

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W KATOWICACH

KIERUNEK Informatyka i Ekonometria

Krzysztof Pyszny
136819

Akceptacja rozwiązań technologii chmurowej wśród użytkowników

Users acceptance of cloud computing solutions

Praca licencjacka
napisana w Katedrze Informatyki
pod kierunkiem Doktora Artura Strzeleckiego

Oświadczam, że niniejsza praca została przygotowana pod moim kierunkiem
i stwierdzam, że spełnia wymogi stawiane pracom dyplomowym

Pracę akceptuję

.....
(data)

.....
(podpis promotora)

KATOWICE 2020

Katowice, dnia

.....
Imię i nazwisko

.....
Kierunek

.....
Nr albumu

OŚWIADCZENIE

Świadom(a) odpowiedzialności prawnej oświadczam, że złożona praca licencjacka/inżynierska/magisterska pt.:

.....
została napisana przeze mnie samodzielnie.

Równocześnie oświadczam, że praca ta nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tj. Dz. U. z 2018 r., poz. 1191, z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem.

Ponadto praca nie zawiera informacji i danych uzyskanych w sposób niedozwolony i nie była wcześniej przedmiotem innych procedur związanych z uzyskaniem dyplomów lub tytułów zawodowych uczelni wyższej.

Wyrażam zgodę na nieodpłatne udostępnienie mojej pracy w celu oceny jej oryginalności przez Jednolity System Antyplagiatowy prowadzony przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz przechowywania jej w Ogólnopolskim Repozytorium Prac Dyplomowych oraz wewnętrznej bazie prac dyplomowych Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach. Zostałem poinformowany o zasadach dotyczących oceny oryginalności pracy dyplomowej przez Jednolity System Antyplagiatowy.

Oświadczam także, że ostateczna wersja pracy przesłana przeze mnie drogą elektroniczną jest zgodna z plikiem poddanym ocenie w Jednolitym Systemie Antyplagiatowym.

Jednocześnie oświadczam, że jest mi znany przepis art. 233 § 1 Kodeksu karnego określający odpowiedzialność za składanie fałszywych zeznań.

.....
(podpis składającego oświadczenie)

Spis treści

Wstęp.....	5
1. Wprowadzenie do chmury obliczeniowej.....	6
1.1 Wprowadzenie.....	6
1.2 Przegląd literatury	6
1.2.1 Co to jest chmura obliczeniowa?	6
1.2.2 Modele usług	7
1.2.1 Formy hostingów.....	9
1.2.2 Cechy charakterystyczne chmury.....	10
1.2.3 Zalety chmury	10
1.2.4 Bezpieczeństwo chmury.....	12
1.2.5 Zagrożenia	13
1.3 Podsumowanie pierwszego działu	15
2. Metodyka badawcza i model	16
2.1 Metodyka SEM	16
2.1.1 Konstrukty i hipotezy	17
2.2 Model SEM	18
2.2.1 Modelowanie zmiennych refleksyjnych.....	18
2.2.2 Modelowanie zmiennych kształtujących	19
2.2.3 Oszacowanie modelu strukturalnego	19
2.2.4 Model SEM, konstrukty, zmienne.....	20
2.3 Wyniki badań	22
2.3.1 Charakterystyka grupy badawczej	23
2.3.2 Wyniki dla zmiennych refleksyjnych i kształtujących.....	25
2.3.3 Wyniki oszacowania modelu	28
2.3.4 Wyniki Multigroup Analysis MGA	30
3. Podsumowanie	32
3.1 Dyskusja	32
3.2 Wkład	32
3.2.1 Usystematyzowanie wiedzy	33
3.2.2 Część praktyczna.....	33
3.3 Praktyczne zastosowanie.....	34
3.4 Ograniczenia.....	34
3.5 Technologia, a bezpieczeństwo	35
3.5.1 Kwestia bezpieczeństwa.....	35
3.5.2 Integralność danych.....	36

3.5.3 Obowiązujące prawo	36
3.5.4 Łatwy start.....	36
Zakończenie	37
4. Załącznik ankieta	38
4.1 Postrzegana użyteczność	38
4.2 Postrzegana dostępność	38
4.3 Usługi i jakość systemu.....	39
4.4 Postrzegane bezpieczeństwo	39
4.5 Nastawienie/stosunek	40
4.6 Satysfakcja	40
4.7 Chęć skorzystania.....	40
4.8 Metryka	41
5. Bibliografia	43
6. Spis ilustracji.....	47
7. Spis tabel.....	47

Wstęp

Chmura obliczeniowa jest jedną z najszybciej rozwijających się technologii IT. Zakres możliwości chmury jest stale poszerzany, a jej dostępność sprawia, że staje się jednym z najpopularniejszych rozwiązań IT.

W niniejszej pracy przedstawiono najważniejsze zagadnienia związane z technologią chmury obliczeniowej: charakterystyczne cechy, podział na modele usług, rodzaje hostingów oraz kwestie bezpieczeństwa. Omówiono również sposób działania chmury oraz przedstawiono przykładowe rozwiązania różnych dostawców. Dokonano przeglądu obecnego stanu ich bezpieczeństwa i potencjalnych zagrożeń czekających na użytkowników.

W związku z rosnącym zapotrzebowaniem na moc obliczeniową, jak również rosnącą popularnością chmury obliczeniowej, część praktyczna pracy została poświęcona zbadaniu czynników pozatechnicznych, które wpływają na chęć korzystania z chmury obliczeniowej przez użytkowników. W tym celu wykonano model równań strukturalnych SEM z wykorzystaniem programu SmartPLS3 w wersji testowej. Konstrukty tworzące model oparto o teorię technology acceptance model TAM, a zależności pomiędzy nimi opisano za pomocą dziewięciu hipotez. Dane do modelu zostały zebrane za pomocą ankiety wykonanej z wykorzystaniem narzędzi Google Forms oraz opublikowanej na grupach poświęconych chmurze obliczeniowej.

Dokonano analizy grupy badawczej oraz przeprowadzono następujące analizy zebranych danych: algorytm PLS, Bootstrapping, Blindfolding oraz analizę wielogrupową MGA. Przedstawiono wyniki analiz oraz zweryfikowaną wersję modelu opisującą czynniki wpływające na chęć wykorzystania rozwiązań chmurowych przez użytkowników.

W podsumowaniu omówiono najistotniejsze kwestie, wskazane przez model SEM, związane z chmurą obliczeniową. Wyciągnięto wnioski z zebranych danych oraz przedstawiono potencjalne rozwiązania problemów. Opisano również istniejące ograniczenia i potencjalne dalsze ścieżki badań rozwiązań chmurowych z wykorzystaniem metodologii SEM.

1. Wprowadzenie do chmury obliczeniowej

1.1 Wprowadzenie

Pierwszy rozdział został poświęcony przeglądowi literatury. Sprawdzono obecny stan badań chmury obliczeniowej oraz dostępne informacje. Zdefiniowano chmurę obliczeniową oraz najważniejsze pojęcia związane z jej pracą takie jak Hypervisor i wirtualizacja zasobów. Pokrótkie omówiono historię chmury obliczeniowej, przedstawiono jej początki i pierwsze zastosowania.

Dokonano rozróżnienia poszczególnych modeli oraz form hostingów chmury obliczeniowej. Zaprezentowano przykładowe usługi wraz z modelami ich udostępniania.

Opisano cechy charakterystyczne rozwiązań chmurowych, a następnie konkretne zalety wraz z ich objaśnieniami. Umożliwi to czytelnikowi dostrzeżenie różnic pomiędzy chmurą obliczeniową a innymi usługami sieciowymi.

Ostatnią kwestią poruszoną w pierwszym dziale było bezpieczeństwo. W części pierwszej przedstawiono wykorzystywane techniki oraz formy zabezpieczeń stosowane w chmurze obliczeniowej. Zaprezentowano schemat działania zabezpieczeń chmury z podziałem na wirtualizacje poszczególnych warstw architektury. W drugiej części zaprezentowano zagrożenia związane z chmurą. Zwrócono uwagę na nawarstwianie się niebezpieczeństw spowodowane architekturą środowiska. W celu podkreślenia realności zagrożeń w chmurze, przedstawiono przykładowe naruszenia bezpieczeństwa chmury, na przykładzie trzech dostawców usług: Google, Microsoft, Amazon, które miały miejsce w latach 2019-2020.

1.2 Przegląd literatury

W trakcie przeglądu literatury zebrano ponad 40 różnych źródeł poświęconych chmurze obliczeniowej. Posłużono się narzędziem Google Scholar wraz z zastosowanymi filtrami site:researchgate.net lub edu oraz filetype:pdf. Uporządkowania zebranych źródeł dokonano z wykorzystaniem programu Mendeley.

1.2.1 Co to jest chmura obliczeniowa?

Według National Institute of Standards and Technology (NIST) chmura obliczeniowa jest modelem umożliwiającym wszechobecny, wygodny dostęp na żądanie do sieci współdzielonych pól konfigurowalnych zasobów komputerowych (takich jak: sieci, serwery,

magazyny danych, aplikacje i usługi), który może zostać szybko zapewniony i dostarczony przy minimalnym zaangażowaniu dostawcy usługi (Mell & Grance, 2011).

Idea scentralizowanej usługi obliczeniowej wywodzi się z lat 60-tych XX wieku. Usługi obliczeniowe były zapewniane za pośrednictwem współdzielonych sieci serwerów, z których korzystało wielu użytkowników w tym samym czasie. Mechanizm współdzielenia serwerów efektywnie wykorzystywał dostępne zasoby zapewniając akceptowalną wydajność użytkownikom. Niestety możliwości skalowania oraz rosnące koszty sprzętu były ich głównymi wadami (Gorelik, 2013). Rozwiązaniem tego problemu była wirtualizacja środowisk serwerowych. Pierwszym dostawcą usług w chmurze był CompuServe założony w 1969 roku w Stanach Zjednoczonych. Udostępniał on swoim klientom niewielką przestrzeń dyskową, na której mogli przechowywać pliki dowolnego formatu.

Wirtualizacja polega na tworzeniu obrazu wersji: serwera, systemu operacyjnego, dysku oraz zasobów sieciowych, w celu ich późniejszego użycia na wielu maszynach wirtualnych w tym samym czasie. Głównym celem wirtualizacji jest optymalizacja obciążenia, poprzez przekształcanie obliczeń tak, aby były bardziej skalowalne, ekonomiczne i efektywne. Hypervisor/Wirtualizere to program obsługujący maszyny wirtualne, który umożliwia im pracę w środowisku wirtualnym (Malhotra et al., 2014).

1.2.2 Modele usług

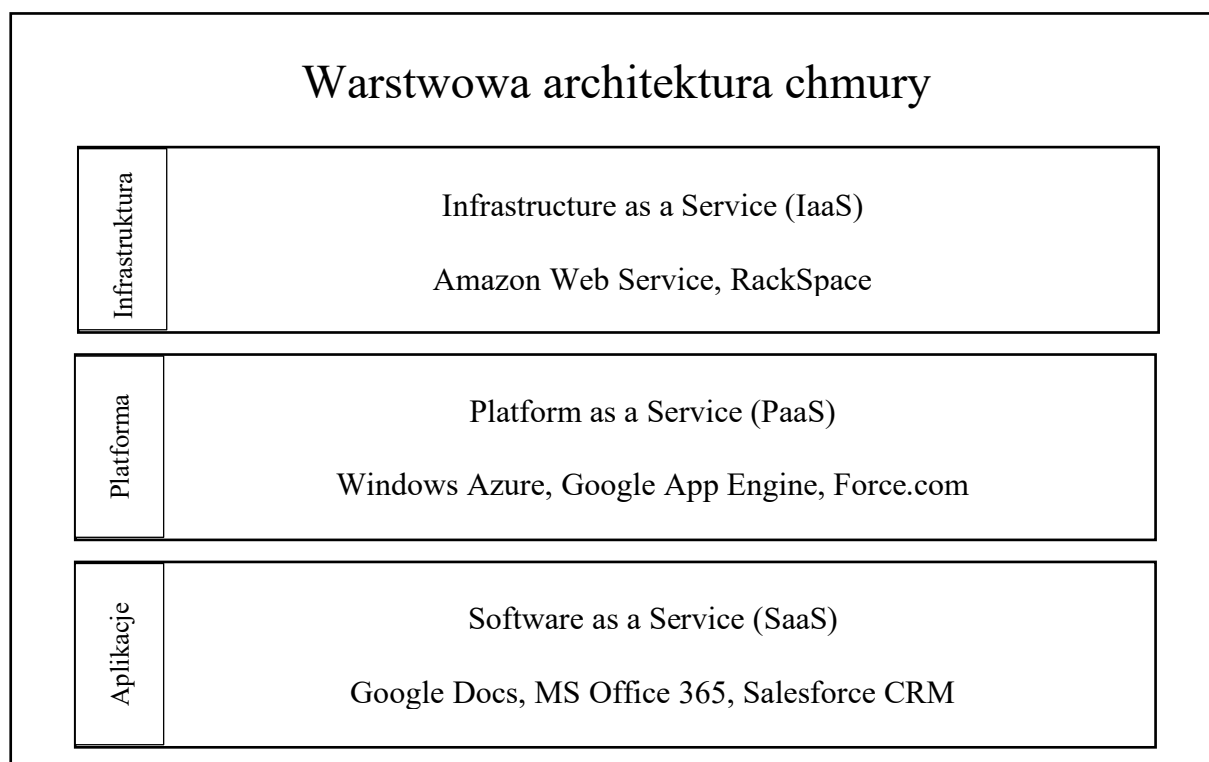
Modele chmury umożliwiają różne poziomy konfiguracji usługi zarówno na poziomie sprzętu jak i oprogramowania. Cechują się różnym przeznaczeniem, co sprawia, że są różnie wyceniane przez dostawców. Poniżej przedstawiono trzy główne modele chmury obliczeniowej i ich zastosowanie.

Infrastructure as a Service (IaaS) w ramach tej usługi odbiorca otrzymuje dostęp oraz możliwość modyfikacji: mocy obliczeniowej, baz danych, sieci, kontroli obciążenia serwerów itp. Tego typu rozwiązania negują potrzebę posiadania własnego centrum przetwarzania danych przez klientów, co znacząco obniża koszty (Bhattacharjee, 2009). Jest to najbardziej konfigurowalny rodzaj usługi chmurowej, który umożliwia stworzenie dowolnego środowiska oraz hostowanie dowolnej aplikacji w dowolnym systemie.

