



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika Świętokrzyska
Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego

Kierunek studiów:
Inżynieria danych

Marcin Zdradzisz

Materiały dydaktyczne do przedmiotu

Chmura obliczeniowa

opracowane w ramach realizacji Projektu
**„Dostosowanie kształcenia
w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb
współczesnej gospodarki”**
FERS.01.05-IP.08-0234/23

Kielce, 2025



Spis treści

1. Wprowadzenie.....	3
2. Definicja chmury obliczeniowej	3
3. Modele chmury obliczeniowej	4
3.1. Modele usług	4
3.1.1. IaaS (Infrastructure as a Service)	4
3.1.2. PaaS (Platform as a Service).....	6
3.1.3. SaaS (Software as a Service).....	9
3.2. Modele wdrożenia.....	12
3.2.1. Chmura publiczna.....	12
3.2.2. Chmura prywatna	13
3.2.3. Chmura hybrydowa.....	14
4. Podsumowanie	16
5. Pytania kontrolne.....	16
6. Odpowiedzi	16
7. Literatura	19



Materiały dydaktyczne objęte licencją Creative Commons BY 4.0.

Licencja dostępna pod adresem: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. Wprowadzenie

Chmura obliczeniowa to dziś fundament nowoczesnej infrastruktury IT. Jej adaptacja przez firmy i instytucje przyspieszyła cyfrową transformację, umożliwiając elastyczne wdrożenia, skalowalność oraz dostęp do zaawansowanych usług takich jak analiza danych czy sztuczna inteligencja.

Niniejszy materiał przybliży zagadnienia związane z chmurą obliczeniową, poczynwszy od definicji poprzez omówienie kluczowych modeli i dostawców, aż po praktyczne przykłady zastosowań, korzyści oraz wyzwania.

Tekst jest skierowany do osób początkujących, które pragną zrozumieć podstawy chmury obliczeniowej oraz zdobyć wiedzę niezbędną do zaplanowania pierwszych wdrożeń lub optymalizacji istniejących rozwiązań.

2. Definicja chmury obliczeniowej

Chmura obliczeniowa (ang. cloud computing) to model przetwarzania danych i dostarczania usług informatycznych, w którym zasoby takie jak moc obliczeniowa, pamięć masowa, aplikacje czy usługi są udostępniane użytkownikowi przez Internet na żądanie, bez potrzeby własnej infrastruktury. Technologia ta opiera się na współdzielonych zasobach dostarczanych przez zewnętrznego dostawcę oraz zapewnia elastyczność, skalowalność i dostępność usług z dowolnego miejsca i urządzenia.

W chmurze obliczeniowej użytkownicy mogą korzystać z różnych modeli usług, takich jak Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) czy Software as a Service (SaaS), płacąc najczęściej za rzeczywiste wykorzystanie zasobów (model pay-as-you-go). Chmura może być prywatna (dla jednej organizacji), publiczna (dostępna komercyjnie dla wielu klientów) lub hybrydowa (łącząca cechy obu poprzednich). Dzięki chmurze obliczeniowej firmy redukują koszty inwestycji w infrastrukturę, łatwo skalują zasoby i zyskują dostęp do nowoczesnych technologii.



3. Modele chmury obliczeniowej

3.1. Modele usług

3.1.1. IaaS (Infrastructure as a Service)

Istota modelu IaaS

IaaS polega na dostarczaniu przez dostawcę całej infrastruktury ICT (technologii informacyjno-komunikacyjnej): serwerów, pamięci masowej, mocy obliczeniowej, łączności sieciowych oraz zabezpieczeń. Użytkownik uzyskuje zdalny dostęp do tych zasobów i może sam instalować systemy operacyjne, oprogramowanie i aplikacje, jednak nie zarządza fizycznym sprzętem. Modele tego typu działają w chmurze publicznej, prywatnej lub hybrydowej.

Zakres odpowiedzialności

W modelu IaaS odpowiedzialność jest podzielona:
dostawca usług zarządza fizyczną infrastrukturą, wirtualizacją i siecią;
użytkownik zarządza systemem operacyjnym, aplikacjami i danymi, które uruchamia w chmurze.

Przykładowe usługi IaaS

Amazon Web Services (AWS) – usługa EC2 do uruchamiania maszyn wirtualnych.

Microsoft Azure – usługa Virtual Machines.

Google Cloud Platform – Compute Engine.

Oracle Cloud Infrastructure – kompletne rozwiązania serwerowe i sieciowe w modelu IaaS.

Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud) to podstawowa usługa Amazon Web Services (AWS) służąca do uruchamiania maszyn wirtualnych, zwanych instancjami, w chmurze. EC2 umożliwia elastyczne i skalowalne korzystanie z mocy obliczeniowej bez konieczności inwestowania w fizyczny sprzęt. Użytkownik może uruchomić dowolną liczbę wirtualnych serwerów, które można konfigurować pod kątem systemu operacyjnego, pamięci RAM, procesora i dysku.

Amazon EC2 oferuje różne typy instancji, dopasowane do różnych potrzeb obliczeniowych, pamięci i przepustowości sieci. Do instancji można dołączać wolumeny pamięci trwałej (Amazon EBS) oraz tymczasowej, a także konfigurować zapory sieciowe za pomocą tzw. grup zabezpieczeń. Bezpieczeństwo logowania zapewniane jest przez parę kluczy (klucz publiczny AWS, prywatny użytkownika). Usługa pozwala na szybkie skalowanie mocy obliczeniowej w górę i w dół,



dostosowując się do dynamicznych potrzeb aplikacji, co optymalizuje koszty i wydajność. EC2 jest wykorzystywane do uruchamiania aplikacji, serwerów WWW, baz danych i wielu innych zastosowań w chmurze.

