

Krzysztof Butlewski, Halina Wichowska, Agnieszka Strzelecka-Turska

# Koncepcja budowy aplikacji szkoleniowej z wykorzystaniem środowiska chmury publicznej

JEL: I23 DOI: 10.24136/atest.2019.234  
Data zgłoszenia: 28.01.2020 Data akceptacji: 10.02.2020

W artykule omówiona została koncepcja budowy aplikacji szkoleniowej z zakresu szkolenia lotniczego z wykorzystaniem środowiska chmury publicznej.

**Słowa kluczowe:** chmura publiczna, microsoft azure, aws amazon.

## Wstęp

Chmura publiczna to od pewnego czasu coraz bardziej popularny sposób wdrażania aplikacji obliczeniowych (rys.1). Zasoby w chmurze (takie jak sprzęt komputerowy i przestrzeń na dane) należą do zewnętrznych dostawców usług w chmurze, którzy obsługują je i udostępniają przez Internet. Dostęp do usług i zarządzanie kontem odbywa się przy użyciu przeglądarki internetowej. Wdrożenia chmury publicznej są często używane do udostępniania internetowej poczty e-mail, aplikacji biurowych w trybie online, magazynu oraz środowisk do testowania i opracowywania.



Rys. 1. Ogólna koncepcja chmury publicznej, określana często jako dematerializacja komputerowa [4]

W tym artykule podjęto próbę opisanie i wyjaśnienia koncepcji budowy aplikacji szkoleniowej, włączając także strukturę sprzętową do zastosowań w szkoleniu lotniczym. Skupiono się na dostosowaniu środowiska chmury publicznej, wykorzystaniu zalet tego środowiska jak również optymalizacją pod kątem zadaniowym i kosztowym.

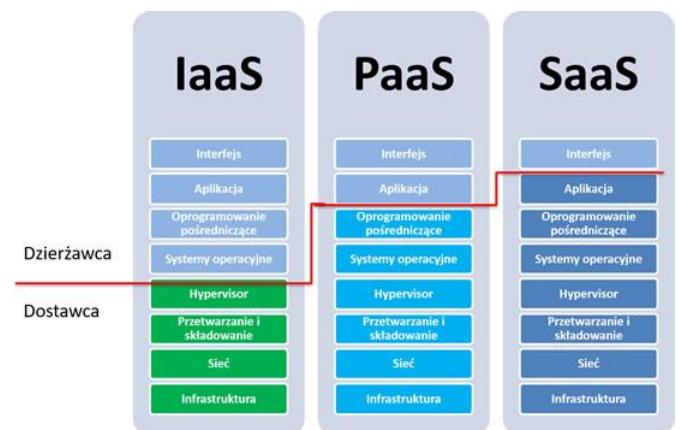
## 1. Wybrane informacje o chmurze publicznej

### 1.1. Typy usług w chmurze

Większość usług chmury obliczeniowej należy do jednej z czterech ogólnych kategorii (rys.2): infrastruktura jako usługa (IaaS), platforma jako usługa (PaaS), funkcje bezserwerowe i oprogramowanie jako usługa (SaaS). Te kategorie są czasem nazywane stosem chmury obliczeniowej, ponieważ wzajemnie rozszerzają swoje możliwości.

Najbardziej podstawowa kategoria usług chmury obliczeniowej to Infrastruktura jako usługa (IaaS), w tym wypadku wynajmuje się

infrastrukturę IT — serwery, maszyny wirtualne, magazyn, sieci i systemy operacyjne. Platforma jako usługa (PaaS) to usługi chmury obliczeniowej dostarczające środowisko na żądanie służące do opracowywania, testowania i dostarczania aplikacji oraz zarządzania nimi. Rozwiązanie PaaS umożliwia szybkie tworzenie aplikacji internetowych lub mobilnych bez podejmowania się konfigurowaniem niezbędnej podstawowej infrastruktury serwerów, magazynu, sieci i baz danych ani zarządzaniem nią. Dostawca chmury wyłącza użytkownika w konfigurowaniu, planowaniu wydajności i zarządzaniu serwerami. Architektury bezserwerowe są wysoce skalowalne i sterowane zdarzeniami, a z zasobów korzystają tylko wtedy, gdy wystąpi konkretna funkcja lub wyzwalacz. Oprogramowanie jako usługa (SaaS) to metoda dostarczania aplikacji za pośrednictwem internetu na żądanie. W przypadku rozwiązania SaaS dostawcy chmury udostępniają (hostują) aplikację wraz z podstawową infrastrukturą i zarządzają nią, a także zajmują się konserwacją, np. uaktualnieniami oprogramowania i stosowaniem poprawek zabezpieczeń. Użytkownicy łączą się z aplikacją za pośrednictwem Internetu, zwykle przy użyciu przeglądarki internetowej na swoim telefonie, tablecie lub komputerze. Chmura obliczeniowa zapewnia zazwyczaj (zależnie od konkretnego dostawcy) znacznie większy poziom bezpieczeństwa i dostępności danych w stosunku do wykorzystania własnych zasobów, ponieważ profesjonalne firmy świadczące takie usługi inwestują znaczne środki na odpowiednie zaprojektowanie i wybudowanie bezpiecznego i niezawodnego centrum danych. Ponadto swoje działania opierają o restrykcyjne procedury i standardy bezpieczeństwa trudno osiągalne przez firmy, niewyspecjalizowane w tej dziedzinie.