Platform as a Service (PaaS) zapewnia bardziej ograniczone środowisko niż IaaS. Aplikacje uruchamiane są na dostępnych wirtualnych maszynach. Maszyny fizyczne mogą obsługiwać wiele instancji wirtualnych, co podnosi możliwości skalowania aplikacji do zapotrzebowania użytkowników (Olson, 2011). Jest to rozwiązanie pośrednie pomiędzy

IaaS a SaaS. Posiada więcej ograniczeń niż pierwszy model, ale cechuje go niższa cena. Użytkownicy muszą dostosować tworzone przez siebie aplikacje do istniejących już na maszynach wirtualnych systemów. Występują ograniczenia związane z wyborem języka programowania oraz frameworkami.

Software as a Service (SaaS) udostępnia użytkownikom oprogramowanie znajdujące się w warstwie PaaS za pośrednictwem Internetu oraz przeglądarki internetowej (Kushida et al., 2014). Głównymi powodami wdrażania usług SaaS w przedsiębiorstwach są niskie koszty oraz dostęp do licencjonowanego oprogramowania obsługiwanego przez dostawcę. Klient nie musi przejmować się instalacją, zarządzaniem, wsparciem oprogramowania i licencjami. Głównymi czynnikami bezpieczeństwa tego typu usługi jest zabezpieczenie przeglądarki internetowej oraz połączenia z Internetem (Kuyoro et al., 2011).



Rysunek 1 Warstwowa architektura chmury (Kushida et al., 2014)

Badania przeprowadzone w 2018 roku i przedstawione w „Cyber Supply Chain Risks in Cloud Computing – Bridging the Risk Assessment Gap” (Akinrolabu et al., 2018), wskazują na dominację rozwiązań IaaS w chmurze - 45,16% ankietowanych korzysta z takich rozwiązań. Na drugim miejscu znajduje się model SaaS, który wykorzystuje 35,48% ankietowanych. Najmniej popularnym rozwiązaniem jest PaaS 19,35%. Wyniki ankiety przedstawiają podział konsumentów na dwie główne grupy: użytkowników, którzy potrzebują rozwiązania w pełni

modyfikowalnego IaaS oraz użytkowników potrzebujących prostych magazynów danych, lub dostępu do pakietów biurowych online SaaS.

1.2.1 Formy hostingów

Formy hostingów umożliwiają klientom wybór sposobu dostarczania usługi dopasowany do istniejącej infrastruktury informatycznej, kosztów subskrybowania i utrzymania oraz polityki prywatności firmy. Wpływają bezpośrednio na bezpieczeństwo danych oraz sposób wykonywania obliczeń i magazynowania danych. Rozróżniamy formy hostingów przedstawione poniżej wraz z charakterystyką.

Chmura prywatna stanowi własność firmy, która ją tworzy i nie jest ogólnodostępna, może znajdować się na, lub poza terenem firmy. Jest najbardziej bezpiecznym rozwiązaniem, ponieważ wszystkie procesy są kontrolowane i zarządzane przez właściciela. Chmura prywatna nie jest ograniczana przez przepustowość sieci oraz wymagania bezpieczeństwa. Przykładem takiego rozwiązania jest Amazon Virtual Private Cloud (Diaby & Rad, 2017).

Chmura publiczna jest ogólnodostępna dla wszystkich użytkowników oraz finansowana w formie przedpłaty przez użytkowników, może również posiadać darmowe odpowiedniki o ograniczonej funkcjonalności. Wszystkie zasoby sprzętowe wchodzące w skład usługi są własnością dostawcy (Purcell, 2013). Przykładami takich usług są Google Drive, Microsoft Office 365 itp.

Chmura hybrydowa stanowi połączenie różnych elementów chmury prywatnej, publicznej i społecznościowej. Umożliwia klientom hostowanie krytycznych, z punktu bezpieczeństwa, aplikacji w części prywatnej. Mniej istotne procesy uruchamiane są w części publicznej (Bamiah & Brohi, 2011). Łączy w sobie bezpieczeństwo chmury prywatnej w postaci zapisu na prywatnych dyskach, z niskimi kosztami przetwarzania danych chmury publicznej, wykorzystując dostępnych zasobów CPU i RAM.

Chmura społecznościowa stanowi rozszerzenie chmury prywatnej. Tworzona jest przez społeczność składającą się z wielu organizacji, które posiadają wspólne cele oraz politykę bezpieczeństwa. Może zostać stworzona przez społeczność lub zakupiona od zewnętrznego dostawcy (Oltsik, 2010).

Rozwiązania prywatne w roku 2018 posiadały 87,1% udziałów w rynku rozwiązań chmurowych. Na rozwiązania publiczne zdecydowało się zaledwie 12,9% użytkowników (Akinrolabu et al., 2018).

1.2.2 Cechy charakterystyczne chmury

Cechy charakterystyczne chmury stanowią główny element wyróżniający rozwiązania chmurowe od ich offlinenowych odpowiedników, a także innych usług sieciowych. Poniżej przedstawiono najważniejsze z nich.

Dostęp na żądanie polega na umożliwieniu odbiorcy szybkiego i łatwego konfigurowania jego zasobów chmurowych, takich jak: moc obliczeniowa, sieć lub przestrzeń dyskowa, w dowolnym momencie. Użytkownik nie musi posiadać wiedzy na temat fizycznego sprzętu (hardware) (Jeuk, 2019).

Skalowanie możliwe jest dzięki maszynom wirtualnym. Wraz ze wzrostem zapotrzebowania klienta lub rosnącą liczbą użytkowników automatycznie zostają przydzielone nowe zasoby (Olive, 2012). Gdy użytkownik zmniejszy swoje zapotrzebowanie na moc obliczeniową jego zasoby są zwalniane i przydzielane innym użytkownikom. Całość procesu nadzorowana jest przez Hypevisora i oprogramowanie typu load balancer, które nadzorują i przewidują potencjalne obciążenia maszyn wirtualnych.

Mobilność zapewniana jest poprzez Internet. Użytkownicy mają dostęp do swoich zasobów w dowolnym miejscu i czasie oraz z dowolnego urządzenia (Rashid & Chaturvedi, 2019). Umożliwia kontynuowanie pracy na dowolnym urządzeniu z dostępem do Internetu.

Grupowanie zasobów polega na łączeniu zasobów w celu ich automatycznego współdzielenia oraz synchronizacji. Przykładami zasobów, które podlegają grupowaniu są: serwery, maszyny wirtualne, przestrzeń dyskowa, sieci, jednostki CPU, pamięci RAM (Rashid & Chaturvedi, 2017). Synchronizacja umożliwia wspólną pracę wielu użytkowników oraz dostęp do najbardziej aktualnych wersji plików.

Mierzalność usługi zapewniana jest poprzez stałe monitorowane wykorzystania zasobów poprzez użytkowników. Dane są zbierane, raportowane oraz udostępniane w celu obliczenia kosztów usługi (Noor, 2016). Przekazywane są również klientom, co umożliwia im wybór odpowiedniej usługi dopasowanej do aktualnego zapotrzebowania.

1.2.3 Zalety chmury

Zalety chmury to główne elementy stanowiące o jej popularności. W niniejszym punkcie przedstawiono główne z nich wraz z opisem ich implementacji w środowisku chmurowym.

Niskie koszty – oprogramowanie komputerowe oraz licencje dla wielu użytkowników potrafią generować ogromne koszty dla klienta. Chmura obliczeniowa jest znacznie tańszym rozwiązaniem dostępnym w różnych modelach subskrypcyjnych, przedpłatowych lub jednorazowego zakupu. Poza tym koszt rozbudowy infrastruktury jest niższy i w całości realizowany po stronie dostawcy (Apostu et al., 2013). Klienci nie muszą utrzymywać działów IT, które zajmują się utrzymaniem infrastruktury oraz jej aktualizacją.

Natychmiastowy dostęp – dzięki chmurze zasoby sprzętowe dostępne są natychmiast, bez dodatkowych inwestycji ze strony użytkownika. Pozwala to na przekształcenie kosztów IT (inwestycje w sprzęt) na koszty operacyjne (subskrypcja chmury). Znacząco ułatwia to wejście na rynek nowym firmom nie posiadającym zaplecza IT. Rozszerzanie infrastruktury sprzętowej jest zestandaryzowane w stopniu, który sprawia że dodanie mocy obliczeniowej nie stanowi żadnego problemu (Avram, 2014).

Modularność sprzętu – dostawcy posiadają w swojej ofercie gotowe pakiety, z których klienci mogą budować własne rozwiązania. Pakiety składają się z różnych konfiguracji sprzętowych oraz oprogramowania. Dokładanie modułów odbywa się w sposób natychmiastowy, generuje również niższe koszty niż tworzenie konfiguracji krok po kroku wybierając z osobna każdy podzespół (Zhang et al., 2010). Taka forma rozszerzania usług możliwa jest dzięki zastosowaniu wirtualizacji.

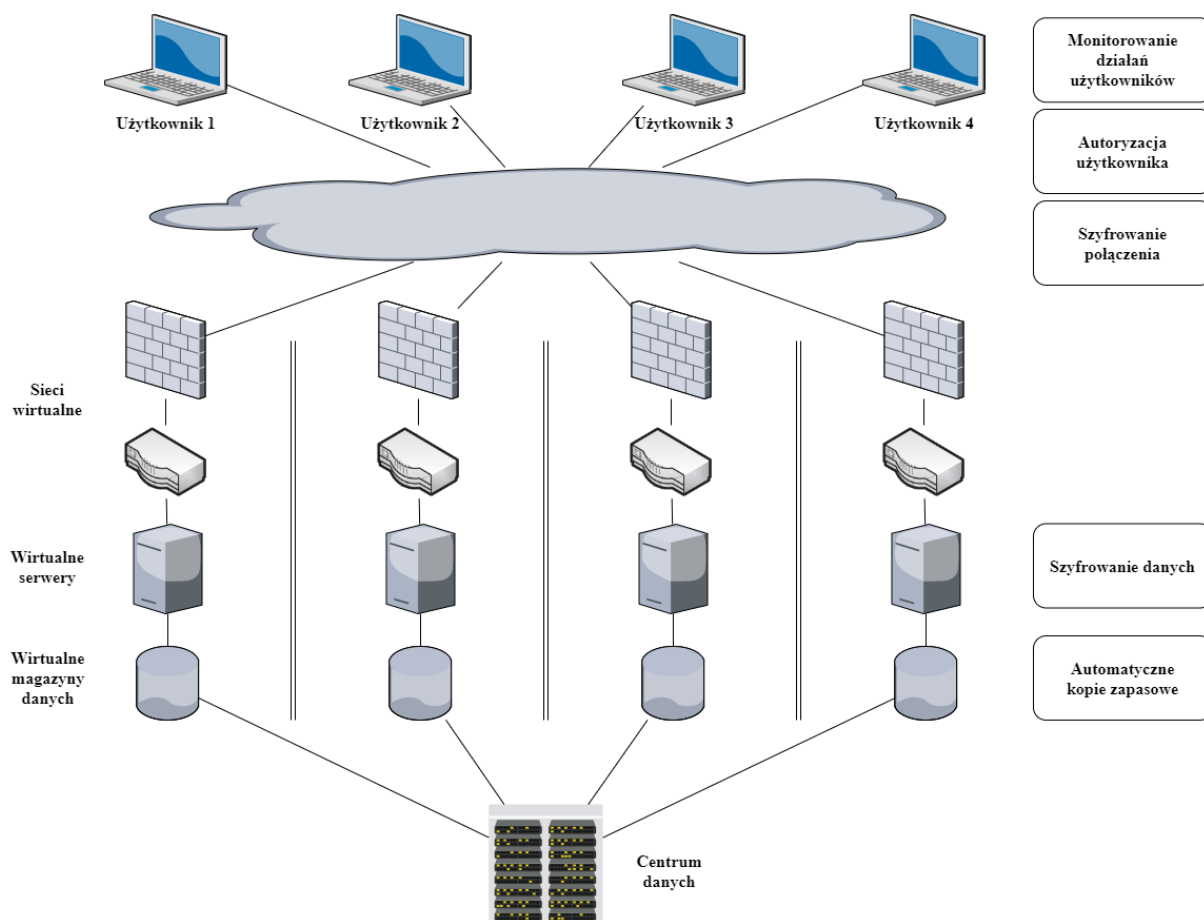
Niezależna współpraca – dzięki chmurze użytkownicy mogą kontynuować pracę niezależnie od miejsca, czasu czy urządzenia. Szeroki dostęp do danych oraz możliwość pracy w trybie kooperacyjnym znacząco zwiększa produktywność (Miller, 2009).

Odporność na awarie – chmura zapewnia użytkownikom ciągłość działania oraz bezpieczeństwo danych podczas awarii. Nie występuje problem spotykany w tradycyjnych rozwiązaniach serwerowych, w których konieczna staje się konfiguracja kosztownych macierzy RAID, w celu zapewnienia kopii danych (Corrado & Moulaison, 2004).

Środowisko gotowe do pracy – cały proces instalacji, konfiguracji oraz aktualizacji systemu oraz domyślnych aplikacji odbywa się po stronie dostawcy, co zapewnia klientom dostęp do najnowszych rozwiązań natychmiast, za pośrednictwem gotowego interfejsu na przykład przeglądarki internetowej (Pal & Pattnaik, 2012).

1.2.4 Bezpieczeństwo chmury

Bezpieczeństwo danych stanowi kluczowy element budowy wszystkich systemów komputerowych. W przypadku chmury stworzenie wystarczających zabezpieczeń stanowi duże wyzwania dla dostawców, ponieważ ta technologia łączy w sobie większość dotychczasowych rozwiązań IT. Poniższy schemat obrazuje proces uzyskania dostępu do danych przez użytkowników, warstwy wirtualizacji, które pokonuje wysłane żądanie oraz etapy weryfikacji i zabezpieczeń, które stoją na drodze do centrum danych.