Microsoft Azure Virtual Machines (VM) to usługa w chmurze umożliwiająca tworzenie i uruchamianie maszyn wirtualnych z systemami Windows i Linux, co pozwala na elastyczne korzystanie z zasobów obliczeniowych bez potrzeby inwestowania w fizyczny sprzęt. Usługa ta zapewnia użytkownikowi pełną kontrolę nad konfiguracją maszyny, w tym wybór rozmiaru (parametry jak moc obliczeniowa, pamięć RAM, pojemność dysku), systemu operacyjnego oraz sieci.

Azure VM pozwala na skalowanie zasobów w miarę potrzeb, obsługując zarówno pojedyncze maszyny, jak i zestawy skalujących się instancji, co wspiera efektywne zarządzanie obciążeniem i zapobiega przeciążeniom. Dzięki modelowi płatności za rzeczywisty czas użycia możliwe jest optymalne zarządzanie kosztami. Usługa oferuje także zarządzane dyski, co upraszcza utrzymanie i skalowanie pamięci masowej, a także wiele rozszerzeń do zarządzania, monitorowania i zwiększania bezpieczeństwa maszyn wirtualnych. Azure Virtual Machines są używane do hostowania aplikacji, baz danych, środowisk testowych i wielu innych zastosowań w chmurze.

Google Cloud Platform (GCP) Compute Engine to usługa Infrastructure as a Service (IaaS), która umożliwia tworzenie i uruchamianie maszyn wirtualnych (VM) na infrastrukturze Google. Usługa ta pozwala użytkownikom na pełną kontrolę nad konfiguracją wirtualnych serwerów, w tym wybór rodzajów procesorów, pamięci RAM, pojemności dyskowej oraz systemu operacyjnego. Compute Engine oferuje automatyczne skalowanie maszyn wirtualnych, co pozwala na dostosowanie zasobów do zmieniających się potrzeb aplikacji w czasie rzeczywistym.

Dzięki globalnej sieci centrów danych Google, maszyny wirtualne są dobrze połączone z szybkim dostępem do sieci światłowodowej, co zapewnia wysoką wydajność i dostępność usług. Compute Engine wspiera szerokie spektrum zastosowań, od hostingu aplikacji i stron internetowych, poprzez uruchamianie dużych obciążeń obliczeniowych, aż po uruchamianie środowisk testowych i produkcyjnych. Usługa ta działa w modelu płatności za rzeczywiste wykorzystanie zasobów, co pozwala na optymalne zarządzanie kosztami.

Oracle Cloud Infrastructure (OCI) to kompleksowa platforma chmurowa oferująca kompletne rozwiązania serwerowe i sieciowe w modelu Infrastructure as a Service (IaaS). OCI udostępnia użytkownikom zasoby takie jak maszyny wirtualne, serwery bare metal (fizyczne serwery bez wirtualizacji), a także serwery z GPU, co pozwala na elastyczne dopasowanie mocy obliczeniowej do potrzeb aplikacji. Platforma oferuje także różnorodne opcje przechowywania danych, w tym blokowe, obiektowe i plikowe systemy storage, a także zaawansowane funkcje sieciowe jak wirtualne sieci, VPN, adresy IP, zabezpieczenia DDoS i inne.



OCI charakteryzuje się wysoką skalowalnością, bezpieczeństwem na niskim poziomie infrastruktury oraz globalną siecią ponad 40 regionów połączonych superszybką siecią. Model płatności jest elastyczny i oparty na rzeczywistym zużyciu zasobów, co pozwala firmom optymalizować koszty operacyjne. Dzięki OCI przedsiębiorstwa mogą szybko wdrażać i zarządzać infrastrukturą IT, jednocześnie skupiając się na swojej podstawowej działalności, korzystając z zaawansowanych narzędzi do zarządzania, automatyzacji oraz integracji z innymi usługami chmurowymi.

Zastosowania

Uruchamianie aplikacji serwerowych i baz danych.

Testowanie i rozwijanie oprogramowania.

Hostowanie stron i usług internetowych.

Analiza danych wymagająca dużej mocy obliczeniowej.

Elastyczna rozbudowa infrastruktury bez potrzeby zakupu fizycznych serwerów.

Zalety IaaS

Skalowalność – możliwość natychmiastowego zwiększania lub zmniejszania zasobów.

Model pay-as-you-go – płatność tylko za wykorzystane zasoby.

Redukcja kosztów inwestycyjnych i utrzymaniowych.

Elastyczność i szybkie wdrożenie środowiska IT nawet w skali globalnej.

Wysoka niezawodność oraz bezpieczeństwo zapewniane przez dostawcę chmury.

Model IaaS stanowi fundament nowoczesnych architektur chmurowych, a jego elastyczność sprawia, że jest często punktem wyjścia dla bardziej zaawansowanych modeli jak PaaS (Platform as a Service) czy SaaS (Software as a Service).

3.1.2. PaaS (Platform as a Service)

Istota modelu PaaS

Model usług chmurowych PaaS (Platform as a Service), czyli platforma jako usługa, to rozwiązanie umożliwiające programistom tworzenie, testowanie, wdrażanie i zarządzanie aplikacjami bez konieczności utrzymywania infrastruktury serwerowej, systemów operacyjnych czy oprogramowania pośredniego.