Rys. 2. Podstawowe typy usług chmury publicznej [3]

### 1.2. Zastosowania chmury publicznej

Pierwsze usługi chmury publicznej mają dopiero nieco ponad dziesięć lat, ale już teraz różne organizacje — od niewielkich start-upów przez globalne korporacje i agencje rządowe po organizacje non-profit — używają tej technologii z wielu różnych powodów. Oto kilka przykładów przedstawiających, jakie rozwiązania dotyczące usług w chmurze mogą być obecnie oferowane przez dostawców chmury:

- tworzenie aplikacji indywidualnych wykorzystujących natywne, czyli wbudowane przez producenta, funkcje urządzenia;
- przechowywanie danych oraz wykonywanie i odzyskiwanie kopii zapasowych tych danych;
- przesyłanie strumieniowe audio i wideo;
- dostarczanie oprogramowania na żądanie - usługa (SaaS), oferowanie klientom najnowszych wersji i aktualizacji oprogramowania;
- testowanie i tworzenie aplikacji - zmniejszających koszt i czas opracowania aplikacji, korzystając z infrastruktury, które można łatwo skalować w górę i w dół (rys.3);
- analizowanie danych;
- osadzona inteligencja – korzystanie z inteligentnych modeli.

Analiza podstawowych cech chmury publicznej pozwala jednoznacznie stwierdzić, iż wyróżnia się w porównaniu z tradycyjnymi modelami skalowalnością. Użytkownik ma dostęp do zasobów (serwerów i mocy obliczeniowej) o nieograniczonej skali, może dynamicznie zwiększać lub zmniejszać poziom wykorzystania zasobów IT w zależności od aktualnych potrzeb (rys.3).

### 1.3. Wybrani producenci środowiska chmury publicznej

Wśród już coraz większej liczby dostawców w tym również polskich (zarazem producentów) chmury publicznej na czołowych miejscach plasują się trzy największe firmy. Na pierwszym miejscu od początku aż do dziś jest najstarszy dostawca chmury publicznej firma Amazon z produktem „Amazon Web Services” (AWS), następnie firma Microsoft z produktem chmury „Microsoft Azure”, natomiast na trzecim miejscu firma Google z produktem chmury „Google Cloud”. Warto zdać sobie sprawę, że to jedyni dostawcy, których przychody i zyski mierzy się w miliardach dolarów. Amazon, Microsoft i Google ustawiły poprzeczkę tak wysoko, że nikt inny nie jest w stanie do niej „doskoczyć”.



Source: RightScale 2019 State of the Cloud Report from Flexera

**Rys. 4.** Ankieta wśród użytkowników chmury publicznej, większość wykorzystuje więcej niż jedną chmurę stąd procent wykorzystania ponad 100 [5]

Największą popularnością w chmurze publicznej cieszą się usługi typu PaaS notuje się 50 % przyrostu w porównaniu z rokiem 2018. Przetwarzanie strumieniowe notuje 20-30% wzrost, największe wykorzystanie chmury publicznej jest pod kątem relacyjnych baz danych oraz wszelkiego rodzaju powiadomień typu „push”. Przewiduje się w przyszłości bardzo duży wzrost wykorzystania środowiska chmury publicznej do nauki obsługi maszyn w tym uczenie maszyn, przewidywany przyrost w ciągu roku aż o 48 %.

Duże znaczenie dla użytkownika ma także innowacyjność chmury publicznej prosta obsługa oraz oczywiście możliwość zaplanowania w miarę prosto nad kosztami.

