chmurą obliczeniową.

Słowa kluczowe: chmura obliczeniowa, wady i zalety, bezpieczeństwo w chmurze, normy i certyfikaty

Cloud-Computing Model in the Information Society

Summary

In the information age, cloud computing is of growing interest to businesses. It has offered a new way of providing IT services. The market for cloud computing is growing both on the supply and demand side. Cloud computing is an effective method of providing a variety of services in the worldwide networking area, supporting business operations without compromising on scalability, availability and security of services offered. Cloud computing brings many benefits to organizations, hence their decisions to use the solutions based in the cloud. At the same time, cloud computing also has some drawbacks such as security issues associated with the cloud. Therefore, there is a pressing need to continue work aimed towards improving security in the cloud. Work is also underway in the area of standardization solutions for cloud computing.

Keywords: cloud-computing (CC), CC advantages and disadvantages, cloud security, CC normalization and certification

JEL: C80, M15, L86