W modelu PaaS dostawca chmury udostępnia kompletną platformę obejmującą infrastrukturę sprzętową, system operacyjny, biblioteki, środowisko uruchomieniowe, bazy danych i narzędzia deweloperskie. Programiści mogą w tym środowisku budować własne aplikacje, testować je i udostępniać użytkownikom, skupiając się wyłącznie na kodzie, a nie na zarządzaniu zapleczem technicznym.



Zakres odpowiedzialności

Dostawca PaaS: zarządza infrastrukturą, systemami operacyjnymi, zabezpieczeniami, aktualizacjami i serwerami aplikacyjnymi. Użytkownik (programista): odpowiada za projekt, kod i konfigurację swoich aplikacji oraz ich dane.

Przykładowe platformy PaaS

Google App Engine – tworzenie i skalowanie aplikacji webowych w chmurze Google.
Microsoft Azure App Services – platforma do uruchamiania aplikacji w kontenerach i mikroserwisach.

Heroku – środowisko dla aplikacji w technologiach takich jak Python, Node.js czy Ruby.

Oracle Cloud Platform – rozwiązania PaaS dla aplikacji biznesowych i baz danych w chmurze.

Google App Engine to usługa typu Platform as a Service (PaaS) oferowana przez Google Cloud Platform, umożliwiająca programistom tworzenie, wdrażanie i automatyczne skalowanie aplikacji webowych w chmurze Google bez konieczności zarządzania infrastrukturą serwerową. Użytkownicy wystarczy, że prześlą swój kod źródłowy — App Engine zajmuje się resztą, w tym zarządzaniem zasobami, skalowaniem w zależności od obciążenia, aktualizacjami i monitoringiem.

Usługa wspiera wiele popularnych języków programowania, takich jak Python, Java, Go, Node.js, Ruby, PHP czy C#, oraz zapewnia rozbudowane narzędzia do monitorowania i diagnostyki aplikacji. App Engine oferuje wbudowane mechanizmy bezpieczeństwa, m.in. zarządzanie certyfikatami SSL, firewall aplikacji i definiowanie reguł dostępu. Dzięki temu programiści mogą skupić się na kodzie i funkcjonalnościach aplikacji, mając jednocześnie gwarancję wysokiej dostępności i wydajności przy rosnącym ruchu użytkowników.

Microsoft Azure App Services to w pełni zarządzana platforma jako usługa (PaaS), która umożliwia tworzenie, uruchamianie i automatyczne skalowanie aplikacji internetowych, mobilnych oraz interfejsów API, w tym aplikacji działających w kontenerach i architekturze mikroserwisów. Platforma zapewnia środowisko hostingu bez konieczności zarządzania infrastrukturą serwerową, pozwalając deweloperom skupić się na tworzeniu kodu i funkcjonalności aplikacji.

Azure App Services obsługuje wiele popularnych języków programowania i frameworków, takich jak .NET, Java, Python, PHP, Node.js oraz kontenery Docker i Kubernetes, co daje dużą elastyczność technologicznego wyboru. Platforma oferuje automatyczne skalowanie zasobów dostosowujące się do obciążenia aplikacji, integrację z narzędziami DevOps, wbudowane mechanizmy zabezpieczeń, zarządzanie połączeniami z bazami danych oraz monitoring aplikacji w czasie rzeczywistym. Dzięki temu Azure App Services jest idealnym rozwiązaniem do



szybkiego wdrażania nowoczesnych aplikacji internetowych i mikroserwisów, zapewniając wysoką dostępność i wydajność.

Heroku to popularna platforma chmurowa typu Platform as a Service (PaaS), która umożliwia deweloperom łatwe tworzenie, wdrażanie i skalowanie aplikacji webowych w takich technologiach jak Python, Node.js, Ruby, Java, PHP czy Go. Platforma bazuje na systemie zarządzanych kontenerów zwanych dynos, które zapewniają środowisko wykonawcze aplikacji, automatycznie monitorując ich działanie i utrzymując je w gotowości do pracy.

Heroku upraszcza proces wdrożenia aplikacji dzięki integracji z narzędziami Git, GitHub oraz systemami Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD), co pozwala na szybkie i efektywne publikowanie nowych wersji. Platforma oferuje również automatyczne skalowanie, dostosowując zasoby do aktualnego obciążenia, a także bogaty ekosystem dodatków (add-ons) zapewniających m.in. bazy danych, monitoring, systemy kolejkowania i cache. Dzięki temu Heroku pozwala programistom skoncentrować się na tworzeniu kodu i innowacjach, zamiast na zarządzaniu infrastrukturą.

Oracle Cloud Platform oferuje rozwiązania typu Platform as a Service (PaaS), które umożliwiają tworzenie, wdrażanie i zarządzanie aplikacjami biznesowymi oraz bazami danych w chmurze. Platforma PaaS Oracle zapewnia nowoczesne narzędzia do rozwoju aplikacji, integracji systemów, automatyzacji procesów, analityki i zarządzania danymi, co pozwala firmom na szybsze wprowadzanie innowacji i optymalizację procesów biznesowych.