Rysunek 2 Bezpieczeństwo w chmurze (Okuhara et al., 2010)

Zabezpieczenie chmury obliczeniowej jest bardziej skomplikowane, ponieważ wymaga kontrolowania całego środowiska na dwóch poziomach: fizycznym oraz maszyn wirtualnych. Jeżeli zaatakowany zostanie serwer fizyczny zagrożone zostaną wszystkie maszyny wirtualne, które z niego korzystają i odwrotnie - zaatakowana maszyna wirtualna może zainfekować serwery, z których zasobów korzysta. Dostawcy przeciwdziałają atakom: izolując od siebie instancje maszyn wirtualnych, wprowadzając wieloetapową weryfikację użytkowników, pozostawiając kwestie administracyjne oraz oprogramowania swoim klientom (Ertaul et al., 2010).

1.2.5 Zagrożenia

Głównymi zagrożeniami, które wiążą się z użytkowaniem chmury obliczeniowej są: zewnętrzne ataki na infrastrukturę, szpiegowanie maszyn wirtualnych klientów przez dostawców oraz ataki pomiędzy użytkownikami, wśród których można wyróżnić ataki na maszyny wirtualne i side-channel attacks (SCA) (Islam et al., 2016).

Infrastruktura może zostać zaatakowana poprzez węzły sieciowe, po przejściu których atakujący może modyfikować wyświetlane wyniki zapytań, przeprowadzać ataki DoS lub uzyskać dostęp do wrażliwych danych użytkowników (Zhou et al., 2010).

Klienci wykonują operacje na maszynach wirtualnych, co oznacza, że z tego samego sprzętu korzysta wielu użytkowników. Stwarza to zagrożenie w postaci wycieku danych lub uzyskania dostępu do danych przez nieuprawnione osoby (Hilley, 2009).

Obliczenia wykonywane są w dowolnym miejscu, które aktualnie posiada wystarczającą ilość zasobów, co znacząco utrudnia zabezpieczenie wykonywanych obliczeń. Na przykład jeżeli użytkownik postanowi zasymulować prognozę pogody, zostanie wykryty znaczący wzrost zapotrzebowania na moc obliczeniową, co zmusi środowisko do przydzielenia wolnych zasobów posiadających najszybszy czas dostępu (w ramach wykupionego pakietu), bez względu na ich fizyczne położenie. Późniejsze odnalezienie dysków oraz procesorów, które brały udział w tych obliczeniach jest bardzo utrudnione. Dane zapisywane w chmurze są zdefragmentowane na całej przestrzeni dyskowej i posiadają wiele zbędnych kopii, które nie są potrzebne w celu zapewnienia ciągłości danych. Utrudnia to lokalizację wrażliwych danych w chmurze oraz stosowne ich zabezpieczenie. Wiele środowisk przetrzymuje dane bez odpowiedniego szyfrowania w celu przyspieszenia udostępnianych usług (Inukollu et al., 2014).

Problem chmury obliczeniowej tkwi w jej warstwowej architekturze, której odwzorowanie znajduje w wcześniej przedstawionych modelach chmury. Model chmury obliczeniowej składa się z połączenia wielu warstw obiektów (wirtualnych maszyny, API, usług i aplikacji), w których funkcjonalność i bezpieczeństwo wyższych warstw zależą od niższych warstw. Konsekwencją takiej architektury jest narażenie całej struktury przy włamaniu się do jej pojedynczego obiektu. Utrudnia to zarządzanie zasadami bezpieczeństwa oraz prawami dostępu (Morsy et al., 2010).

Tabela 1 Zagrożenia warstwowej architektury (Morsy et al., 2010)

Warstwa	Obiekty	Zagrożenia	↑ kierunek dziedziczenia zagrożeń
SaaS	Aplikacje	<ul style="list-style-type: none"> • zła konfiguracja firewall • luki w zabezpieczeniach powstałe w wyniku personalizacji ustawień przez wielu użytkownika 	
PaaS	Usługi i API	<ul style="list-style-type: none"> • ataki DoS • ataki typu MITM gdzie dane przesyłane pomiędzy dostawcą a klientem są nasłuchiwane bądź zmieniane • ataki XML • ciągłe przesyłanie zweryfikowanego kodu tzw. replay attack • ataki słownikowe 	
	Platformy		
IaaS	Zasoby wirtualne	<ul style="list-style-type: none"> • zagrożenia typowe dla tradycyjnych serwerów (wirusy, szkodliwe oprogramowanie) • każdy odbiorca sam dostosowuje zasady bezpieczeństwa • obrazy maszyn wirtualnych mogą zachować ustawienia poprzedniego użytkownika • współdzielenie infrastruktury sieciowej umożliwia wykorzystanie luk w protokołach (DNS, DHCP, IP, itp.) • przejęcie kontroli na wirtualizerem, który mapuje fizyczne zasoby, umożliwia śledzenie wszystkich operacji bez konieczności ich deszyfrowania 	
	Technologia wirtualizacji		
	Fizyczna infrastruktura chmury		

Chmura obliczeniowa stale się rozwija, co niesie ze sobą ryzyko powstania coraz to nowych luk w zabezpieczeniach. Poniżej przedstawiono przykładowe ataki na środowisko chmurowe dokonane w 2019 oraz 2020 roku.

Amazon Web Service – grupa hakerów włamała się do serwerów AWS, po czym umieściła w nich rootkita, który umożliwił jej zdalne kontrolowanie serwerów usługi C2. Doprowadziło to do wycieku wrażliwych danych korporacyjnych oraz zagroziło pracy wielu maszyn wirtualnych znajdujących się w centrum danych. Użytkownik, który został zaatakowany posiadał właściwie skonfigurowaną grupę bezpieczeństwa (SG), mimo to jego

maszyna wirtualna z systemem Linux został przejęta przez hakerów i była podsłuchiwana na portach TCP (Targett, 2020).

Google App Engine – grupa hakerów pod nazwą „Cobalt” wykorzystała App Engine należący do firmy Google w celu rozesłania złośliwego oprogramowania pod przykrywką zwykłego dokumentu PDF. Hakerzy wykorzystali mechanizm przekierowania linków URL stosowany przez Google w celu podszywania się pod oficjalną korespondencję email. Celem ataku było ponad 20 banków, instytucji państwowych oraz finansowych na całym świecie (Arghire, 2019).

Microsoft Azure – platforma firmy Microsoft posiadała do niedawna aż dwie poważne luki w zabezpieczeniach. Pierwsza z nich pozwalała na wysyłanie fałszywych żądań, które nie były sprawdzane przez Azure Stack. Udany atak z wykorzystaniem tej metody umożliwił dostęp do wewnętrznych zasobów Azure Stack (Microsoft, 2020a). Druga luka umożliwiła zdalne wykonanie kodu w momencie gdy Azure Stack niepoprawnie zweryfikował długość kodu przed skopiowaniem go do buforu. Atakujący mógł wykonywać kod wpływający na działanie całej usługi sieciowej (Microsoft, 2020b).

1.3 Podsumowanie pierwszego działu

Informacje zawarte w pierwszym rozdziale podsumowują wiedzę zebraną z dotychczasowych prac naukowych na temat chmury obliczeniowej. Prezentują obraz bardzo rozwiniętej technologii IT, która posiada wiele zalet, ale z jej użytkowaniem wiąże się wiele zagrożeń. Niejednokrotnie stawia to użytkowników przed trudnym wyborem pomiędzy bezpieczeństwem danych, a możliwością korzystania z szybkiego i taniego w obsłudze narzędzia, jakim jest chmura obliczeniowa. Zebrane informacje stanowiły bazę do dalszych badań zawartych w rozdziale drugim oraz rozważań nad potencjalnymi czynnikami, które wpływają na decyzję konsumentów. Wyniki zostały przedstawione w formie konstruktywnej hipotezy modelu SEM.

2. Metodyka badawcza i model

W rozdziale drugim zaproponowany został model SEM, mający na celu ustalenie kluczowych z punktu widzenia zarówno użytkowników jak i dostawców konstruktów, skłaniających do korzystania z chmury. Inspiracją dla szukania pozatechnicznych czynników, wpływających na wykorzystywanie technologii stanowiła teoria TAM opisująca możliwe przyczyny akceptacji rozwiązań oraz technologii przez użytkowników.

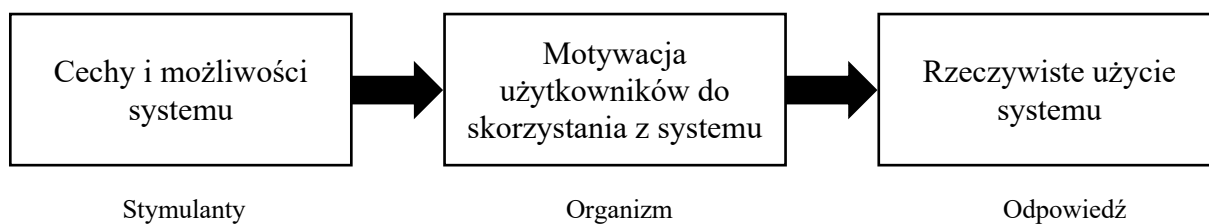
Przedstawiono założenia związane z metodologią SEM jak i założenia teorii TAM, a następnie skonstruowano pytania odnośnie każdego konstruktów (założono minimum 3 pytania na konstrukt) oraz hipotezy odzwierciedlające kierunek oddziaływania pomiędzy konstruktami. Przeprowadzono ankietę wśród użytkowników chmury obliczeniowej na terenie Polski za pośrednictwem grup na Facebooku. Zebrane dane wgrano do programu SmartPLS3.

Następnie przystąpiono do testowania zaproponowanego modelu z wykorzystaniem następujących metod: algorytm PLS, Bootstrapping, Blindfolding oraz analizę MGA. Umieszczono algorytm testowania modelu w celu możliwości późniejszej weryfikacji oraz powtórzenia testów. Wyniki zaprezentowano w formie tabelarycznej oraz wykresów wraz z objaśnieniem wyników. Przedstawione zostały również wyniki z analizy grupy badawczej na podstawie pytań zawartych w metryce ankiety.

2.1 Metodyka SEM

Modele równań strukturalnych SEM definiuje się jako zestaw procedur i narzędzi statystycznych służących do pomiaru zależności przyczynowych w empirycznych badaniach naukowych. Metodologia SEM pozwala na jednoczesne uwzględnianie relacji pomiędzy niezależnymi i zależnymi oraz mierzalnymi (obserwowalnymi) jak i nieobserwowalnymi (ukrytymi) zmiennymi (Pietrzak & Żurek, 2012). Modelowanie SEM dzieli się na dwa główne typy: modelowanie oparte o kowariancję (CB-SEM) oraz metodę najmniejszych kwadratów (PLS-SEM) (J. Hair et al., 2013). W niniejszej pracy zostanie zastosowana druga z wymienionych metod czyli PLS-SEM.

Technology acceptance model TAM to teoria zaproponowana przez Freda Davisa w 1985 roku, która zakłada, że użycie systemu może zostać wyjaśnione lub przewidziane przez motywacje użytkowników, na które bezpośredni wpływ mają czynniki zewnętrzne takie jak właściwości i możliwości systemu (Chuttur, 2009).



Rysunek 3 Wpływ TAM (Chuttur, 2009)

2.1.1 Konstrukty i hipotezy

W celu stworzenia modelu SEM zaproponowano następujące konstrukty, których umieszczenie w modelu zostało poparte teorią TAM, bądź zostały wykorzystane w modelach o podobnej tematyce. Dołączono do nich opisy oraz hipotezy, które będą testowane w następujących podpunktach.

Postrzegana użyteczność (PU) – według TAM jest silnym predykatorem nastawienia i zamiaru wykorzystania określanych systemów i usług. Określa stopień w jakim użytkownicy uważają, że korzystanie z usług w chmurze poprawia ich wydajność w pracy i wpłynie pozytywnie na podejście oraz chęć ponownego skorzystania z tego rodzaju usług (Park & Kim, 2014). Proponowane hipotezy:

H1. PU będzie miała pozytywny wpływ na chęć skorzystania z usługi.

H2. PU będzie miała pozytywny wpływ na nastawienie/stosunek do usługi.

Postrzegana dostępność (PD) – usługi chmurowe zapewniają użytkownikom dostęp do wirtualnej rzeczywistości, w której mogą się ze sobą komunikować i wymieniać informacje oraz dane. Określa stopień w jakim użytkownicy czują się związani z siecią i jej zasobami, co buduje poczucie współobecności i współpracy między nimi (Park & Kim, 2014). Proponowane hipotezy:

H3. PD będzie miała pozytywny wpływ na postrzeganą użyteczność usługi.

H4. PD będzie miała pozytywny wpływ na nastawienie/stosunek do usługi.

Usługi i jakość systemu (UJS) – to postrzegany poziom wydajności konkretnego systemu i jego usług. Chmura obliczeniowa stanowi zarówno system jak i udostępnia usługi, dlatego ten konstrukt będzie miał znaczący wpływ na chęć skorzystania oraz nastawienie użytkowników (Hasan et al., 2015). Proponowane hipotezy:

H5. UJS będą miały pozytywny wpływ na nastawienie/stosunek do usługi.

Postrzegane bezpieczeństwo (PB) – to stopień w jakim użytkownicy wierzą w bezpieczeństwo danej usługi. Może mieć znaczący wpływ psychologiczny na sposób w jaki użytkownicy postrzegają rozwiązania chmurowe i na poziom akceptacji tych rozwiązań (Hasan et al., 2015). Proponowane hipotezy:

H6. PB będzie miało pozytywny wpływ na usługi i jakość systemu.

H7. PB będzie miało pozytywny wpływ na nastawienie/stosunek do usługi.

Nastawienie/stosunek (NS) – teoria uzasadnionego działania TRA dowodzi, że intencją jednostki jest zaangażowanie się w specyficzne zachowania określone przez jej/jego subiektywne normy i postawy. Związek pomiędzy postawą a intencją został podkreślony w teorii TAM dlatego został uwzględniony w modelu (Asiaei & Ab. Rahim, 2016). Proponowane hipotezy:

H8. NS będzie miało pozytywny wpływ na chęć skorzystania z usługi.