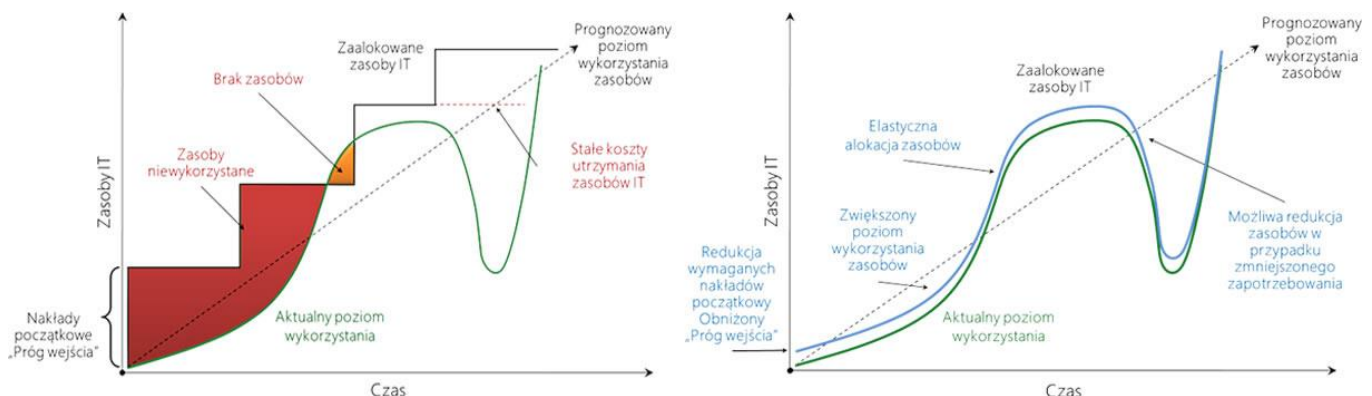
Do analizy i opracowania koncepcji budowy aplikacji szkoleniowej przyjęto chmurę publiczną Microsoft Azure. Microsoft Azure to środowisko bardzo dynamicznie się rozwijające, firma wprowadza i rozszerza wiele nowych usług w środowisku chmury publicznej. Dodatkowym ale bardzo istotnym elementem jest fakt integracji środowiska programistycznego Microsoft Visual Studio z chmurą publiczną, w miarę możliwości pełnym zakresem usług. Nie oznacza to wcale, że inni wymienieni wcześniej producenci są gorsi. W środowisku Amazon AWS wprowadzono na przykład możliwość budowy modeli cyfrowych w celu odtworzenia, kontroli stanu i działania maszyn fizycznych. Bardzo prosto można tworzyć i symulować animacje, alarmy, kontrolować działania fizyczne, tworzyć instrukcje diagnostyczne. Specjalnie do tego celu stworzono usługę o nazwie „Amazon Sumerian”. W tej usłudze można również tworzyć sceny związane z rzeczywistością rozszerzoną (AR), rzeczywistością wirtualną (VR) i przestrzenią trójwymiarową (3D) [6]. Z kolei w chmurze publicznej Google znajduje się bardzo istotna usługa „Cloud AutoML” jest pakietem produktów do nauki maszynowej, który umożliwia deweloperom posiadającym ograniczone doświadczenie w uczeniu się maszyn szkolić wysokiej jakości modele dostosowane do ich potrzeb biznesowych. Opiera się on na najnowocześniejszej technologii Google w zakresie transferu wiedzy i wyszukiwania w architekturze neuronowej. Chmura publiczna „Microsoft Azure” zawiera także podobne funkcjonalności jednak każda z chmur ma inne nazewnictwo a także szczegółowy zakres poszczególnych usług jest inny lub inaczej rozumiany. Podstawowy podział usług dla tej chmury skupia się na trzech zasadniczych obszarach a mianowicie:

- maszyny wirtualne;
- praca bezserwerowa;
- mikrouslugi.

W dalszej części opracowania a zwłaszcza przy omawianiu koncepcji skupimy się na dwóch pierwszych usługach wymienionych wyżej.

### Maszyna wirtualna

Maszyna wirtualna to plik komputerowy (zazwyczaj nazywany



**Rys. 3.** Porównanie wykorzystania infrastruktury IT w modelu tradycyjnym (po lewo) oraz z wykorzystaniem infrastruktury IT w modelu chmury publicznej (Cloud Computing) [1]

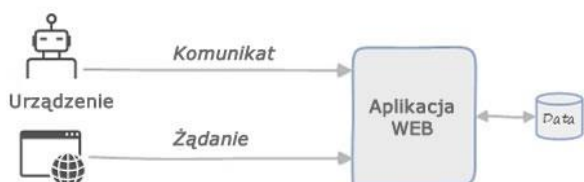
obrazem), który zachowuje się jak rzeczywisty komputer. Inaczej mówiąc jest to komputer utworzony w obrębie innego komputera. Działa w oknie, tak jak każdy inny program, zapewniając użytkownikowi końcowemu to samo środowisko obsługi na maszynie wirtualnej, jakie miałby on na głównym systemie operacyjnym. Na jednym komputerze fizycznym może jednocześnie działać wiele maszyn wirtualnych. W przypadku serwerów wiele systemów operacyjnych działa obok siebie i są one zarządzane przez oprogramowanie nazywane funkcją „hypervisor”. Natomiast w przypadku komputerów na ogół jeden system operacyjny obsługuje inne systemy operacyjne, inne urządzenia. Sprzęt wirtualny jest następnie mapowany na sprzęt rzeczywisty w maszynie fizycznej, co zmniejsza koszty, redukując potrzebę posiadania fizycznych systemów sprzętowych oraz ich konserwacji, a także ogranicza wymagania związane z zasilaniem i chłodzeniem.

## Praca bezserwerowa

W środowisku „Microsoft Azure” praca bezserwerowa z funkcjami jest przykładem architektury opartej na zdarzeniach. Kod funkcji jest wywoływany przez określone zdarzenie, które jest zewnętrzne w stosunku do funkcji - w tym przypadku (rys.5), jest to albo komunikat od urządzenia, albo żądanie HTTP od aplikacji klienckiej.

