

Współczesne narzędzia cyfryzacji organizacji

Witold Bartkiewicz
Piotr Czerwonka
Anna Pamuła

Współczesne narzędzia cyfryzacji organizacji



WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

CYFRYZACJA

Współczesne narzędzia cyfryzacji organizacji

Witold Bartkiewicz

Piotr Czerwonka

Anna Pamuła

Witold Bartkiewicz, Piotr Czerwonka, Anna Pamuła – Uniwersytet Łódzki, Wydział Zarządzania
Katedra Informatyki, 90-237 Łódź, ul. Matejki 22/26

RECENZENT

Gabriela Idzikowska

REDAKTOR INICJUJĄCY

Monika Borowczyk

OPRACOWANIE REDAKCYJNE

Anna Dziadzio

SKŁAD I ŁAMANIE

Munda – Maciej Torz

KOREKTA TECHNICZNA

Leonora Gralka

KONCEPCJA GRAFICZNA OKŁADKI I STRON TYTUŁOWYCH

Katarzyna Turkowska

PROJEKT OKŁADKI

Agencja Reklamowa efectoro.pl

Zdjęcie wykorzystane na okładce: © Depositphotos.com/grandfailure

© Copyright by Authors, Łódź 2020

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2020

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.09041.18.0.K

Ark. wyd. 11,5; ark. druk. 15,125

ISBN 978-83-8220-211-3

e-ISBN 978-83-8220-212-0

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-131 Łódź, ul. Lindleya 8

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl

e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl

tel. 42 665 58 63

Spis treści

Wstęp	9
Rozdział 1	
Zastosowanie nowych technologii w biznesie	13
1.1. Wprowadzenie	13
1.2. Chmura obliczeniowa i rozwój technologii mobilnych	14
1.3. Rynek usług w chmurze obliczeniowej i rola użytkowników mobilnych	21
1.4. Blockchain	26
1.4.1. Założenia projektowe łańcuchów bloków	28
1.4.2. Budowa łańcucha bloków	31
1.4.3. Struktura bloku	31
1.4.4. Zastosowania technologii Blockchain	34
1.5. Przemysłowy Internet Rzeczy	34
1.6. Rzeczywistość rozszerzona	35
1.7. Podsumowanie	37
Literatura	37
Rozdział 2	
Systemy informatyczne i aplikacje biznesowe w zarządzaniu organizacją	39
2.1. Wprowadzenie	39
2.2. Systemy ERP jako efekt rozwoju systemów informatycznych dla biznesu	40
2.2.1. Systemy informatyczne zarządzania i ich typologia	40
2.2.2. Geneza i rozwój zintegrowanych systemów zarządzania	44
2.2.3. Moduły systemów ERP	51
2.2.4. Platformy współpracy między dostawcami a klientami	56
2.2.5. Technologie systemów ERP	59
2.2.6. Wdrożenie i zmiany w implementacji systemów klasy ERP	64
2.2.7. Analiza informacji gromadzonych w systemach informatycznych	70

2.3. Zastosowanie nowych technologii w systemach informatycznych	77
2.3.1. Systemy informatyczne w transformacji cyfrowej przedsiębiorstw	77
2.3.2. Inteligentne systemy ERP i produkcja w chmurze obliczeniowej	84
2.3.3. Automatyzacja procesów biznesowych a aplikacje biznesowe	90
2.4. Podsumowanie	95
Literatura	96

Rozdział 3

Środowisko analityczno-decyzyjne organizacji	99
3.1. Wprowadzenie	99
3.2. Decyzje w organizacji	99
3.2.1. Decyzje menedżerskie i współczesna organizacja	99
3.2.2. Typy decyzji podejmowanych w organizacji	102
3.2.3. Ogólna charakterystyka wspomaganie decyzji w organizacji	109
3.3. Systemy Wspomaganie Decyzji	115
3.3.1. Pojęcie Systemu Wspomaganie Decyzji (DSS)	115
3.3.2. Modele w Systemach Wspomaganie Decyzji	121
3.3.3. Podstawowe metody wspomaganie decyzji stosowane w DSS	125
3.3.3.1. Modele dziedzinowe	125
3.3.3.2. Modele optymalizacyjne	127
3.3.3.3. Modele wielokryterialne	132
3.3.3.4. Decyzje klasyfikacyjne	136
3.3.3.5. Badania symulacyjne i decyzje w warunkach niepewności	139
3.3.3.6. Modele analizy decyzyjnej i decyzje w warunkach ryzyka	144
3.4. Środowisko analityczne organizacji	147
3.4.1. Struktura środowiska analitycznego organizacji	147
3.4.2. Dane jako zasób organizacji – centralne zarządzanie danymi	152
3.4.3. Hurtownie danych	162
3.4.4. Eksploracja danych	165
3.4.4.1. Charakterystyka procesu eksploracji danych	165
3.4.4.2. Analiza regresji	169