Satysfakcja (ST) – zadowolenie użytkownika z konkretnej usługi lub systemu jest pozytywnie związane z zachowaniem chęci korzystania z usługi (Asiaei & Ab. Rahim, 2016). Proponowane hipotezy:

H9. ST będzie miała pozytywny wpływ na chęć skorzystania z usługi.

2.2 Model SEM

W celu wykonania obliczeń przygotowano bazę danych oraz sprawdzono jej jakość. Następnie określono, czy typy zmiennych są refleksyjne bądź kształtujące. Przetestowano hipotezy oraz sprawdzono relacje między nimi (Sarstedt et al., 2017).

2.2.1 Modelowanie zmiennych refleksyjnych

Poniżej przedstawiono etapy weryfikacji zmiennych refleksyjnych wraz z wartościami progowymi dla ich zaakceptowania.

Dla każdej zmiennej refleksyjnej należy sprawdzić **wskaźnik ładunku**. Warunkiem akceptowalności zmiennej jest posiadanie przez nią ładunku **powyżej 0,7**. Co oznacza, że konstrukt wyjaśnia 50% wariacji danych. Wartość **AVE** oznacza średnią wyjaśnioną wariację i **powinna wynosić powyżej 0,5** (Sarstedt et al., 2017).

Rzetelność weryfikowana jest dwoma wskaźnikami: **alfą Cronbacha** i **rzetelnością kompozytową**. Oba wskaźniki rzetelności uważa się za dobre w **przedziale od 0,7 do 0,95**. Wynik powyżej 0,95 oznacza, że dane są identyczne. **Współczynnik rzetelności** powinien

posiadać **wartość pomiędzy alfą Cronbacha, a rzetelnością kompozytową** (Sarstedt et al., 2017).

Następnie, wskaźnikiem **HTMT**, sprawdzany jest stosunek cech niejednorodnych do cech jednorodnych, który pozwala określić problemy na poziomie trafności różnicowej. Umożliwia to określenie, czy miary konstruktów są do siebie podobne. Wartość HTMT na poziomie 0,9 oznacza, że konstrukty są identyczne, konstrukty różnią się od siebie **poniżej wartości 0,85** (Sarstedt et al., 2017).

2.2.2 Modelowanie zmiennych kształtujących

W tym punkcie przedstawiono etapy weryfikacji zmiennych kształtujących wraz z wartościami progowymi dla ich zaakceptowania.

W celu zweryfikowania istotności zmiennych kształtujących należy sprawdzić, czy miary konstruktów są bardziej skorelowane ze sobą nawzajem, czy z innymi konstruktami (Wong, 2013). Następnym krokiem jest weryfikacja **inflacji czynnika wariancji**, który określany jest wskaźnikiem **VIF**. Wynik **powyżej 5** określa **kolinearność wskaźników**. Występowanie kolinearności oznacza, że w modelu znajdują się zbędne zmienne (Sarstedt et al., 2017).

Dla zmiennych kształtujących istotne są również uzyskane **wagi**. Wartość bliska zeru oznacza słabą relację, **wartości zbliżające się do +1 lub -1** oznaczają odpowiednio **silną relację pozytywną** lub **silną relację negatywną**. Model należy oczyścić z niepotrzebnych zmiennych na podstawie ich wag (Wong, 2013).

Wartości **p = 0,05** oraz statystyka **t = 1,96** stanowią **poziom istotności** badanego modelu. W przypadku, gdy waga zmiennej nie jest wystarczająca, ale posiada ona ładunek powyżej 0,5 można argumentować pozostawienie jej w modelu (Sarstedt et al., 2017).

2.2.3 Oszacowanie modelu strukturalnego

Po zbadaniu obu typów zmiennych procedurami przedstawionymi w punktach 2.2.1, 2.2.2 należy oszacować model. Jeśli zmienne w modelu są znaczące, należy sprawdzić: **wartości współczynnika determinacji R², krzyżowej redundancji Q² oraz współczynnika ścieżek**.

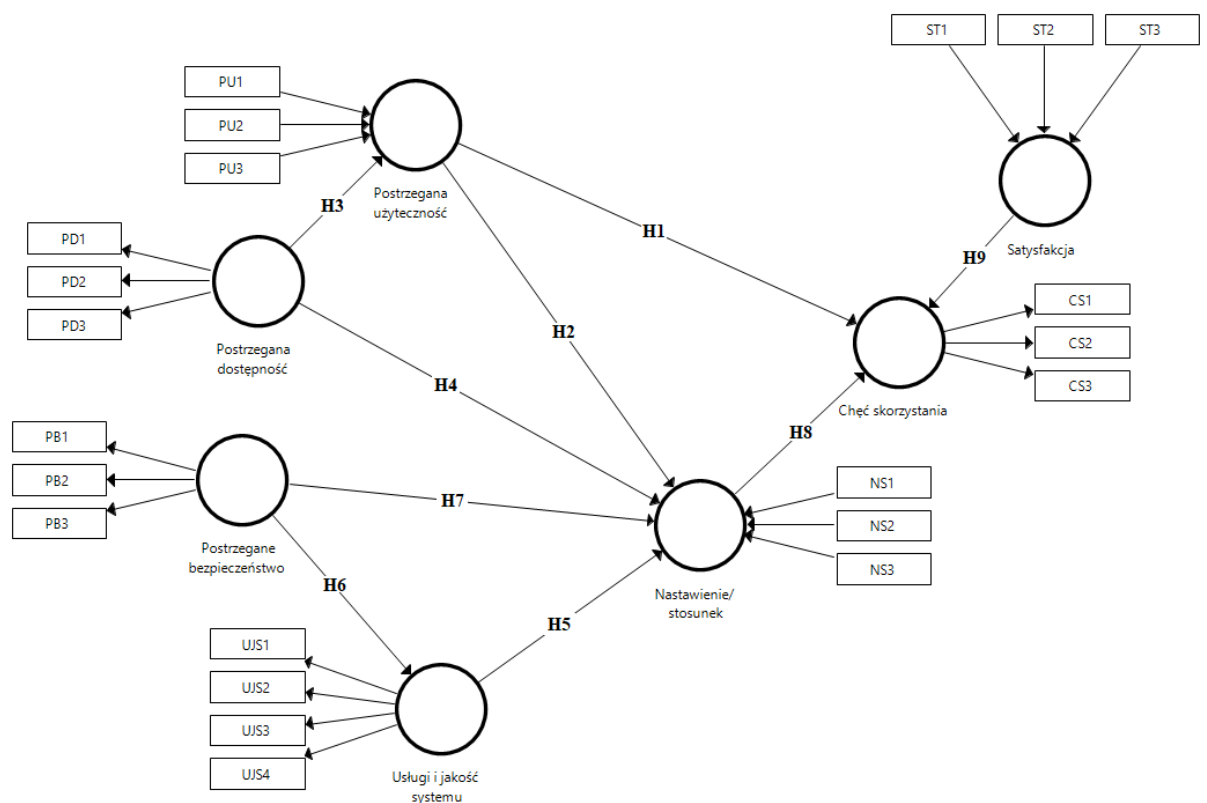
R² mieści się w **przedziale od 0 do 1**. Konstrukty powyżej **0,75** uznaje się za **istotny**. Jeśli konstrukty znajdują się w **przedziale od 0,5 do 0,75** jest **umiarkowanie istotny**, wszystkie konstrukty **poniżej wartości 0,5** są **nieistotne** (Ali et al., 2018).

Q2 - nadmierność krzyżowej redundancji, określa jakość miar w równaniach. Jeżeli różnica pomiędzy wartościami przewidywanymi i oryginalnymi jest niska, oznacza to, że prognoza i model są trafne. **Q2 większe od zera** oznacza, że **konstrukt jest istotny** (J. F. Hair et al., 2013).

Współczynnik f^2 oznacza **wielkość efektu**. Wartości **poniżej 0,15** oznaczają **mały efekt**, przedział od **0,15 do 0,35** wyznacza **średni efekt**, natomiast wszystko **powyżej wartości 0,35** wywiera **duży efekt** (J. F. Hair et al., 2013).

2.2.4 Model SEM, konstrukty, zmienne

Przedstawiony na poniższym Rysunku 4 model SEM stanowi propozycję konstruktyw wraz z hipotezami. Opisuje kierunek zależności, których siła oddziaływania na chęć skorzystania będzie obliczona w dalszej części pracy. Przedstawiona została również Tabela 2, zawierająca twierdzenia umieszczone w ankiecie.



Rysunek 4 Model przedstawiający wpływ czynników na wybór rozwiązań chmurowych (opracowanie własne)

Na wybór chmury obliczeniowej ma wpływ wiele czynników nie związanych z technicznym aspektem samej technologii. Zgodnie z teorią TAM znaczący wpływ na wybór mogą mieć czynniki psychologiczne, wizerunek dostawcy, powszechna opinia o usłudze (Chuttur, 2009). Bezpieczeństwo jest priorytetem wśród wielu klientów rozwiązań chmurowych, a poziom zaufania do dostawcy może przeważać na wyborze rozwiązania.

Przejrzystość oferty wpływa na to, czy klient dostrzeże potencjalne zastosowania poszczególnych rozwiązań chmurowych (Park & Kim, 2014). Rysunek 7 przedstawia założenie modelu, który zostanie zweryfikowany zgodnie z procedurą przedstawioną w trzech poprzednich podpunktach. W tabeli numer 2 przedstawiono spis pytań wraz z akronimami oraz zbiór konstruktów, z których składa się model przed weryfikacją.

Tabela 2 Konstrukty oraz pytania zadane ankietowanym

Konstrukty		Pytania
Postrzegana użyteczność	PU1	Uważam, że usługi przetwarzania w chmurze są przydatne w mojej pracy
	PU2	Korzystanie z usług przetwarzania w chmurze zwiększa moją wydajność
	PU3	Korzystanie z chmury poprawia wydajność mojej pracy oraz moją skuteczność
Postrzegana dostępność	PD1	Chmura umożliwia mi dostęp do danych i informacji w każdym miejscu i czasie
	PD2	Mogę uzyskać dostęp do usług w dowolnym momencie za pośrednictwem dowolnego urządzenia z przeglądarką
	PD3	Czuję się komfortowo, ponieważ mogę dowolnie korzystać z zasobów chmurowych według uznania
Usługi i jakość systemu	UJS1	Urządzenia z dostępem do chmury zapewniają więcej usług
	UJS2	Nie spotkałem się z żadnymi ograniczeniami podczas korzystania z chmury
	UJS3	Nie spotkałem się z żadnymi problemami podczas korzystania z chmury
	UJS4	Urządzenia z usługami przetwarzania w chmurze w pełni spełniają moje potrzeby

Postrzegane bezpieczeństwo	PB1	Jestem pewien, że dane zapisane w chmurze są prywatne
	PB2	Uważam, że nikt nie może przeglądać moich informacji ani danych przechowywanych w chmurze bez mojej zgody
	PB3	Wierzę, że moje informacje lub dane w chmurze nie będą manipulowane ani zmieniane
Nastawienie/ stosunek	NS1	Mam pozytywne nastawienie do usług przetwarzania w chmurze
	NS2	Uważam, że korzystanie z usług przetwarzania w chmurze jest dobrym rozwiązaniem
	NS3	Uważam, że dostęp do usług chmurowych jest bardziej pożądany od innych usług
Satysfakcja	ST1	Ogólnie jestem zadowolony z usług przetwarzania w chmurze
	ST2	Usługi przetwarzania w chmurze, z których obecnie korzystam, spełniają moje oczekiwania
	ST3	Poleciłbym usługi przetwarzania w chmurze innym użytkownikom
Chęć skorzystania	CS1	Bardzo prawdopodobne jest, że będę nadal korzystać z usług przetwarzania w chmurze
	CS2	Zamierzam w jak największym stopniu korzystać z usług przetwarzania w chmurze
	CS3	Będę nadal korzystać z usług przetwarzania w chmurze, jeśli będę miał do nich dostęp

2.3 Wyniki badań

Do obliczenia modelu wykorzystano program SmartPLS3. W pierwszym przebiegu model obliczono centroidalnym **algorytmem PLS**, liczbę iteracji ustawiono na 300 oraz kryterium zatrzymania na 10^{-X} z wybraną 7. Następnie obliczono model algorytmem **Bootstrap**, w którym liczbę próbek ustawiono na 5000 dla pełnej wersji ze skorygowanym

odchyleniem i przyspieszeniem BCa w rozkładzie dwustronnym. Kolejnym badaniem był **Blindfolding**, który został ustawiony na pominięcie 8 odległości. Przeprowadzono również analizę grupową z wykorzystaniem **algorytmu MGA**. Podział na grupy został dokonany względem płci ankietowanych.

2.3.1 Charakterystyka grupy badawczej

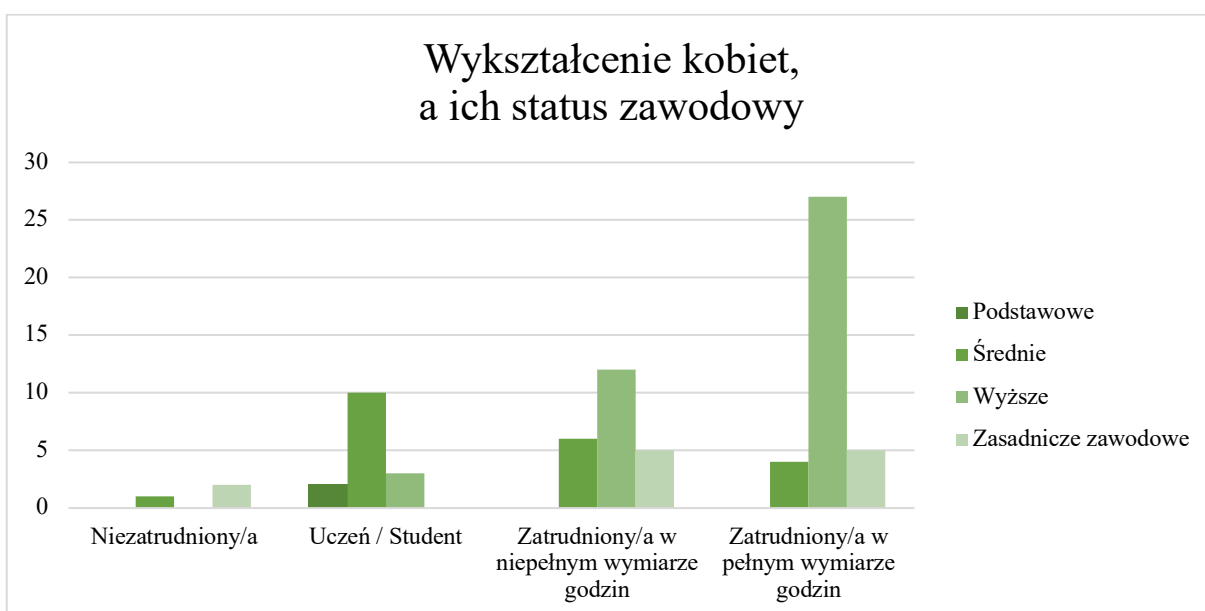
W celu zweryfikowania modelu przeprowadzono ankietę z wykorzystaniem narzędzia google forms. Grupę badawczą stanowiły 252 osoby, które pracowały z wykorzystaniem usług chmurowych. Ankieta została opublikowana na grupach poświęconych chmurze obliczeniowej na platformie Facebook w styczniu 2020 roku.

