

Tomasz Siemek

CLOUDLABS

Laboratoria w chmurze



Akademia WSB

CloudLabs

Laboratoria w chmurze

dr inż. Tomasz Siemek
CloudLabs – Laboratoria w chmurze

Projekt okładki

Wojciech Ciągło Studio DTP

Korekta

Anna Zdonek

DTP publikacji

Wojciech Ciągło Studio DTP, www.dtp-studio.pl

ISBN 978-83-67673-27-3

Wydawca

Akademia WSB

ul. Ciepłaka 1c, 41-300 Dąbrowa Górnicza, tel. (32) 295 93 59

e-mail: wydawnictwo@wsb.edu.pl, www.wsb.edu.pl

© Copyright by Akademia WSB

Kopiowanie w całości lub we fragmentach zabronione
Dąbrowa Górnicza 2023



Ministerstwo
Edukacji i Nauki

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości”
w latach 2019-2023 nr projektu 018/RID/2018/19 kwota finansowania 10 788 423,16 zł

Tomasz Siemek

CloudLabs

Laboratoria w chmurze

Dąbrowa Górnicza 2023

Nauczycielem wszystkiego jest praktyka.

Juliusz Cezar

Spis treści

Streszczenie	
CloudLabs – Laboratoria w chmurze	9
Abstract	
CloudLabs – Cloud Laboratories	11
Wstęp	13
Cel opracowania	23
Wyzwania	33
Istota problemu	33
Istota metody CloudLabs	45
Ekonomia i czas	45
Założenia ogólne systemu CloudLabs	49
Modele sprzedaży	51
CloudLabs w chmurze prywatnej	51
Aplikacja trenerska	56
CloudLabs w chmurze hostowanej SaaS	57
CloudLabs w chmurze publicznej Microsoft Azure SaaS	58

Zagrożenia i źródła ryzyka oraz ograniczenia procesu projektowania	59
Planowanie zarządzania ryzykiem	59
Rozpoznanie ryzyk i przeprowadzenie analiz	61
Planowanie reakcji na ryzyka	61
Monitorowanie i kontrolowanie ryzyk	61
Kryteria oceny skuteczności metody CloudLabs	65
Analiza porównawcza wybranych systemów o architekturze rozproszonej wykorzystywanych w edukacji inżynierskiej	65
Kryteria oceny narzędzia CloudLabs	68
Wyniki badań	68
Wyznaczenie obszarów zastosowań	71
Wnioski i rozwój	77
Bibliografia	83
Słownik	89
Spis tabel	91
Spis rysunków	93

Streszczenie

Dr inż. Tomasz Siemek

CloudLabs – Laboratoria w chmurze

Książka *CloudLabs – Laboratoria w chmurze* to kompleksowe źródło wiedzy na temat wdrażania i wykorzystania wirtualnych laboratoriów w edukacji, zwłaszcza w kontekście nauczania inżynierskiego i technologicznego. Autor skupia się na metodzie CloudLabs, prezentując jej zalety, takie jak dostępność zasobów 24/7, oszczędności na infrastrukturze IT i możliwość integracji z innymi rozwiązaniami firmy CloudTeam.

Książka zawiera dogłębną analizę wykorzystania CloudLabs w różnych środowiskach edukacyjnych, wskazując na korzyści płynące z wdrażania wirtualnych laboratoriów, takie jak efektywność pracy, mniejsze koszty utrzymania i modernizacji sprzętu oraz zadowolenie studentów. Autor podkreśla, że CloudLabs umożliwia szybką dostawę gotowych środowisk komputerowych studentom, pozwala na indywidualną ciągłą pracę w środowisku laboratoryjnym i oferuje dostęp do tych środowisk przez całą dobę, siedem dni w tygodniu.

W publikacji omówione zostały również różne scenariusze zastosowań CloudLabs, od wyższych uczelni po szkoły średnie i licea, zwracając uwagę na specyficzne potrzeby i wymagania każdej z tych grup. Autor przedstawia ponadto wyniki badań przeprowadzonych wśród studentów i klientów firmy CloudTeam, które wskazują na skuteczność metody CloudLabs w przygotowaniu do egzaminów i nabywaniu kompetencji.

Na koniec autor przedstawia przyszłe kierunki rozwoju CloudLabs, takie jak: rozszerzenie integracji i funkcjonalności, adaptacja do zmieniających się wymagań edukacyjnych, rozwój technologii i bezpieczeństwa oraz wsparcie dla nauki hybrydowej i zdalnej.

Istotnym uzupełnieniem jest obszerna bibliografia, zawierająca źródła i odniesienia do literatury związanej z nauczaniem zdalnym, technologiami informatycznymi i zarządzaniem projektami, co świadczy o gruntownym podejściu autora do tematu.

Słowa kluczowe: chmura obliczeniowa, systemy rozproszone, CloudLabs, narzędzia wspomagające nauczanie

Abstract

Phd Thomas Siemek

CloudLabs – Cloud Laboratories

The book *CloudLabs – Cloud Laboratories* provides an extensive overview of the implementation and use of virtual laboratories in education, particularly in the context of engineering and technological teaching. The author focuses on the CloudLabs method, highlighting its advantages such as 24/7 resource availability, IT infrastructure savings, and the potential for integration with other CloudTeam solutions.

This book offers a thorough analysis of the application of CloudLabs in various educational settings, pointing out the benefits of implementing virtual laboratories. These benefits include increased work efficiency, reduced costs for equipment maintenance and modernization, and student satisfaction. The author emphasizes that CloudLabs facilitates the rapid delivery of ready-to-use computer environments to students, allows for continuous individual work in a laboratory environment, and provides access to these environments 24 hours a day, seven days a week.

The publication also discusses various application scenarios of CloudLabs, from universities to high schools and lyceums, addressing the specific needs and requirements of each of these groups. The author also presents the results of research conducted among students and clients of the CloudTeam company, which indicate the effectiveness of the CloudLabs method in exam preparation and skill acquisition.

Towards the end of the book, the author outlines future development directions for CloudLabs, such as expanding integration and functionality, adapting to changing educational requirements, advancing technology and security, and supporting hybrid and remote learning.

Additionally, the book includes an extensive bibliography with references to literature related to remote teaching, information technologies, and project management, demonstrating the author's comprehensive approach to the topic.

Keywords: cloud computing, distributed systems, CloudLabs, teaching assistive tools

Wstęp

Popyt na pracowników mających kompetencje w obszarze szeroko pojętej informatyki, potrafiących posługiwać się umiejętnościami informatycznymi, wciąż rośnie. Rynek oczekuje dużo większej liczby osób z kompetencjami IT, niż uczelnie w Polsce są w stanie zaoferować. W 2017 roku na kierunki informatyczne przyjęto 75 051 studentów, a 13 tysięcy absolwentów opuściło mury uczelni z dyplomem. Jednocześnie według raportu Sedlak & Sedlak [62] w Polsce potrzeba 50 tysięcy informatyków, a ich zatrudnienie do 2024 roku wzrośnie o 17%. Uczelnie nie nadążają z kształceniem i wypuszczaniem na rynek pracy absolwentów, co powoduje, że bardzo duża część kształcenia w dziedzinie systemów informatycznych oraz środowisk programistycznych przenoszona jest na inne formy i miejsca nauczania. Częścią łączącą nauczanie inżynierii oprogramowania realizowane przez uczelnie oraz inne centra szkoleniowe dostarczające wiedzy i samych pracodawców są zmieniające się wymagania dotyczące kształcenia i metod szkoleniowych. Kiedyś nabywano wiedzę w określonym miejscu i w określonym czasie. Prowadzący szkolenia z systemu operacyjnego firmy Microsoft trener musiał zapraszać słuchaczy do centrum edukacyjnego, gdyż tylko tam student miał przygotowane środowisko komputerowe do ćwiczeń. Było ono dostępne w godzinach pracy ośrodka. To samo dotyczyło zajęć na uczelni. Student mógł uczyć się nowych technologii jedynie na komputerach przygotowanych przez uczelnię lub instalując środowisko na własnych zasobach komputerowych. Osoba prowadząca zajęcia była odpowiedzialna za przygotowanie środowiska komputerowego, przekazanie wiedzy i uzupełnienie tych komponentów wkładem mentorskim. Związane to było z koniecznością każdorazowego instalowania środowiska przez osobę prowadzącą lub dział IT. W przypadku złożonych środowisk uczestnik rzadko mógł liczyć na kilka komputerów przygotowanych dla każdego studenta. Niemożliwe do zrealizowania było życzenie przygotowywania dla każdej grupy wchodzącej na zajęcia nowych środowisk komputerowych. Obecnie proporcje na linii środowisko komputerowe–zawartość merytoryczna–praca mentora bardzo zmieniły się, z uwagi na możliwości zautomatyzowania przygotowania sal wykładowych. Pojawiła się technologia wirtualizacji,

pozwalająca na umieszczanie na jednym fizycznym komputerze wielu maszyn wirtualnych. Ponadto klasyczne wykłady ustępują pola interaktywnej formie przekazywania wiedzy, opartej na pojęciu klasy odwróconej [63, 64, 65]. Ideą klasy odwróconej jest dostarczanie teorii w interesującej formie, tak aby studenci mogli przyswajać wiedzę w domu, a na zajęciach zajmować się jedynie jej praktycznym aspektem.

Pomimo postępu technologicznego nadal istnieje wiele wyzwań, z którymi nie radzą sobie klasyczne narzędzia wspomagające. Wyzwania takie to: ciągłe zmiany w oprogramowaniu, konieczność posiadania wielu maszyn, których wydajność przewyższa możliwości powszechnie stosowanych na uczelniach komputerów stacjonarnych, zapotrzebowanie na pracę nie tylko podczas zajęć, ale również w domu lub w innym czasie wolnym. Metody nauczania stanowiły i stanowią źródło wielu badań. Profesor Wincenty Okoń w swojej pracy *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej* [26] definiuje metodę nauczania jako celowo i systematycznie stosowany sposób pracy nauczyciela z uczniami, który umożliwi uczniom opanowanie wiedzy wraz z umiejętnością posługiwania się nią w praktyce, jak również rozwijanie zdolności i zainteresowań poznawczych uczniów. Ich dobór zależy od wielu czynników, takich jak: wiek uczniów, treści nauczania, kwalifikacje i doświadczenie nauczyciela, czas nauczania, cele i zadania pracy dydaktyczno-wychowawczej, organizacja i metody, których zamierza użyć nauczyciel. Czesław Kupisiewicz w pracy *Podstawy dydaktyki ogólnej* [66] dokonał podziału metod nauczania na:

- metody oparte na słowie: wykład, opowiadanie, opis, dyskusja, praca z książką;
- metody oparte na obserwacji i pomiarze: pokaz, pomiar;
- metody oparte na praktycznej działalności uczniów: laboratoryjna, zajęć praktycznych;
- metody aktywizujące: burza mózgów, sytuacyjna, inscenizacji, problemowa itp.

W nauczaniu inżynierskim trzy ostatnie z wymienionych metod opierają się na dużej aktywności studenta w środowisku zbliżonym do rzeczywistego lub symulującym środowisko rzeczywiste. Autor niniejszej publikacji podjął się zadania analizy tematyki metod wspierania nauczania inżynierskiego w sytuacji, gdy mamy do czynienia ze środowiskiem rozproszonym w rozumieniu źródeł wiedzy oraz narzędzi, które możemy stosować w celu tegoż nauczania. Środowisko rozproszone pojmowane jest jako szereg obiektów niezależnych, tworzących architekturę i stanowiących wspólną całość. Autor skupił się wyłącznie na kompetencjach, których zdobywanie jest mierzalne. Mierzalność ta wyraża się poziomem zdawalności egzaminów certyfikowanych przez

osoby biorące udział w kształceniu oraz dostępności technologicznej. Główny ciężar badań został przy tym skoncentrowany na metodach adekwatnych do zmieniającego się środowiska nauczania, zmienności technologicznej i merytorycznej oraz potrzeb użytkownika końcowego. Badania w szczególności uwzględniają narzędzia informatyczne wykorzystujące chmurę obliczeniową oraz metody i narzędzia analizy danych (*business intelligence*), mające wpływ na nowe metody kształcenia. Autor założył, że jednym z bardziej mierzalnych czynników będzie sukces wynikający ze zdanego z powodzeniem egzaminu, który dla potencjalnego pracodawcy jest wymiernym potwierdzeniem efektów uczenia. W swoich badaniach i proponowanych rozwiązaniach wykorzystał użycie chmury obliczeniowej prywatnej, publicznej firmy Microsoft oraz publicznej firmy Amazon Web Service (AWS) [67]. Do analizy i prezentacji wyników wykorzystano w pracy narzędzie Microsoft Power BI [68]. Power BI daje możliwość efektywnej analizy danych w czasie rzeczywistym, co oznacza lepsze monitorowanie postępów w realizacji założonych celów. Bieżący wgląd w informacje pozwala na podejmowanie trafniejszych decyzji w kontekście obsługi klienta, logistyki, marketingu i sprzedaży. Narzędzie, jakim jest Microsoft Power BI, posiada funkcję wizualizacji danych, łączenia danych z wielu źródeł, publikacji i udostępniania danych, analizy danych, modelowania danych. Zasadniczym celem badań jest opracowanie skutecznej metody oraz generycznego systemu informatycznego, które będą w stanie sprostać współczesnym wyzwaniom w zakresie kształcenia inżynierów w rozproszonym czasowo i geograficznie środowisku, przy spełnieniu krytycznych ograniczeń, jakimi są:

- możliwość uzyskania przez użytkownika określonych kompetencji zawodowych;
- łatwość i szybkość dostarczania odpowiednich środowisk do pracy;
- rozwiązanie problemów ograniczeń jednośc miejsca i czasu.

Zdaniem autora najważniejsze z punktu widzenia kształcenia kadr inżynierów jest dostarczenie osobom uczącym się odpowiednio wyselekcjonowanej wiedzy, w sposób pozwalający im wejść na oczekiwany poziom kompetencji. Często termin „kompetencja” nie jest poprawnie rozumiany lub zastępowany terminem „umiejętność”. W opinii autora pracy, projektując i dostarczając narzędzia informatyczne wspierające procesy edukacyjne, należy koncentrować się na kształtowaniu kompetencji, a nie wyłącznie na umiejętności. Kompetencja to konstrukt i nie może ona istnieć w oderwaniu od postaw, które ją prezentują. Innymi słowy, nie można mówić o posiadaniu kompetencji bez odniesienia się do konkretnych zachowań, które stanowią przejaw posiadania danej kompetencji bądź jej braku. Przeglądając strony internetowe,

można znaleźć różne źródła próbujące stworzyć definicję kompetencji. Często słowo „kompetencja” używane jest błędnie jako synonim takich pojęć jak: umiejętność, kwalifikacja, uprawnienie. Można stwierdzić, że kompetencja jest połączeniem czterech elementów:

1. wiedzy z danego zakresu – czyli „wiem, co”;
2. umiejętności (zwanych wiedzą proceduralną) – czyli „umiem, potrafię, wiem jak”;
3. postawy – czyli „chcę, jestem gotów wykorzystać moją wiedzę i umiejętności”;
4. cech osobowości.

Jeżeli mówimy o poziomie kompetencji będącej składnikiem powyższych, to dokonujemy podziału:

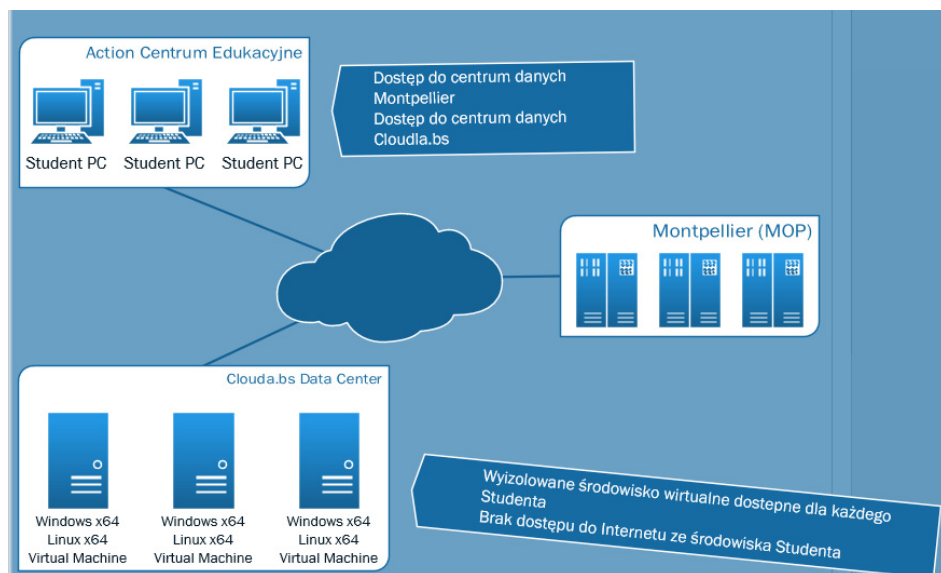
1. nowicjusz;
2. kompetentny;
3. biegły;
4. ekspert;
5. mistrz.