3.4.4.3. Klasyfikatory	172
3.4.4.4. Analiza skupień (grupowanie danych)	180
3.4.4.5. Analiza reguł asocjacyjnych	186
3.4.5. Eksploracja tekstu i sieci Internet	190
3.4.5.1. Eksploracja tekstu (informacji)	190
3.4.5.2. Eksploracja sieci Internet	196
3.4.6. Analityka Big Data	199
3.5. Narzędzia sztucznej inteligencji	200
3.5.1. Pojęcie sztucznej inteligencji	200
3.5.2. Systemy ekspertowe	204
3.5.2.1. Ogólna charakterystyka systemów ekspertowych	204
3.5.2.2. Baza wiedzy systemu ekspertowego	205
3.5.2.3. Podsystem wnioskujący systemu ekspertowego	206
3.5.2.4. Mechanizmy objaśniające	208
3.5.2.5. Podsystem gromadzenia wiedzy	209
3.5.3. Sztuczne sieci neuronowe	210
3.5.3.1. Pojęcie i rodzaje sztucznych sieci neuronowych	210
3.5.3.2. Charakterystyka zastosowań sieci neuronowych	212
3.5.3.3. Tworzenie modeli sieci neuronowych	215
3.5.4. Systemy z logiką rozmytą	216
3.5.4.1. Nieprecyzja lingwistyczna i zbiory rozmyte	216
3.5.4.2. Systemy z logiką rozmytą	218
3.5.5. Algorytmy genetyczne	220
3.6. Podsumowanie	222
Literatura	222
Analiza przypadku 1	225
Analiza przypadku 2	227
Analiza przypadku 3. Ryzyko wykorzystania niepewnej informacji	233
Zakończenie	239

Wstęp

Menedżerowie każdej firmy koncentrują się na innowacjach i nowych technologiach, aby usprawnić działalność operacyjną, utrzymać się na rynku lub zdobyć na nim przewagę konkurencyjną. Nowe rozwiązania pozwalają zarówno zmodernizować działania i obniżyć koszty, jak również dostosować się do nowych regulacji. Obecnie, gdy cyfrowa transformacja jest nie tylko określonym celem, ale ciągłym procesem, organizacje muszą budować strategię i podejmować decyzje, które sprawią, iż sprostać one wyzwaniom coraz bardziej konkurencyjnego rynku.

Poprawa efektywności działania organizacji przez zastosowanie technologii informatycznych ma już długą historię, zapoczątkowaną przez duże jednostki komputerowe i dziedzinowe systemy wspierające wybrane obszary i określone procesy biznesowe. Kolejne generacje systemów obejmują swoim zasięgiem coraz więcej procesów biznesowych oraz zasobów organizacji.

Sprawne funkcjonowanie podmiotów gospodarczych opiera się na dobrze zintegrowanych aplikacjach pracujących na podstawie najnowocześniejszych technologii. System ERP to naturalny fundament transformacji cyfrowej – dotyka ona każdego obszaru firmy i zapewnia sprawny kontakt z partnerami i klientami. Trudno wyobrazić sobie dzisiejszy świat biznesu bez systemów klasy ERP. Wspomagane ręczne procesy biznesowe ograniczyłyby rozwój, a globalna produkcja i inne formy internacjonalizacji, w tym handel elektroniczny, byłyby niemożliwe. W przypadku wielu firm spełniły one oczekiwania i zapewniły zwrot z inwestycji – choć należy pamiętać, że znane są też sytuacje porażek prób ich wdrożenia.