Tabela 3 Grupa badawcza (opracowanie własne)

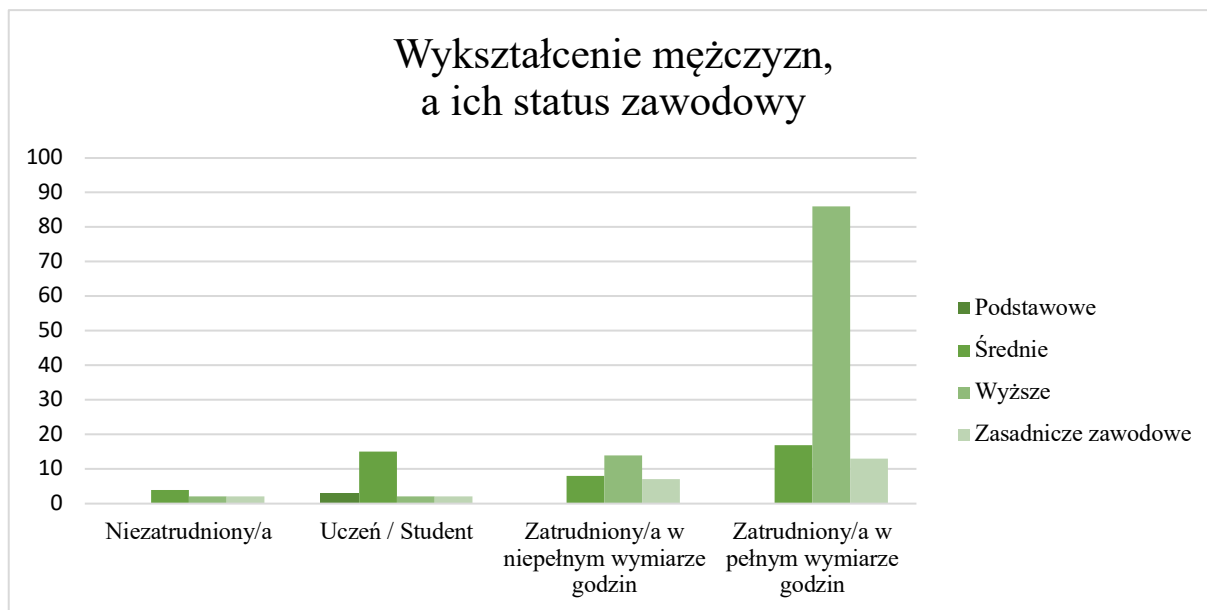
Płeć	Ilość badanych	Procentowy udział
Mężczyźni	175	69
Kobiety	77	31
Wiek		
<18	4	1
18-24	33	13
25-34	82	33
35-44	93	37
45-54	30	12
55-64	7	3
65+	3	1
Wykształcenie		
Podstawowe	5	2
Zasadnicze zawodowe	36	14
Średnie	65	26
Wyższe	146	58
Status zawodowy		
Uczeń / Student	37	15
Zatrudniony/a w pełnym wymiarze godzin	152	60
Zatrudniony/a w niepełnym wymiarze godzin	52	21
Niezatrudniony/a	11	4
Miejsce zamieszkania		
Wieś	17	7
Miasto do 50 tys. mieszkańców	24	9
Miasto do 100 tys. mieszkańców	48	19
Miasto do 250 tys. mieszkańców	108	43
Miasto powyżej 250 tys. mieszkańców	55	22

Wykorzystywane rozwiązanie (wielokrotny wybór)	Ilość badanych	Procentowy udział
Microsoft Azure	59	16
Amazon Web Services	120	32
Google Cloud	128	35
IBM Cloud	41	11
Oracle Cloud	24	6

Większość badanych stanowili mężczyźni - 69%. Najwięcej badanych w obu grupach zamieszkiwało w miastach do 250 tys. mieszkańców. Najwięcej ankietowanych pracuje w pełnym wymiarze godzin - 60%, większość spośród nich mieści się w przedziale wiekowym 25 - 44 lata - 70%.



Rysunek 5 Status zawodowy kobiet, a ich wykształcenie (opracowanie własne)



Rysunek 6 Status zawodowy mężczyzn, a ich wykształcenie (opracowanie własne)

Wyniki przedstawione na powyższych wykresach Rysunek 5 i 6 pokazują podobieństwo pomiędzy obiema grupami. Wpływ wykształcenia na status zawodowy jest podobny zarówno w grupie kobiet jak i mężczyzn. Wyższe wykształcenie dominuje wśród osób zatrudnionych w pełnym wymiarze godzin i pracujących z chmurą obliczeniową.

2.3.2 Wyniki dla zmiennych refleksyjnych i kształtujących

Ten punkt został poświęcony przedstawieniu oszacowanych wyników dla obu typów zmiennych. Wyniki zostały przedstawione w formie tabelarycznej oraz zawierają komentarze objaśniające poszczególne elementy.

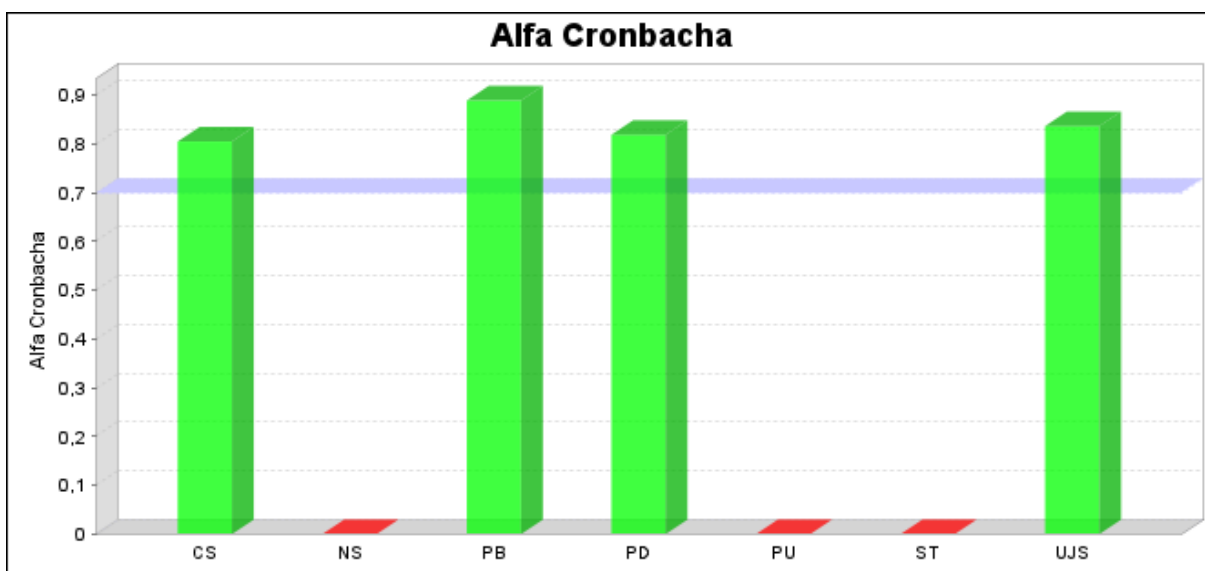
Tabela 4 Trafność zmiennych refleksyjnych

Konstrukt	Zmienna	Trafność		
		Ładunek	Współczynnik rzetelności	AVE
		>0,7	>0,5	>0,5
PD	PD1	0,922	0,851	0,735
	PD2	0,913	0,834	
	PD3	0,941	0,886	
PB	PB1	0,96	0,921	0,819
	PB2	0,941	0,886	
	PB3	0,952	0,907	
UJS	UJS1	0,863	0,744	0,673
	UJS2	0,92	0,846	
	UJS3	0,934	0,873	
	UJS4	0,902	0,814	
CS	CS1	0,894	0,8	0,721
	CS2	0,922	0,851	
	CS3	0,945	0,893	

Obliczenia przedstawione w Tabeli 4 przedstawiają wyniki dla zmiennych refleksyjnych. Zgodnie z opisanymi wcześniej założeniami wynika, że wszystkie zmienne są dobre. Zarówno wyniki dla ładunków zmiennych, jak i dla współczynników rzetelności oraz AVE przekraczają ustalone wartości progowe.

Tabela 5 Rzetelność zmiennych refleksyjnych

Konstrukt	Rzetelność		
	Kompozytowa	Wskaźnika	Alfa Cronbacha
	>0,7	>0,7	0,7 – 0,9
PD	0,892	0,822	0,819
PB	0,931	0,896	0,889
UJS	0,891	0,842	0,837
CS	0,885	0,81	0,805

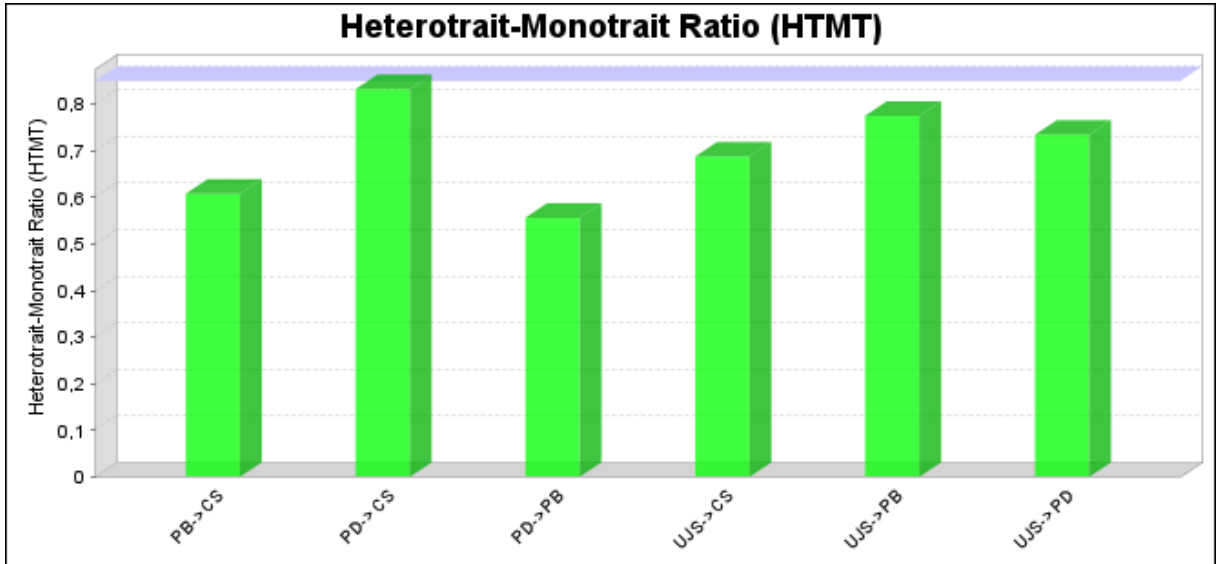


Rysunek 7 Wykres wartości Alfa Cronbacha (opracowanie własne SmartPLS3)

Rzetelność kompozytowa spełnia warunek >0,7. Alfa Cronbacha również mieści się w wyznaczonym przedziale od 0,7 do 0,9. Rzetelność wskaźnika mieści się pomiędzy wartościami alfy Cronbacha, a rzetelnością kompozytową dla wszystkich czterech konstrukcji.

Tabela 6 HTMT zmiennych refleksyjnych

Konstrukty	CS	PB	PD
PB	0,608		
PD	0,833	0,557	
UJS	0,688	0,776	0,735



Rysunek 8 Wykres wyniki HTMT (opracowanie własne SmartPLS3)

Wszystkie powyższe konstrukty różnią się od siebie w sposób istotny, ponieważ wskaźniki HTMT znajdują się poniżej założonego poziomu 0,85.

Tabela 7 Wyniki zmiennych kształtujących

Konstrukt	Zmienna	Waga	Ładunek	BCa[2,5;97,5]%	Wartość p<0,05
PU	PU1	0,453	0,453	[0,854;0,95]	TAK
	PU2	0,395	0,395	[0,811;0,923]	TAK
	PU3	0,272	0,274	[0,817;0,924]	TAK
NS	NS1	0,276	0,276	[0,759;0,889]	TAK
	NS2	0,414	0,416	[0,764;0,893]	TAK
	NS3	0,476	0,476	[0,828;0,925]	TAK
ST	ST1	0,391	0,391	[0,801;0,926]	TAK
	ST2	0,287	0,291	[0,589;0,875]	TAK
	ST3	0,477	0,471	[0,852;0,955]	TAK

Wartość p dla wszystkich zmiennych znajduje się poniżej 0,05 dlatego wszystkie konstrukty w Tabeli 7 zostały uznane jako istotne. Najslabszy wpływ pozytywny wywierają zmienne **PU3**, **NS1** oraz **ST2**.