Wyróżniamy następujące korzyści wynikające z zastosowania architektury bezserwerowej:

- nie ma potrzeby zarządzania zasobami (wirtualnymi);
- zasoby obliczeniowe są przydzielane dynamicznie w zależności od potrzeb;
- opłata pobierana jest tylko za zasoby obliczeniowe wykorzystywane do wykonania kodu;
- zasoby obliczeniowe są skalowane w zależności od zapotrzebowania w oparciu o ruch czyli zdolne do obsłużenia zwiększonej liczby użytkowników przez co stają się także elastyczne tj. zdolne do skalowania w górę i w dół bez przerywania normalnego działania aplikacji [2, 62].



Rys. 5. Przykład zastosowania pracy (aplikacji) bezserwerowej

Na przykładzie z rys. 5 można przedstawić następujący scenariusz. Podczas lotu dron wysyła komunikaty o statusie do punktu końcowego chmury. Aplikacja pobiera i przetwarza te komunikaty, a wyniki zapisuje w bazie danych. Komunikaty zawierają częściowe aktualizacje. W ustalonym odstępie czasu, dron wysyła komunikat, zawierający określone pola statusu. Pomiędzy ramkami kluczowymi komunikaty o stanie zawierają tylko pola, które zmieniły się od ostatniego komunikatu. Aplikacja (WEB), jest aplikacją sieciową, umożliwia użytkownikom wyszukiwanie urządzenia i zapytań o jego ostatni znany status. Użytkownicy muszą zalogować się do aplikacji i uwierzytelnić się za pomocą Azure Active Directory. Aplikacja dopuszcza tylko żądania od użytkowników, którzy są upoważnieni do dostępu do aplikacji.

## 2. Koncepcja budowy aplikacji szkoleniowej

Od kilkudziesięciu lat Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych zajmuje się między innymi szkoleniem lotniczym. Materiał szkoleniowy jaki do tej pory był wykonywany służył głównie do szkolenia

naziemnej kadry technicznej. Tylko w niewielkim zakresie wykonywany był materiał szkoleniowy wspomagający pracę pilota statku powietrznego. Koncepcja obejmuje głównie materiał szkoleniowy do szkolenia personelu naziemnego jak również materiał szkoleniowy wspomagający misję statku powietrznego. Posiadamy na wyposażeniu latające laboratorium lotnicze, w składzie którego jest statek powietrzny i piloci doświadczalni. Oprogramowanie wspomagające latające laboratorium lotnicze jest na bieżąco produkowane bądź aktualizowane. Współpracujemy także z Lotniczą Akademią Wojskową w Dęblinie czy Szkołą Podoficerską Sił Powietrznych w Dęblinie dla tych uczelni w ostatnich latach część materiału szkoleniowego była wykonywana w Instytucie.

Środowisko chmury publicznej z racji swojej skalowalności (rys.3), jak również coraz bardziej rozwijającej się infrastruktury zarówno technicznej jak i programowej znalazło się w kręgu zainteresowania także pod kątem szkolenia personelu lotniczego.

W dotychczasowym wykonanym materiale dla szkolenia lotniczego możemy wyróżnić trzy główne kategorie pod kątem złożoności środowiska sprzętowo-programowego:

- stanowisko szkolenia podstawowego - CBT;
- kursy szkoleniowe tzw. e-learning;
- symulatory lotu, diagnostyczne, specjalizowane.

Pod kątem wykorzystania chmury publicznej należy rozpatrzyć każdy z tych trzech wymienionych kategorii.

### 2.1. Stanowisko szkolenia podstawowego (CBT)

Jest to z reguły stanowisko wyposażone w samodzielną bazę lekcyjną o określonym przez zamawiającego profilu tematycznym. Głównym zadaniem stanowiska jest zapoznanie z materiałem zawartym na stanowisku czyli nauka. Przechodząc na środowisko chmury publicznej można zaproponować prostą strukturę opartą o środowisko bezserwerowe bazujące na usłudze typu PaaS (rys. 2).



Rys. 6. Przykład koncepcji zastosowania chmury publicznej Microsoft Azure w tym zakresie szkolenia [3]

W przedstawionej koncepcji na rys. 6 aplikacja internetowa będzie realizowała następujące zadania:

1. pliki statyczne są obsługiwane przez usługę CDN z magazynu obiektów blob;
2. użytkownik loguje się do aplikacji internetowej przy użyciu usługi Azure AD;
3. usługa Azure API Management działa jako brama, która uwidacznia punkt końcowy interfejsu API REST;
4. żądania HTTP od klienta wywołują aplikację usługi Azure Functions, która odczytuje dane z usługi Cosmos DB i zwraca wynik.