Cyfrowa transformacja biznesu prowadzi do kolejnych znacznych usprawnień: łączenia źródeł danych, optymalizacji procesów biznesowych, przetwarzania informacji w czasie rzeczywistym nie tylko w ramach organizacji, ale także ekosystemu partnerów – co daje szansę rozwoju wielu stronom. Trzeba brać pod uwagę fakt, że starsze systemy funkcjonujące w organizacjach nie zostaną nagle zastąpione przez nowe. Budowana przez lata infrastruktura i dobre praktyki związane z wdrażaniem technologii mogą w pewnym sensie stać się podstawą wprowadzania zmian. Menedżerowie „od zawsze” oczekiwali technologii, które

przysporzą ich firmom nowych klientów, dadzą się łatwo zaimplementować i zintegrować z istniejącą już infrastrukturą, a przy tym pozwolą zminimalizować koszty i zoptymalizować wykorzystanie zasobów. Obecne systemy ERP wychodzą poza dotychczasowe ramy. To już nie tyle systemy zarządzania zasobami organizacji, co bardzo często systemy zarządzania całościowym potencjałem biznesowym przedsiębiorstwa.

Współczesna organizacja zмага się z wieloma wyzwaniami, musi m.in. redukować koszty i spełniać wymagania interesariuszy, często nie dysponując odpowiednią i aktualną informacją niezbędną w procesach decyzyjnych. Cyfrowa transformacja biznesu nie jest możliwa bez danych, których analizę usprawniają nowe technologie i rozwiązania. To one stanowią fundament pozwalający danej organizacji na czynienie kluczowych postanowień, umożliwiających sprawne działania.

Równie istotnym elementem pracy współczesnej organizacji jest nastawienie na klienta. Aplikacje, dzięki którym uzyskuje się analizy opisowe, pomagają zrozumieć historię danych; analizy predykcyjne wskazują natomiast zachowania i sygnalizują wzorce i możliwości. Z kolei analizy preskryptywne dostarczają organizacjom rekomendacji dotyczących optymalnych działań potrzebnych do osiągnięcia celów biznesowych związanych z obsługą klienta, zyskami i efektywnością operacyjną.

Rozwój usług środowiska chmury obliczeniowej i aplikacji mobilnych zmienił sposób nawiązywania i prowadzenia interakcji między klientami i firmami, pozwolił na stworzenie nowych modeli biznesowych i strumieni przychodów. Potencjał, jaki niesie ze sobą zastosowanie takich narzędzi, jak sztuczna inteligencja, robotyka i Internet Rzeczy wpływa zarówno na firmy i użytkowników, jak również narzędzia umożliwiające nawiązywanie i podtrzymywanie relacji między biznesowymi partnerami.

Do tej pory to firmy usługowe chętniej i szybciej sięgały po nowe rozwiązania. Przedsiębiorstwa produkcyjne, posiadające stabilne rozwiązania w zakresie systemów zarządzania, reagowały wolniej na modernizację. Niemniej firmy te generują ogromną ilość danych w porównaniu do innych sektorów gospodarki – cyfrowa transformacja biznesu skutkuje zatem innowacjami, które zmieniają samą naturę tego obszaru poprzez modyfikacje i rozwój łańcucha dostaw oraz aplikacji biznesowych niezbędnych dla wdrażania w gospodarce idei Przemysłu 4.0.

Niniejsza monografia jest drugą z serii *Cyfryzacja* wydawanej przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. Pierwsza, zatytułowana *Zarzą-*

dzanie danymi w organizacji, pod red. Beaty Gontar, stanowi kompendium wiedzy z zakresu architektury danych, hurtowni, bezpieczeństwa, wizualizacji i nowych technologii, takich jak Internet Rzeczy i chmura obliczeniowa. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie kierunków rozwoju aplikacji biznesowych i technologii mających wpływ na rozwój organizacji. W rozdziale pierwszym uzupełnione zostały informacje o technologiach opisanych w pierwszej pozycji cyklu, scharakteryzowano także nowe, jak np. Blockchain czy rozszerzona rzeczywistość – z zaznaczeniem ich oddziaływania na rozwój aplikacji oraz możliwości, jakie daje zastosowanie nowych koncepcji w biznesie. W drugim rozdziale zaprezentowano historię rozwoju aplikacji wykorzystywanych w organizacjach, wskazując na system klasy ERP jako podstawowy system wspierający zarządzanie organizacją. Poszerzenie funkcjonalności systemów biznesowych o bieżącą dostępność wieloaspektowych analiz i włączenie opcji wsparcia w procesie decyzyjnym to powody, dla których w rozdziale trzecim przedstawiono typy decyzji, jakie podejmowane są w organizacjach oraz narzędzia, które je wspomagają – w tym rozwiązania z grupy sztucznej inteligencji.