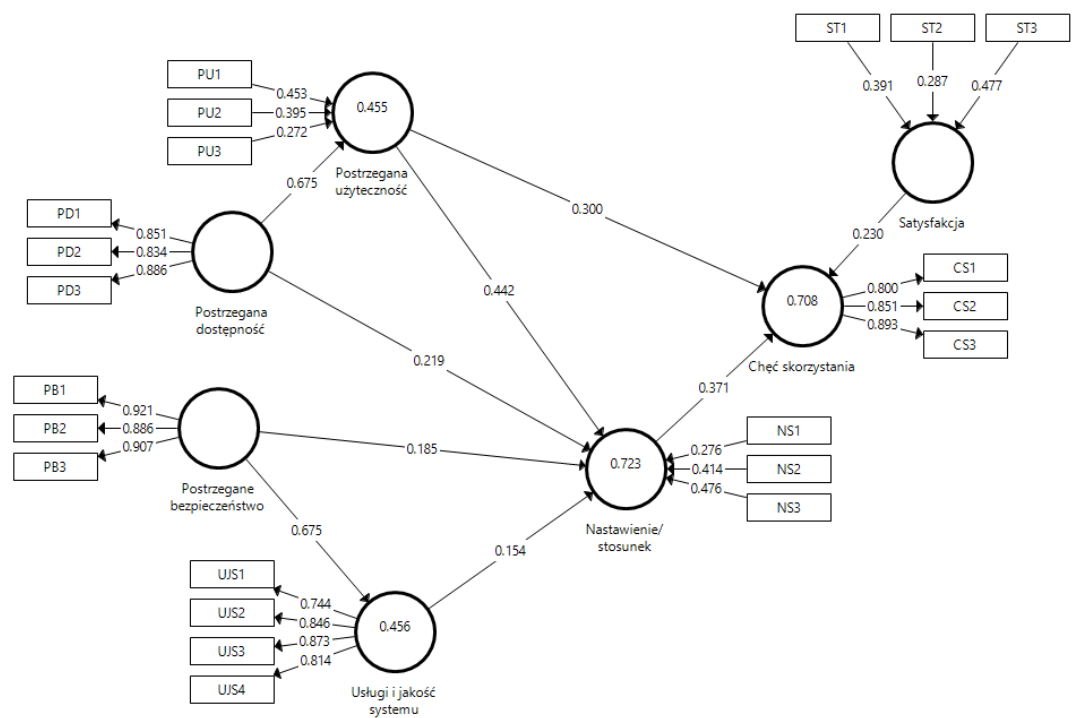
Tabela 8 Wartość VIF zmiennych kształtujących

Zmienna	VIF
PU1	2,41
PU2	2,075
PU3	2,633
NS1	2,034
NS2	1,659
NS3	1,893
ST1	2,063
ST2	1,55
ST3	2,254

Wartości w Tabeli 8 nie przekraczają poziomu 5, więc stwierdza się, że kolinearność nie zachodzi dla żadnej zmiennej. W modelu nie występują żadne zbędne zmienne.

2.3.3 Wyniki oszacowania modelu

W niniejszym punkcie zawarto wyniki oszacowania modelu wraz z omówieniem wartości znajdujących się na ścieżkach modelu. Przeprowadzona została również dalsza weryfikacja konstruktyw modelu.



Rysunek 9 Model z wagami i ładunkami ścieżek

Rysunek 11 przedstawia ostateczną wersję modelu SEM po wykonaniu algorytmu PLS. Najsilniejsze związki zachodzą pomiędzy postrzeganą dostępnością, a postrzeganą użytecznością oraz pomiędzy postrzeganym bezpieczeństwem, a usługami i jakością systemu. Najsłabsze oddziaływania występują pomiędzy usługami i jakością systemu, a nastawieniem/stosunkiem oraz pomiędzy postrzeganym bezpieczeństwem, a nastawieniem/stosunkiem użytkowników. Pozostałe zależności utrzymują się na średnim poziomie.

Tabela 9 Weryfikacja hipotez dla ścieżek

Ścieżka	Współczynnik ścieżki	BCa [2,5;97,5]%	Wartość statystyki t	f^2	Wartość $p < 0,05$	Hipoteza potwierdzona
PU→CS	0,3	[0,173;0,446]	4,324	0,091	TAK	TAK
PU→NS	0,442	[0,311;0,553]	7,177	0,325	TAK	TAK
PD→PU	0,675	[0,557;0,778]	11,922	0,835	TAK	TAK
PD→NS	0,219	[0,108;0,327]	3,942	0,083	TAK	TAK
PB→NS	0,185	[0,061;0,302]	2,259	0,062	TAK	TAK
PB→UJS	0,675	[0,58;0,76]	14,457	0,839	TAK	TAK
UJS→NS	0,154	[0,04;0,304]	2,259	0,037	TAK	TAK
NS→CS	0,371	[0,266;0,5]	5,261	0,13	TAK	TAK
ST→CS	0,23	[0,086;0,378]	3,092	0,044	TAK	TAK

W Tabeli 7 możemy zaobserwować wysokie wartości statystyki t dla ścieżek: PU→NS, PD→PU oraz PB→UJS. Wartości f^2 dla ścieżek PU→CS, PD→NS, PB→NS, UJS→NS, ST→CS jest niska, średnią wartość przyjmuje ścieżka NS→CS, pozostałe ścieżki cechuje wysoka wartość f^2 . Dla wszystkich konstruktów wartość p spełnia warunek $<0,05$, dlatego uznaje się je za istotne dla modelu. Założone hipotezy zostały zweryfikowane i uznane za istotne.

Tabela 10 R2, Q2 wielkość zjawisk

Konstrukt	R2	Q2
PU	0,455	0,352
NS	0,723	0,516
UJS	0,456	0,298
CS	0,708	0,499

Tabela 10 służy dodatkowej weryfikacji istotności konstruktów modelu. Wartości R2 utrzymują się na średnim poziomie, ponadto przedstawione w poprzedniej tabeli wyniki statystyki t są wysokie, co utwierdza znaczący wpływ R2. Q2 (krzyżowa redundancja) jest większa od 0 dla wszystkich konstruktów zgodnie z założeniami.

2.3.4 Wyniki Multigroup Analysis MGA

Dzięki danym zebranych w części metryki przeprowadzonej ankiety, możliwe było wykonanie analizy wielogrupowej. Dokonano podziału na dwie grupy użytkowników: 77 kobiet oraz 175 mężczyzn. Następnie wybrano algorytm MGA z tymi samymi ustawieniami użytymi wcześniej w algorytmie PLS oraz Bootstrapping. Poniżej przedstawiono wyniki analizy MGA oraz omówiono istotność czynników wpływających na chęć skorzystania z chmury z perspektywy kobiet i mężczyzn.

Tabela 11 Wyniki MGA kobiety

Ścieżka	Współczynniki ścieżki	Odchylenie standardowe	Wartości statystyki t	Wartość p	Istotność
NS→CS	0,471	0,101	4,649	<0,001	TAK
PD→NS	0,124	0,126	0,983	0,326	NIE
PD→PU	0,726	0,07	10,413	<0,001	TAK
PU→CS	0,333	0,123	2,701	0,007	TAK
PU→NS	0,396	0,115	3,427	0,001	TAK
PB→NS	0,379	0,116	3,276	0,001	TAK
PB→UJS	0,663	0,06	11,078	<0,001	TAK
ST→CS	0,084	0,133	0,630	0,529	NIE
UJS→NS	0,084	0,111	0,757	0,449	NIE

Wyniki analizy dla grupy kobiet (Tabela 11) ujawniają nieistotność ścieżek PD→NS, ST→CS, UJS→NS. Potwierdza to niska wartość współczynnika ścieżki oraz zbyt wysoka wartość parametru p.

Tabela 12 Wyniki MGA mężczyźni

Ścieżka	Współczynniki ścieżki	Odchylenie standardowe	Wartości statystyki t	Wartość p	Istotność
NS→CS	0,327	0,093	3,521	<0,001	TAK
PD→NS	0,231	0,062	3,748	<0,001	TAK
PD→PU	0,669	0,07	9,59	<0,001	TAK
PU→CS	0,277	0,085	3,268	0,001	TAK
PU→NS	0,463	0,065	7,125	<0,001	TAK
PB→NS	0,139	0,07	1,984	0,047	TAK
PB→UJS	0,683	0,061	11,219	<0,001	TAK
ST→CS	0,3	0,094	3,198	0,001	TAK
UJS→NS	0,191	0,082	2,331	0,02	TAK

W przypadku grupy mężczyzn (Tabela 12) niskie wartości współczynnika występują na ścieżkach UJS→NS, PB→NS. Wszystkie ścieżki posiadają wartość p niższą od 0,05, tym samym są istotne dla modelu analizowanego metodą MGA.

Tabela 13 Kobiety vs mężczyźni

Ścieżka	Różnica współczynników ścieżek (Kobiety-Mężczyźni)	Wartość p (Kobiety vs Mężczyźni)	Istotność różnicy
NS→CS	0,144	0,291	NIE
PD→NS	-0,108	0,432	NIE
PD→PU	0,057	0,545	NIE
PU→CS	0,057	0,715	NIE
PU→NS	-0,067	0,618	NIE
PB→NS	0,24	0,085	NIE
PB→UJS	-0,02	0,812	NIE
ST→CS	-0,216	0,183	NIE
UJS→NS	-0,108	0,427	NIE

W przypadku zestawienia obu tych grup naraz program wyliczył wyniki p, dla wszystkich ścieżek, powyżej dopuszczalnej wartości. Dlatego należy uznać przedstawione w Tabeli 13 różnice za nieistotne statystycznie dla badania.

3. Podsumowanie

W tej części pracy omówione zostały wyniki modelowania SEM oraz wnioski z relacji pomiędzy konstruktami. Przedstawione zostały refleksje na temat chmury obliczeniowej, a także przedstawiono jej obecny stan oraz możliwości rozwoju.

3.1 Dyskusja

Model SEM zaproponowany w punkcie drugim przeszedł pomyślnie weryfikację z wykorzystaniem programu SmartPLS3. Wyniki wszystkich przeprowadzonych testów wskazują, że zaproponowane konstrukty mają istotny i rzeczywisty wpływ na chęć skorzystania z usług chmurowych.

Szczególną uwagę należy poświęcić dwóm konstruktom: postrzeganej dostępności oraz postrzeganemu bezpieczeństwu. Te dwa konstrukty wywierają silny, bezpośredni i dodatni wpływ na odpowiednio: postrzegana użyteczność (0,675) oraz usługi i jakość systemu (0,675). Dostępność i bezpieczeństwo stanowią zatem fundamenty kształtowania w użytkownikach chęci do skorzystania z chmury obliczeniowej. Powinny stanowić priorytet dla dostawców usług oraz być stale rozwijane.

Użyteczność ma znaczący pozytywny wpływ na nastawienie użytkowników (0,422) oraz bezpośredni pozytywny wpływ na chęć skorzystania na średnim poziomie (0,3). Nastawienie użytkowników wywiera średni wpływ na chęć skorzystania z usługi (wynosi 0,371). Być może zamiana ścieżki z Satysfakcja → Chęć skorzystania, która cechuje się niskim wpływem pozytywnym (0,23), na ścieżkę Satysfakcja → Nastawienie/stosunek dałaby lepsze wyniki na samej ścieżce jak i wzmocniłaby oddziaływanie nastawienia użytkowników na chęć skorzystania.

Ścieżki pomiędzy bezpieczeństwem, a nastawieniem oraz usługami, a nastawieniem wywierają niski pozytywny wpływ (nie przekraczający 0,185). Bezpośrednie połączenie bezpieczeństwa i usług z chęcią skorzystania może skutkować uzyskaniem lepszych wyników, zachowując przy tym bardzo korzystne połączenie między tymi dwoma konstrukdami.

3.2 Wkład

W rozdziale tym zaprezentowany został wkład pracy włożony w zgromadzenie informacji na temat chmury oraz przeprowadzenie badań.

3.2.1 Usystematyzowanie wiedzy

W celu przedstawienia podstawowych pojęć związanych z chmurą obliczeniową dokonano przeglądu literatury. Pozwoliło to na usystematyzowanie wiedzy związanej z: różnymi modelami dystrybucyjnymi chmury, warstwami infrastruktury chmurowej, zaletami oraz zagrożeniami. W podstawowym zakresie scharakteryzowano działanie chmury oraz potencjalne korzyści, jak i zagrożenia związane z wykorzystaniem rozwiązań chmurowych.

3.2.2 Część praktyczna

W części praktycznej pracy dokonano analizy pozatechnicznych czynników, które mogą mieć wpływ na wybór przez użytkowników rozwiązań chmurowych. W tym celu wykorzystano założenia przedstawione w teorii TAM, co umożliwiło utworzenie zbioru potencjalnych konstruktów, które po weryfikacji zostały użyte w modelu SEM.

Inspiracją dla badania stanowiła praca „An Integrated Adoption Model of Mobile Cloud Services: Exploration of Key Determinants and Extension of Technology Acceptance Model” (Park & Kim, 2014). Przyjęto szersze założenie niż w wyżej wymienionej pracy, gdyż nie skupiono się tylko i wyłącznie na badaniu rozwiązań mobilnych. Grupę badawczą stanowiły osoby żyjące w innym regionie, posiadające inne doświadczenia w korzystaniu z chmury.

Dla przygotowanych konstruktów przygotowano odpowiednie twierdzenia, które następnie zostały przedstawione osobom pracującym z chmurą obliczeniową, za pośrednictwem formularza google forms. Ankietowani mieli wyrazić swój stopień zgody lub niezgody z twierdzeniami zaznaczając odpowiedzi na siedmiostopniowej skali Likerta. Ten sposób formułowania odpowiedzi był uzasadniony późniejszą łatwością zastosowania wyników badania w modelu SEM, który opiera się na wartościach liczbowych. Inna forma odpytywania ankietowanych wiązała by się z koniecznością nadania odpowiednich wag wcześniej udzielonym odpowiedziom. Ankietowani odpowiedzieli również na pytania znajdujące się w segmencie metryki, które dotyczyły między innymi: miejsca zamieszkania, wieku, płci, wykształcenia, zatrudnienia oraz preferowanych rozwiązań chmurowych.

Dane zostały uporządkowane a następnie wgrane do programu SmartPLS3, gdzie kolejno wykonano następujące kroki: obliczono algorytm PLS, Bootstrapping, Blindfolding oraz wykonano analizę MGA. Zweryfikowano poprawność założonych konstruktów oraz modelu wzorując się na pracy „Partial Least Squares Structural Equation Modeling” (Sarstedt et al., 2017).