Tego typu aplikacja w środowisku chmury publicznej powinna być zawsze dostępna i charakteryzować się szybkością działania zwłaszcza małymi opóźnieniami i wysoką dostępnością. Aplikacja powinna reagować w czasie rzeczywistym na duże zmiany użycia w godzinach szczytu, przechowywać coraz większe ilości danych i udostępniać je użytkownikom w ciągu kilkudziesięciu milisekund



(pomiar wykazały czasy dostępu rzędu 15-30 ms). W tym celu chmura publiczna została wyposażona w usługę o nazwie „Azure Cosmos DB” (co zostało wykorzystane w tej koncepcji), jest to rozproszona globalnie usługa bazy danych. Można elastycznie skalować przepływność jak również korzystać z dostępu wielu API w tym SQL. „Azure Cosmos DB” w sposób przezroczysty replikuje dane, wszędzie tam, gdzie się znajdują użytkownicy, dzięki czemu użytkownicy mogą korzystać z repliki danych znajdujących się najbliżej nich. W tej koncepcji wykorzystano także usługę „Azure Blob Storage”, która jest rozwiązaniem do magazynowania obiektów, jest to usługa zoptymalizowana pod kątem przechowywania danych bez struktury i służy do:

- obsługiwanie obrazów i dokumentów bezpośrednio w przeglądarce;
- przechowywania plików do dostępu rozproszonego;
- przesyłania strumieniowego audio i wideo;
- zapisywania danych w celu tworzenia kopii zapasowych, odzyskiwania po awarii i archiwizowania.

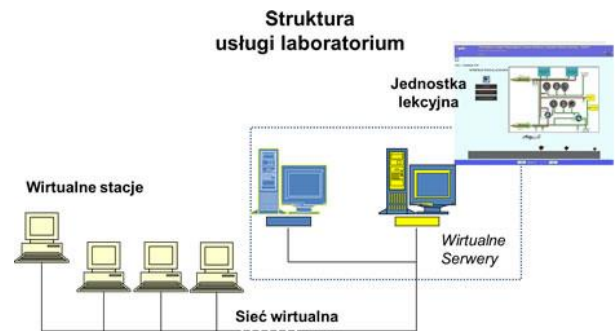
### 2.2. Kursy szkoleniowe (e-learning)

Kursy szkoleniowe z wykorzystaniem struktury e-learningowej wymagają w zakresie sprzętowo-programowej dostępu do dedykowanego serwera lub serwerów treści. Podstawowym elementem takiej struktury jest materiał e-learningowy przygotowany i umieszczony w środowisku specjalnie do tego celu zbudowanym i skonfigurowanym. Użytkownik kursu łączy się poprzez przeglądarkę na swoim stanowisku z przeznaczonym dla niego materiałem szkoleniowym. Prowadzący (nauczyciel), ma podgląd w postępy nauczania, organizuje użytkownikom testy, sprawdziany, egzaminy są to elementy tworzone i udostępniane wybranym użytkownikom w sposób elektroniczny. Kurs trwa określony czas po którym następuje z reguły sprawdzian z wiedzy zakończony certyfikatem ukończenia danego zakresu materiału szkoleniowego. Zarówno kurs jak i wybrane informacje o użytkownikach powinny zostać zarchiwizowane dla potrzeb ewentualnej weryfikacji. Na tej podstawie można określić podstawowe elementy sprzętowo-programowe wchodzące w skład budowy takiego kursu a mianowicie:

- baza danych i serwer treści;
- stanowiska szkoleniowe;
- wspólny wydzielony obszar sieci komputerowej.

W chmurze publicznej Microsoft Azure dla takich celów bardzo dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie „usługi laboratorium”. Nauczyciel tworzy laboratorium (odpowiednik klasy), inicjuje obsługę systemu Windows lub Linux, instaluje lub powołuje wcześniej skonfigurowane narzędzia w laboratorium oraz udostępnia je uczniom. Uczniowie w laboratorium nawiązują połączenie z maszynami wirtualnymi (protokół RDP lub ssh) i poprzez przeglądarkę na maszynie wirtualnej przystępują do nauki lub innych celów wskazanych przez Nauczyciela. Użytkownicy, którzy są zapraszani do laboratorium, uzyskują natychmiastowy dostęp do zasobów, które są umieszczone w laboratoriach. Wystarczy zalogować się, aby wyświetlić pełną listę maszyn wirtualnych, do których ma dostęp użytkownik w wybranych laboratoriach. Poprzez kliknięcie w jeden przycisk można połączyć się z wybraną maszyną wirtualną i rozpocząć naukę. Nauczyciel/administrator laboratorium może zapisać obraz maszyny wirtualnej szablonu, aby był on ponownie używany przez inne osoby. Te obrazy są zapisywane w galerii udostępnionych obrazów systemu Azure. Nauczyciel/administrator może zaplanować określone zdarzenia dla laboratorium na przykład aby maszyny wirtualne w wybranym laboratorium były automatycznie uruchamiane/zatrzymywane w określonych godzinach lub określić limit przydziału użytkownika (dodatkowy czas przypisany do każdego użyt-