Rozdział 1

Zastosowanie nowych technologii w biznesie

1.1. Wprowadzenie

Szybki rozwój nowych technologii wymusza zmiany w organizacjach i ich relacjach z partnerami. Ma on ogromny wpływ na to, jak pracują oraz jakie rozwiązania stosują współcześnie organizacje. Wśród technologii tych można wyróżnić: chmurę obliczeniową (*Cloud Computing* – CC), Internet Rzeczy (*Internet of Things* – IoT), przemysłowy Internet Rzeczy (*Industrial Internet of Things* – IIoT), analitykę danych, sztuczną inteligencję (*Artificial Intelligence* – AI), druk przestrzenny (*3D Printing*), cyfrowe odpowiedniki (*Digital Twin* – DT), wirtualną i rozszerzoną rzeczywistość (*Virtual Reality/Augmented Reality* – VR/AR), Big Data, automatyzację i robotykę, roboty współpracujące (*Collaborative Robots* – CR), Blockchain, a także specyficzne dedykowane oprogramowanie obniżające koszty prototypowania produktów i urynkowienie ich.

Rozwiązania takie, jak chmura obliczeniowa, Internet Rzeczy czy Blockchain pojawiły się stosunkowo niedawno i już zmieniły paradygmaty dotyczące sposobu korzystania z aplikacji i bezpieczeństwa w sieci komputerowej. W niniejszym rozdziale omówiona zostanie głównie technologia chmury obliczeniowej oraz Blockchain.

1.2. Chmura obliczeniowa i rozwój technologii mobilnych

Pojęcie chmury obliczeniowej (*Cloud Computing* – CC) zaczęło funkcjonować w przestrzeni społecznej pod koniec XX wieku. Wraz ze wzrostem możliwości korzystania z Internetu i popularyzacją usług mobilnych składowanie i przetwarzanie danych w chmurze stało się dla większości ludzi czymś zupełnie naturalnym, a często wręcz niezauważalnym. Na popularyzację rozwoju tego modelu współpracy z Internetem miała również wpływ konieczność sprostania problemowi obsłużenia i zagwarantowania ciągłości pracy kolejnym masowym usługom, oferowanym np. przez portale społecznościowe i serwisy udostępniające media. Olbrzymi wzrost transferu danych w Internecie w XXI wieku i problem ich składowania przyczyniły się do dynamicznego rozwoju branż usług informatycznych wokół chmury obliczeniowej.

Istnieje wiele definicji *Cloud Computing*. Według NIST (National Institute of Standards and Technology) można ją określić jako „sposób dostępu poprzez sieć komputerową do współdzielonych i łatwo konfigurowalnych zasobów obliczeniowych (sieci, serwerów, magazynów danych, aplikacji i usług), które na żądanie, dynamicznie mogą być przydzielane i zwalniane, przy równoczesnym minimalnym zaangażowaniu serwisów technicznych” [Mell i Grance, 2011]. Definicja proponowana przez Uniwersytet Kalifornijski w Berkeley kładzie nacisk na skalę i dostępność zasobów: „chmura obliczeniowa powinna dawać poczucie nieskończoności zasobów obliczeniowych, zdejmować z użytkowników końcowych konieczność angażowania w ich konfigurację i umożliwiać płacenie tylko za wykorzystane zasoby” [Armbrust, Fox, Griffith, Joseph i Katz, 2009]. Definicje proponowane przez profesora Rajkumara Buyyę podkreślają aspekty wirtualizacji i rozproszenia infrastruktury: „chmura to równoległy i rozproszony system komputerowy składający się z zespołu połączonych systemów wirtualnych, które są dynamicznie tworzone i udostępniane jako jeden lub kilka ujednoczonych zasobów komputerowych, bazując na umowie SLA (*Service-level agreement*) zawartej pomiędzy usługodawcą a klientem” [Buyya i inni, 2009]. Z kolei McKinsey & Co. kładzie nacisk na cechy istotne dla przedsiębiorstw – definiuje chmurę jako „usługi oparte o sprzęt komputerowy, oferujące możliwości oblicze-