Gdy mamy do czynienia właśnie z kompetencjami informatycznymi, rodzi się pytanie: które poziomy mogą być osiągnięte w obecności osoby nauczyciela, a które w obecności mentora? Skoro wiedza dostępna jest w tak dużej liczbie miejsc, projektując narzędzie CloudLabs, będące efektem prac i badań autora, przyjęto założenie, że musi ona stanowić wsparcie na poziomie nauczyciela i mentora oraz zastąpić pracochłonne i nic niewnoszące merytorycznie przygotowanie laboratorium. Przyjmując, że projektowana metoda ma być wsparciem zarówno dla mentora, jak i nauczyciela, założono, że ma ona kształcić inżynierów na poziomie klasyfikacji podanej powyżej od nowicjusza do biegłego. Poziom eksperta i mistrza nie jest wykluczony, wymaga on jednak dodatkowego udziału osoby mentora. Zazwyczaj też poziomy eksperta i mistrza osiągnięte są przy użyciu innych metod nauczania, dla których metoda CloudLabs nie jest tak krytyczna, jednak nadal użyteczna. W niniejszej pracy autor skupił się głównie na zaprojektowaniu metody zbudowania środowiska edukacyjnego z wykorzystaniem rozproszonej architektury informatycznej. W ostatnich latach obserwował dynamiczny rozwój metod i narzędzi informatycznych, w tym systemów rozproszonych wykorzystujących różne modele usług (np. SaaS – w dalszej części pracy przedstawia szczegółowo i omawia każdy z modeli), dostarczanych przez różnych dostawców chmury obliczeniowej i przy wykorzystaniu algorytmów przetwarzania danych. Budowane rozwiązania informatyczne muszą też sprostać zmieniającemu się otoczeniu biznesowemu i społeczno-gospodarczemu, w tym nadążać za coraz większą

zmiennością tego otoczenia oraz dynamiką wymagań formułowanych przez klientów.

W latach 90. ubiegłego wieku systemy informatyczne prezentowały „trwałość kompetencyjności” szacowaną na 5 lat. Wynikało to z częstotliwości ukazywania się nowych wersji systemów. Na początku XXI wieku trwałość wynosiła 12–18 miesięcy. Obecnie niektóre firmy modyfikują oferowane przez siebie systemy każdego dnia i nie dotyczy to usuwania błędów, lecz nowych funkcjonalności. AWS deklaruje, że każdego dnia ma do 6000 nowych modyfikacji i chociaż modyfikacja nie jest równoznaczna z nową funkcjonalnością, sama liczba mówi o liczbie codziennych zmian. Zmiany takie pociągają za sobą konieczność uaktualnienia wiedzy u osób mających z nimi styczność. Pojawienie się nowych technologii uwolniło olbrzymie możliwości w zakresie opracowania nowych rozwiązań i algorytmów informatycznych do wsparcia procesów edukacji i uczenia się w całym cyklu życia człowieka (LLP – *lifelong learning*). Rozwój chmury obliczeniowej, metod i algorytmów analizy danych stwarzają możliwości wykorzystania ich do optymalizacji procesów nauczania. Zniknęło bowiem ograniczenie do wiedzy przekazywanej w książkach lub w przekazie bezpośrednim. Istnieje technologia, która zmieniając się z dnia na dzień, daje narzędzia do uaktualniania tej wiedzy u jej odbiorców. Szeroko pojęta edukacja przedstawicieli branży IT ze względu na coraz większą złożoność systemów informatycznych wymaga zarówno od uczelni, jak i od wszelkiego rodzaju ośrodków edukacyjnych zastosowania podczas zajęć równie złożonych środowisk laboratoryjnych. Środowiska te nierzadko składają się z kilku, a nawet kilkunastu współpracujących ze sobą komputerów. Zbudowanie tak skomplikowanego środowiska wiąże się z niemałymi kosztami, szczególnie w przypadku wyboru rozwiązań klasycznych, bez wykorzystania jakiegokolwiek metody wirtualizacji i bez wprowadzenia szybkich metod skalowania. Kwestię ułatwia zastosowanie wirtualizacji serwerowej, zarówno pod kątem optymalizacji kosztów, jak i czasu przygotowania nowego laboratorium. Nadal jednak wymaga dedykowanego serwera wirtualizującego, osobnego dla każdego studenta. Uczelnie, oprócz znajdowania nowych narzędzi edukacyjnych, muszą myśleć o optymalizacji kosztowej oraz czasochłonności przygotowania laboratoriów dla studentów. Pojawiają się więc pomysły na ich nowy kształt. Na rysunku 1 przedstawiono pomysł na dostarczanie środowisk laboratoryjnych z lokalizacji centralnej.

Rysunek 1. Poglądowy schemat dostarczania środowisk oparty na wirtualizacji



Literatura na temat rozwiązań do dystrybucji laboratoriów wspomagających nauczanie inżynierskie jest bardzo uboga. W kilku pozycjach znajdują się wzmianki dotyczące możliwości wykorzystywania tego typu rozwiązań do e-learningu [7, 8, 10, 15]. Autor odnalazł opis metody konkurującej z zaprezentowaną w niniejszym opracowaniu. Zazwyczaj można napotkać ogólne opisy pomysłów i wizji, jednak jest to część obszernej dyskusji na temat nauczania poprzez różnego rodzaju systemy e-learningowe. Według autora dostarczanie środowisk laboratoryjnych zintensyfikowało rozwój dopiero z chwilą pojawienia się środowisk chmurowych. Niestety, mają one ograniczenia, gdyż każdemu dostawcy chmury obliczeniowej zależy na promowaniu własnych produktów, stąd rozwiązania AWS, Microsoft Azure oraz Google są ukierunkowane na własne produkty. W dalszej części przedstawiono autorski sposób realizacji scenariuszy dla wielu dostawców, nazwany metodą CloudHackaton, która jest nową odsłoną narzędzia CloudLabs.

Druga część znalezionych publikacji odnosi się do produktów związanych z zarządzaniem maszynami wirtualnymi [51, 88]. W opinii autora nie są to rozwiązania konkurencyjne z uwagi na to, że wymagają znacznych modyfikacji lub dużego udziału departamentu IT, by odwzorować wykonane przez zaprezentowane w pracy funkcjonalności. Oczywiście to nie przekreśla tych rozwiązań, jednakże ich cechy znacząco odbiegają od cech zaprezentowanych przez autora. Dostępne rozwiązania można podzielić na trzy, przedstawione poniżej grupy.

1. Narzędzia stanowiące podstawę do późniejszego dostosowania

System Center 2019 to produkt firmy Microsoft umożliwiający wdrażanie i zarządzanie Windows Server 2019 na dużą skalę. Jest on odpowiedzią na potrzeby związane z centrami danych. To pakiet kilkunastu różnych usług, w tym narzędzi do dystrybucji oprogramowania. Nie jest to jednak platforma gotowa do zastosowania w przypadku środowisk laboratoryjnych bez uprzedniego dostosowania do potrzeb. Wykazuje również mocne uzależnienie od ciągłego dostępu do wysokospecjalizowanych kadr IT. Kolejny przykład stanowi produkt firmy VMWARE Horizon, mający bardzo podobne funkcje. Umożliwia dostarczanie środowisk komputerowych, jednak nie jest ukierunkowany na działania edukacyjne. Dlatego też, podobnie jak powyższy, wymaga dużej pracy ze strony działu IT oraz wielu dostosowań.

2. Narzędzia stanowiące gotowe przykładowe laboratoria szkoleniowe

Firma AWS dla osób korzystających ze szkoleń przygotowała serię scenariuszy laboratoryjnych. Korzystanie z nich jest bardzo proste, jednak nadal istnieje duże ograniczenie, gdyż to zamknięta grupa scenariuszy i oczywiście poświęcona jedynie technologiom chmury obliczeniowej stworzonym przez tego właśnie dostawcę. Dołożenie własnych scenariuszy staje się niemożliwe, a dodatkowo używanie jest płatne, co skutkuje brakiem możliwości zabudżetowania potrzebnej kwoty rocznej. Świat wybiera modele abonamentowe, jednak system ten opiera się na abonamencie związanym z konkretnym scenariuszem. Eliminuje to ryzyko niedoszacowania kwoty wydawanej na moc obliczeniową, jednak z doświadczeń autora wynika, że każdy z nich jest mocno ograniczony do wykonywanych zadań, zawartych w scenariuszu.

3. Narzędzia do przygotowania obrazów maszyn do ich późniejszego umieszczenia na stanowiskach komputerowych studentów

Dostawcy z branży IT, tacy jak Microsoft czy IBM, dostarczają swoim partnerom edukacyjnym gotowe obrazy maszyn, z których mają korzystać uczestnicy szkoleń lub słuchacze. Ograniczeniem w tym przypadku jest konieczność posiadania dość wydajnych maszyn, będących w posiadaniu instytucji edukacyjnej lub samego uczestnika szkolenia. Kolejnym dużym ograniczeniem są problemy z aktualizacją wzorców w dobie bardzo szybko postępujących zmian w oprogramowaniu.

Zaproponowane przez autora publikacji rozwiązanie opiera się na architekturze rozproszonej, co w znacznym stopniu przyczynia się do jego dostępności 365 dni w roku, 7 dni w tygodniu i 24 godziny na dobę. Narzędzie CloudLabs umożliwia generowanie personalizowanych środowisk laboratoryjnych, pozwalających na ich szybką modyfikację, dostępność z każdego miejsca, o każdej porze i z każdego urządzenia zaopatrzonego w Internet i przeglądarkę. Proponowane rozwiązanie zapewnia dodatkowo pracę z wykorzystaniem chmury prywatnej, publicznej lub hybrydy dwóch poprzednio wymienionych. Niebagatelną rolę odgrywa też możliwość jej integracji z istniejącymi rozwiązaniami e-learningowymi, jako ich uzupełnienie o część odnoszącą się do środowisk laboratoryjnych. To, co charakteryzuje narzędzie CloudLabs, to możliwość bardzo szybkiego uaktualnienia środowiska laboratoryjnego w przypadku zmiany wynikającej z prac autorów systemów wchodzących w skład tegoż środowiska. To istotne ze względu na fakt, że obecnie zmiany w systemach nie odbywają się, jak kiedyś, raz do roku, lecz mogą mieć miejsce kilkaset razy w roku. W celu lepszego dostosowania do potrzeb edukacyjnych CloudLabs posiada możliwości monitorowania zdalnego użytkowników, komunikację z nimi i dosyłanie nowych materiałów edukacyjnych. Z uwagi na zawężone cele narzędzia do dostarczania środowisk wirtualnych musi ono mieć możliwość integracji z istniejącymi na rynku platformami e-learningowymi.

W niniejszym opracowaniu zostały zaprezentowane wyniki badań, które autor prowadził na przestrzeni kilku lat i które doprowadziły do istotnych rezultatów. Część z nich wiąże się z aspektem naukowym i udowodnieniem skuteczności metody, a część bardzo mocno wiąże się z sukcesem rynkowym. Poniżej zaprezentowane zostały cztery najważniejsze – w ocenie autora – rezultaty przedstawionych badań:

- **Opracowanie i praktyczna weryfikacja unikatowej metody dystrybucji i zarządzania laboratoriami.** Metoda CloudLabs obecnie jest narzędziem z takim zespołem cech, których nie można znaleźć w produktach konkurujących na rynku laboratoriów szkoleniowych dotyczących stanowisk komputerowych. Dotyczy to zarówno samych funkcjonalności, jak i możliwości wykorzystywania jej z użyciem chmury prywatnej, chmury publicznej i wariantu hybrydowego. Metoda i architektura rozwiązania są autorskim opracowaniem dr. inż. Tomasza Siemka, które miał okazję zweryfikować i wdrożyć w życie w ostatnich latach w swoim ośrodku szkoleniowym oraz w kilkudziesięciu uczelniach wyższych w Polsce. Dziś ten rezultat to jeden z najbardziej rozpoznawalnych produktów firmy CloudTeam.

- **Potwierdzona badaniami metoda zwiększająca szanse na pozyskanie kompetencji inżynierskich.** Przeprowadzone badania jednoznacznie potwierdziły, że osoby wykorzystujące narzędzie CloudLabs zdecydowanie częściej uzyskiwały ocenę pozytywną na autoryzowanych egzaminach Microsoft.
- **Akredytacja CloudLabs przez Microsoft.** Poprawność i przydatność opracowanej koncepcji została zweryfikowana przez rynek korporacyjny. Rozwiązanie zostało zaimplementowane w produktach firmy CloudTeam (poprzednia nazwa Action Centrum Edukacyjne), którą kieruje autor, oraz uzyskało globalną akredytację firmy Microsoft. Rozwiązania stanowiące zasadniczy przedmiot badań zostały zaimplementowane w produktach, które zdobyły uznanie globalnego dostawcy zawartości szkoleniowej i są stosowane w centrach edukacyjnych na całym świecie.
- **Komercyjny.** Narzędzie CloudLabs zostało sprzedane i wdrożone w kilkudziesięciu uczelniach i instytucjach w Polsce. W kolejce czekają kolejne uczelnie. Liczba osób w Polsce, które korzystały z opisywanego narzędzia, to około 5 tysięcy, a na świecie około 26 tysięcy. Należy pamiętać, że omawiana metoda jest składową innych produktów wchodzących w skład oferty powołanej przez dr. inż. Tomasza Siemka w roku 2023 firmy CloudTeam.

Cel opracowania

Celem pracy jest opracowanie metody i zbudowanie narzędzia wspomagającego nauczanie inżynierskie w sytuacji, w której zmiany następują bardzo szybko, a do spełnienia wymagań odbiorcy potrzebne jest zastosowanie środowiska rozproszonego. By go zrealizować autor opracował metodę CloudLabs dostarczania gotowych środowisk laboratoryjnych, a następnie zbudował narzędzie CloudLabs, które bazując na technologiach chmurowych, ma dostarczać w sposób szybki i zautomatyzowany środowiska laboratoryjne zawierające niezbędne komponenty do nauki zadanych zagadnień. W ramach metody CloudLabs studenci i klienci firm edukacyjnych otrzymują dostęp do wirtualnych zasobów infrastrukturalnych, oprogramowania i zawartości merytorycznej, z których mogą korzystać z każdego miejsca, na każdym urządzeniu zaopatrzone w Internet, i o dowolnej porze. W niniejszym opracowaniu wykazano, że metoda CloudLabs znacząco podnosi skuteczność przyswajania wiedzy, osiągania efektów uczenia się i skraca czas przygotowywania się do egzaminów. Ważny element pracy stanowi również wykazanie, że proponowane rozwiązanie zapewni oszczędności w pracy kadry przygotowującej środowiska dla studentów, a co za tym idzie – prowadzi do optymalizacji finansowej.

Autor opracował narzędzia CloudLabs, które miałyby zastosowanie w procesie edukacyjnym i poprawiały skuteczność nauczania w zakresie kompetencji inżynierskich. Praca łączy badania z zakresu metodyk nauczania zdalnego z koncepcjami architektonicznymi systemów informatycznych budowanych w oparciu o rozproszone modele usługowe. Główny nacisk badań koncentruje się na opracowaniu koncepcji i zbudowaniu narzędzia informatycznego, które mogłoby wspierać procesy dydaktyczne w środowiskach rozproszonych, uwzględniając jednocześnie dużą zmienność wymagań klienta. Problematyka ta w ostatnich latach stanowi przedmiot badań różnych ośrodków i badaczy, którzy jednak koncentrują się zasadniczo na problemach zwinnego dostarczania oprogramowania dla odbiorców komercyjnych. Jest sporo badań dotyczących metod kształcenia w środowisku rozproszonym – e-learning, blended learning, nauczanie zdalne itp. Jednak rzadko można spotkać badania łączące oba te elementy. Zaprezentowane badania osadzone są na pograniczu dwóch

dziedzin: architektury systemów i inżynierii oprogramowania oraz nauczania z wykorzystaniem metod i technik nauczania zdalnego.

Opracowana metoda wykorzystuje architekturę rozproszoną systemów informacyjnych i model usługowy i ma doprowadzić do możliwości generowania personalizowanych środowisk laboratoryjnych, umożliwiających ich szybką modyfikację, dostępność w modelu 365/7/24 oraz ciągłość pracy w zadanym przedziale czasowym. Zaprojektowano ją w taki sposób, by zasoby udostępniane studentom mogły pochodzić z chmury prywatnej, publicznej lub hybrydy dwóch poprzednio wymienionych. Wykonane badania miały sprawdzić użyteczność opracowanej metody w procesie edukacyjnym. Służyć ma temu badanie osób, które przystępowały do autoryzowanych egzaminów w sytuacji, gdy korzystały z metody CloudLabs, jak również wówczas, gdy z niej nie korzystały. Metoda CloudLabs została również zaprezentowana jako uzupełnienie systemów do nauczania tradycyjnego, w formie e-learningowej lub blended learning. Badania przeprowadzono na podstawie empirycznych doświadczeń związanych z tym narzędziem i prowadzonych od 2015 roku do dnia dzisiejszego. Oczywiście badania ewaluowały tak samo jak sama koncepcja metody CloudLabs i funkcjonalność wspierającego tę metodę narzędzia.