Oracle PaaS oferuje wsparcie dla różnych technologii, w tym baz danych Oracle, rozwijania aplikacji w Javie i innych językach, zaawansowane funkcje integracji z systemami on-premises i chmurowymi oraz narzędzia do analizy dużych zbiorów danych i uczenia maszynowego. Platforma zapewnia wysoki poziom bezpieczeństwa, skalowalności oraz zautomatyzowane zarządzanie, a także umożliwia korzystanie z gotowych środowisk developerskich i rozwiązań API-first. To kompleksowe środowisko pozwala firmom efektywnie budować, rozszerzać i eksploatować aplikacje, jednocześnie redukując złożoność operacyjną i koszty.

Zastosowania

Tworzenie i utrzymanie aplikacji webowych oraz mobilnych.

Integracja usług mikrousługowych i API.

Szybkie testowanie i wdrażanie nowych wersji oprogramowania.

Implementacja zaawansowanych funkcji, takich jak sztuczna inteligencja (AI), uczenie maszynowe czy analityka danych w aplikacjach.



Zalety modelu PaaS

Skraca czas wprowadzania aplikacji na rynek dzięki gotowemu środowisku i automatyzacji procesów.

Eliminuje konieczność zarządzania sprzętem i infrastrukturą.

Umożliwia łatwe skalowanie aplikacji w zależności od zapotrzebowania.

Zapewnia dostęp do zintegrowanych narzędzi dla zespołów deweloperskich, ułatwiając współpracę i rozwój produktów.

Model PaaS jest zatem idealny dla firm i zespołów, które koncentrują się na tworzeniu oprogramowania, a nie na jego utrzymaniu infrastrukturalnym, co pozwala przyspieszyć innowacje i zoptymalizować koszty w środowiskach chmurowych.

3.1.3. SaaS (Software as a Service)

Istota modelu SaaS

Model usług chmurowych SaaS (Software as a Service), czyli oprogramowanie jako usługa, to sposób dostarczania aplikacji przez internet, w którym użytkownik korzysta z gotowego oprogramowania hostowanego w chmurze i zarządzanego w pełni przez dostawcę.

W modelu SaaS całe oprogramowanie (wraz z infrastrukturą, bazami danych i aktualizacjami) jest utrzymywane przez dostawcę w centrach danych chmurowych.

Użytkownik nie instaluje programu na własnym komputerze — uzyskuje do niego dostęp poprzez przeglądarkę internetową lub aplikację mobilną. Dostawca usługi odpowiada za dostępność, bezpieczeństwo, kopie zapasowe i bieżące aktualizacje aplikacji.

Zakres odpowiedzialności

Dostawca SaaS: zarządza wszystkimi warstwami systemu — od infrastruktury, przez platformę i oprogramowanie pośrednie, po samą aplikację i dane systemowe.

Użytkownik: ma dostęp tylko do funkcji aplikacji i zarządza własnymi danymi w ramach konta lub subskrypcji.

Przykładowe usługi SaaS

Microsoft 365 – pakiet biurowy dostępny przez przeglądarkę.

Google Workspace – aplikacje chmurowe do pracy grupowej (Gmail, Docs, Drive).

Salesforce – system CRM do zarządzania relacjami z klientami.

Zoom i Slack – narzędzia do komunikacji i współpracy online.

Asana, Trello – platformy do zarządzania projektami.



Microsoft 365 to pakiet biurowy dostępny przez przeglądarkę, który umożliwia użytkownikom pracę z popularnymi aplikacjami takimi jak Word, Excel, PowerPoint, Outlook oraz OneNote bez konieczności instalacji na komputerze. Dzięki Microsoft 365 można tworzyć, edytować i współdzielić dokumenty online, co wspiera efektywną współpracę zespołową zarówno w czasie rzeczywistym, jak i asynchronicznie. Pakiet oferuje 1 TB przestrzeni dyskowej w chmurze OneDrive, co pozwala na przechowywanie i automatyczną synchronizację plików. Microsoft 365 obejmuje także narzędzia takie jak Microsoft Teams do komunikacji oraz funkcje oparte na sztucznej inteligencji, które pomagają zwiększyć produktywność. Usługa działa na różnych urządzeniach — komputerach, tabletach i smartfonach — z dostępem do tych samych plików i narzędzi, zapewniając mobilność i elastyczność pracy.

Google Workspace to zbiór aplikacji chmurowych przeznaczonych do pracy grupowej i współpracy w zespole. Oferuje on narzędzia takie jak Gmail, Google Calendar, Google Drive, Google Docs, Sheets, Slides, Meet i Chat, które pozwalają na efektywną komunikację, wspólne edytowanie dokumentów w czasie rzeczywistym oraz bezpieczne przechowywanie i udostępnianie plików. Dzięki Google Workspace zespoły mogą pracować zdalnie i synchronizować swoje działania na różnych urządzeniach, takich jak komputery, tablety i smartfony. Funkcje te obejmują automatyczne zapisywanie zmian, łatwe udostępnianie plików, planowanie spotkań online, czat w czasie rzeczywistym oraz szerokie możliwości integracji z innymi narzędziami i aplikacjami z ekosystemu Google.

Salesforce to zaawansowany system CRM (Customer Relationship Management) służący do zarządzania relacjami z klientami, który działa w modelu chmurowym. Umożliwia firmom centralizację danych o klientach oraz śledzenie wszystkich interakcji z nimi w czasie rzeczywistym, co wspiera budowanie silnych i trwałych relacji biznesowych. Platforma przechowuje kompleksową historię kontaktów, preferencji i zachowań klientów, co pozwala na spersonalizowaną komunikację oraz efektywniejsze zarządzanie procesami sprzedaży, marketingu i obsługi klienta.