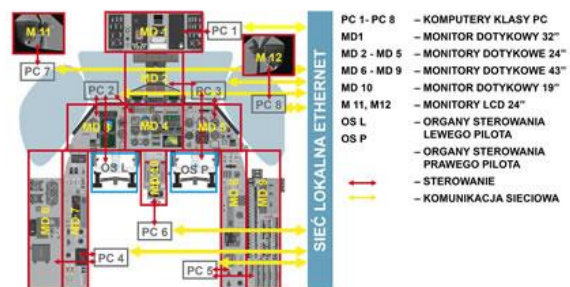
kownika poza zaplanowanym czasem). O udostępnionych maszynach wirtualnych można powiadomić wybranych lub wszystkich użytkowników laboratorium (wspólny widok „użytkownicy” w panelu laboratorium). Na rys.7 przedstawiono minimalne wymagania dla systemu elearningowego wdrożonego dotychczas przez ITWL. Innym rozwiązaniem jest możliwość podłączenia gotowego systemu elearningowego do środowiska Microsoft Azure - przykładem może być popularny system elearningowy „Moodle” [7].



Rys. 7. Przykład koncepcji zastosowania chmury publicznej Microsoft Azure w tym zakresie szkolenia

### 2.3. Symulatory lotu, diagnostyczne, specjalizowane

Z definicji symulator stanowi urządzenie używane do wizualizacji obiektów i wrażeń w celu przeprowadzenia badań lub trenowania obiektu którym jest użytkownik. W procesie budowy symulatora tworzona jest wirtualna rzeczywistość na drodze wizualizacji odwzorowania środowiska, obiektów, wzajemnych interakcji z użytkownikiem.



Rys. 8. Widok wybranego elementu symulatora diagnostycznego statku powietrznego zrealizowanego w ITWL

W dużym stopniu obecnie wykorzystuje się dwie nowe technologie a mianowicie wirtualną rzeczywistość (VR) i poszerzoną rzeczywistość (AR), minimalizując tym samym tak rozbudowaną architekturę jak pokazana na rys. 8.

Przechodząc do środowiska chmury publicznej i różnorodności zastosowanych rozwiązań w tym środowisku staje się zasadnym opracowanie koncepcji budowy symulatora wykorzystującego to

środowisko. Przeprowadzono badania sprawdzające możliwość generacji i wizualizacji obrazu 3D w środowisku chmury publicznej „Microsoft Azure”. Do badań wykorzystano oprogramowanie umożliwiające budowę aplikacji 3D wraz z możliwością pracy wielostanowiskowej. Wykorzystano w tym celu oprogramowanie Unity 3D. Wielowarstwowość tego oprogramowania pozwala nam na budowę aplikacji sieciowych z wykorzystaniem synchronizacji poszczególnych stanów obiektów, zarządzaniem obiektów rozproszonych i pracą typu klient serwer.

Do tego celu zbudowano aplikację 3D wykorzystującą elementy animacji i grafiki 3D w uproszczeniu oddające obciążenie środowiska w trakcie pracy prostego symulatora proceduralnego statku powietrznego. W przeprowadzonym badaniu wykorzystano następujące wskaźniki :

- możliwość budowy graficznej maszyny wirtualnej;
- możliwość pracy w środowisku sieciowym zarówno wirtualnym jak i mieszanym;
- dynamika i płynność działania aplikacji;
- wielkość pamięci RAM;
- obciążenie procesora.

Pozostałe wskaźniki opisane we wcześniejszych rozdziałach są możliwe do zastosowania i na tym poziomie budowy aplikacji nie podlegały sprawdzeniom.

**Tab. 1.** Test aplikacji na wybranych maszynach wirtualnych (VM), chmury publicznej „Microsoft Azure” w środowisku Windows

Oznaczenie Maszyny (VM)	Dynamika, płynność działania	Liczba procesorów wirtualnych/Obciążenie [%]	Wielkość pamięci RAM [GiB]
Std. D2	NIE	2/98	7
Std D4	NIE	8/90	24
Std D32	TAK	32/77	128
Graf NC6	NIE	6/90	56
Graf NC12	TAK	12/84	112
Graf NC24	TAK	24/73	224
<b>Graf NV12</b>	TAK	12/10	112

Poszczególne serie maszyn wirtualnych analizowane w tabeli 1 są opisane poniżej.

## Maszyna wirtualna seria D

Służy do rozwiązań obliczania ogólnego zastosowania. Seria ta bazuje na procesorach 2.3 GHz Intel XENON z funkcją wirtualizacji procesora (hiper-threaded). Maszyny wirtualne tego typu mają przeznaczenie do aplikacji opartych na relacyjnych bazach danych, aplikacji wymagających szybkich procesorów i pamięci.

## Maszyna wirtualna seria N

Seria N to rodzina maszyn wirtualnych platformy Azure zapewniająca możliwości procesora GPU. Procesory GPU świetnie sprawdzają się w przypadku dużych obciążeń obliczeniowych i graficznych, pomagając klientom we wprowadzaniu innowacji, takich jak wysokiej klasy zdalna wizualizacja, uczenie głębokie i analiza predykcyjna. Seria ta jest wyposażona w karty graficzne z rodziny NVIDIA Tesla (60,80,100). Maszyny są przeznaczone szczególnie do symulacji, renderowania grafiki, edycji wideo, gier i wizualizacji zdalnej.