Nauczanie inżynierii oprogramowania autor śledził uważnie od 1997 roku. Rok 2010 przyniósł zmianę, gdyż pracując w ABC Data Centrum Edukacyjne¹, stanął przed strategiczną decyzją związaną z zakupem mocy obliczeniowej dla klientów, uczestników szkoleń informatycznych. Musiał dokonać wyboru pomiędzy zakupem 200 nowych stanowisk komputerowych a stworzeniem centralnego magazynu mocy obliczeniowej, używanego przez osoby korzystające z usług edukacyjnych. Pomimo znajomości zagadnień związanych z wirtualizacją i intuicyjnością tego drugiego rozwiązania pojawiło się wiele wątpliwości natury technologiczno-biznesowej. Jedną z nich była automatyzacja procesu przyznawania środowisk i opracowanie optymalnego sposobu ich przetrzymywania podczas okresu bezczynności. Największą jednak obawę budziła sprawa uzasadnienia biznesowego dla takiej inwestycji. Miał świadomość, że z rozwiązania musi korzystać więcej użytkowników niż tylko klienci firmy. Koszt zakupu infrastruktury serwerowej, stworzenie aplikacji i cały proces wytworzenia oraz utrzymania produktu wyceniono wówczas na milion złotych. Pierwsze wyliczenia wskazywały, że tańszym wariantem jest kupno 200 nowych komputerów, na tamten czas spełniających wszystkie założenia sprzętowe firmy. Oczywiście autor miał świadomość ograniczeń takiego zakupu. Pierwszym z nich był obecny „czas życia” stacji roboczej oraz brak możliwości

¹ ABC Data Centrum Edukacyjne – wcześniejsza nazwa firmy CloudTeam.

skalowania na innych, nowych klientów firmy. Zgromadzona wiedza podpowiadała jednak, że w magazynach centralnych w tamtych czasach w pojęciu „chmura obliczeniowa” kryje się wielki potencjał. Potencjał związany z wykorzystaniem przez dowolną liczbę studentów, ze skalowalnością i mniejszymi zasobami ludzkimi wykorzystywanymi do cotygodniowego przygotowywania pracowni komputerowych. Do tej pory przygotowanie do szkoleń 200 komputerów studenckich konsumowało trzy etaty oraz powodowało bardzo duże zagrożenia harmonogramowe. Oczekiwano, że instalowanie środowisk komputerowych będzie się odbywać z poziomu osoby odpowiedzialnej za logistykę zajęć dla studentów i nie musi być to osoba powiązana z działem IT. W konsekwencji tych rozważań stworzony został dokument z historyjkami użytkownika². Poniżej znajduje się ich aktualna lista:

- a. użytkownik ma otrzymać takie środowisko i aplikacje, jakie chciałby mieć;
- b. użytkownik musi mieć możliwość przypisywania środowisk i aplikacji grupie użytkowników;
- c. powinniśmy mieć wpływ na czas udostępnienia środowiska, jak również na ilość przyznanej pamięci RAM lub liczbę procesorów;
- d. system powinien posiadać moduł raportowania użycia zasobów;
- e. administrator musi mieć możliwość dodawania puli godzin do wykorzystania przez użytkownika;
- f. system musi być zaopatrzony w powiadamianie użytkownika o przyznanym zestawie maszyn za pomocą e-maila oraz w powiadamianie trenera o przyznanym zestawie maszyn za pomocą e-maila;
- g. system musi być zaopatrzony w powiadamianie administratora o przyznanym zestawie maszyn za pomocą e-maila;
- h. administrator musi mieć możliwość modyfikacji e-maila powiadamiającego użytkownika, administratora, trenera o przyznanym zestawie maszyn za pomocą e-maila (logo, zawartość, linki);
- i. musi istnieć możliwość wgrania (*upload*) plików uzupełniających dla grupy korzystającej ze środowisk oraz aplikacji (ISO);
- j. powinno być możliwe rozdzielenie ról prowadzącego zajęcia (trenera) oraz słuchacza;
- k. możliwość wgrywania nowych laboratoriów przez administratora bezpośrednio do środowiska serwerowego;

² *User stories* – sposób sformułowania wymagań odnośnie do funkcjonalności systemu i warunków ich akceptacji. Określenie *user story* pierwszy raz zostało użyte później, w projekcie XP, Chrysler C3 w 1996 roku.

- l. możliwość zapisu stanu maszyny wirtualnej przez użytkownika oraz późniejszego przywrócenia maszyny wirtualnej do zapisanego punktu w czasie;
- m. możliwość przywracania zestawu maszyn do konfiguracji początkowej przez użytkownika;
- n. możliwość automatycznego limitowania parametrów maszyn wirtualnych;
- o. umożliwienie dostępu do laboratorium w trybie 1–1 (jeden użytkownik – jedno laboratorium) oraz 1–wielu (jedno laboratorium – wielu użytkowników);
- p. możliwość włączania i wyłączania dostępu do Internetu.

Podsumowując, można powiedzieć, że koncepcja opierała się na dostarczeniu całej potrzebnej infrastruktury do nauczania inżynierii programowania w taki sposób, by metody szkoleń bezpośrednich, szkoleń na odległość, szkoleń e-learningowych czy blended learning miały zapewnioną warstwę środowisk laboratoryjnych. Środowisk, które będą dostępne 24/7/365, z opcjami ich szybkiego dostarczania, odtwarzania i wsparcia. Rozwiązanie to może stanowić składową wszelkich platform e-learningowych, gdzie środowisko laboratoryjne byłoby trudną do zaniedbania wartością. Na potrzeby takiego zastosowania stworzono platformę OnDemand³ (rysunek 2), mającą za zadanie połączyć metodę lekcji odwróconej⁴ z narzędziem CloudLabs⁵. Początkowo celem było wykazanie, że narzędzie CloudLabs może zostać zintegrowane z każdą platformą e-learningową. Cel osiągnięto, dodatkowo zaś stworzono platformę do dostarczania wykładów na żądanie, prowadzenia egzaminów czy będącą miejscem gromadzenia informacji potrzebnych studentowi. Jak już wspomniano, metoda CloudLabs znalazła zastosowanie w narzędziach takich jak:

1. University OnDemand
2. CloudExam
3. CloudCode.

W każdym z wyżej wymienionych narzędzi można zaimplementować metodę CloudLabs, co czyni je wyjątkowymi co do funkcjonalności na tle konkurentów. Żadne z narzędzi klasy e-learning nie posiada wirtualnych środowisk. To samo tyczy się egzaminów online oraz narzędzi do nauki programowania.

3 Platforma OnDemand – ondemand.CloudLabs.pl.

4 Lekcja odwrócona – model „odwróconej klasy” zakłada, że z materiałem teoretycznym uczniowie zapoznają się w domu (wiedza i rozumienie), więc na lekcję przychodzą przygotowani, a w szkole wykonują praktyczne zadania i ćwiczenia utrwalające i sprawdzające (zastosowanie, analiza i synteza).

5 Metoda CloudLabs to zespół czynności i środków zastosowanych w określony sposób do osiągnięcia zdefiniowanego celu, jakim jest wspomaganie działań edukacyjnych w nauczaniu inżynierskim.

Rysunek 2. Narzędzie CloudLabs zintegrowane z platformą OnDemand

The screenshot displays the ACTION On Demand user interface. At the top, there are navigation tabs: 'E-learning', 'Egzamin', 'Materiały szkoleniowe', 'Wirtualne laboratorium', and 'Kontakt z prowadzącym'. Below these, a course titled 'MS 90411 Administering Windows Server 2012' is shown. A sidebar on the left contains a 'Spis treści' (Table of Contents) with various topics like 'Configuring and Troubleshooting DNS'. The main content area is split into two sections: 'Nagranie' (Recording) showing a video of a presenter, and 'Prezentacja' (Presentation) showing a slide titled 'Components of a DNS Solution' with a network diagram. At the bottom, three red buttons are labeled 'CloudLabs', 'ACTION On Demand', and 'E-learning'.

Obecnie panuje przekonanie – i autor w pełni się z nim zgadza – że wiedza jest ogólnie dostępna i jej pozyskanie nie stanowi problemu. Oczywiście występuje problem jej aktualności, przydatności oraz jakości. Systemy informatyczne kiedyś zmieniały się w kilkuletnich, później kilkumiesięcznych interwałach, obecnie natomiast modyfikacja systemów następuje niemal każdego dnia. Zdarza się, że wiedza nabyta rok wcześniej jest nieaktualna, a co za tym idzie – materiały dydaktyczne umieszczane w przestrzeni internetowej mogą okazać się „przestarzałe”. W roku 2000 zaprezentowany został system operacyjny Microsoft Windows 2000. Przez trzy lata korzystano z niego, nie zauważając żadnych większych zmian ani modyfikacji. Kiedy osoba przygotowująca się do zdobycia certyfikacji związanej z tymże systemem zainstalowała go u siebie na komputerze lub na innych komputerach, np. zlokalizowanych na uczelni, miała pewność, że korzysta z najbardziej aktualnego środowiska. Obecnie taka sytuacja nie jest często spotykana i można zaryzykować tezę, że zwyczajnie sytuacja niezmienności środowiska nie występuje. Obecnie systemy operacyjne, platformy, aplikacje modyfikowane są niemal codziennie. Dodatkowym problemem stała się budowa środowiska wspomagającego proces nauczania. Kiedyś potrzebny był do tego zaledwie jeden komputer, maksymalnie dwa. Współcześnie te potrzeby są znacznie większe. Dziś należy stawić czoło dostarczeniu w sposób zautomatyzowany środowiska komputerowego mogącego składać się z kilku powiązanych ze sobą środowisk. Sam e-learning,

blended learning czy też szkolenie stacjonarne wyposażone w samą teorię nie spełniają pokładanych w nich oczekiwań. Należy dać odbiorcy środowisko, w którym będzie mógł przeciwżyć wiedzę przekazywaną przez prowadzącego. Środowisko, które niejednokrotnie składać się będzie, jak już wspomniano, z kilku lub kilkunastu maszyn, w przypadku technologii chmurowych, na których zostanie uruchomionych kilka lub kilkanaście usług jednocześnie. Pierwszy zatem problem naukowy stanowi automatyczne dostarczenie aktualnych środowisk laboratoryjnych. Drugim problemem naukowym jest zapewnienie mocy obliczeniowej do obsługi niejednoznacznie określonej liczby użytkowników oraz niejednoznacznego zapotrzebowania na moc obliczeniową. Trzeci problem naukowy to wykazanie użyteczności narzędzia. Obecnie miejsce wykonywania zadań nie jest już ograniczone do gmachu uczelni oraz ośrodków edukacyjnych. Oczekiwania są bowiem takie, że ucząc się, chcemy mieć dostęp do środowisk komputerowych z różnych miejsc i – teoretycznie – o każdej porze. Należy więc zmierzyć się z problemem wykorzystania zasobów własnych związanych z chmurą prywatną oraz zasobów chmury publicznej. Jasne jest bowiem, że instalacja takich środowisk na stacjonarnych komputerach osoby uczącej się bądź centrum edukacyjnego nie zapewni ani automatycznej dystrybucji środowiska, ani dostępu do nich w sposób nielimitowany czasem i mocą obliczeniową.

Podczas pisania tej książki autorem kierowało przeświadczenie, że

możliwe jest stworzenie skutecznej metody bazującej na architekturze rozproszonej, mającej zastosowanie w edukacji inżynierskiej i uwzględniającej dużą zmienność otoczenia.

Jako rozwinięcie tej tezy zaproponował metodę CloudLabs, która mogłaby przy odpowiednim wsparciu narzędziowym udowodnić prawdziwość postawionej tezy. Odmowną zaletą proponowanego podejścia jest fakt, że może wykorzystywać chmurę prywatną, jak również być zintegrowane z chmurą publiczną. Ponadto każda zmiana w składowych środowiska edukacyjnego może być na bieżąco nanoszona na środowiska szkoleniowe i systemy e-learningowe. Nie musi ona wymagać indywidualnego uaktualniania ani ich ponownego generowania. Jeśli nawet zmieniłyby się wersje systemów informatycznych, to zadaniem osób prowadzących może być jedynie zmiana obrazu środowiska, bez konieczności martwienia się o zmianę środowiska dla każdego użytkownika pracującego z zadaniami.

Istotnym celem postawionym przy budowaniu metody było założenie, że opracowana metoda będzie użyteczna w procesie kształcenia inżynierów. Autor postanowił zbadać, czy stosując rozproszoną architekturę

systemów informatycznych i mając do dyspozycji narzędzie CloudLabs, studenci oraz klienci firmy CloudTeam uzyskują lepsze wyniki, niż pracując bez jej wykorzystania.

Ostatnim wymaganiem projektowym, które zostało uwzględnione w pracach badawczych, było założenie, że metoda wspomagania procesów nauczania musi pracować w architekturze rozproszonej. Założenie to wynikało z obserwacji rozwoju współczesnych systemów informatycznych oraz chęci uniezależnienia się od ograniczeń związanych z wyłącznie lokalnymi zasobami. Proponowana architektura rozproszona pozwala na skalowalność rozwiązania, gdyż obecnie nie można przewidzieć oczekiwanej mocy obliczeniowej nawet dla zadanej liczby uczących się osób. Wiąże się to z wciąż zmieniającymi się komponentami środowiska laboratoryjnego. W pracy uzasadniono, że tylko środowisko rozproszone jest w stanie sprostać tak postawionym wymaganiom.

Prof. Tadeusz Kotarbiński w pracy *O pojęciu metody* [83] charakteryzuje metodę badawczą jako sposób systematycznie stosowany w danym przypadku, z intencją zastosowania go także przy ewentualnym powtórzeniu analogicznego działania. Prof. Wincenty Okoń [89] uzupełnia, że metodę badawczą traktujemy jako postępowanie składające się z odpowiednio uporządkowanych, dobranych do siebie czynności myślowych. W niniejszej publikacji autor posłużył się metodami teoretycznymi i empirycznymi. Metody teoretyczne zostały wykorzystane do zgromadzenia materiału badawczego. Były również pomocne w zgromadzeniu bibliografii i uporządkowaniu toku myślowego w niniejszej pracy.

W celu weryfikacji zaproponowanych hipotez autor odwołał się do analizy systemowej oraz inżynierii systemów. Założył zatem oprócz weryfikacji literatury analizę dostępnych metod badawczych. Ponadto analiza studiów przypadków [84] umożliwiła mu ocenę zarówno aktualnego stanu narzędzi, jak również wykazała, że proponowana metoda i wytworzone narzędzie CloudLabs są unikatowe i skuteczne. Metodyka badań została podzielona na:

- metody teoretyczne:
 - analiza i poddanie weryfikacji dostępnych źródeł,
 - analiza systemowa,
 - inżynieria systemów,
 - porównanie i analogia,
 - uogólnienie i wymiana doświadczeń,
 - analiza i synteza rozwiązań systemowych;
- metody empiryczne:
 - obserwacja naukowa,
 - wnioskowanie,

- interpretacja,
- analiza studiów przypadku,
- sondaż metodą ankietowania.

Jeśli chodzi o metody empiryczne posłużono się obserwacją, wnioskowaniem i zakończono tę część prac sformułowaniem kwestionariusza ankiety.

Badania skuteczności narzędzia zostały oparte na ankiecie, w której wzięły udział osoby mające styczność z narzędziem CloudLabs, jak również te niemające z nim styczności. Na tej podstawie zweryfikowano, iż stworzone narzędzie ma wpływ na poziom zdawalności. Pytania do ankiety obejmowały dwie kategorie:

- pytania nawiązujące do doświadczeń lub ich braku z metodą CloudLabs – zmienne zależne;
- pytania dotyczące nawyków edukacyjnych, które nie miały żadnego związku z metodą CloudLabs – zmienne niezależne.

Zestaw pytań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Tabela z pytaniami dotyczącymi wykorzystania i przydatności narzędzia CloudLabs

Pytanie
1. Czy podchodziłeś do zdawania egzaminu 70–740?
2. Czy otrzymałeś wynik pozytywny?
3. Ile razy podchodziłeś do egzaminu 70–740?
4. Czy korzystałeś ze środowisk wirtualnych podczas przygotowania do egzaminu?
5. Czy nie korzystając ze środowisk wirtualnych podczas przygotowania do egzaminu, otrzymałeś wynik pozytywny?
6. Czy korzystając wyłącznie z materiałów w postaci książki lub cyfrowej jej wersji, uzyskałeś wynik pozytywny?
7. Czy przygotowując się do egzaminu wyłącznie z materiału wideo, uzyskałeś wynik pozytywny?
8. Który sposób przygotowania jest dla Ciebie najlepszy?
9. Ile punktów uzyskałeś?
10. Wskaż sposób przygotowania najmniej przydatny.
11. Ile zdajesz egzaminów rocznie?
12. Ile zdałeś egzaminów w ostatnim roku (12 miesięcy)?
13. Kto pokrywa koszty Twojej edukacji?
14. Kto pokrywa koszty Twojej certyfikacji?

Intencją było zbadanie, czy wspomniane narzędzie CloudLabs ma wpływ na poziom zdawalności egzaminów. Pytania zadano grupie 250 studentów Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki⁶ oraz klientom firmy CloudTeam, która w 2018 roku zmieniła nazwę (do 2011 roku nosiła nazwę ABC Data Centrum Edukacyjne, a od 2011 roku – Action Centrum Edukacyjne). Jako że czynnikiem mierzalnym jest skuteczność, autor zdecydował się przeprowadzić badania w zakresie wpływu wytworzonego przez siebie narzędzia na zdawalność. Pomimo że 95% z 530 studentów wskazało, że praca laboratoriami wirtualnymi jest dla nich najbardziej optymalna i wygodniejsza od dotychczasowego podejścia, autor uznał, że tylko jednoznaczny rezultat potwierdzający jej skuteczność będzie tym determinującym jej skuteczność. tylko zdany egzamin będzie wiarygodnym potwierdzeniem skuteczności narzędzia CloudLabs.