Zoom jest przede wszystkim platformą do wideokonferencji i spotkań online, oferującą wysoką jakość dźwięku i obrazu, możliwość jednoczesnego uczestnictwa do 1000 osób oraz zaawansowane funkcje interakcji, takie jak udostępnianie ekranu, tablice do burzy mózgów, ankiety i nagrywanie spotkań. Zoom świetnie sprawdza się podczas wirtualnych szkoleń, webinarów i formalnych spotkań zespołowych.

Slack z kolei to narzędzie skoncentrowane na komunikacji tekstowej i współpracy zespołowej, oferujące zorganizowane kanały tematyczne, integracje z wieloma aplikacjami oraz funkcje takie jak czat grupowy, udostępnianie plików, notatki i boty automatyzujące zadania. Slack przypomina wirtualne biuro, gdzie zespoły mogą prowadzić dyskusje w czasie rzeczywistym, zarządzać projektami i łatwo odnajdywać ważne informacje.



Asana oferuje rozbudowane możliwości zarządzania projektami, takie jak różne widoki (lista, kalendarz, tablica Kanban, wykres Gantta), przypisywanie zadań, monitorowanie terminów i zależności między zadaniami. Dzięki temu jest idealna dla zespołów wymagających szczegółowego planowania i śledzenia postępów, także przy bardziej skomplikowanych projektach. Asana wspiera integracje i automatyzacje, co zwiększa produktywność.

Trello wyróżnia się prostotą i intuicyjnym interfejsem opartym na metodzie Kanban. Użytkownicy tworzą karty z zadaniami, które przesuwają między kolumnami reprezentującymi etapy projektu. To sprawia, że Trello jest łatwe do wdrożenia i świetnie sprawdza się w mniejszych zespołach lub mniej skomplikowanych projektach. Trello jest bardziej wizualne i przyjazne dla użytkowników preferujących prostą organizację pracy.

Zalety modelu SaaS

Brak potrzeby instalacji lokalnej ani zarządzania serwerami.
Automatyczne aktualizacje i konserwacja wykonywana przez dostawcę.
Dostępność z dowolnego urządzenia podłączonego do internetu.
Skalowalność i elastyczność cenowa — zwykle w modelu subskrypcyjnym.
Wysoka niezawodność i bezpieczeństwo danych zapewniane przez operatora usługi.

Zastosowania

Model SaaS jest powszechnie stosowany w systemach CRM, narzędziach biurowych, rozwiązaniach e-commerce, platformach komunikacyjnych i analitycznych. Jest idealny dla organizacji, które potrzebują dostępu do oprogramowania bez inwestycji w infrastrukturę techniczną i specjalistyczną administrację.

SaaS jest najbardziej dostępnym i dojrzałym modelem chmury, stanowiąc fundament cyfrowej transformacji i pracy zdalnej w nowoczesnych przedsiębiorstwach.



3.2. Modele wdrożenia

3.2.1. Chmura publiczna

Chmura publiczna to model chmury obliczeniowej, w którym zasoby IT, takie jak serwery, pamięć masowa, sieci i aplikacje, są udostępniane przez zewnętrznych dostawców za pośrednictwem Internetu i współdzielone między wieloma klientami. Użytkownicy nie muszą inwestować we własną infrastrukturę — płacą zazwyczaj tylko za faktyczne wykorzystanie zasobów (model pay-as-you-go).

Chmura publiczna zapewnia skalowalność, elastyczność oraz wysoką dostępność usług, a dzięki efektom skali oferuje konkurencyjne ceny i wysoki poziom specjalizacji usługodawcy. Klienci mają dostęp do infrastruktury i oprogramowania bez konieczności zarządzania sprzętem, co ułatwia szybkie wdrażanie i zmiany zasobów na żądanie. Przykładami chmur publicznych są Amazon Web Services, Microsoft Azure czy Google Cloud Platform.

Zalety chmury publicznej to przede wszystkim:

1. Niższe koszty — brak potrzeby inwestowania w własną infrastrukturę, opłata tylko za rzeczywiste zużycie zasobów (model pay-as-you-go).
2. Skalowalność — możliwość szybkiego dostosowania zasobów do zmieniających się potrzeb biznesowych, bez konieczności zakupu sprzętu.
3. Globalny dostęp — zasoby i usługi dostępne są przez Internet z dowolnego miejsca na świecie, co ułatwia pracę zdalną i współpracę zespołową.
4. Wysoka dostępność i niezawodność — dzięki rozproszonym centrom danych usługi są odporne na awarie i zapewniają ciągłość działania.
5. Bezpieczeństwo — renomowani dostawcy inwestują w nowoczesne środki ochrony danych oraz spełniają wymogi certyfikacji i regulacji.
6. Szybkie wdrażanie i innowacje — łatwe uruchamianie nowych usług i aplikacji oraz dostęp do nowoczesnych technologii, co przyspiesza rozwój biznesu.
7. Redukcja obciążenia zespołu IT — to dostawca chmury odpowiada za zarządzanie i utrzymanie infrastruktury, co pozwala skupić się na kluczowych działaniach firmy.

Wady chmury publicznej obejmują:

1. Ograniczenia prawne i regulacyjne – chmura publiczna ma ujednolicone standardy, które mogą nie spełniać specyficznych wymagań prawnych niektórych organizacji, np. dotyczących lokalizacji danych czy ich ochrony.