niowe, sieciowe i magazynowe, gdzie zarządzanie platformą sprzętową jest ukryte przed usługobiorcą, który może traktować koszty infrastruktury jako zmienne koszty operacyjne, a same zasoby infrastruktury charakteryzują się wysoką elastycznością” [McKinsey & Co., 2009].

Wymagania stawiane przed chmurą obliczeniową mają być realizowane dzięki funkcjonalnościom zdefiniowanym przez NIST. Główne wymagania dla chmury obliczeniowej to:

- wykorzystanie pul zasobów – oferowane przez usługodawcę zasoby komputerowe są skonfigurowane w pulach dla wspierania współdzielonego środowiska zasobów przez wielu klientów (*multi-tenant*¹), składającego się z zasobów fizycznych i wirtualnych konfigurowanych dynamicznie w zależności od potrzeb; konfiguracja zasobów przez klienta odbywa się na wysokim poziomie abstrakcji i usługobiorca właściwie nie może określić, gdzie fizycznie znajdują się jego zasoby (mamy do czynienia z poczuciem niezależności lokalizacji danych); na pulę zasobów mogą się składać takie elementy, jak pamięć, przestrzeń magazynowa, czas obliczeniowy procesorów, przepustowość sieci;
- automatyzacja większości procesów odpowiedzialnych za alokację zasobów i wdrażanie nowych aplikacji – klient powinien być w stanie jednostronnie przydzielić wymagane możliwości obliczeniowe, takie jak czas serwera czy wielkość magazynów danych, bez konieczności interwencji pomocy technicznej;
- duża elastyczność i szybka reakcja na zmieniające się wymagania systemów – zasoby i usługi mogą być przydzielane w sposób elastyczny, często również na zasadzie automatycznej, dla zagwarantowania szybkiego skalowania usług w zależności od potrzeb klientów; usługobiorca powinien mieć możliwość przydzielenia zasobów w każdej ilości i w każdym momencie;
- szeroki dostęp sieciowy – zasoby chmury są dostępne przez sieć za pomocą standardowych mechanizmów, które promują wykorzystanie heterogenicznych platform cienkich (*thin*) i grubych (*thick*) klientów, np. telefonów, tabletów, laptopów, stacji roboczych;

¹ Wykorzystanie tych samych zasobów lub aplikacji przez wielu klientów należących do tej samej firmy lub różnych organizacji. Możliwość zastosowania rozwiązań *multi-tenant* w przypadku chmury obliczeniowej oznacza konieczność wdrożenia takich automatycznych mechanizmów gwarantujących segmentację, izolację, zarządzanie, odpowiednie poziomy usług i model zliczania oraz pobierania opłat, aby zapewnić bezpieczną i stosownie odseparowaną pracę podmiotów korzystających z zasobów chmury obliczeniowej.

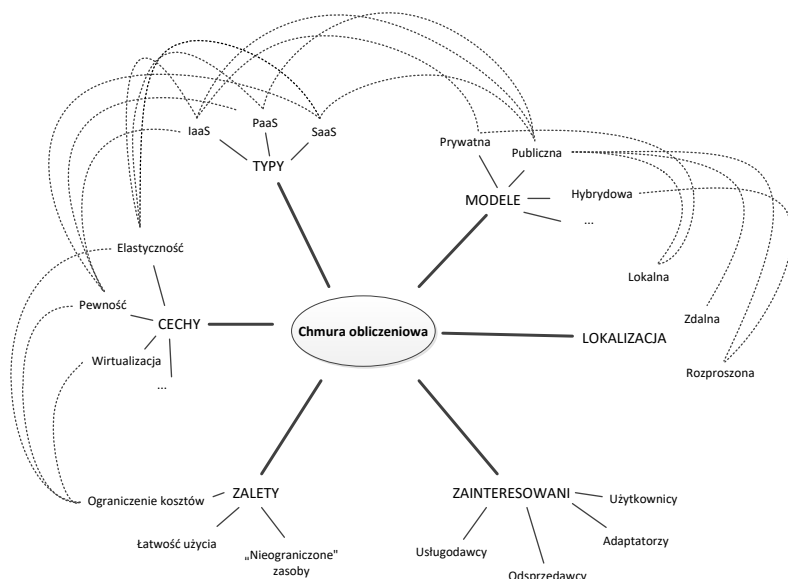
- dostosowanie parametrów pracujących systemów w zależności od ich potrzeb w ramach możliwości dostępnych komponentów sprzętowych;
- monitorowanie – system zarządzający chmurą obliczeniową kontroluje i optymalizuje wykorzystanie zasobów przez udostępnienie miar wydajnościowych dla różnego rodzaju usług i zasobów wykorzystywanych w chmurze; praca systemu może być monitorowana, a raportowanie na różnych poziomach szczegółowości udostępnione zarówno usługodawcy, jak i klientowi.