⁶ Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki (<http://wwsi.edu.pl>) – polska uczelnia niepubliczna założona 19 lipca 2000 roku. Jest jedyną w Polsce specjalistyczną uczelnią, która prowadzi studia wyższe wyłącznie na jednym kierunku – informatyka.

Wyzwania

Jako dziedzinę problemu i wyzwanie autor określił, idąc za *universe of discourse*, fragment świata rzeczywistego będący obiektem rozważań przy analizie i projektowaniu: środowisko biznesu, w relacji do którego rozważana jest dana aplikacja. Definicja dziedziny problemu jest zbliżona synonimicznie do dziedziny aplikacyjnej, dziedziny biznesu, przedmiotu rozważań. W tym konkretnym przypadku jako dziedzinę problemu przyjął zagadnienia podnoszenia skuteczności nauczania inżynierskiego przy użyciu narzędzi informatycznych. Można jednoznacznie zdefiniować obecne oczekiwania studenta związane ze środowiskiem nauczania. Można również jednoznacznie określić obszary wiedzy, którą student musi poznać, zgłębić i zastosować w późniejszym etapie. Dziedzinę problemu stanowi więc całokształt działań mających na celu spełnienie tych oczekiwań przy założeniach otaczającego świata i wymagań.

Istota problemu

Istotą problemu jest wiele zagadnień, które składają się ostatecznie w jedną całość. Problem skupia się na zapewnieniu aktualnych środowisk laboratoryjnych, dodatkowo mających za zadanie umiejętnie wspierać nauczanie inżynierskie. Dzisiejsze wymagania użytkownika koncentrują się wokół szybkiego otrzymywania oczekiwanych środowisk, dostępu do nich z każdego miejsca i o każdej porze. Oczywiście należy mieć także na uwadze skuteczność tychże metod. Trzeba bowiem pamiętać, że za cechami produktu stoi skuteczność w nauczaniu inżynierskim w środowisku rozproszonym, dotyczącym osób biorących udział w procesie edukacji, znajdujących się w różnych lokalizacjach.

Przygotowania do prac rozpoczęto od zebrania wymagań użytkowników. Wymagania te stworzyły zestaw funkcjonalności, które postanowiono zaimplementować w narzędziu CloudLabs.

Wymagania funkcjonalne / realizowane procesy zebrano w tabeli 2.

Tabela 2. Wymagania funkcjonalne / realizowane procesy narzędzia CloudLabs

Wymagania funkcjonalne / realizowane procesy
System musi posiadać możliwość udostępniania nazwanemu użytkownikowi wskazanego środowiska laboratoryjnego w podanym czasie (data rozpoczęcia udostępniania / data zakończenia udostępniania).
System musi posiadać możliwość udostępniania środowisk laboratoryjnych w podanym czasie (data rozpoczęcia udostępniania / data zakończenia udostępniania) grupie użytkowników za pomocą importu danych o nazwanych użytkownikach ze źródła ustrukturyzowanych danych.
System musi posiadać możliwość udostępniania środowisk użytkownikom lub grupie użytkowników według zdefiniowanych harmonogramów (siatka godzin w wybranych dniach).
System musi posiadać możliwość raportowania użycia udostępnionych środowisk użytkownikom i wykładowcom.
System musi posiadać możliwość definiowania puli godzin do wykorzystania przez użytkownika w udostępnionym środowisku laboratoryjnym.
System musi posiadać możliwość powiadamiania użytkownika o udostępnionym środowisku laboratoryjnym poprzez wiadomość e-mail o definiowalnej treści i temacie.
System musi posiadać możliwość powiadamiania wykładowcy o udostępnionym środowisku laboratoryjnym poprzez wiadomość e-mail o definiowalnej treści i temacie.
System musi posiadać możliwość powiadamiania administratora o udostępnionym środowisku laboratoryjnym poprzez wiadomość e-mail o definiowalnej treści i temacie.
System musi posiadać możliwość modyfikacji szablonu HTML wiadomości e-mail powiadamiającego użytkownika, administratora, wykładowcę o udostępnionym środowisku laboratoryjnym.
System musi umożliwiać rozdzielenie ról prowadzącego zajęcia (wykładowcy) oraz słuchacza.
System w trakcie generowania środowiska szkoleniowego musi wygenerować migawkę zawierającą oryginalną konfigurację maszyny wirtualnej.
System musi posiadać możliwość utworzenia migawek maszyny wirtualnej przez użytkownika, przełączania się pomiędzy migawkami, a także ich usuwania.
System musi zapewnić możliwość limitowania dostępnych dla użytkownika zasobów sprzętowych (liczba wirtualnych procesów, liczba dostępnej do wykorzystania pamięci RAM).
System musi posiadać możliwość zmiany przez użytkownika laboratorium parametrów maszyny wirtualnej w zakresie dostępnej pamięci RAM, w ramach limitu narzuconego dla użytkownika.
System musi posiadać możliwość dostępu do laboratorium w trybie 1-1.
System musi posiadać możliwość nadania bądź zablokowania dostępu do sieci Internet dla każdej maszyny wirtualnej będącej częścią laboratorium szkoleniowego.
System musi zapewniać możliwość przeszukiwania aktualnie udostępnionych laboratoriów po zadanych parametrach: nazwa laboratorium, imię/nazwisko użytkownika.

Wymagania funkcjonalne / realizowane procesy

System musi zapewniać możliwość definiowania osób uprawnionych do zarządzania środowiskiem udostępniania laboratoriów wraz z panelem do dodawania, edycji, usuwania kont.

System musi udostępniać spersonalizowaną stronę dla użytkownika i wykładowcy umożliwiającą dostęp do udostępnionego laboratorium, zawierającą co najmniej:

- imię i nazwisko;
- nazwę laboratorium;
- czas dostępności;
- liczbę pozostałych godzin, które użytkownik/wykładowca może spędzić w laboratorium (jeżeli została określona przez administratora);
- instrukcję podłączania się do środowiska laboratoriów;
- logo uczelni i informacje kontaktowe;
- możliwość podłączenia się przez moduł typu *live chat* ze wsparciem technicznym.

System musi udostępniać spersonalizowane dla każdego użytkownika środowisko obsługi laboratorium, zawierające co najmniej:

- logo uczelni i informacje o uczelni;
- imię i nazwisko użytkownika;
- panel z informacjami o środowisku laboratoriów:
 - % wykorzystanej udostępnionej użytkownikowi ilości pamięci RAM w formie graficznej,
 - limit pamięci RAM w GB,
 - aktualne użycie pamięci RAM w GB,
 - pozostałą do wykorzystania pamięć RAM w GB,
 - datę dostępności laboratorium;
- panel SOS umożliwiający użytkownikowi zgłoszenie potrzeby pomocy:
 - status online/offline wykładowcy,
 - imię i nazwisko wykładowcy,
 - klawisz umożliwiający zgłoszenie potrzeby pomocy do wykładowcy,
 - możliwość blokowania zdalnego monitorowania ekranu laboratorium przez wykładowcę,
 - status online/offline wsparcia technicznego platformy,
 - klawisz umożliwiający zgłoszenie potrzeby pomocy od wsparcia technicznego platformy;
- (opcjonalnie, jeżeli zdefiniowano dla laboratorium) panel nawigacji pomiędzy strukturą modułów laboratorium i wskazanymi do wykonania krokami;
- panel zawierający wizualizację dla dostępnych w laboratorium wirtualnych maszyn wraz z filtrowaniem po nazwie i stanie; dostępne informacje i akcje dla każdej wirtualnej maszyny:
 - nazwa wirtualnej maszyny,
 - liczba wykorzystywanych MB pamięci RAM,
 - stan wirtualnej maszyny (włączona, wyłączona, zapisana),
 - podłączenie do konsoli wirtualnej maszyny,
 - włączenie, wyłączenie, reset, pauza wirtualnej maszyny,
 - zarządzanie migawkami wirtualnej maszyny (tworzenie, przywracanie, usuwanie).

Wymagania funkcjonalne / realizowane procesy

System musi zapewniać możliwość wgrywania nowych / edycji istniejących laboratoriów dla uprawnionych użytkowników (wykładowców) i zawierać następujące funkcje:

- tworzenie nowego / edycja istniejących laboratoriów (kod, nazwa, opis, wykorzystanie pamięci RAM);
- proces tworzenia nowego laboratorium umożliwi wybór wirtualnych maszyn z lokalnego komputera, które mają znaleźć się w laboratorium, i automatyczne przesłanie ich do systemu;
- proces tworzenia nowego laboratorium umożliwi określenie parametrów dla każdej wirtualnej maszyny (nazwa, liczba wirtualnych procesorów, liczba MB pamięci RAM, dostęp do Internetu).

System musi zapewnić narzędzie do zdalnej asysty w trakcie realizacji laboratoriów dla wykładowców, zawierające następujące funkcje:

- odpowiadanie na prośby o pomoc użytkowników poprzez bezpośrednie połączenie z konsolą laboratorium szkoleniowego użytkownika i przejęcie kontroli nad jego myszą i klawiaturą;
- zdalne monitorowanie aktywności użytkowników w laboratoriach za pomocą podglądu ich ekranów w formie miniatur (jeżeli użytkownik wyrazi na to zgodę);
- możliwość wgrywania (*upload*) plików dla użytkowników zawierających dodatkowe materiały pomocne w realizacji zadań laboratorium (w formie możliwych do zamontowania plików).

System musi zapewniać dedykowane narzędzie do zdalnego monitorowania infrastruktury sprzętowej wykorzystywanej do dostarczania laboratoriów, w szczególności umożliwiając bieżącą analizę zużytych zasobów, takich jak: czas procesora, dyski pamięć RAM, liczba aktywnych użytkowników korzystających z laboratoriów.

System musi posiadać możliwość tworzenia harmonogramów, na podstawie których będą przyznawane laboratoria.

System musi posiadać możliwość uruchomienia laboratorium składającego się z wielu maszyn wirtualnych.

System musi posiadać możliwość dodania instrukcji wykonania laboratorium.

System musi posiadać możliwość stworzenia nielimitowanej liczby maszyn *per laboratorium*.

Natywna konsola do maszyn wirtualnych musi być niezależna od sieci samej maszyny.

System musi posiadać możliwość podłączenia i pracy w środowisku z dowolnego systemu operacyjnego wyposażonego w klienta RDP (*Remote Desktop Protocol*).

System musi posiadać możliwość montowania obrazu – FDD.

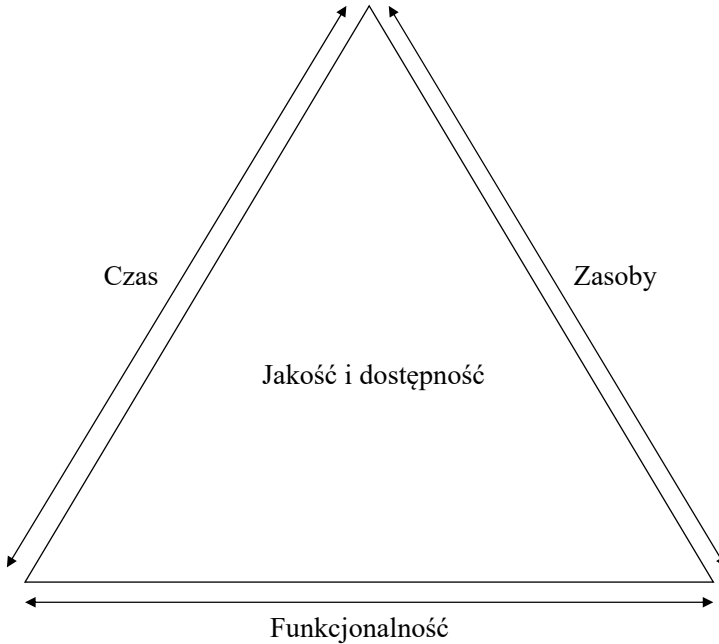
Zarządzanie środowiskami laboratoriów musi być realizowane przez uprawnionych do tego użytkowników, których tożsamość może być weryfikowana usługą katalogową Active Directory.

Dostęp studenta nie będzie wymagał zakładania dodatkowych kont w zewnętrznych usługach lub katalogach.

Bardzo ważnym elementem stworzenia metody CloudLabs był etap kształtowania wizji, tworzenia planów i wykonywania. Projektowanie [12] należy do obszaru działalności podstawowej w każdej firmie i w każdym

projekcie. Autor pracy bardzo dużą wagę przywiązał do wyboru metodyki. Według Marka Pawlaka [85] projekt to przedsięwzięcie realizowane w ramach określonej organizacji, które jest przedsięwzięciem nowym, nietypowym, odmiennym od działań rutynowych – takim, z jakim dana organizacja nie miała nigdy wcześniej do czynienia. Według innej definicji „projekt to sekwencja niepowtarzalnych, złożonych i związanych ze sobą zadań, mających wspólny cel, przeznaczonych do wykonania w określonym terminie bez przekraczania ustalonego budżetu, zgodnie z założonymi wymaganiami” [28]. Porównując obie definicje i patrząc na projekt autora, z całą pewnością można powiedzieć, że projekt to złożone przedsięwzięcie, które cechuje niepowtarzalność i unikalność. Zdecydowanie tak stało się w przypadku tworzenia metody CloudLabs. Był to proces określony w czasie, z ustalonym wcześniej celem. Szczególnie istotny wydaje się więc aspekt niepowtarzalności, złożoności, czasu oraz kosztów projektu. Głównym czynnikiem warunkującym niepowtarzalność projektu była zmienność otoczenia, w którym projekt funkcjonował i funkcjonuje. W przypadku projektów o dużym stopniu złożoności wykorzystuje się dekompozycję na podprojekty, co pozwala na sprawniejsze i dokładniejsze zarządzanie danym przedsięwzięciem. W tym konkretnym przypadku wykonano dekompozycję z uwagi na złożoność i zmienność w czasie. Kolejnym aspektem każdego projektu są koszty. To ważne ograniczenie projektowe, zarówno w aspekcie kosztów stałych, jak i kosztów zmiennych, których wielkość determinowana jest przez złożoność i zakres projektu. W kosztach zmiennych można wyodrębnić koszty rodzajowe, związane z bieżącą działalnością organizacji (można do nich zaliczyć koszty materiałowe oraz koszty siły roboczej). Innym aspektem zarządzania kosztami jest tzw. zarządzanie kosztami bezpośrednimi (koszty bezpośredniego wykonawstwa projektu) i pośrednimi (obejmującymi koszty ogólne działalności, w tym koszty zarządzania). W przypadku produktu CloudLabs koszty zmienne były równoważne z kosztami stałymi z uwagi na konieczność zatrudnienia architektów, programistów i niezbędnego sprzętu. Koszty związane z popularyzacją rozwiązania nie znalazły tutaj odzwierciedlenia.

Dobrym odwzorowaniem istoty projektu jest trójkąt projektu (rysunek 3), będący jego graficzną prezentacją. Boki trójkąta obrazują czas, koszty i dostępność zasobów. Elementy te są bezpośrednio związane z zakresem projektu. Wielkości (długości) poszczególnych boków decydują o polu trójkąta, które obrazuje poziom jakości, związany z ustalonym zakresem projektu [59].

Rysunek 3. Trójkąt projektu

Trójkąt projektu tworzony jest w fazie planowania i wówczas wszystkie jego elementy znajdują się w stanie równowagi. Sytuacja ta jest jednak krótkotrwała, gdyż każdy projekt podlega odkształceniom w czasie. Najważniejsze pytanie brzmi: jak zarządzać tą zmianą? Zmiana dotyczyła zarówno wymagań klienta, jak i uwarunkowań technologicznych. W ten sposób zostaje naruszona równowaga trójkąta projektowego projektu. Taka równowaga była naruszana podczas trwania projektu wielokrotnie, co skutkowało innym do niego podejściem. Temat ten został opisany w dalszej części tego podrozdziału.

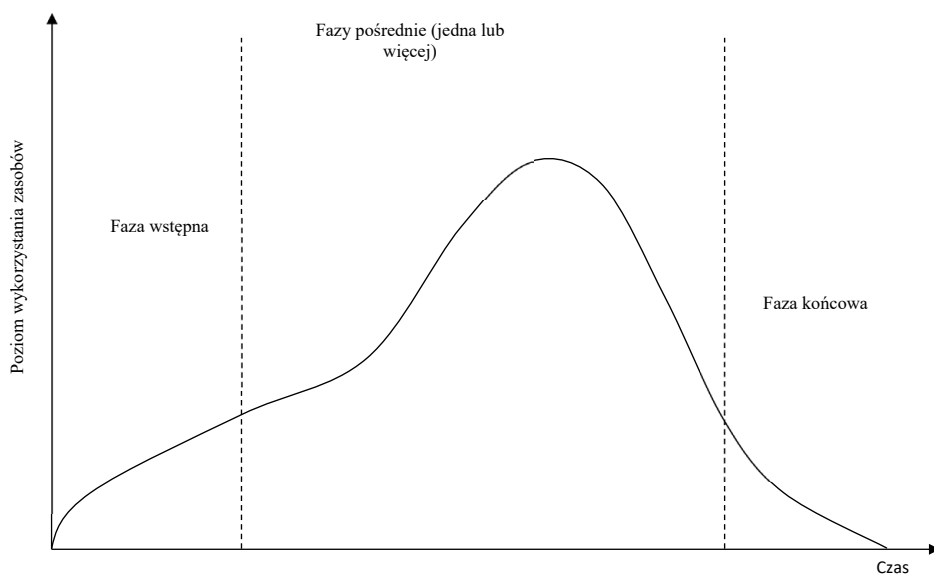
Cykl życia projektu tworzą poszczególne fazy jego realizacji. Według M. Trockiego cykl życia projektu to „model realizacji projektu w czasie, określający zróżnicowanie sytuacji występujących w trakcie jego realizacji” [12]. Sytuacje te to właśnie fazy cyklu życia projektu. Podział projektu na poszczególne fazy daje możliwość łatwiejszego i sprawniejszego kontrolowania jego realizacji. Zakończenie danej fazy prowadzi do wykonania końcowego przeglądu jej efektów. Niekiedy możliwe jest rozpoczęcie kolejnej fazy przed zakończeniem poprzedniej, pod warunkiem, że ryzyko niepowodzenia związanego z jej zamknięciem jest niewielkie. Omawiany projekt dzielił się na kilka faz, podczas realizacji których autor przyjął założenie przekazywania części działającej funkcjonalności. Czasem był to działający i skonfigurowany do testów sprzęt, a kiedy indziej rozwiązanie możliwe do

użytkowania przez wewnętrzny dział, odpowiadający za przygotowanie pracowni komputerowych.