**Rys. 9.** Widok wybranych kadrów aplikacji zrealizowanej na potrzeby testów w ITWL, uruchomionej na maszynie wirtualnej (VM)

W przypadku tego typu zastosowania mamy do wytworzenia aplikację w pełni dynamiczną składającą się z pewnych faz pracy. Fazy wstępnej gdzie pokazywana jest na przykład animacja wejściowa, następnie aplikacja umożliwia wykonanie czynności wstępnych jak zapisanie się użytkownika, przejście dotychczasowych postępów, wyników. Ta faza jak najbardziej jest możliwa do wykonania z wykorzystaniem funkcji bezserwerowych, w tym też czasie na pewnym poziomie działań użytkownika jest powoływana maszyna wirtualna wraz z odpowiednią konfiguracją sieciową i ładowana dynamiczna część aplikacji. Użytkownik przechodząc do dalszego etapu działania aplikacji a więc zasadniczej realizacji zadania w sposób niezauważalny dla niego realizuje kolejny etap. Faza końcowa czyli zapis wyników, końcowe kroki powodujące zakończenie działań aplikacji także mogą być realizowane z wykorzystaniem funkcji bezserwerowych tak aby na koniec zakończyć działanie powołanej maszyny wirtualnej. Taki przykładowy scenariusz nie musi być realizowany dla każdego rodzaju symulatora ale w większości przypadków wykorzystania chmury publicznej ma swoje uzasadnienie ekonomiczne. Przy okazji fazy zasadniczej działania aplikacji w chmurze publicznej będzie także wykorzystywane uczenie maszynowe chociażby w celu przewidzenia pewnych ruchów użytkownika tym samym umożliwiając większą dynamikę lub płynność działania aplikacji. Im więcej danych zasila platformę uczenia maszynowego, tym bardziej rozwija się aplikacja pod kątem inteligencji działania. Uczenie maszynowe w chmurze publicznej „Microsoft Azure” jest oparte na kodzie i dostępne jako usługa pod nazwą „Azure Machine Learning Service”. Jest także dostępny wizualny obszar roboczy uczenia maszynowego za pomocą funkcji „przeciągnij i upuść” o nazwie „Azure Machine Learning Studio”. Platforma ta jest oparta na przeglądarce, dzięki czemu można przejść od pomysłu do wdrożenia przy użyciu wstępnie skonfigurowanych algorytmów i modułów danych platformy Azure. Jest to możliwe pod warunkiem, że algorytmy są odpowiednie do analizowanego modelu. W przypadku gdy tworzymy własny algorytm od zera potrzebna jest usługa „Machine Learning Service”.

Od 1982 firma Microsoft rozwija sukcesywnie swój główny produkt symulatora statków powietrznych pod nazwą „Microsoft Flight Simulator”. W roku 2020 będzie wydana nowa wersja tego symulatora, gdzie środowisko chmury publicznej i uczenia maszynowego jest wykorzystywane przez producenta do wykrywania drzew, poprawy generacji budynków, poprawy jakości zdjęć lotniczych [8]. Środowisko nauczania maszynowego dotarło nawet do sektora rolnego na przykład w celu rozpoznawania, które rośliny są szkodnikami, i doborzenia najlepszych pestycydów do ich leczenia.

## Podsumowanie

W pierwszej części artykułu omówione zostały podstawowe pojęcia i koncepcja środowiska chmury publicznej. W dalszej części artykułu na podstawie wcześniej omówionej wiedzy o chmurze publicznej przedstawiono koncepcję budowy aplikacji szkoleniowej wykorzystywanej do szkolenia personelu naziemnego. Koncepcja powstała na bazie doświadczenia z budowy aplikacji szkoleniowych realizowanych w ostatnich kilku latach w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych, wspomagających szkolenie w lotnictwie. Przedstawiono najważniejsze chmury publiczne aktualnie stosowane na świecie, natomiast do budowy koncepcji wykorzystano chmurę „Microsoft Azure”. Artykuł pokazuje iż chmura publiczna jest zaawansowanym środowiskiem gotowych aplikacji ale także i środowiskiem programistycznym. Wykorzystanie chmury publicznej do budowy aplikacji szkoleniowych jest jak najbardziej możliwe, jednak jest potrzebna dogłębna analiza poszczególnych usług znajdujących się w środowisku chmury aby w sposób optymalny (zwłaszcza pod kątem ekonomicznym) zbudować realizowaną aplikację. Dopiero od niedawna pojawiły się w chmurze publicznej na tyle mocne graficzne maszyny wirtualne (VM) aby można było na poważnie traktować generowanie grafiki 3D i środowiska AR i VR. Jak pokazuje przeprowadzony test (wyniki zawarte w tabeli 1), nie ma większych problemów aby dobrać odpowiednią maszynę wirtualną, jednak jest potrzebna do tego celu określona analiza zasobów. Każdy większy projekt posiada okres kiedy jest potrzebna analiza środowiska, analiza potrzeb w tym odpowiedni dobór bazy elementowej. Na tym etapie zasadnym staje się rozpoczęcie budowy w środowisku chmury publicznej, potem na odpowiednim etapie pracy trzeba wybrać czy gotowy produkt będzie do końca wdrażany w tym środowisku, czy też po pozyskaniu elementów sprzętowo-programowych tylko wybrane elementy chmury publicznej będą zintegrowane ze środowiskiem zewnętrznym.