2. Uzależnienie od dostawcy – korzystanie z chmury publicznej wiąże się ze znaczną zależnością od usług i polityk wybranego dostawcy, co może utrudnić migrację lub zmianę platformy.
3. Bezpieczeństwo i prywatność – mimo zaawansowanych zabezpieczeń, współdzielenie zasobów z innymi klientami tworzy ryzyko potencjalnych ataków, błędnej konfiguracji lub naruszeń bezpieczeństwa.
4. Brak pełnej kontroli nad infrastrukturą – użytkownicy chmury publicznej nie mają możliwości pełnej kontroli nad sprzętem i oprogramowaniem, co może ograniczać dostosowanie środowiska do specyficznych potrzeb.
5. Potencjalne problemy z wydajnością – współdzielenie zasobów może powodować okresowe spadki wydajności, szczególnie przy dużym obciążeniu.

3.2.2. Chmura prywatna

Chmura prywatna to model chmury obliczeniowej, w którym zasoby, takie jak serwery, pamięć masowa, sieć czy aplikacje, są dedykowane i zarządzane wyłącznie dla jednej organizacji. W przeciwieństwie do chmury publicznej, gdzie zasoby są współdzielone między różnymi użytkownikami, chmura prywatna zapewnia wyższy poziom kontroli, bezpieczeństwa i prywatności danych.

Chmura prywatna może być zlokalizowana wewnątrz infrastruktury firmy (on-premises) lub zarządzana przez zewnętrznego dostawcę usług (hosted private cloud). Umożliwia ona dostosowanie konfiguracji do indywidualnych potrzeb organizacji, zapewniając skalowalność, elastyczność oraz możliwość automatyzacji procesów IT. Korzystanie z chmury prywatnej pomaga spełnić wymagania dotyczące ochrony danych i zgodności z regulacjami prawnymi, jednocześnie umożliwiając efektywne wykorzystanie zasobów oraz szybkie wdrażanie aplikacji.

Zalety chmury prywatnej to:

1. Wysoki poziom bezpieczeństwa i prywatności danych — zasoby są dedykowane jednej organizacji, co zmniejsza ryzyko nieuprawnionego dostępu.
2. Pełna kontrola nad środowiskiem — organizacja zarządza infrastrukturą, co pozwala na indywidualne dostosowanie konfiguracji i polityk bezpieczeństwa.
3. Lepsza wydajność i czas odpowiedzi — dedykowane zasoby oraz kontrola nad infrastrukturą sieciową zapewniają stabilność i szybkość działania aplikacji.
4. Zgodność z przepisami — chmura prywatna ułatwia spełnienie wymogów prawnych oraz standardów branżowych, co jest ważne w sektorach takich jak finanse czy ochrona zdrowia.



5. Możliwość personalizacji środowiska — dostosowanie zasobów i narzędzi do specyficznych potrzeb firmy i jej procesów.
6. Potencjalne oszczędności w dłuższej perspektywie dla organizacji o przewidywalnym zużyciu zasobów.

Wady chmury prywatnej to głównie:

1. Wyższe koszty początkowe – budowa i utrzymanie własnej infrastruktury wymaga znaczących inwestycji w sprzęt, oprogramowanie oraz personel IT.
2. Złożoność zarządzania – konieczność samodzielnego zarządzania i utrzymania systemów, co wymaga zaawansowanych kompetencji i zasobów.
3. Mniejsza elastyczność skalowania – w porównaniu z chmurą publiczną skalowanie zasobów jest ograniczone przez posiadaną infrastrukturę i wymaga często dodatkowych inwestycji.
4. Wyzwania związane z aktualizacjami – odpowiedzialność za aktualizacje, bezpieczeństwo i konserwację spoczywa na organizacji, co może wydłużać czas reakcji na nowe zagrożenia lub zmiany technologiczne.
5. Potencjalne bariery w dostępie do innowacji – w porównaniu z chmurą publiczną, która dynamicznie wprowadza nowe usługi i technologie, chmura prywatna może mieć opóźnienia we wdrażaniu nowoczesnych rozwiązań.

3.2.3. Chmura hybrydowa

Chmura hybrydowa to model przetwarzania w chmurze, który łączy infrastrukturę lokalną (chmurę prywatną) z chmurą publiczną w jedno zintegrowane środowisko. Pozwala to organizacjom na elastyczne zarządzanie zasobami IT poprzez przenoszenie danych i aplikacji między tymi dwoma środowiskami, optymalizując koszty oraz dostosowując się do zmieniających się potrzeb biznesowych.

Chmura hybrydowa oferuje zalety obu modeli: bezpieczeństwo i kontrolę nad wrażliwymi danymi w chmurze prywatnej oraz skalowalność, elastyczność i efektywność kosztową chmury publicznej. Kluczowymi elementami są chmura prywatna, chmura publiczna, platforma zarządzania do integracji zasobów, oraz sieć umożliwiająca bezpieczne przesyłanie danych między środowiskami. Dzięki temu firmy mogą szybciej reagować na zmiany obciążenia, zachować zgodność z regulacjami oraz optymalnie wykorzystywać zasoby IT.