Cykl życia projektu daje możliwość określenia, jaka praca ma zostać wykonana w każdej fazie oraz jakie osoby powinny wziąć udział w realizacji zadań poszczególnych faz. Na rysunku 4 przedstawiono ogólny cykl życia projektu, zgodnie z którym początkowa faza charakteryzuje się niskim zużyciem zasobów. W miarę upływu czasu zużycie to wzrasta. Pod koniec realizacji projektu zużycie zasobów powinno się obniżyć. Warunkiem zamknięcia projektu było podjęcie decyzji, że uzyskany wynik jest do zaakceptowania. Faza zamykania projektu zawsze jednak powinna być związana z jego ewaluacją i porównaniem faktycznego stanu z założeniami projektu.

Proces projektowania autor postrzega w szerszym kontekście cyklu życia produktu (wyniku projektowania, rysunek 4). Cykl ten rozpoczął się fazą niemowlęcą, w której wartość wyniku była niewielka. W fazie wzrostu nastąpiło dojrzewanie, by w fazie stabilizacji uzyskiwać maksymalną efektywność. Zmierzch produktu to czas, w którym opłacalność funkcjonujących rozwiązań zaczyna spadać. Na obecną chwilę produkt nie jest jeszcze bliski takiej fazie, jednak autor musi oczywiście o takim czasie myśleć. Przewiduje go na rok 2025. Tak więc cykl projektowania kolejnej generacji rozwiązań powinien być przewidywany już w fazie wzrostu (dojrzewania) poprzedniej generacji. Obecnie prace skupiono na uaktualnianiu narzędzia CloudLabs i poszerzaniu go o nowe funkcjonalności.

Rysunek 4. Cykl życia projektu



Wyodrębnia on fazy wprowadzenia, wzrostu, dojrzałości i spadku. Spadek nazywany jest często również schyłkiem, co wiąże się ze zużyciem technicznym lub moralnym wprowadzonych wcześniej rozwiązań. Projektowanie to tworzenie koncepcji kolejnej generacji rozwiązań. W przypadku metody CloudLabs mamy do czynienia z fazą stabilizacji. Bodźcem do stworzenia nowego produktu jest potrzeba zmian. Możliwe jest również dokonanie zmian w obecnym projekcie i stworzenie nowej, ulepszonej wersji. W ten sposób cykl życia ulega przedłużeniu.

Wybór metodyki zarządzania projektem jest ściśle determinowany zakresem i złożonością projektu, z uwzględnieniem kryterium jakości. Jakość ma również wiele wymiarów. Jakość projektu w ujęciu *ex post* wiąże się z jakością wyniku projektowania ocenianego według wybranych cech systemowych, takich jak: efektywność, użyteczność, funkcjonalność i niezawodność, połączonych z minimalizacją ryzyka projektowego. Jakość ma również wymiar *ex ante*, czyli jakie warunki powinny być uwzględnione, aby oczekiwać właściwego poziomu jakości. Wśród zasobów warunkujących dobrą jakość projektu należy dostrzegać dobór odpowiednich metod i technik (metodyk) zarządzania projektami.

W praktyce projektowania w zespole projektowym i u zarządzających projektem często pojawiają się dylematy. Dotyczą one zwykle szeregu dziedzin zarządzania, ale sprowadzają się do ogólnie stawianego pytania: „jak zarządzać projektami?”. Również takie dylematy były udziałem autora. Na początku dąży się usilnie do dopasowywania znanych metodyk zarządzania do wcześniej zdefiniowanego przedmiotu projektu, jego struktury i zakresu, a także do misji przedsiębiorstwa, w którym prowadzony jest projekt. Nie zawsze jest to możliwe, a ponadto – co najważniejsze – zawsze powstaje wówczas sytuacja, w której zakres i przedmiot projektowania ze swojej natury nie mogą być w pełni adekwatne do analizowanych metod zarządzania. Różne działania praktyczne potwierdzają, że dostępne i znane metodyki wymagają dostosowania do danego przedsiębiorstwa. Dostosowanie takie często wiąże się z poszukiwaniem możliwości zespolenia kilku, kilkunastu metodyk, by taki „twór” najpełniej odwzorowywał potrzeby danego projektu (zagadnienia / przedmiotu projektowania). Nie mając pewności odnośnie do uniwersalności jakiegokolwiek metodyki, należy w sposób zobiektywizowany przeanalizować możliwości ich hybrydyzacji. W praktyce projektowej wielokrotnie przywołuje się przykład budowy starożytnej piramidy, związany z przygotowaniem grobowca gotowego zaraz po śmierci faraona. Integralnym problemem jest więc zarządzanie czasem. W literaturze pojawiają się sugestie użycia metodyk Agile, nazywanych zwinnymi

(dostosowanych do determinantów czasowych). W tym miejscu pojawiają się wątpliwości, gdyż nie ma jasności odnośnie do innych wymagań faraona, w tym aspektów będących wyznacznikiem wyboru metodyki. Tak więc i wtedy, i dziś istnieje problem zarządzania zasobami i zakresem projektu w aspekcie oczekiwań odbiorcy w ścisłym związku z możliwościami wykonawcy projektu. Z tego powstają dwa oblicza postrzegania jakości projektu i samego procesu projektowania. W pierwszym przypadku warto odejść od z góry założonego podejścia, zaś w drugim dążyć do posiłkowania się modelami proponowanymi w innych metodykach.

Stąd też ważnym celem w doborze odpowiedniej metodyki prowadzenia i zarządzania projektem jest wprowadzenie lub wykorzystanie takiego systemu decyzyjnego, który na podstawie podanych parametrów będzie pomagał w tworzeniu optymalnego modelu projektowego. Odpowiadając na postawione pytania związane z charakterem i zakresem projektu, można świadomie analizować i oceniać dostępne metodyki lub dążyć do generowania własnych metodyk w kontekście dopasowania ich do określonej sytuacji projektowej. Jak zatem można zauważyć, metodyki prowadzenia projektów są opisem obiektów, które nie mając powiązań stałych, umożliwiają komponowanie ich z obiektami w innych metodykach. Zagrożenia w takim podejściu są jednak dość znaczące. Ich źródłem może być polityka licencyjna dla danej metodyki, innym razem ograniczeniami są powiązania pomiędzy łączonymi obszarami i konieczność poznania kilku metodyk.

Do istotnych kryteriów merytorycznych – dość dobrze mierzalnych – oceny metodyki zarządzania projektami należą:

- czasoprzestrzeń projektowania i zarządzania projektem;
- wykorzystanie metodyki posiadającej obiektywne wskazania dla danego obszaru zarządzania;
- oczekiwany zestaw wyników dla danego obszaru zarządzania;
- istnienie narzędzi wspomagających wykorzystanie danej metodyki;
- przyjazność finansowa (pieniężna i ludzka) związana z wprowadzeniem metodyki;
- czas potrzebny na wdrożenie wymaganej / pełnej metodyki;
- przeznaczenie metodyki dla konkretnej dziedziny / systemu działania.

Ponadto należy uwzględniać czynniki niemierzalne, takie jak czynniki środowiskowe, niezależne oceny eksperckie, a także adekwatność wobec strategicznych interesów firmy i aktualna wiedza zespołu. Uwzględnia się także czynniki pozamerytoryczne/behawioralne, dotyczące intuicji, ambicji zespołu i emocji oraz presji czasowej, mającej wpływ na wybór metodyki. Istotną determinantą wyboru jest także dominacja współpracowników, brak racjonalności

i wybór na podstawie nietrafnych podpowiedzi oraz uprzedzenia i zbyt duża ilość logiki.

Odpowiednią ilustracją istoty i poziomu przydatności metodyki zarządzania projektami są dostępne metodyki dla zarządzania projektami informatycznymi. Ich różnorodność wiąże się przede wszystkim ze sposobem postrzegania procesu i przedmiotu projektowania, a także ze sposobem realizacji projektu. Stąd też w zbiorze metod projektowania można ogólnie widzieć aspekt strukturalny lub obiektowy. Strukturalizm bazuje głównie na funkcjach i zadaniach definiowanych dla przedmiotu projektowania. Obiektowość stawia jednak na identyfikację projektowanych zasobów z wykorzystaniem tzw. zjawiska inkapsulacji, czyli łączenia zasobów w klasy z przypisanymi funkcjami. Stąd też sposób zarządzania projektem może być ukierunkowany na zarządzanie procesami/zadaniami w ujęciu strukturalnym lub na zarządzanie klasami obiektów w ujęciu obiektowym. Nie wnikając tutaj w wady i zalety każdego z podejść, można powiedzieć, że podejście obiektowe stanowi źródło tzw. elastyczności/otwartości projektu, a więc podejście sterowane zakresem projektu.

Kryteria wyboru zarówno metodyk, jak i standardów przyjmowanych podczas jego realizacji nie są zwykle jednoznaczne. Skupienie się na jednym kryterium nie daje pełnej odpowiedzi dotyczącej trafności wyboru metodyki. Określenie kryteriów, jakie mają być użyte przy wyborze metodyki, w praktyce może wiązać się z wyodrębnieniem kryterium dominującego. Z tego względu należy skoncentrować się przede wszystkim na kryterium sukcesu, jako miary trafnych działań. Co zatem powoduje, że projekt można uznać za udany? Kiedy możemy powiedzieć, że zakończyliśmy projekt i można uznać uzyskane rozwiązania za sukces? Wiele publikacji jasno definiuje, że sukces projektu to zrealizowanie założeń związanych z czasem, zasobami oraz funkcjonalnością. Można to uogólnić poprzez stworzenie własnej definicji dobrze poprowadzonego projektu.

Analiza przydatności metodyki realizacji i zarządzania projektem powinna się wiązać z istotą projektu oraz takim jego poprowadzeniem, by relacje panujące pomiędzy zamawiającym a wykonawcą były co najmniej tak dobre po realizacji projektu, jak przed jego rozpoczęciem. Niebanalnym więc założeniem jest tworzenie wytycznych projektu: czasu jego trwania, jego funkcjonalności i wydzielanych zasobów. Właśnie ze względu na tworzenie tych założeń należy znaleźć drogę do ich wypełnienia. Można tutaj wprowadzić podział metodyk ze względu na punkt rozpoczęcia i punkt zakończenia projektu. Podział ten okazuje się bardzo przydatny, gdyż pozwala zrozumieć pierwsze kryterium podziału metodyk. Jak każdy podział również ten

nie zawsze jest pełny i ma oczywistą wadę, polegającą na generalizowaniu. Akcentując kryterium dominujące, można mówić o metodykach zarządzania projektami klasy:

- od 0 do 1 (start – koniec);
- od 0 do ∞ (start – nieokreślony koniec);
- od 1 do ∞ (koniec – nieokreślony koniec).

Metodyki od 0 do 1 (start – koniec) oznaczają, że są przeznaczone do wytworzenia produktów o znanej specyfikacji, w wyznaczonym czasie, przy wykorzystaniu określonej ilości zasobów. Jako przykład takiego projektu można przywołać zorganizowanie przetargu podlegającego ustawie o zamówieniach publicznych. W takim projekcie wyznaczone są wszystkie „boki trójkąta PM”. Nie oznacza to oczywiście, że należy mieć w ich obrębie jedną iterację, jeden etap, ale znajduje się tu sprecyzowany produkt projektu. Można wewnątrz dzielić go na etapy/podprocesy, jednak trzeba mieć świadomość, że wiąże się to z osiągnięciem zakładanego celu. Metodyk takich jest bardzo wiele i dlatego zakres ich stosowalności jest dość szeroki. Nie wszystkie jednak obejmują pełny zakres prowadzenia projektu. Część z nich może być ukierunkowana tylko na obszar, dla którego została powołana. Do metodyk tych należą: PMI, IPMA, MSF v4 for CMMI, Sure Step, TenStep, Prince2 oraz RUP.

Metodyki od 0 do ∞ (od 0 do nieskończoności, start – nieokreślony koniec) tworzą zbiór, w którym nie znamy dokładnie wyniku naszych prac i wykonujemy je metodą przyrostową. Znany jest ogólny cel projektu, jednak wiedza szczegółowa pozyskana jest tylko dla najbliższego etapu/fazy prac. Do metodyk tych zaliczamy m.in.: Scrum, MSF v4 for Agile, XP, Lean Development, Crystal, Feature-Driven Development, Devops. Metodyki te, nazywane zwinnymi, są często wykorzystywane do prac programistycznych, chociaż ich zastosowanie jest daleko bardziej szerokie niż tylko projekty wytwórcze o charakterze informatycznym. Prace wykonywane zgodnie z powyższymi metodykami charakteryzują się bardzo dużą akceptacją zmiany, będącej motorem napędowym do wypracowywania produktów najbardziej dopasowanych do potrzeb.

Metodyki (narzędzia, dobre praktyki) od 1 do ∞ (koniec – nieokreślony koniec) mają pomóc w utrzymaniu wytworzonych produktów. Podczas gdy poprzednie dwie grupy skupiały się na wytworzeniu produktu w obrębie faz od planowania, poprzez wytwarzanie, do przekazania do użytku, ta grupa skupia się na zadbaniu, by gotowy produkt funkcjonował prawidłowo. Pod pojęciem „prawidłowo” kryje się jednak nie tylko poprawne jego działanie funkcjonalne, ale i pozafunkcjonalne (techniczne, technologiczne).

Znajdą się tu również obszary wsparcia, zapewnienie wydajności działania. Reprezentantami tych metod są ITIL⁷ i MOF.

Rozpoczynając prace związane z zaprojektowaniem metody CloudLabs, autor był przeświadczony, że w ciągu dwóch lat stworzy gotowe rozwiązanie, umożliwiające zastąpienie klasycznego przygotowania pracowni dla studentów. Dysponował już gotowym projektem i założeniami oraz prognozowaną pulą zasobów. Podczas prac następowało jednak bardzo dużo zmian technologii, oczekiwań głównego odbiorcy. Po roku z metodyki od 0 do 1 zmieniono podejście na 0 do ∞ , wykorzystując metodykę Scrum⁸ do wytwarzania i Agile⁹ do prowadzenia projektu. Jednocześnie do zarządzania usługami w uruchomionym produkcie wybrano omawiany zbiór dobrych praktyk zawartych w publikacji ITIL. W obecnej formie klienci otrzymują pakiety wsparcia:

- pełny dostęp do aktualizacji;
- pakiet godzin wsparcia – 25;
- wsparcie w dniach roboczych w godzinach 8–16;
- dodatkowe godziny wsparcia i prac wdrożeniowych – 200 PLN/h;
- czas reakcji na zgłoszenie – 1 h.

7 ITIL – grupa publikacji mająca na celu wsparcie procesu zarządzania usługami.

8 Scrum – metodyka wytwarzania oprogramowania oparta na przyrystowości wydań produktu i częstych zmianach.

9 Agile – metodyka zwinna rozszerzająca metodykę wytwarzania Scrum o inne obszary zarządzania.

Istota metody CloudLabs

Ekonomia i czas

Wykształcenie inżyniera informatyka wymaga poczynienia daleko idących inwestycji, których znaczną część pochłaniają środowiska laboratoryjne wykorzystywane w toku kształcenia. Różnorodność dziedzin i technologii, z którymi przyszły administrator IT musi być zaznajomiony, jest tak wielka, że zapewnienie odpowiedniego zestawu laboratoriów to nie lada wyzwanie dla placówki edukacyjnej. Dotyczy ono zarówno aspektu ekonomicznego, jak i tego związanego z częstą aktualizacją istniejących środowisk, co w przypadku tak dynamicznie rozwijającej się dziedziny wiedzy jak IT nabiera dodatkowego znaczenia. Przez placówki edukacyjne należy rozumieć tutaj szkoły średnie oraz uczelnie wyższe i centra edukacyjne, które oferują intensywne kilkudniowe kursy dla pracowników branży IT, chcących podnieść bądź poszerzyć swoją wiedzę w zakresie konkretnej aplikacji czy systemu informatycznego. W przypadku tych ostatnich oprócz kosztu przygotowania laboratorium niezmiernie istotny jest czas jego generowania. Środowiska [90] takie są często powoływane na życzenie, a czas ich życia nie przekracza czasu trwania szkolenia, tj. maksymalnie kilku dni. Często ludzie chcą też mieć takie środowiska *on-demand*, co wyklucza dokładne określenie czasu wykorzystania. Wiąże się z tym ogrom pracy poświęcony „przezbieraniu” laboratorium na potrzeby kolejnej grupy słuchaczy. Uczelnie wyższe i szkoły średnie takie przebrojenie będą wykonywać rzadziej, zapewne raz w semestrze, jednak liczba potencjalnych studentów, dla których laboratoria te są przeznaczone, stawia przed nami kolejne wyzwanie związane z problemem skali przedsięwzięcia. W jednym i drugim przypadku automatyzacja w trakcie generowania laboratoriów znacząco ułatwia i skraca proces ich powstawania. Osobne zagadnienie stanowi możliwość optymalizacji wydajnościowej środowiska laboratoryjnego i dostosowanie jego parametrów do aktualnych potrzeb studenta oraz wymogów testowanych w ramach laboratorium aplikacji. Klasyczne rozwiązania ograniczone są w znacznym stopniu przez wydajność komputera, na którego podstawie przygotowywane jest środowisko. Zastosowanie chmury prywatnej lub

publicznej, środowiska rozproszonego jako podstawy infrastrukturalnej dla środowisk laboratoryjnych, pozwala podejść do tematu wydajności w sposób elastyczny. Takie parametry, jak pamięć RAM, liczba procesorów czy wielkość dysków, którymi dysponuje wirtualna maszyna umiejscowiona w środowisku chmurowym, mogą być dynamicznie zmieniane, a tym samym dostosowywane do istniejącego zapotrzebowania na ww. parametry.