Z powyższych definicji wynikają konkretne korzyści – podstawowymi cechami chmury obliczeniowej, które mogą być atrakcyjne dla klienta, są bowiem:

- 1) wysoka elastyczność zasobów,
- 2) bezobsługowość infrastruktury,
- 3) wysoka dostępność wynikająca ze skali,
- 4) model płacenia tylko za wykorzystane zasoby.

Na rysunku 1.1 przedstawiono główne wymiary formujące systemy chmurowe, które pozwalają na zdefiniowanie podstawowych cech chmury i jej właściwości – wynikających z definicji oraz sposobu wykorzystania. Każde wdrożenie chmury obliczeniowej powinno charakteryzować się elementami zawartymi w jej eksplikacji oraz przynosić co najmniej jedną zaletę w stosunku do tradycyjnych modeli przetwarzania danych. Typ, model oraz lokalizacja pozwalają na dokładniejsze zdefiniowanie sposobu i celu implementacji, a zainteresowani określają interesariuszy rozwiązania.

Z punktu widzenia podmiotu korzystającego z chmury obliczeniowej jej zasoby mogą wydawać się nieograniczone. Zwiększenie lub zmniejszenie zapotrzebowania na moc obliczeniową, przepustowość sieci, wielkość magazynów danych mogą być – w zależności od umowy SLA – automatycznie dostosowywane do potrzeby wykonywanych zadań. Oznacza to, że można dopasować parametry pracy aplikacji w zależności od wymagań – w okresie, kiedy nie jest to konieczne, nie płacić za wolne zasoby, a w sytuacji zwiększenia zapotrzebowania na moc obliczeniową wykonać niezbędne operacje z pełną wydajnością określonych w SLA zasobów. Uzyskuje się również możliwość szczegółowego raportowania wykorzystanych zasobów, co pozwala na lepsze dobranie kontraktowanych parametrów i optymalizację pracy systemu informatycznego.



Rysunek 1.1. Widok głównych wymiarów formujących systemy chmurowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Kostantos, Kapsalis, Kyriazis i Cunha, 2013].

Skala zasobów sprzętowych odpowiedzialnych za pracę chmury obliczeniowej, automatyzacja procesów związanych z zarządzaniem i zaawansowane mechanizmy monitorowania jej funkcjonowania również powinny zagwarantować wysoką dostępność usług w chmurze obliczeniowej. Na ich pracę nie mogą mieć wpływu lokalne awarie zasilania czy uszkodzenia poszczególnych serwerów lub łącz internetowych od jednego z dostawców. Oczywiście w historii firm oferujących usługi w chmurze można odnotować większe lub mniejsze awarie, które potrafiły doprowadzić nawet do długotrwałych utrudnień dla klientów w dostępie do ich danych. Tego typu sytuacje spotkały gigantów rynku – zarówno Microsoft [Whittaker, 2013], jak i Amazon [Perez, 2014].