Zalety chmury hybrydowej to:

1. Elastyczność i skalowalność – pozwala dynamicznie dostosowywać zasoby IT do bieżących potrzeb, wykorzystując chmurę publiczną do obsługi szczytów obciążenia bez konieczności inwestycji w dodatkową infrastrukturę.
2. Lepsza kontrola i bezpieczeństwo – umożliwia przechowywanie danych krytycznych i wrażliwych w chmurze prywatnej, co zwiększa poziom bezpieczeństwa i zgodność z regulacjami.
3. Optymalizacja kosztów – łączy korzyści z modelu publicznego (niższe koszty operacyjne) i prywatnego (kontrola nad zasobami), pomagając efektywnie zarządzać budżetem.
4. Wydajność – umożliwia m.in. lokalne wdrażanie aplikacji, co redukuje opóźnienia i zwiększa szybkość działania systemów.
5. Ciągłość działania – dzięki rozproszeniu zasobów między różne środowiska firma może zwiększyć odporność na awarie i zapewnić nieprzerwaną pracę.
6. Innowacyjność – pozwala korzystać z zaawansowanych technologii dostępnych w chmurze publicznej, takich jak sztuczna inteligencja czy uczenie maszynowe, bez konieczności wymiany istniejącej infrastruktury.
7. Możliwość dopasowania środowiska – organizacje mają swobodę decydowania, które aplikacje i dane trzymają w chmurze prywatnej, a które w publicznej, co zwiększa efektywność zarządzania.

Wady chmury hybrydowej to przede wszystkim:

1. Złożoność zarządzania – integracja i koordynacja dwóch różnych środowisk (publicznego i prywatnego) wymaga zaawansowanego zarządzania, specjalistycznej wiedzy i doświadczenia.
2. Koszty początkowe – wdrożenie chmury hybrydowej często wiąże się z wysokimi kosztami inwestycji w infrastrukturę, oprogramowanie oraz szkolenia.
3. Bezpieczeństwo – przesyłanie danych między chmurą prywatną a publiczną stwarza dodatkowe ryzyko ataków, zwłaszcza jeśli nie zostaną wdrożone odpowiednie zabezpieczenia.
4. Wymagania dotyczące łączności – stabilne i szybkie połączenie sieciowe między środowiskami jest kluczowe, a jego brak może negatywnie wpływać na wydajność i dostępność aplikacji.
5. Ograniczenia technologiczne – nie wszystkie systemy i aplikacje są idealnie kompatybilne z modelem hybrydowym, co może wymagać modernizacji infrastruktury i dodatkowych nakładów pracy.
6. Zarządzanie danymi i spójnością – utrzymanie spójności danych w rozproszonym środowisku jest wyzwaniem i wymaga odpowiednich strategii synchronizacji.



4. Podsumowanie

Chmura obliczeniowa stanowi fundament nowoczesnych systemów IT, łącząc elastyczność, skalowalność i dostęp do zaawansowanych technologii. Jej implementacja wymaga jednak przemyślanej strategii, uwzględniającej wiele istotnych aspektów. Przede wszystkim, należy przygotować solidne uzasadnienie biznesowe, które obejmuje cele i korzyści oczekiwane przez organizację, a także ocenę obecnych kosztów i efektywności infrastruktury IT. Ważnym elementem jest zdefiniowanie faz wdrożenia oraz architektury chmury, która zapewni optymalne wykorzystanie zasobów.

Niezbędne jest także szczegółowe planowanie dotyczące urządzeń końcowych, monitoringu i zarządzania środowiskiem chmurowym, aby zapewnić bezpieczeństwo, ciągłość działania i szybką reakcję na incydenty. Wdrożenie chmury wymaga ścisłej współpracy działu IT z innymi działami firmy, tak aby proces migracji był zgodny z oczekiwaniami biznesu oraz regulacjami prawnymi. Ponadto, wybór modelu chmury (publiczna, prywatna, hybrydowa) oraz dostawcy usług powinien odpowiadać specyfice działalności i wymaganiom organizacji. Cały proces musi być wieloetapowy i obejmować testowanie, migrację, a także ciągłe zarządzanie i optymalizację zasobów, co zapewnia długoterminowy sukces i zwrot z inwestycji w chmurę obliczeniową.

5. Pytania kontrolne

1. Jak definiujemy chmurę obliczeniową i jakie są jej główne zalety?
2. Co odróżnia model IaaS od PaaS i SaaS?
3. W jakich sytuacjach opłaca się użyć chmury prywatnej zamiast publicznej?
4. Wymień trzech największych dostawców chmury i wskaż ich kluczowe usługi?
5. Podaj trzy przykłady zastosowania chmury w biznesie?
6. Co to jest vendor lock-in i jak można go minimalizować?

6. Odpowiedzi

1. Chmura obliczeniowa, inaczej cloud computing, to model dostarczania usług IT polegający na zdalnym udostępnianiu zasobów, takich jak moc obliczeniowa, pamięć masowa, aplikacje czy platformy, za pośrednictwem internetu. Umożliwia ona dynamiczne przydzielanie i skalowanie zasobów według aktualnych potrzeb użytkownika, eliminując konieczność inwestowania w własną infrastrukturę fizyczną. Model ten działa na zasadzie płatności za rzeczywiste wykorzystanie



zasobów, co przekłada się na optymalizację kosztów operacyjnych. Główne zalety chmury obliczeniowej to znaczna elastyczność, pozwalająca firmom szybko dostosować się do zmiennych warunków rynkowych, łatwość skalowania usług w górę lub w dół oraz dostępność usług z dowolnego miejsca i urządzenia z dostępem do internetu. Ponadto chmura umożliwia szybsze wdrażanie innowacji, dostęp do nowoczesnych technologii, takich jak sztuczna inteligencja czy analiza dużych danych, oraz zwiększa efektywność zespołów dzięki narzędziom do współpracy i automatyzacji procesów. Ostatecznie przyczynia się do zwiększenia konkurencyjności firm oraz pozwala na osiągnięcie wyższego poziomu bezpieczeństwa i ciągłości działania systemów dzięki wykorzystaniu zaawansowanych mechanizmów ochrony i globalnej infrastruktury dostawców usług chmurowych.