W dobie rozwijającego się kształcenia na odległość placówki edukacyjne potrzebują laboratoriów dostępnych przez całą dobę z każdego miejsca na świecie. Laboratoria pracujące w takiej konwencji pozwalają na zaproponowanie bogatszej oferty edukacyjnej, skierowanej do studentów zamiejscowych, którym praca czy sytuacja rodzinna nie pozwala na edukację w formie stacjonarnej. To samo dotyczy osób niepełnosprawnych oraz tych, którym stan zdrowia nie pozwala na regularne przyjazdy na uczelnię.

Atutem, który rośnie wraz z wykorzystaniem chmury, jest możliwość zwiększenia SLA – Service Level Agreement środowiska laboratoryjnego jako parametru wynikającego wprost z SLA infrastruktury. Parametr ten w przypadku chmury prywatnej zależy od nadmiarowości zastosowanych w niej rozwiązań. Chmura publiczna ma ten parametr ściśle określony. SLA dla większości usług opartych na Microsoft Azure wynosi 99,9%. Oznacza to, że maksymalny czas niedostępności konkretnej usługi nie może przekroczyć 87 godzin w skali roku. Uzyskanie tak wysokiego SLA przy wykorzystaniu „własnej serwerowni” wymaga nakładów finansowych, zapewniających m.in. redundancję usług, infrastruktury oraz lokalizacji centrów przetwarzania danych. CloudLabs oferowany jest zarówno w formie instalacji własnej klienta, jak i takiej, która wykorzystuje infrastrukturę dostawcy. W tym przypadku jest to infrastruktura zarządzana przez CloudTeam. Sposoby licencjonowania i koszty związane z nimi opisano w dalszej części opracowania.

Analiza przedstawionych powyżej wymagań przełożyła się wprost na funkcjonalność rozwiązania CloudLabs. Zapewnia ono proste i szybkie powołanie uprzednio przygotowanych środowisk laboratoryjnych dla studentów biorących udział w zajęciach. Czas życia takiego środowiska jest w pełni regulowany. Możliwe staje się również przywrócenie środowiska do stanu początkowego lub innego wcześniej zadanego punktu przywracania. Administrator zarządza laboratoriami, korzystając z konsoli graficznej GUI bądź używając skryptów PowerShell. Możliwe jest też monitorowanie aktualnej kondycji środowiska oraz generowanie raportów dotyczących jego wykorzystania.

Student w ramach dostępu do środowiska otrzymuje unikalny link do strony zawierającej podstawowe informacje dotyczące laboratorium, takie jak login oraz hasło. Ponadto ma możliwość wyboru portu, po którym będzie się

odbywała komunikacja do zdalnego środowiska laboratoryjnego. Ma to duże znaczenie w przypadku restrykcyjnej konfiguracji zapory po stronie środowiska użytkownika. Student po wybraniu portu komunikuje się ze zdalną aplikacją, która daje możliwość zarządzania własnymi wirtualnymi maszynami, wchodzącymi w skład przeznaczonego dla niego środowiska laboratoryjnego. Prawa dostępu obejmują m.in. możliwość uruchomienia i zamknięcia maszyny, skorzystania z ograniczonej liczby obrazów ISO, a ponadto wykonania bądź zaaplikowania punktu przywracania (*snapshot*). Dzięki tej funkcjonalności kolejne ćwiczenia mogą być wykonywane wielokrotnie, a w przypadku wykonania zmian zaburzających poprawne działanie środowiska możliwy staje się szybki powrót do stabilnego stanu początkowego.

Prowadzący zajęcia dysponuje swoim zestawem maszyn wirtualnych, a ponadto może świadczyć studentowi zdalną pomoc dzięki aplikacji instalowanej na jego stacji. Może również dystrybuować dodatkowe oprogramowanie dla studentów w postaci obrazów ISO.

Korzystając z narzędzi administracyjnych, administrator może powoływać pojedyncze maszyny bądź całe środowiska i zarządzać nimi. W jego gestii jest wykonywanie zaawansowanych zadań, do których ani student, ani prowadzący zajęcia trener nie mają uprawnień, takich jak zwiększenie wydajności poprzez dodanie zasobów bądź migrowanie maszyny na inny węzeł w klastrze.

System informatyczny CloudLabs przeznaczony jest do udostępniania maszyn wirtualnych różnych dostawców dla CloudTeam oraz klientów zewnętrznych. Zakłada się również możliwość tworzenia i dystrybucji dedykowanych maszyn wirtualnych (np. własnych szkoleń) przez klientów usługi i umieszczanie tychże maszyn w systemie informatycznym CloudLabs.

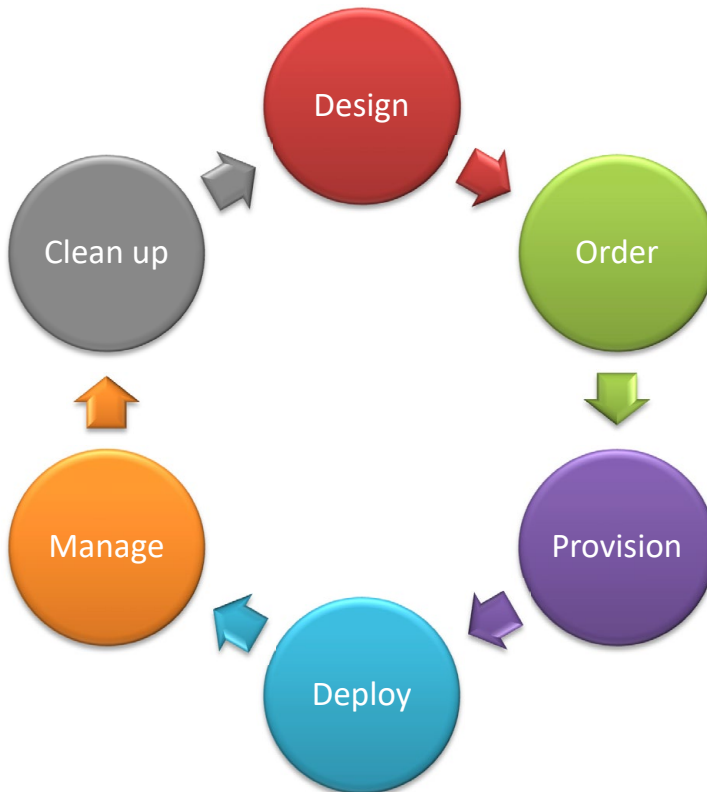
W ogólnym założeniu system informatyczny CloudLabs to system przeznaczony do kontrolowania cyklu życia zamawianych usług. Ogólny diagram ukazuje cykl życia usługi (rysunek 5). Dla autora systemu najważniejsza była pełna automatyzacja procesu zamawiania, jak również pracy z systemem. Założył, że osoby odpowiedzialne za kształtowanie harmonogramu zajęć studenckich powinny również otrzymać intuicyjne narzędzie do przydzielania wirtualnych pracowni, a co za tym idzie – stanowisk komputerowych. Poniższy cykl uwzględnia właśnie taką automatyzację.

Cykl życia usługi składa się z sześciu etapów:

1. *Design* – przygotowanie konfiguracji i parametrów usługi (rodzaj, ilość, czas);
2. *Order* – zamówienie usługi za pośrednictwem portalu klienta końcowego;
3. *Provision* – rezerwacja zasobów środowiska produkcyjnego;
4. *Deploy* – utworzenie gotowej usługi w środowisku produkcyjnym;

5. *Manage* – zarządzanie środowiskiem, nadzór oraz śledzenie błędów;
6. *Clean up* – usunięcie usługi / zwolnienie zasobów.

Rysunek 5. Cykl życia usługi w systemie informatycznym CloudLabs



Cykl życia przedstawiony na rysunku 5 dotyczy wszelkiego rodzaju usług umieszczonych w systemie informatycznym CloudLabs. Niezależnie od tego, czy usługą jest predefiniowane szkolenie dostarczone przez dostawcę (Microsoft, Symantec itd.), czy też własna konfiguracja klienta zewnętrznego bądź też laboratorium komputerowe dostarczane studentom.

Założenia ogólne systemu CloudLabs

Projektowanie metody CloudLabs wiązało się z wieloma oczekiwaniami, które miała ona spełniać. Po wielu rozbudowanych dyskusjach w gronie pracowników i studentów autor przyjął, że celem nadrzędnym jest wypracowanie następujących cech:

- System w całości musi być zbudowany w technologii Microsoft z uwagi na strategiczne partnerstwo z tą firmą, historię prac, wiedzę zespołu, koszty wejściowe.
- System musi udostępniać możliwość rejestracji klientów.
- System musi udostępniać możliwość potwierdzania możliwości korzystania przez klienta (po weryfikacji) przez osoby wyznaczone.
- System powinien zapewniać możliwość świadczenia usług o wysokim poziomie dostępności (SLA 99,95%).
- System powinien być skalowalny.
- System powinien korzystać z wszelkich możliwych mechanizmów zabezpieczeń (SSL, VPN, szyfrowanie danych).
- System powinien udostępniać certyfikowane szkolenia Microsoft, dowolne zestawy maszyn predefiniowane przez autora laboratoriów i nie powinien być zamknięty na inne systemy operacyjne.
- System powinien przechowywać historię zamówień klientów.
- System powinien przechowywać dane rachunkowe klientów.
- System powinien umożliwiać integrację z zewnętrznymi systemami płatności.
- System powinien udostępniać narzędzia pozwalające administrować kontem klienta.
- System powinien udostępniać narzędzia pozwalające administrować infrastrukturą (tylko administratorzy CloudLabs).
- System powinien wysyłać wiadomości mailowe.

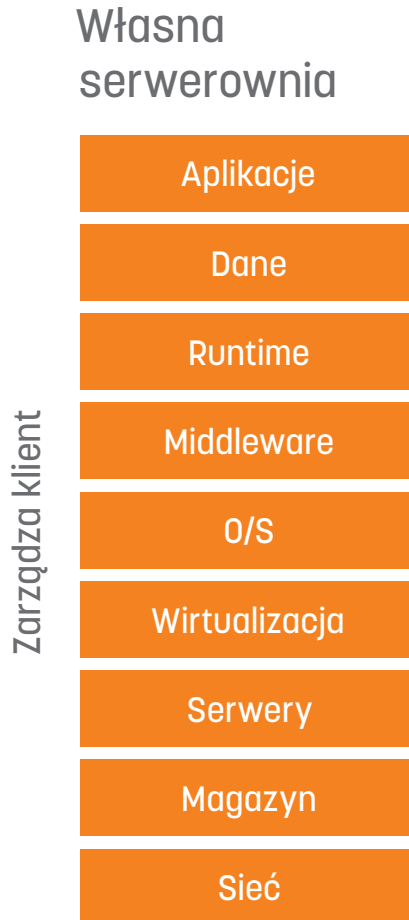
Modele sprzedaży

CloudLabs może być wdrożony w dwóch formach. Pierwszą z nich jest korzystanie z chmury prywatnej, czyli własnej infrastruktury klienta, zlokalizowanej w centrum przetwarzania danych w pełni zarządzanym przez klienta. Taka forma ma zalety, gdyż to właściciel infrastruktury odpowiada nie tylko za działanie CloudLabs, ale również za system operacyjny, elementy składowe i za wszystko, co związane jest z taką architekturą. Drugą formą implementacji jest możliwość korzystania z aplikacji jako SaaS (*Software as a Service*), opartej na chmurze hostowanej zarządzanej przez CloudTeam, autora rozwiązania CloudLabs. Obecnie dostępne są również implementacje w oparciu o chmury obliczeniowe Microsoft Azure oraz Amazon Web Service (AWS). Każde z nich niesie ze sobą cechy określane jako zalety, ale też wady rozwiązania. Nie ma jednej, z góry określonej odpowiedzi, który z powyższych scenariuszy jest najlepszy. Wszystko zależy od parametrów projektu.

CloudLabs w chmurze prywatnej

Wykorzystanie chmury prywatnej wymaga od ośrodka edukacyjnego czy innego podmiotu chcącego wykorzystać CloudLabs zadbania o każdy aspekt funkcjonowania środowiska, począwszy od infrastruktury, na którą będą składały się takie elementy jak: przestrzeń dyskowa (macierze współdzielone), serwery wirtualizujące (Microsoft Windows Server 2019 z funkcją Hyper-V) oraz infrastruktura sieciowa, poprzez systemy operacyjne maszyn zarządzających infrastrukturą, a skończywszy na CloudLabs oraz serwisach wspomagających jego działanie (rysunek 6). W tej sytuacji na koszty wdrożenia i utrzymania serwisu składają się nie tylko koszty sprzętu i licencji, ale również te związane z zatrudnieniem odpowiedniej liczby specjalistów z różnych dziedzin IT. Wydajność środowiska musi być z góry założona, aby podołać potencjalnemu wzrostowi popytu na usługi CloudLabs. Klient, który ma na uwadze wysoką dostępność rozwiązania, sam musi o nią zadbać, projektując rozproszone geograficznie centra przetwarzania danych, powielając usługi, a tym samym zwiększając początkowe koszty wdrożenia.

Rysunek 6. Komponenty CloudLabs po stronie klienta, które muszą być objęte opieką w przypadku chmury prywatnej



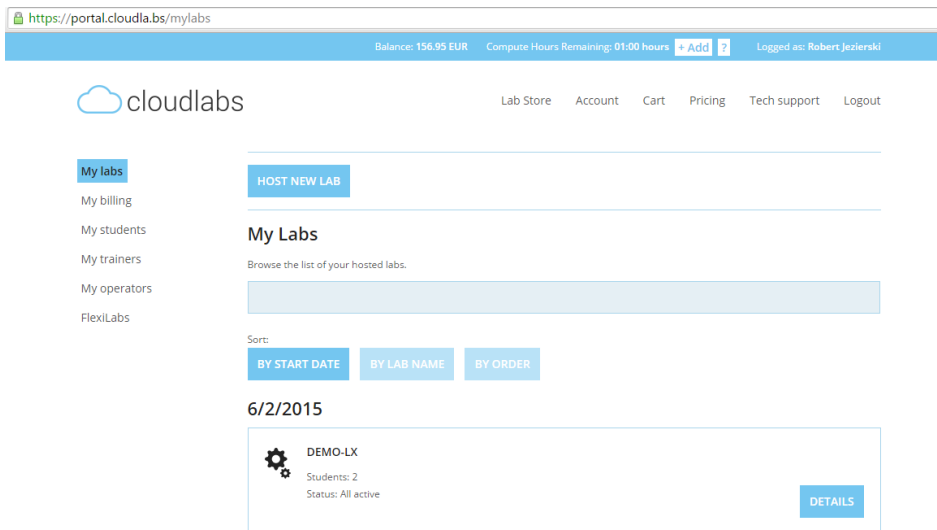
W takiej postaci CloudLabs może być sprzedawany klientowi, który chce wykorzystać to narzędzie dla swoich potrzeb w ramach własnej infrastruktury.

W CloudLabs należy wyróżnić następujące komponenty:

- aplikację administracyjną;
- usługę frontend;
- aplikację dostępu do maszyn wirtualnych;
- bazę danych;
- usługę zarządzającą czasem życia środowiska;
- aplikację trenerską.

Aplikacją administracyjną jest aplikacja webowa pozwalająca na powoływanie nowych środowisk laboratoryjnych, definiowanie trenerów i studentów oraz zarządzanie nimi (rysunek 7).