Chmura obliczeniowa jest zazwyczaj kojarzona z kilkoma dużymi podmiotami i popularnymi usługami internetowymi. Za teoretycznie nieskończone możliwości dużych chmur obliczeniowych są odpowiedzialne wielkie centra danych i setki tysięcy serwerów. W 2013 roku Google posiadał trzynaście centrów danych utrzymujących 900 tysięcy serwerów, które używały 260 milionów watów (taka moc pozwala zaopatrzyć w energię elektryczną 200 tysięcy domów). Amazon wraz ze swoimi

siedmioma centrami i 450 tysiącami serwerów jest na drugim miejscu. Wiele kolejnych firm, jak Microsoft, Facebook, IBM, posiada własne centra i setki tysięcy serwerów.

Wraz z rozwojem sprzętu i oprogramowania chmura obliczeniowa nie musi być jednak rozwiązaniem kojarzonym tylko z taką skalą usług. W zależności od modelu samej chmury i modelu jej realizacji potencjalny klient otrzymuje szerokie możliwości swojego zaistnienia w chmurze. Można wyodrębnić cztery podstawowe modele chmury obliczeniowej:

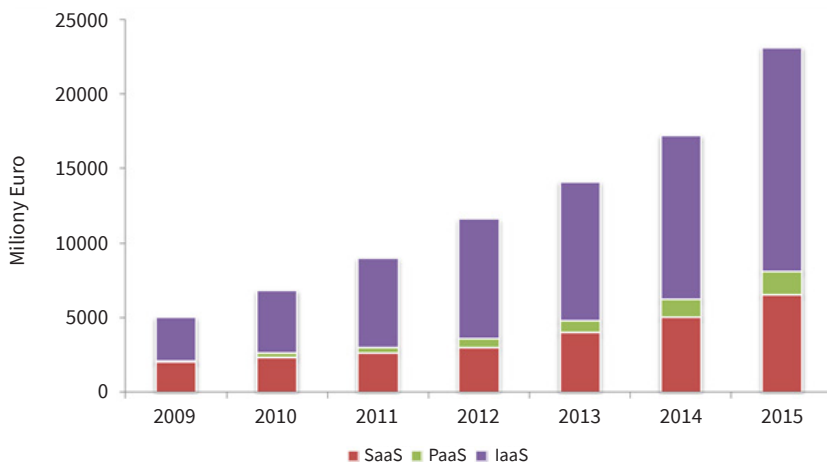
- 1) chmurę prywatną – jej infrastruktura jest skonfigurowana dla wyłącznego wykorzystania przez pojedynczą organizację, mogącą jednak zawierać wielu konsumentów chmury (np. jednostki biznesowe); chmura prywatna może być zarządzana, utrzymywana i być własnością zarówno organizacji, jak i podmiotu trzeciego lub ich kombinacji, a także zlokalizowana w siedzibie organizacji lub/i poza nią;
- 2) chmurę publiczną – jej infrastruktura znajduje się w otwartym publicznym dostępie; może być zarządzana i utrzymywana, a także stanowić własność organizacji biznesowej, uczelni, organizacji publicznej lub ich kombinacji; infrastruktura chmury jest ulokowana w siedzibie usługodawcy;
- 3) chmurę społecznościową – jej zasoby są przeznaczone do wyłącznego użytku przez konkretną społeczność klientów organizacji, które współdzielą jakiś cel (np. misję, wymagania bezpieczeństwa, względy jakościowe); może być zarządzana i utrzymywana, a także być własnością jednej lub kilku organizacji w społeczności, organizacji zewnętrznej lub ich kombinacji;
- 4) chmurę hybrydową – jej infrastruktura jest połączeniem dwóch odmiennych infrastruktur (prywatnej, publicznej lub społecznościowej), które zachowują unikalną osobowość, ale są ze sobą połączone przez standardową lub zastrzeżoną technologię umożliwiającą przenoszenie danych i aplikacji.

Sposób i rodzaj udostępniania zasobów przez chmurę zależy od jej modelu realizacji. NIST definiuje trzy podstawowe odmiany:

- 1) Oprogramowanie jako usługa (*Software as a Service* – SaaS) – w modelu tym dostawca oferuje konkretne oprogramowanie gotowe do wykorzystania; klient nie posiada informacji o platformie (infrastrukturze sprzętowej), interesuje go jedynie funkcjonalność oferowana przez poszczególne aplikacje; model ten jest najczęściej wyko-