1. Różnice między tymi modelami dotyczą zakresu dostarczanych usług i stopnia kontroli użytkownika: IaaS daje kontrolę nad infrastrukturą, PaaS zapewnia środowisko do tworzenia aplikacji, a SaaS oferuje gotowe oprogramowanie do natychmiastowego użycia.
2. Model ten jest preferowany przez organizacje z branż o wysokich wymaganiach bezpieczeństwa, takich jak finanse, służba zdrowia czy administracja publiczna. Jednakże, ze względu na wyższe koszty i konieczność samodzielnego zarządzania, chmura prywatna jest najkorzystniejsza dla firm z odpowiednim potencjałem inwestycyjnym i kompetencjami IT.
3. Amazon Web Services (AWS) – lider rynku z największym udziałem. Kluczowe usługi AWS to m.in. Elastic Compute Cloud (EC2) do uruchamiania maszyn wirtualnych, Simple Storage Service (S3) do przechowywania danych, oraz Amazon RDS do zarządzanych baz danych. AWS oferuje też szeroki wybór usług z zakresu sztucznej inteligencji, analityki i Internetu rzeczy (IoT).
Microsoft Azure – drugi pod względem udziału w rynku. Kluczowe usługi Azure obejmują Virtual Machines (maszyny wirtualne), Azure SQL Database, Azure App Services do tworzenia i hostowania aplikacji webowych oraz szeroki wachlarz usług AI i DevOps. Azure jest popularny zwłaszcza w środowiskach korzystających z rozwiązań Microsoft.
Google Cloud Platform (GCP) – trzeci największy dostawca. Google Cloud oferuje Compute Engine do zarządzania maszynami wirtualnymi, Cloud Storage, BigQuery do analizy dużych danych oraz usługi AI i uczenia maszynowego. GCP jest ceniona za zaawansowane narzędzia analityczne i wydajność infrastruktury.
4. Analiza danych i Big Data – firmy wykorzystują chmurę do gromadzenia oraz analizy dużych zbiorów danych, co pozwala na lepsze zrozumienie zachowań klientów, optymalizację produktów i podejmowanie trafniejszych decyzji biznesowych. Przykłady zastosowań to sektor e-commerce, finanse czy aplikacje mobilne.



Backup i odzyskiwanie danych – chmura umożliwia automatyczne tworzenie kopii zapasowych oraz szybkie przywracanie danych po awariach, co wspiera bezpieczeństwo i ciągłość działania przedsiębiorstwa, także przy dużej ilości danych i rozproszonych lokalizacjach.

Zdalna współpraca i dostęp do aplikacji – przeniesienie środowiska IT do chmury umożliwia pracownikom dostęp do systemów, aplikacji i plików z dowolnego miejsca i urządzenia, co poprawia efektywność pracy zespołowej, szczególnie w modelu pracy zdalnej.

5. Vendor lock-in to sytuacja, w której klient staje się tak zależny od konkretnego dostawcy usług chmurowych, że zmiana tego dostawcy staje się trudna, kosztowna lub wręcz niemożliwa. Wynika to z wykorzystywania specyficznych usług, narzędzi i technologii dostępnych tylko u jednego dostawcy, co utrudnia przeniesienie danych, aplikacji lub całej infrastruktury do innej chmury. Takie uzależnienie ogranicza swobodę wyboru i może powodować zwiększone koszty oraz ryzyko, gdy dostawca zmienia warunki usług lub ich ceny. Aby minimalizować vendor lock-in, warto stosować otwarte standardy i technologie open-source (np. Kubernetes, Terraform), które ułatwiają migrację między dostawcami. Ważna jest automatyzacja i dokumentacja procesów, co umożliwia sprawne przenoszenie konfiguracji. Dobrą praktyką jest przyjęcie strategii multi-cloud, czyli korzystanie jednocześnie z usług różnych dostawców, co zwiększa elastyczność i zmniejsza ryzyko zależności od jednego podmiotu. Dodatkowo, należy negocjować umowy z dostawcami tak, aby uwzględniały łatwe przenoszenie zasobów i danych oraz regularnie testować procesy migracji w celu wykrycia i eliminacji potencjalnych trudności.



7. Literatura

✓ Źródła internetowe:

- Amazon Web Services (<https://aws.amazon.com>, dostępny 07.07.2025).
- Microsoft Azure (<https://azure.microsoft.com>, dostępny 07.07.2025).
- Oracle (<https://oracle.com>, dostępny 07.07.2025).
- Google Cloud Platform (<https://cloud.google.com>, dostępny 07.07.2025).
- Heroku (<https://heroku.com>, dostępny 07.07.2025).
- Microsoft 365 (<https://www.microsoft.com/microsoft-365>, dostępny 07.07.2025)
- Google Workspace (<https://workspace.google.com>, dostępny 07.07.2025)
- Salesforce (<https://www.salesforce.com>, dostępny 07.07.2025)
- Zoom (<https://zoom.com>, dostępny 22.07.2025)
- Slack (<https://slack.com>, dostępny 22.07.2025)
- Asana (<https://asana.com>, dostępny 22.07.2025)
- Trello (<https://trello.com>, dostępny 22.07.2025)