Rysunek 7. Aplikacja administracyjna

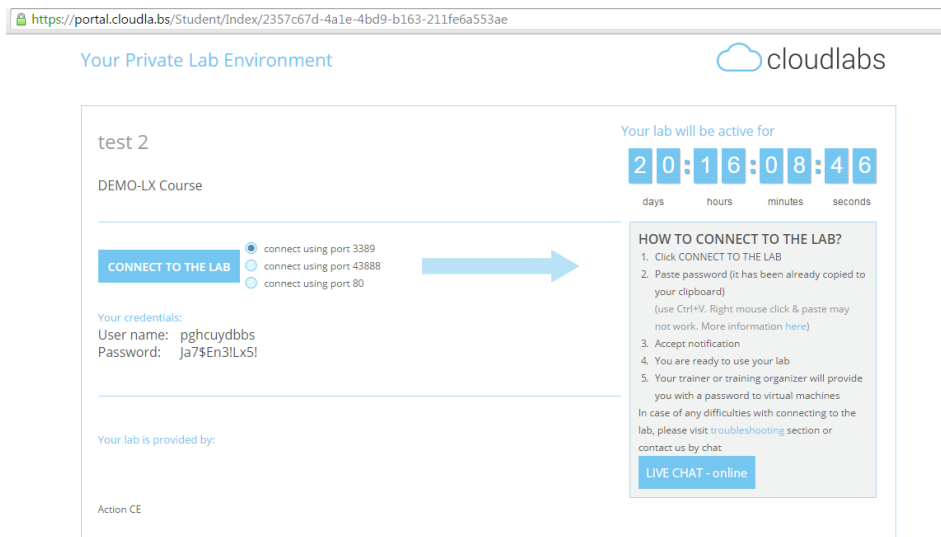


The screenshot displays the CloudLabs administrative interface. At the top, a navigation bar shows the URL <https://portal.cloudla.bs/mylabs>, the user's balance (156.95 EUR), remaining compute hours (01:00), and the user's name (Robert Jezierski). The main header includes the CloudLabs logo and navigation links for Lab Store, Account, Cart, Pricing, Tech support, and Logout. A sidebar on the left lists navigation options: My labs (selected), My billing, My students, My trainers, My operators, and FlexiLabs. The main content area features a 'HOST NEW LAB' button and a 'My Labs' section. Below the section title, there is a text prompt 'Browse the list of your hosted labs.' and a large empty rectangular box. A 'Sort:' section contains three buttons: 'BY START DATE' (selected), 'BY LAB NAME', and 'BY ORDER'. Below the sorting options, the date '6/2/2015' is displayed. A card for a lab named 'DEMO-LX' is shown, with a gear icon, 'Students: 2', and 'Status: All active'. A 'DETAILS' button is located in the bottom right corner of the card.

Istnieje w niej możliwość nadawania uprawnień do CloudLabs w ramach wykupionej subskrypcji. Z poziomu aplikacji można również sprawdzić stan przygotowywanych środowisk. Aplikacja ta daje możliwość kreowania laboratoriów, planowania ich dostępności dla nazwanych, zdefiniowanych wcześniej studentów. Pozwala również wskazać trenera prowadzącego konkretne zajęcia dla sprecyzowanej grupy, generując tym samym środowisko laboratoryjne przeznaczone wyłącznie dla niego.

Aplikacją frontend jest aplikacja webowa zapewniająca studentowi dostęp do przygotowanego wcześniej środowiska laboratoryjnego (rysunek 8).

Rysunek 8. Ekran powitalny użytkownika

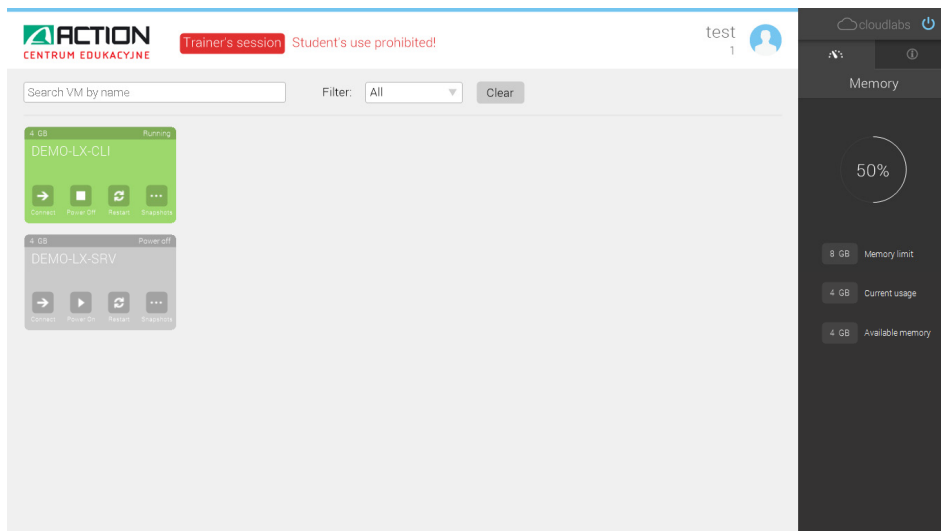


Na stronie dostępne są takie informacje jak czas pozostały do zakończenia dzierżawy laboratorium oraz przycisk generujący plik RDP (*remote desktop protocol*), za pośrednictwem którego następuje przekierowanie do środowiska laboratoryjnego.

Wersja trenerska tej samej aplikacji zawiera dodatkowe możliwości, pozwalające na pobranie aplikacji trenerskiej oraz na dostęp do laboratoriów studenckich (rysunek 4). W obu wersjach oferowana jest możliwość uruchomienia chatu, pozwalającego na kontakt z administratorem po stronie dostawcy.

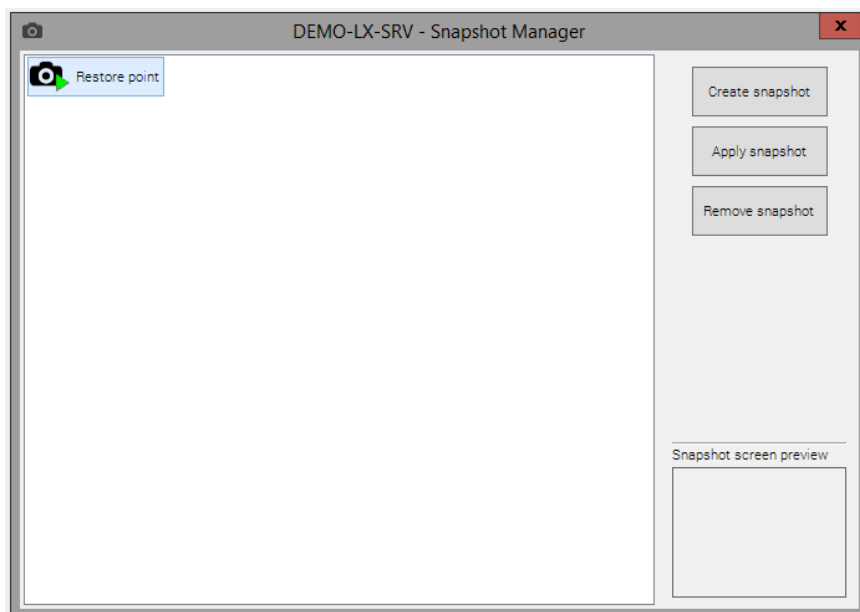
Z poziomu aplikacji frontend zarówno student, jak i trener mają możliwość zainicjowania połączenia do środowiska laboratoryjnego. Po uwierzytelnieniu loginem i hasłem podanym na stronie, komunikujemy się za pomocą protokołu RDP z aplikacją zarządzającą środowiskiem laboratoryjnym (rysunek 9). Użytkownik ma możliwość uruchomienia i zatrzymania każdej wirtualnej maszyny z osobna.

Rysunek 9. Panel dostępu do maszyn wirtualnych



Może również monitorować aktualne wykorzystanie pamięci RAM, czy też zarządzać punktami przywracania (*snapshot*) (rysunek 10). Po użyciu przycisku „Connect” otrzymuje dostęp do konsoli maszyny wirtualnej, z której może korzystać tak jak w przypadku bezpośredniego połączenia protokołem RDP.

Rysunek 10. Panel przywracania środowiska wirtualnego do zapamiętanych obrazów



Baza danych zawiera informacje o powołanych środowiskach laboratoryjnych oraz o mapowaniu ich do konkretnych studentów. To tutaj znajdziemy zestawienie wszystkich loginów i linków wysyłanych do uczestników laboratorium. Dostęp do bazy oferowany jest tylko administratorowi. Trener, a tym samym student, nie ma uprawnień pozwalających na bezpośrednią komunikację z bazą. Baza danych może być zlokalizowana zarówno po stronie infrastruktury lokalnej klienta, jak i po stronie Microsoft Azure.

Usługa odpowiedzialna jest za powoływanie środowiska laboratoryjnego dla zdefiniowanych uprzednio uczestników laboratorium. Wysyła maile z informacjami niezbędnymi do zrealizowania dostępu oraz dba o wyczyszczenie środowiska po upływie czasu życia. Jeżeli student zechce zrealizować dostęp do wygasłego środowiska, otrzyma komunikat sugerujący kontakt z dostawcą. W każdym momencie student może skomunikować się z pomocą techniczną za pośrednictwem maila bądź czatu (rysunek 11).

Rysunek 11. Ekran informacji o wygaśnięciu środowiska



Your lab environment availability has expired.

If you think it should be available, please contact us by chat.

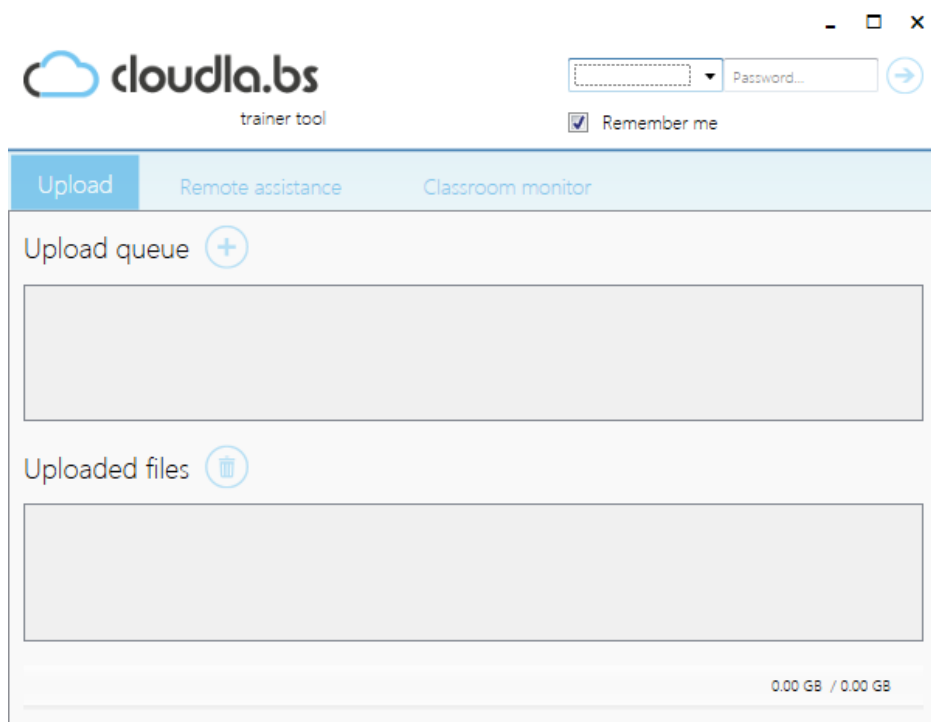
Aplikacja trenerska

Prowadzący zajęcia ma do dyspozycji aplikację służącą do dostarczania studentom dodatkowego oprogramowania w postaci publikacji plików ISO. Za jej pomocą może również świadczyć zdalne wsparcie czy monitorować podłączonych studentów (rysunek 12).

Powyższe funkcjonalności dostępne są po uprzednim uwierzytelnieniu się użytkownika z uprawnieniami trenera. Funkcjonują tutaj te same hasła, za

pomocą których trener dostaje się do przeznaczonego dla niego środowiska laboratoryjnego.

Rysunek 12. Wygląd aplikacji trenerskiej



Copyright © Action Centrum Edukacyjne Sp. z o. o.

CloudLabs w chmurze hostowanej SaaS

Funkcjonalność, którą uzyskuje klient w ramach dzierżawy SaaS, jest tożsama z funkcjonalnością opisaną w punkcie 3.1. Różnica polega na tym, że od klienta nie jest wymagane posiadanie jakiegokolwiek infrastruktury. W modelu SaaS odpowiedzialność za środowisko scedowana jest na dostawcę, którym w tym przypadku jest CloudTeam (rysunek 13). Wybór modelu zależy od możliwości technicznych, administracyjnych i finansowych klienta.

Rysunek 13. CloudLabs w chmurze hostowanej

CloudLabs w chmurze publicznej Microsoft Azure SaaS

W opracowaniu znajduje się również model wykorzystujący infrastrukturę IaaS (Infrastructure as a Service), oferowaną w Microsoft Azure. W tym przypadku zarówno implementacja komponentów Cloudlabs, jak i umiejscowienie maszyn wirtualnych zlokalizowane są po stronie chmury publicznej Microsoft. Z punktu widzenia klienta model ten jest zbliżony do aktualnie oferowanego SaaS, opisanego w poprzednim podrozdziale. Tak samo jak w przypadku chmury hostowanej nie wymaga on od dzierżawcy żadnej infrastruktury serwerowej.

Zagrożenia i źródła ryzyka oraz ograniczenia procesu projektowania

Współczesne metodyki zarządzania projektami dużą wagę przywiązują do zarządzania ryzykiem, ujmując je jako ustrukturyzowany proces, pozwalający kierownikowi krok po kroku identyfikować, planować i zarządzać ryzykami podczas planowania i realizowania projektu. Autor dokonał analizy projektu CloudLabs, wykorzystując podejście do zarządzania ryzykiem proponowanym przez najpopularniejszą obecnie metodykę zarządzania projektami – PMBoK.

W zarządzaniu ryzykiem wymienić można kilka głównych procesów. Autor posłużył się najpierw modelem opartym na popularnej metodyce PMBoK Guide¹⁰, w ramach której wyróżnia się (rysunek 14):

- planowanie zarządzania ryzykiem;
- rozpoznawanie ryzyk;
- przeprowadzanie jakościowej analizy ryzyka;
- przeprowadzanie ilościowej analizy ryzyka;
- planowanie reakcji na ryzyka;
- monitorowanie i kontrolowanie ryzyk.

Planowanie zarządzania ryzykiem

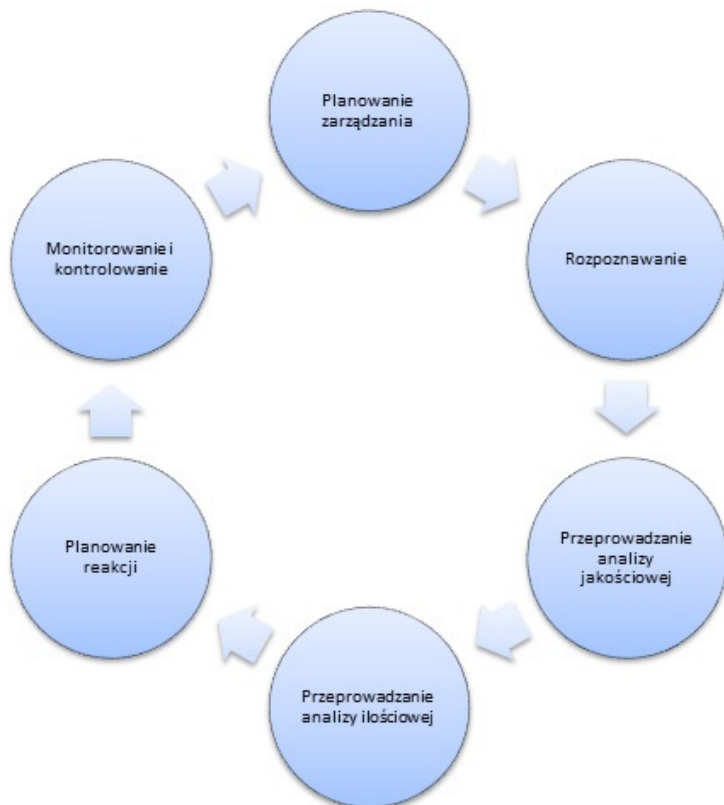
Jest to pierwszy i podstawowy proces. Jako że ryzyko bardzo często stanowi zagrożenie, które jest niewiadome i zmienne, istotne jest, aby plan zarządzania nim był wykonywany w regularnych odstępach czasu, przed istotnymi zmianami, kolejnymi etapami, a także w odniesieniu do ocen postępów projektu.

¹⁰ PMBOK (Project Management Body of Knowledge) Guide – standard zarządzania projektami opracowany i opublikowany przez Project Management Institute. Pierwsza wersja PMBOK została opublikowana w 1996 roku i od tej pory jest regularnie rozwijana oraz aktualizowana. W 1998 roku PMBOK otrzymał akredytację American National Standards Institute i funkcjonuje jako norma zarządzania projektami na terenie USA.

Według planu proponowanego przez C. Pritcharda pierwszymi częściami są opis i podsumowanie projektu, gdzie wytycza się cele, wymagania i właściwości operacyjne. Następnym krokiem jest określenie uwarunkowania zarządzania ryzykiem – omawia się dotychczasowe środki zapobiegawcze, a także tolerancję interesariuszy wobec ryzyka. Kolejne punkty są bardzo istotne. Po pierwsze, rozpisana jest struktura zarządzania ryzykiem, czyli ogólnie rzecz biorąc narzędzia, którymi posługujemy się przy mierzeniu ryzyka. Po drugie, opisane są problemy związane z realizacją, czyli po prostu rozwiązania stosowane w zarządzaniu ryzykiem. Plan kończą następujące punkty: inne istotne plany, gdzie proponowane są alternatywne rozwiązania, podsumowanie metodologii, pozwalające szybko przejrzeć dotychczasowe rozwiązania, bibliografia, czyli spis dokumentów oraz zatwierdzenie, czyli lista osób odpowiedzialnych za przygotowanie i wdrożenie planu.