Opisano grupę badawczą w sposób tabelaryczny oraz za pomocą wykresów, w celu przybliżenia cech społeczności pracującej z chmurą obliczeniową. Następnie przedstawiono wyniki badań wyliczone przez program zaczynając od zmiennych refleksyjnych i kształtujących, kończąc na wynikach analizy wielogrupowej względem płci.

3.3 Praktyczne zastosowanie

Wyniki przeprowadzonej analizy SEM mogą posłużyć do lepszego zrozumienia potrzeb użytkowników. Bezpieczeństwo oraz dostępność usług stanowią kluczowe elementy, na które zwracają uwagę użytkownicy. Dostawcy rozwiązań chmurowych powinni skupić się na rozwoju tych dwóch aspektów. Badania SEM powinny być przeprowadzane regularnie w celu aktualizacji i poznania bieżących potrzeb rynku.

Analiza grupy badawczej przedstawia najpopularniejsze rozwiązania na rynku oraz miejsce zamieszkania użytkowników. Umożliwia to personalizację reklam dostarczanych potencjalnym użytkownikom, jak i lepsze dostosowanie usług pod już obecnych klientów.

3.4 Ograniczenia

Poważnym ograniczeniem był czas przeprowadzania ankiety. W celu zweryfikowania modelu SEM przyjęto wstępne założenie minimum 30 odpowiedzi na konstrukt modelu. Zebranie odpowiedniej liczby odpowiedzi w czasie miesiąca stanowiło wyzwanie. Niektóre fora czy grupy dyskusyjne nie umożliwiają publikacji własnych ankiet. Badanie przy użyciu metodologii SEM mogło być dokładniejsze, gdyby zastosowano ankietę w języku angielskim i opublikowano ją na zagranicznych grupach. Umożliwiło by to zgromadzenie większej liczby odpowiedzi, co za tym idzie dokładniejsze zweryfikowanie założonych konstruktów.

Kolejnym ograniczeniem była forma konstruowania twierdzeń w ankiecie oraz odpowiednie dopasowanie do skrajnych opisów na siedmiostopniowej skali Likerta. Pojawiały się pytania oraz uwagi ankietowanych związane z nietypową formą zadawania pytań i możliwości odpowiedzi.

Czasowe ograniczenia wersji testowej programu SmartPLS3 do 30 dni wymuszało szybkie zweryfikowanie modelu i hipotez. Brak czasu na badanie zależności pomiędzy konstruktami mógł wpłynąć na wybór ostatecznych relacji w modelu. Być może pełna licencja umożliwiłaby dłuższe testowanie różnych innych wariantów relacji.

3.5 Technologia, a bezpieczeństwo

Poniżej znajduje się omówienie kluczowych aspektów związanych z chmurą obliczeniową takich jak bezpieczeństwo, integralność danych, a także kwestie prawne związane z funkcjonowaniem chmury.

3.5.1 Kwestia bezpieczeństwa

Największym wyzwaniem chmury, które pozostaje nadal nierozwiązane, jest kwestia bezpieczeństwa. Niewystarczające działania dostawców sprawiają, że to rozwiązanie pozostaje w dalszym ciągu wrażliwe na ataki z licznych stron. Fakt połączenia większości znanych rozwiązań dostępnych w IT, w celu dostarczenia skalowalnej architektury, dostarcza zarówno wszystkie możliwości jak i zagrożenia związane z każdym pojedynczym składnikiem, z których składa się chmura.

Dostawcy stale rozwijają dostępne zabezpieczenia, wprowadzają nowe metody szyfrowania danych, weryfikację wieloetapową, gwarantują niezawodność swoich usług i w pościgu za innowacjami zapominają o dwóch kluczowych aspektach. Pierwszym z nich jest bardzo długa lista luk w zabezpieczeniach, które nie są naprawiane wystarczająco szybko. Takie nawarstwianie się nierozwiązywanych problemów może stanowić ogromne zagrożenie dla poufności danych klientów. Drugim aspektem, o którym zapominają dostawcy chmury, jest odpowiednie przeszkolenie odbiorcy w kwestiach zabezpieczeń. Przykładem jest firma Amazon, która wydaje się umywać ręce od działań użytkowników, którzy wykupili dostęp do ich infrastruktury. Dostarczają mnóstwo form zabezpieczeń, umieszczają ich opis w dokumentacji, ale nie zapoznają klientów z tymi mechanizmami.

Dostawcy powinni bardziej skupić się na naprawianiu już istniejących luk, niż na wdrażaniu nowych funkcjonalności. Przeprowadzanie testów penetracyjnych na szeroką skalę we własnym zakresie powinno stanowić priorytet. Szkolenia dla działów IT klientów, powinny stanowić fundament budowania bezpieczeństwa chmury. Dobrze przeszkolony dział IT może skonfigurować procedury bezpieczeństwa, wdrożyć zabezpieczenia oraz przeprowadzić dalsze szkolenie użytkowników końcowych, znacząco zmniejszając zagrożenie związane z czynnikiem ludzkim.

3.5.2 Integralność danych

Dane w chmurze są rozproszone co stanowi znaczącą niedogodność dla klientów, którzy nie są w stanie precyzyjnie zlokalizować swoich zasobów. Uniemożliwia to również stwierdzenie, czy dane klienta nie znajdowały się na serwerze, który został zaatakowany.

Chmura prywatna rozwiązuje ten problem, stanowi jednak bardzo kosztowne rozwiązanie. Rozwiązania chmury społecznościowej zwiększa zagrożenia związane z czynnikiem ludzkim, rodzi ryzyko wycieku danych. Chmura hybrydowa wydaje się stanowić kompromis, który umożliwia ograniczanie kosztów oraz kontrolę strategicznych oraz wrażliwych danych.

3.5.3 Obowiązujące prawo

Nieświadomość prawa nie zwalnia z konieczności przestrzegania go, a kwestie prawne związane z tak rozproszonym (wiele państw, w których jest wiele serwerów) środowiskiem jakim jest chmura obliczeniowa, mogą być zbyt zawile i nieczytelne dla klientów.

Klient powinien zostać poinformowany przez dostawcę, odnośnie przepisów prawnych obowiązujących w państwie, w którym znajduje się jego maszyna wirtualna. Powinien zostać zaznajomiony z możliwością udostępnienia jego maszyny do wglądu instytucjom państwowym, organom ścigania, itp. W dzisiejszych czasach jest to wiedza priorytetowa, ponieważ sposób postępowania np. rządu USA, a rządu Niemiec odnośnie działalności maszyn wirtualnych oraz ich nadzoru mogą drastycznie różnić się od siebie. Niedoinformowanie klienta w sprawach prawnych jest działalnością na jego niekorzyść.

3.5.4 Łatwy start

Chmura obliczeniowa umożliwia łatwe wejście na rynek nowym firmom nie posiadającym zaplecza IT. Dzięki szerokiemu zakresowi personalizacji usługi klient może wybrać poszczególne elementy, takie jak ilość CPU, pamięć RAM, pojemność dysków SSD i dostosować je do swoich indywidualnych potrzeb. Wynajęcie sprzętu od firm zewnętrznych obniża koszty i umożliwia zaistnienie nowych firm na rynku. Dodatkowo sprzęt jest wstępnie skonfigurowany i gotowy do działania. Użytkownicy końcowi nie muszą martwić się utratą danych związaną z uszkodzeniem dysków twardych.

Zakończenie

Chmura obliczeniowa stanowi przyszłość branży IT, dlatego powinno się ją stale badać i rozwijać. Przedstawione w pracy informacje na jej temat, przybliżają jej cechy charakterystyczne, modele, formy hostingów oraz zabezpieczenia. Stanowi to fundamenty pod zrozumienie chmury oraz jej działania. Zmiany zachodzące w sposobie dostarczania usług chmurowych, sprawiają trudności w identyfikacji konkretnych rozwiązań na podstawie cech takich jak model czy forma hostingu. W przyszłości te granice zostaną przekształcone wraz z postępem technologicznym chmury.

Modelowanie SEM umożliwiło spojrzenie na chmurę obliczeniową z perspektywy użytkownika, w stopniu dokładniejszym niż z wykorzystaniem dotychczasowych metod badawczych. Wyniki badania stanowią wyznacznik istotnych czynników infrastruktury, z punktu widzenia odbiorcy. Pozwala to na lepsze dostosowanie usług przez dostawców, jak i wyznaczenie celów dla dalszych badań rynku rozwiązań chmurowych. Należałoby zbadać również wpływ innych czynników na chęć skorzystania z chmury, takich jak: multiplatformowość, ciągłość usługi, niezawodność, zastępowalność. Inna sekwencja połączeń pomiędzy konstruktami może dać lepsze wyjaśnienia konstruktów w modelu. Badanie powinno zostać powtórzone na szerszej grupie odbiorców, a sama ankieta powinna być sformułowana w języku angielskim.

Dostępne na rynku rozwiązania pozwalają na wdrożenie dowolnego systemu oraz aplikacji niskim kosztem. Stanowi to główny czynnik świadczący o popularności chmury. Kwestią sporną pozostaje bezpieczeństwo tego typu rozwiązań, ponieważ rosnąca liczba użytkowników wiąże się z rosnącym zagrożeniem infrastruktury. Może to stanowić przyczynę wielu przyszłych wycieków danych spowodowanych czynnikiem ludzkim. Stały rozwój zabezpieczeń wspierany sztuczną inteligencją, powinien zapewnić rozsądny poziom bezpieczeństwa ze strony dostawcy. Poufność danych zapisanych w maszynach wirtualnych należących do firm zewnętrznych, rodzi ryzyko ich odczytania przez nieupoważnione osoby. Nie ułatwia tego fakt, że serwery chmury znajdują się w wielu różnych państwach, o różnych systemach prawnych. Bezpieczeństwo oraz poufność danych będą stanowiły główne wyzwania, które powinny zostać rozwiązane przez dostawców usług. Być może technologia blockchain umożliwi rozwiązanie tych problemów.

4. Załącznik ankieta

W celu zebrania danych została przeprowadzona ankiet wśród użytkowników pracujących z chmurą obliczeniową. Odpowiedzi udzielano, zaznaczając stopień zgody z przedstawionym twierdzeniem, na skali Likerta od 1 do 7.

4.1 Postrzegana użyteczność

W jakim stopniu użytkownicy uważają, że korzystanie z usług chmurowych poprawia ich wydajność w pracy?

4.1.1 Uważam, że usługi przetwarzania w chmurze są przydatne w mojej pracy (PU1)

Zdecydowanie nie ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Zdecydowanie tak

4.1.2 Korzystanie z usług przetwarzania w chmurze zwiększa moją wydajność (PU2)

Zdecydowanie zmniejsza ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Zdecydowanie zwiększa

4.1.3 Korzystanie z chmury poprawia wydajność mojej pracy oraz moją skuteczność (PU3)

Zdecydowanie nie ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Zdecydowanie tak

4.2 Postrzegana dostępność

Czy dostęp do usług w chmurze jest zapewniony użytkownikom w każdym miejscu i czasie?

4.2.1 Chmura umożliwia mi dostęp do danych i informacji w każdym miejscu i czasie (PD1)

Ograniczony dostęp ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Pełny dostęp

4.2.2 Mogę uzyskać dostęp do usług w dowolnym momencie za pośrednictwem dowolnego urządzenia z przeglądarką (PD2)

Zdecydowanie nie ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Zdecydowanie tak

4.2.3 Czuję się komfortowo, ponieważ mogę dowolnie korzystać z zasobów chmurowych według uznania (PD3)

Zdecydowanie nie Zdecydowanie tak

4.3 Usługi i jakość systemu

W jakim stopniu wykonanie infrastruktury chmurowej i jej system wpływają na użytkowników?

4.3.1 Urządzenia z dostępem do chmury zapewniają więcej usług (UJS1)

Zdecydowanie nie Zdecydowanie tak

4.3.2 Nie spotkałem się z żadnymi ograniczeniami podczas korzystania z chmury (UJS2)

Znaczne ograniczenia Brak ograniczeń

4.3.3 Nie spotkałem się z żadnymi problemami podczas korzystania z chmury (UJS3)

Znaczne problemy Brak problemów

4.3.4 Urządzenia z usługami przetwarzania w chmurze w pełni spełniają moje potrzeby (UJS4)

Nie spełniają Całkowicie spełniają

4.4 Postrzegane bezpieczeństwo

Czy dane w chmurze są bezpieczne? Czy firmy dostarczające usługi chmurowe analizują prywatne dane użytkowników?

4.4.1 Jestem pewien, że dane zapisane w chmurze są prywatne (PB1)

Zdecydowanie nie Zdecydowanie tak

4.4.2 Uważam, że nikt nie może przeglądać moich informacji ani danych przechowywanych w chmurze bez mojej zgody (PB2)

Zdecydowanie nie Zdecydowanie tak

4.4.3 Wierzę, że moje informacje lub dane w chmurze nie będą manipulowane ani zmieniane (PB3)

Zdecydowanie nie Zdecydowanie tak

4.5 Nastawienie/stosunek

Czy nastawienie użytkowników wpływa na chęć korzystania z chmury?

4.5.1 Mam pozytywne nastawienie do usług przetwarzania w chmurze (NS1)

Zdecydowanie negatywne Zdecydowanie pozytywne

4.5.2 Uważam, że korzystanie z usług przetwarzania w chmurze jest dobrym rozwiązaniem (NS2)

Zdecydowanie nie Zdecydowanie tak

4.5.3 Uważam, że dostęp do usług chmurowych jest bardziej pożądanym od innych usług (NS3)

Zdecydowanie nie Zdecydowanie tak

4.6 Satysfakcja

Czy klienci są usatysfakcjonowani z wykorzystywanych rozwiązań chmurowych?

4.6.1 Ogólnie jestem zadowolony z usług przetwarzania w chmurze (ST1)

Bardzo niezadowolony Bardzo zadowolony

4.6.2 Usługi przetwarzania w chmurze, z których obecnie korzystam, spełniają moje oczekiwania (ST2)

Nie spełniają Całkowicie spełniają

4.6.3 Poleciałbym usługi przetwarzania w chmurze innym użytkownikom (ST3)

Nie poleciałbym Zdecydowanie poleciałbym

4.7 Chęć skorzystania

Czy użytkownicy chcą nadal korzystać z rozwiązań chmurowych, czy rozważają rezygnację całkowitą lub częściową z tego typu usług?