Następuje coraz większa integracja oprogramowania programistycznego ze środowiskiem chmury publicznej zarówno pod kątem ekonomicznym (subskrypcja produktu na określony czas) jak i programistycznym (odpowiednie kreatory do budowy aplikacji dla danego zakresu usług).

Budowa aplikacji w środowisku chmury publicznej wymaga aktualizacji budowanej aplikacji pod kątem dynamicznych zmian zachodzących w chmurze. Producent chmury dosyć często wprowadza zmiany, poprawki, dodaje nowe usługi, elementy funkcjonalne, przez co zachodzi potrzeba nieustannej aktualizacji powstającego oprogramowania czy późniejszej aktualizacji aplikacji wdrożonej u użytkownika końcowego.

Zasadniczy wpływ na rozwój chmury publicznej ma popyt. Jak pokazano na rysunku 4 popyt z każdym rokiem się zwiększa wobec tego chmury publiczne i związane z nimi usługi z roku na rok są coraz tańsze. Dowodem tego może być fakt iż symulator realizowany przez taką firmę jak Microsoft – symulator lotu (Microsoft Flight Simulator), będzie miał elementy oparte na chmurze publicznej „Microsoft Azure”.

Zasadnym staje się twierdzenie iż budowa aplikacji z wykorzystaniem maszyny wirtualnej niezależnie czy będzie potem wdrożenie w środowisku chmury publicznej czy też na sprzęcie realnym u końcowego użytkownika jest bardzo dobrym rozwiązaniem. Jest to uniezależnienie się od coraz dynamiczniej rozwijającego się rynku teleinformatycznego poprzez co zyskujemy także możliwość

zwiększonego bezpieczeństwa zarówno sprzętowego jak i programowego. Rozwiązanie takie można stosować wykorzystując instalację na maszynie fizycznej hipernadzorcy (ang. hypervisor), czyli oprogramowania realizującego zadania związane z wirtualizacją:

- typu pierwszego gdzie program hypervisor, pracuje bezpośrednio na sprzęcie komputera fizycznego i przydziela zasoby sprzętowe maszynom wirtualnym bez pośrednictwa systemu operacyjnego gospodarza (ang. host). Każda maszyna wirtualna w takiej technologii staje się niejako osobnym obszarem, osobnym blokiem, czasem nazywanym partycją;
- typu drugiego polegającego na tym, że hypervisor działa w systemie operacyjnym gospodarza, czyli fizycznego komputera i poprzez system operacyjny przydziela zasoby dla maszyn wirtualnych.

Wnioskując na koniec wykorzystanie chmury publicznej jest jak najbardziej możliwe w szkoleniu lotniczym, jednocześnie budowanie aplikacji w tym środowisku determinuje podejście pod kątem ekonomicznym. Należy wykorzystywać przy budowie aplikacji różne usługi będące w składzie tego środowiska, dążąc w jak największym stopniu do wykorzystywania usług PaaS i jeżeli to możliwe SaaS.

## Bibliografia:

1. K. Łapiński, B. Wyżnikiewicz, Cloud computing., Wpływ na konkurencyjność przedsiębiorstw i gospodarkę Polski, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Warszawa 2011.
2. Arthur Mateos, Jothy Rosenberg, Chmura obliczeniowa. Rozwiązania dla biznesu, wydawnictwo Helion 2018.
3. <https://azure.microsoft.com>.
4. <http://cafe.tg/le-cloud-computing>
5. <https://media.flexera.com>
6. <https://docs.sumerian.amazonaws.com/>
7. <https://github.com/Azure/Moodle>
8. [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=291&v=bCPGhrfpDrU&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=291&v=bCPGhrfpDrU&feature=emb_logo) wykorzystanie Azure w Microsoft Flight Simulator 2020

### Concept of building a training application with the use of a public cloud environment

The article discusses the concept of building a training application for aviation training. The authors pointed out the increasing use of the public cloud environment, presented the division and types of public cloud services. Authors presented the construction of training applications using Microsoft Azure public cloud.

**Keywords:** public cloud, cloud, simulation, training, training application.

## Autorzy:

mgr inż. **Krzysztof Butlewski** – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie, zakład 51, adres e-mail [krzysztof.butlewski@itwl.pl](mailto:krzysztof.butlewski@itwl.pl)

mgr inż. **Halina Wichowska** – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie, zakład 51, adres e-mail [halina.wichowska@itwl.pl](mailto:halina.wichowska@itwl.pl)

mgr **Agnieszka Strzelecka-Turska** – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie, zakład 51, adres e-mail [agnieszka.strzelecka@itwl.pl](mailto:agnieszka.strzelecka@itwl.pl)