- rzystywany przez osoby prywatne, może być również atrakcyjny dla małych firm, ponieważ pozwala uniknąć zakupu i utrzymania serwerów, oprogramowania systemowego i użytkowego, a usługi konfiguracyjne mogą ograniczyć się do jednorazowej, wstępnej konfiguracji;
- 2) Platforma jako usługa (*Platform as a Service* – PaaS) – w modelu tym dostawca oferuje pakiet aplikacji powiązanych ze sobą i wyposażonych w jednolity interfejs użytkownika; najczęściej dostęp realizowany jest przez przeglądarkę internetową, co oznacza możliwość korzystania z oprogramowania na wielu różnych platformach sprzętowych i systemowych; usługodawcy PaaS udostępniają oprogramowanie, które pozwala łatwiej programować i tworzyć skalowalne rozwiązania na warstwie infrastruktury;
 - 3) Infrastruktura jako usługa (*Infrastructure as a Service* – IaaS) – w tym modelu oferta obejmuje infrastrukturę sprzętową, oprogramowanie systemowe i użytkowe oraz usługi serwisowe; możliwe są jednak różne warianty, np. instalacja oprogramowania dostarczonego przez klienta czy też rozdzielenie usług administracyjnych między dostawcę a klienta; mimo że technologia pozwala na budowanie prywatnych infrastruktur chmury obliczeniowej, podstawą większości usług w niej dostępnych są publiczni dostawcy infrastruktury; „posiadany przez nich kapitał i zaplecze eksperckie pozwala budować i utrzymywać duże centra danych z globalnym dostępem oraz bronić własne zasoby przed nieustannym fizycznym, a zwłaszcza elektronicznym atakiem” [Armbrust, Fox, Griffith, Joseph i Katz, 2009].

W związku z dużymi nakładami finansowymi niezbędnymi do uruchomienia i rozwoju usług chmury obliczeniowej opartej na IaaS zajmuje ona pierwsze miejsce pod względem wartości rynkowej spośród wszystkich modeli chmury. Na drugim miejscu plasuje się warstwa SaaS – te usługi są bowiem najczęściej oferowane klientom końcowym. Obecny i prognozowany udział w rynku poszczególnych modeli został przedstawiony na rysunku 1.2. Największy wzrost w rynku chmury obliczeniowej według modelu wdrożenia należy do warstw IaaS i SaaS. Jest to związane m.in. z rosnącym ruchem sieciowym, zwiększaniem się liczby urządzeń mobilnych korzystających z Internetu i możliwością redukcji kosztów infrastruktury w chmurze obliczeniowej przez podmioty biznesowe. Warstwa PaaS to model najbardziej hermetyczny i zaawansowany – w naturalny sposób posiada więc najmniejszy udział w rynku.



Rysunek 1.2. Udział poszczególnych modeli chmury obliczeniowej w rynku

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Pierre Audoin Consultants].

Wśród zainteresowanych chmurą obliczeniową, poza usługodawcami i użytkownikami, można również wymienić m.in. adaptatorów i odsprzedawców. Efektywne wykorzystanie możliwości technicznych chmury otwiera wiele nowych możliwości biznesowych przed podmiotami integrującymi i przenoszącymi do niej istniejące systemy informacyjne. Konkurencyjne cenowo i jakościowo rozwiązania bazujące na zasobach publicznych lub hybrydowych mogą stanowić ciekawą opcję dla organizacji poszukujących narzędzi do przetwarzania informacji. Na rysunku 1.3 zaprezentowano sposoby wykorzystania zasobów chmury obliczeniowej w krajach Unii Europejskiej w 2011 roku. Perspektywa pracy w chmurze obliczeniowej jest na tyle ciekawa, że wiele organizacji zastanawia się nad korzystaniem z jej zasobów lub używa ich w jednym lub w kilku obszarach swojej działalności.

Na przestrzeni lat dynamika rozwoju usług może się jednak zmieniać, a decyzje klientów dostosowywać do ewolucji samych technologii. Widać to na rysunku 1.4, gdzie przedstawiono aktualne prognozy przychodów z rynku chmury obliczeniowej. Atrakcyjna oferta zintegrowanych usług SaaS i ich dojrzałość skłoniły dużą część klientów do korzystania właśnie z tego modelu przetwarzania danych w chmurze obliczeniowej – co stoi w sprzeczności z analizami wykonywanymi jeszcze kilka lat temu.