4.7.1 Bardzo prawdopodobne jest, że będę nadal korzystać z usług przetwarzania w chmurze (CS1)

Nieprawdopodobne Pewne

4.7.2 Zamierzam w jak największym stopniu korzystać z usług przetwarzania w chmurze (CS2)

Nie zamierzam Całkowicie zamierzam

4.7.3 Będę nadal korzystać z usług przetwarzania w chmurze, jeśli będę miał do nich dostęp (CS3)

Nie będę korzystał Będę korzystał

4.8 Metryka

4.8.1 Płeć

- Kobieta
- Mężczyzna

4.8.2 Wiek

- mniej niż 18 lat
- 18 - 24 lat
- 25 - 34 lat
- 35 - 44 lat
- 45 - 54 lat
- 55 - 64 lat
- 65 i więcej lat

4.8.3 Wykształcenie

- Podstawowe
- Zasadnicze zawodowe
- Średnie
- Wyższe

4.8.4 Status zawodowy

- Uczeń / Student
- Zatrudniony/a w pełnym wymiarze godzin
- Zatrudniony/a w niepełnym wymiarze godzin
- Niezatrudniony/a

4.8.5 Aktualne miejsce zamieszkania

- Wieś
- Miasto do 50 tys. mieszkańców
- Miasto do 100 tys. mieszkańców
- Miasto do 250 tys. mieszkańców
- Miasto powyżej 250 tys. Mieszkańców

4.8.6 Z jakich rozwiązań chmurowych korzystasz? (wielokrotny wybór)

- Microsoft Azure
- Amazon Web Services
- Google Cloud
- IBM Cloud
- Oracle Cloud
- Inna odpowiedź...

5. Bibliografia

- Akinrolabu, O., New, S., & Martin, A. (2018). Cyber supply chain risks in cloud computing – bridging the risk assessment gap. *Open Journal of Cloud Computing*, 5(1), 1–19. https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:751fc4ce-1cfb-45f9-b442-d6c76f099076/download_file?file_format=pdf&safe_filename=Published_OJCC_2018v5i1n01_Akinrolabu.pdf&type_of_work=Journal+article
- Ali, F., Rasoolimanesh, S. M., Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Ryu, K. (2018). An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) in hospitality research. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 30(1), 514–538. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-10-2016-0568>
- Apostu, A., Puican, F., Ularu, G., Suci, G., & Todoran, G. (2013). Study on advantages and disadvantages of Cloud Computing – the advantages of Telemetry Applications in the Cloud. *Recent Advances in Applied Computer Science and Digital Services*, 118–123. https://pdfs.semanticscholar.org/ada5/876e216130cdd7ad6e44539849049dd2de39.pdf?_ga=2.89738463.590734437.1590130293-850431577.1587534872
- Arghire, I. (2019). Cobalt Hackers Use Google App Engine in Recent Attacks. *Security Week*. <https://www.securityweek.com/cobalt-hackers-use-google-app-engine-recent-attacks>
- Asiaei, A., & Ab. Rahim, N. Z. (2016). Conceptualizing a model for cloud computing adoption by SMEs. *Semanticscholar.Org*, 1–6. <https://pdfs.semanticscholar.org/f66e/1aed26281b4854cdc8d4e7ac6fa590190306.pdf>
- Avram, M. G. (2014). Advantages and Challenges of Adopting Cloud Computing from an Enterprise Perspective. *Procedia Technology*, 12, 529–534. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.525>
- Bamiah, M. A., & Brohi, S. N. (2011). Exploring the Cloud Deployment and Service Delivery Models. *International Journal of Research and Reviews in Information Sciences (IJRRIS)*, 1(3), 77–80. https://www.researchgate.net/publication/257995661_Exploring_the_Cloud_Deployment_and_Service_Delivery_Models
- Bhattacharjee, R. (2009). An Analysis of the Cloud Computing Platform [Massachusetts Institute Of Technology]. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/47864>
- Chuttur, M. (2009). Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions. In *Sprouts: Working Papers on Information Systems* (Vol. 9, Issue 37). <https://doi.org/10.1021/jf001443p>
- Corrado, E., & Moulaison, H. L. (2004). *Getting Started with Cloud Computing: A LITA Guide* (R. Tennant (ed.)). Neal-Schuman Publishers. <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/handle/10355/71064>
- Diaby, T., & Rad, B. B. (2017). Cloud Computing: A review of the Concepts and Deployment Models. *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 9(6), 50–58. <https://doi.org/10.5815/ijitcs.2017.06.07>
- Ertaul, L., Singhal, S., & Saldamli, G. (2010). Security Challenges in Cloud Computing. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.06.006>

- Gorelik, E. (2013). Cloud Computing Models. In Massachusetts Institute of Technology.
<http://web.mit.edu/smadnick/www/wp/2013-01.pdf>
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2013). Partial Least Squares Structural Equation Modeling: Rigorous Applications, Better Results and Higher Acceptance. *Long Range Planning*, 46(1–2), 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.lrp.2013.01.001>
- Hair, J., Hult, T., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2013). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. SAGE Publications.
https://books.google.pl/books?hl=en&lr=lang_en&id=JDWmCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=SEM+modeling&ots=eiOWMfER2J&sig=Cdj6urc0VKzxNnpnHsvkBUA2WwQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Hasan, L. M., Zgair, L. A., Ngotoye, A. A., Hussain, H. N., & Najmuldeen, C. (2015). A Review of the Factors that Influence the Adoption of Cloud Computing by Small and Medium Enterprises. *Scholars Journal of Economics, Business and Management*, 2(8A), 842–848. <http://sasjournals.com/wp-content/uploads/2015/08/SJEBM-28A842-848.pdf>
- Hilley, D. (2009). Cloud Computing : A Taxonomy of Platform and Infrastructure-level Offerings. In CERCS Technical Report (Issue April).
<https://pdfs.semanticscholar.org/7d77/8ad2dd3b79164e1c2a09636cb9f024f4fd9b.pdf>
- Inukollu, V. N., Arsi, S., & Rao Ravuri, S. (2014). Security Issues Associated with Big Data in Cloud Computing. *International Journal of Network Security & Its Applications*, 6(3), 45–56.
<https://doi.org/10.5121/ijnsa.2014.6304>
- Islam, T., Manivannan, D., & Zeadally, S. (2016). A Classification and Characterization of Security Threats in Cloud Computing. *International Journal of Next-Generation Computing*, 3.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1004982107>
- Jeuk, S. (2019). A Tenant-Aware Identification Scheme for Cloud Computing [University College London]. In Department of Computer Science at University College London.
https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10080520/1/Jeuk_000_Thesis_redacted_2.pdf
- Kushida, K. E., Murray, M., Scaglia, P., & Zysman, J. (2014). The Implications of Cloud for Integrated Research and Innovation Strategy. In *The Berkeley Roundtable on the International Economy* (No. 4).
https://brie.berkeley.edu/sites/default/files/brie_wp_2014-4_kushida_murray_scaglia_zysman_2014.pdf
- Kuyoro, A., Ibikunle, F., & Awodele, O. (2011). Cloud Computing Security Issues and Challenges. *International Journal of Computer Networks*, 5(3), 247–255. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11104-9_85
- Malhotra, L., Agarwal, D., & Jaiswal, A. (2014). Virtualization in Cloud Computing. *Journal of Information Technology & Software Engineering*, 4(2), 1–3. <https://doi.org/10.4172/2165-7866.1000136>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, 1–3. <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>
- Microsoft. (2020a). CVE20191234 Azure Stack Spoofing Vulnerability. Microsoft.
<https://portal.msrc.microsoft.com/en-US/security-guidance/advisory/CVE-2019-1234>

- Microsoft. (2020b). CVE20191372 Azure Stack Remote Code Execution Vulnerability. Microsoft.
<https://portal.msrc.microsoft.com/en-US/security-guidance/advisory/CVE-2019-1372>
- Miller, M. (2009). Cloud Computing Pros and Cons for End Users (pp. 1–4).
<http://wahyudi.staff.umsida.ac.id/files/2010/05/co517.doc>
- Morsy, A. M., Grundy, J., & Müller, I. (2010). An Analysis of the Cloud Computing Security Problem. APSEC 2010 Cloud Workshop, 1–6. <https://arxiv.org/abs/1609.01107>
- Noor, T. H. (2016). Usage and Technology Acceptance of Cloud Computing in Saudi Arabian Universities. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 10(9), 65–76.
<https://doi.org/10.14257/ijseia.2016.10.9.07>
- Okuhara, M., Shiozaki, T., & Suzuki, T. (2010). Security Architectures for Cloud Computing. *Fujitsu Scientific and Technical Journal*, 46(4), 397–402. <https://educlash.com/wp-content/uploads/2019/06/security-architecture-for-cloud-computing.pdf>
- Olive, C. (2012). Cloud Computing Characteristics Are Key. In General Physics Strategies Corporation.
<https://www.gpstrategies.com/wp-content/uploads/2016/04/wpCloudCharacteristics.pdf>
- Olson, M. (2011). Cloud Computing for Citizen Science [California Institute of Technology].
<http://oatd.org/oatd/record?record=oai%5C:thesis.library.caltech.edu%5C:6615&q=title%3A%28%22citizen%22%29>
- Oltsik, J. (2010). What’s Needed for Cloud Computing? In White Paper:Cloud Computing: Networking and WAN Optimization. http://resources.idgenterprise.com/original/AST-0002397_AST-0002364_riverbed_esg_whatsneededforcloud.pdf
- Pal, S., & Pattnaik, P. K. (2012). Efficient Architectural Framework for Cloud Computing. *International Journal of Cloud Computing and Services Science (IJ-CLOSER)*, 1(2), 7. <https://doi.org/10.11591/closer.v1i2.513>
- Park, E., & Kim, K. J. (2014). An Integrated Adoption Model of Mobile Cloud Services: Exploration of Key Determinants and Extension of Technology Acceptance Model. *Telematics and Informatics*, 31(3), 376–385.
<https://doi.org/10.1016/j.tele.2013.11.008>
- Pietrzak, M. B., & Żurek, M. (2012). Ład społeczny w powiatach - analiza przy użyciu modelowania równań strukturalnych SEM. *Warmińsko-Mazurski Kwartalnik Naukowy, Nauki Społeczne*, 4, 189–200.
<http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-284353d2-19fb-4566-8f21-5374f3177e41>
- Purcell, B. M. (2013). Big data using cloud computing. *Journal of Technology Research*, 1–9.
https://www.researchgate.net/publication/256888844_Big_data_using_cloud_computing
- Rashid, A., & Chaturvedi, A. (2017). A Study on Resource Pooling, Allocation and Virtualization Tools used for Cloud Computing. *International Journal of Computer Applications*, 168(2), 7–11.
<https://doi.org/10.5120/ijca2017914290>
- Rashid, A., & Chaturvedi, A. (2019). Cloud Computing Characteristics and Services A Brief Review. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 7(2), 421–426.
<https://doi.org/10.26438/ijcse/v7i2.421426>

- Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Hair, J. F. (2017). Partial Least Squares Structural Equation Modeling. In C. Homburg, M. Klarmann, & A. Vomberg (Eds.), *Handbook of Market Research* (pp. 1–40). Springer.
https://www.researchgate.net/publication/319669432_Partial_Least_Squares_Structural_Equation_Modeling
- Targett, E. (2020). AWS Servers Hacked Rootkit in the Cloud Used to Exfiltrate Data. *CBR Computer Business Review*. <https://www.cbronline.com/news/aws-servers-hacked-rootkit-in-the-cloud>
- Wong, K. K.-K. (2013). Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Techniques Using SmartPLS. *Marketing Bulletin*, 24(1), 1–32.
https://www.researchgate.net/publication/268449353_Partial_least_square_structural_equation_modeling_PLS-SEM_techniques_using_SmartPLS
- Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1(1), 7–18. <https://doi.org/10.1007/s13174-010-0007-6>
- Zhou, W., Marczak, W. R., Tao, T., Zhang, Z., Sherr, M., Loo, B. T., & Lee, I. (2010). Towards Secure Cloud Data Management. *Technical Reports (CIS)*, 1(1), 1–6.
http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1965&context=cis_reports

6. Spis ilustracji

Rysunek 1 Warstwowa architektura chmury (Kushida et al., 2014)	8
Rysunek 2 Bezpieczeństwo w chmurze (Okuhara et al., 2010).....	12
Rysunek 3 Wpływ TAM (Chuttur, 2009).....	17
Rysunek 4 Model przedstawiający wpływ czynników na wybór rozwiązań chmurowych (opracowanie własne)	20
Rysunek 5 Status zawodowy kobiet, a ich wykształcenie (opracowanie własne).....	24
Rysunek 6 Status zawodowy mężczyzn, a ich wykształcenie (opracowanie własne).....	25
Rysunek 7 Wykres wartości Alfa Cronbacha (opracowanie własne SmartPLS3)	26
Rysunek 8 Wykres wyniki HTMT (opracowanie własne SmartPLS3).....	27
Rysunek 9 Model z wagami i ładunkami ścieżek.....	29

7. Spis tabel

Tabela 1 Zagrożenia warstwowej architektury (Morsy et al., 2010).....	14
Tabela 2 Konstruktorów oraz pytania zadane ankietowanym	21
Tabela 3 Grupa badawcza (opracowanie własne).....	23
Tabela 4 Trafność zmiennych refleksyjnych	25
Tabela 5 Rzetelność zmiennych refleksyjnych.....	26
Tabela 6 HTMT zmiennych refleksyjnych.....	27
Tabela 7 Wyniki zmiennych kształtujących	28
Tabela 8 Wartość VIF zmiennych kształtujących	28
Tabela 9 Weryfikacja hipotez dla ścieżek	29
Tabela 10 R ² , Q ² wielkość zjawisk.....	30
Tabela 11 Wyniki MGA kobiety	30
Tabela 12 Wyniki MGA mężczyźni	31
Tabela 13 Kobiety vs mężczyźni	31