W przypadku metody CloudLabs przyjęto założenia kwartalnego podejścia do obserwacji i aktualizacji ryzyk oraz do analizy ilościowej.

Rysunek 14. Procesy zarządzania ryzykiem



Rozpoznanie ryzyk i przeprowadzenie analiz

Ogólnie ujmując, pierwszym krokiem jest identyfikacja ryzyka, czyli ich charakterystyka w stosunku do projektu – czy i jak na niego wpływają i jakie są ich cechy charakterystyczne. Analiza jakościowa to proces hierarchizowania ryzyka wedle zagrożenia i prawdopodobieństwa. Oceny tego typu często dokonuje się w sposób subiektywny. Analiza ilościowa to analiza ryzyka oparta na danych liczbowych.

Planowanie reakcji na ryzyka

Jest to proces wymagający dużej znajomości branży. Pole działania jest w nim praktycznie nieograniczone. Polega on na opracowaniu rozwiązań zmniejszających zagrożenia i zwiększających szanse. Przykładowo, jeżeli występuje wysokie ryzyko awarii systemów, można zastanowić się nad zamówieniem komponentów wyższej jakości.

Monitorowanie i kontrolowanie ryzyk

Najważniejszą częścią tego procesu jest wdrażanie planów reakcji na ryzyka, a także śledzenie rozpoznanych ryzyk, rozpoznawanie nowych i zarządzanie rejestrem ryzyk. Istotne jest również, aby dotychczasowe działania podlegały ciągłej ocenie, a wnioski aplikowane były w dalszym zarządzaniu ryzykiem w projekcie.

Ryzyka w projekcie CloudLabs i planowane działania w przypadku ich wystąpienia:

1. Tworzenie własnych systemów wirtualnych laboratoriów przez producentów

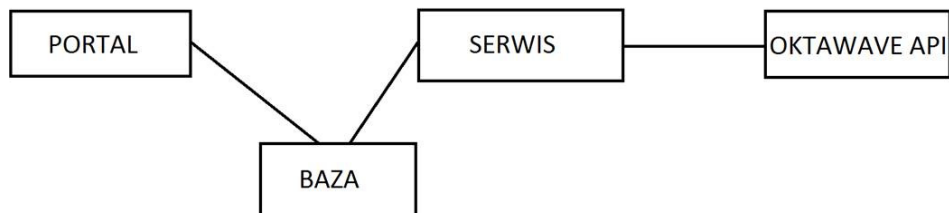
Pojawiają się producenci, którzy dla rozwiązań chmurowych oferują dostęp do laboratoriów. Jest to realne zagrożenie dla metody CloudLabs, bowiem zyskuje bardzo poważnego konkurenta w zakresie oferowania metod wspomagania nauczania inżynierskiego. Ocena skutków tego zagrożenia jest bardzo duża i dlatego autor musiał zareagować na tego typu sytuację. Pierwsze działanie to rozwój metody CloudLabs w nawiązaniu do systemów *on-premise*. Dotychczas nie zaobserwowano bowiem systemów do wspomagania nauczania inżynierskiego dla tego typu produktów o specyfikacji i funkcjonalności zbliżonej do opracowanej przez autora. Drugą reakcją na pojawiające się ryzyko jest tworzenie specjalistycznych i otwartych scenariuszy dla rozwiązań

chmurowych. Oznacza to, że producenci, tacy jak AWS czy Microsoft, koncentrują się na powszechnie występujących scenariuszach użycia, podczas gdy zaniebdywane są zastosowania branżowe. Takie zastosowania zdecydowano się rozwijać w powyższej metodzie. Dodatkowo producenci nie umożliwiają wczytywania do bazy scenariuszy własnych scenariuszy, co daje bardzo szeroki zakres dla narzędzia CloudLabs dla rozwiązań chmurowych. Wykładowcy i studenci będą zatem musieli skorzystać z rozwiązania autora w takim scenariuszu zapotrzebowania.

2. Brak opłacalności przedsięwzięcia

Obecnie metoda CloudLabs oferowana jest w dwóch wersjach. Wersja *on-premise* utylizuje zasoby infrastruktury klienta i w tym przypadku musimy obawiać się jedynie o zasoby ludzkie niezbędne do obsługi środowisk klienta. Zagrożenie to minimalizowane jest pozyskiwaniem wciąż nowych użytkowników metody CloudLabs i tym samym czyni ją bardziej profitową, wykorzystując efekt skali. Dużo trudniejszą sytuację autor obserwuje w przypadku oferowania metody CloudLabs w modelu SaaS. Tutaj widoczne są kumulacje korzystania z infrastruktury w kwartale 2. oraz 4., jak również w godzinach 8.00–18.00, czyli wówczas, gdy korzysta z niego najwięcej osób. Mieliśmy nawet scenariusz wykorzystujący chmurę publiczną firmy Oktawave. Jako operator chmury zlokalizowanej w Polsce firma Oktawave udostępniła API umożliwiające wykorzystanie swojej chmury w sytuacji, gdy zasoby chmury należącej do CloudTeam nie były wystarczające. Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę integracji z chmurą Oktawave.

1. Portal pozwala na zamawianie i zarządzanie labami oraz na bezpośrednie łączenie się z maszynami.
2. Serwis obsługuje integrację z Oktawave, wykonując następujące zadania:
 - a. tworzenie maszyn na podstawie szablonów;
 - b. tworzenie interfejsów sieciowych w maszynach;
 - c. tworzenie sieci i wpinanie do nich wcześniej utworzonych maszyn;
 - d. generowanie połączeń do maszyn;
 - e. synchronizację stanu maszyn (uruchomiona, wyłączona, zatrzymana) między API Okta a lokalną bazą;
 - f. usuwanie maszyn i sieci po wygaśnięciu laba.

Rysunek 15. Schemat integracji z chmurą publiczną firmy Oktawave

3. Wejście konkurencyjnych produktów

Produkt CloudLabs nie ma obecnie produktów konkurencyjnych w odniesieniu do cech i funkcjonalności. Oczywiście autor pracy dostrzega różnego rodzaju substytuty, w tym systemy do zarządzania wirtualizacją i środowiskami wirtualnymi. Nie dysponują one zestawem cech, które posiada metoda CloudLabs, jednak niektórzy klienci wybierają również takie rozwiązania. Ryzyko związane z tego typu przypadkami minimalizowane jest ciągłym systemem szkoleń istniejących i potencjalnych klientów, jak również rozszerzaniem cech produktu.

4. Brak zauważalnej wartości dla użytkowników

Klienci muszą zauważać realną wartość rozwiązań, z których będą korzystać. Odbiorcą metody CloudLabs jest: osoba chcąca podnieść swoje kwalifikacje, pracodawca pragnący podnieść kompetencje pracownika, uczelnia, instytucja edukacyjna. W przypadku każdego odbiorcy istnieje zagrożenie, że nie zostanie poprawnie zdefiniowana wartość i tym samym produkt nie będzie dobrze oceniony. Jako reakcję na ryzyko zdefiniowano koło wartości dla każdego z odbiorców:

- użytkownika końcowego – efektywność pracy z przygotowanym środowiskiem poparta pozytywnym potwierdzeniem w postaci nabytych kompetencji, ewentualnie zdanych egzaminów;
- uczelni, instytucji edukacyjnej – mniejsze koszty utrzymania i modernizacji sprzętu w salach laboratoryjnych; zadowolenie studentów, automatyzacja procesów dostarczania stanowisk komputerowych oraz zmniejszony czas ich przygotowania.

Kryteria oceny skuteczności metody CloudLabs

Analiza porównawcza wybranych systemów o architekturze rozproszonej wykorzystywanych w edukacji inżynierskiej

Zidentyfikowano wiele narzędzi służących do uruchamiania laboratoriów. Mają one jednak tę wadę, że zmiana zawartości powoduje konieczność ponownej, najczęściej ręcznej, ich redystrybucji dla studentów. Tak się dzieje w przypadku programu, jakim jest VirtualBox. Ułatwia on dostarczenie środowiska studentowi, jednak jakakolwiek zmiana w obrębie laboratorium wymusza konieczność ponownego ręcznego dostarczenia go. Narzędzia takie jak SCCM firmy Microsoft czy Horizon firmy VMware dają możliwość automatycznego przyznawania środowisk laboratoryjnych, jednak nie można tego wykonywać bez znajomości narzędzi informatycznych. Istnieje trzecia kategoria narzędzi wspomagających, ale skierowanych i stworzonych przez jednego producenta. Tak wygląda to w przypadku środowiska AWS (Amazon Web Service), oferowanego w postaci e-learningowej dla całego zestawu osób. Autor postanowił zebrać wymagania, cechy charakterystyczne innych rozwiązań i porównać je, nanosząc główne cechy.

W poniższej tabeli autor zestawiał kilka narzędzi mogących uchodzić za substytuty lub platformy konkurencyjne. Przygotowując analizę porównawczą, skupił się na takich atrybutach, jak:

- platforma – określa, jakie systemy operacyjne są preferowane dla tego rozwiązania;
- personalizacja – czy istnieje możliwość dopasowania platformy do wymagań uczelni; najczęściej związane jest to z dostępem do panelu konfiguracyjnego;
- możliwość uruchomienia laboratorium składającego się z wielu maszyn wirtualnych – to cecha pozwalająca na udostępnienie środowiska złożonego z wielu maszyn, które pracują jako jeden, współdzielający zestaw;

- możliwość zdalnej asysty wykładowcy w laboratorium – możliwość poproszenia osoby prowadzącej o przejście dostępu do środowiska i wykonanie poszczególnych czynności;
- możliwość planowania zajęć przez osobę bez doświadczenia IT (załącznik 2) – funkcjonalność umożliwiająca zarządzanie i przydzielanie środowisk przez osobę bez doświadczenia w systemach informatycznych;
- konieczność założenia konta Live ID – konto producenta (Microsoft) potrzebne do utworzenia dostępu i korzystania z przygotowanego środowiska;
- możliwość dodania instrukcji wykonania laboratorium – funkcjonalność pozwalająca na stworzenie dodatkowej pomocy podczas wykonywania scenariuszy przy użyciu udostępnionych maszyn.

Tabela 3. Porównanie cech narzędzi do dystrybucji maszyn wirtualnych

	SCCM	Horizon	Quick Labs	Virtual Box	Azure-Labs	Cloud-Labs	Microsoft Hands On Lab
Platforma	Microsoft	różne	AWS	różne	Azure	różne	Microsoft
Personalizacja wyglądu (logo, nazwa uczelni itp.)	narzędzia programistyczne	narzędzia programistyczne	brak	brak	brak	jest	brak
Możliwość uruchomienia laboratorium składającego się z wielu maszyn wirtualnych	tak	tak	tak	tak	nie	tak	brak
Możliwość zdalnej asysty wykładowcy w laboratorium	brak	brak	brak	brak	brak	tak	brak

	SCCM	Horizon	Quick Labs	Virtual Box	Azure-Labs	Cloud-Labs	Microsoft Hands On Lab
Możliwość planowania zajęć przez osobę bez doświadczenia IT	nie	nie	nie	nie	nie	tak	nie
Konieczność założenia konta Live ID	nie	nie	nie	tak	tak	nie	nie
Możliwość dodania instrukcji wykonania laboratorium	nie	nie	nie	nie	nie	tak	nie

Poniżej przedstawiono analizę zalet i wad jednego z konkurencyjnych rozwiązań, jakim jest AzureLabs firmy Microsoft. Zostały wybrane z uwagi na to, że największy odsetek firm używających rozwiązania CloudLabs rozpoznawał to rozwiązanie jako adekwatne do prezentowanego przez autora książki.

AzureLabs (wady)

- GUI/ frontend bardzo wolny w obsłudze.
- Ustawienie harmonogramu i maszyn bardzo pracochłonne.
- Brak dostępu do maszyny inaczej niż przez laboratorium. O ile w CloudLabs istnieje możliwość dostania się do maszyny z poziomu infrastruktury za pomocą narzędzi własnych, w narzędziu Microsoft jest to niemożliwe. Maszyna jest bliżej niezlokalizowana. Zauważalny jest również brak możliwości pomocy ze strony administratora.
- Limit jednej maszyny na laboratorium. CloudLabs takiego ograniczenia nie ma.
- AzureLabs nie obejmuje szkoleń, w których wymagana jest zmiana interfejsów sieciowych.
- Produkt Microsoft wymaga założenia konta Microsoft. Użytkownik co prawda otrzymuje zaproszenie na dowolnie wskazany adres mailowy, aby jednak skorzystać z laboratorium, trzeba zarejestrować się, pozyskując konto Microsoft.

- ISO jest możliwe do zaimplementowania na etapie tworzenia szablonu. Dyskietka nie ma jednak takiej możliwości.
- Nie ma możliwości uruchomienia maszyny z formatu ISO/VFD, więc szkolenia i przedmioty zawierające instalację systemu operacyjnego nie są możliwe.
- Teoretycznie tylko dla Windows, ponieważ do połączenia do laboratorium potrzebny jest plik RDP (mac i Linux mają z tym problem).

Azure Labs (zalety)

- Nested (zagnieżdżanie wirtualizacji) działa bardzo optymalnie.
- Limit maszyn w laboratorium wynosi 400.
- Bardzo intuicyjny interfejs użytkownika.
- Znany dostawca.

Reasumując, istotą problemu są różne oczekiwania odbiorców *versus* możliwości prezentowanych rozwiązań oraz ich użyteczność w procesie edukacji.

Kryteria oceny narzędzia CloudLabs

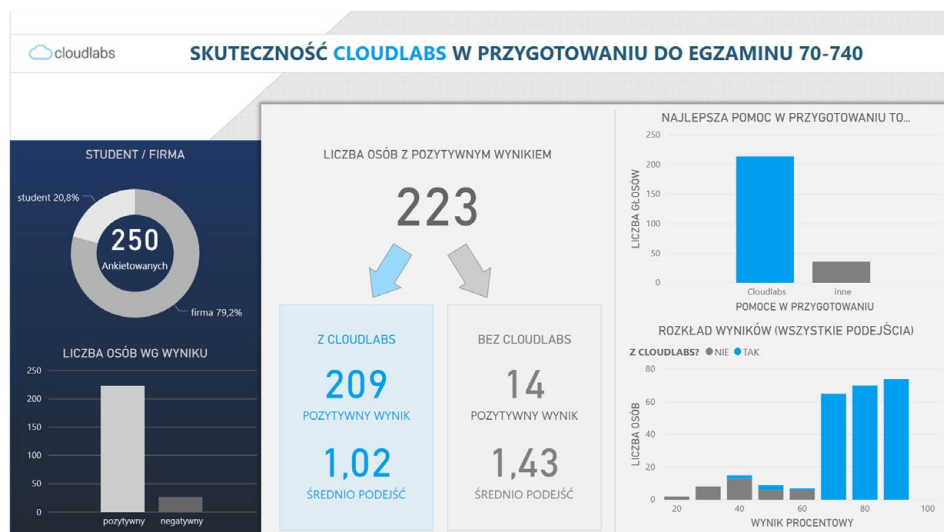
Oprócz analizy porównawczej ważną częścią badań była analiza skuteczności wytworzonego przez autora narzędzia. Oceniając metodę CloudLabs, oparł się na najbardziej wymiernym jego zdaniem parametrze, jakim jest skuteczność wsparcia w nauczaniu inżynierskim. W związku z tym przeprowadzono badanie na grupie 52 studentów Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki oraz 198 klientach firmy CloudTeam. Wszystkie osoby, które brały udział w badaniu, przystąpiły do zdawania egzaminu Microsoft 70-740; Windows Server 2016 – Instalacja, funkcje magazynowe i obliczeniowe. Osoby te podzielono na dwie grupy: grupę osób mogących przygotowywać się do egzaminu w formie tradycyjnej (książka, materiały wideo) i grupę osób mających do dyspozycji środowiska wirtualne. Badanie skupiono na jednym egzaminie z uwagi na jego popularność i dostępność. Dodatkowo analiza wyników jednego egzaminu pozwoliła na uwiarygodnienie wyników analizy.

Wyniki badań

W badaniu wzięło udział 250 osób. 52 osoby to studenci uczestniczący w różnego rodzaju projektach, natomiast 198 osób stanowili klienci firmy CloudTeam. 34 osoby spośród studentów przygotowywały się do egzaminu z użyciem środowisk wirtualnych, a 18 korzystało z innych narzędzi i materiałów edukacyjnych. Wśród klientów firmy CloudTeam 181 osób korzystało ze środowisk

laboratoryjnych, a 17 z alternatywnych materiałów edukacyjnych. Wynik pozytywny uzyskało 209 z 215 osób korzystających z CloudLabs. W przypadku osób przygotowujących się w inny sposób wynik pozytywny uzyskało 14 na 35 osób ogółem wybierających ten sposób dostarczenia materiałów wspomagających proces nauczania. Dodatkowo średnia procentowa wyników wśród osób korzystających z CloudLabs była o 19 proc. wyższa niż średnia ocen osób niekorzystających z wirtualnych laboratoriów. Na rysunku 16 widać, że znacząco zmniejszyła się również liczba podejść w celu uzyskania wyniku zadowalającego w przypadku korzystania z CloudLabs. Większość osób również wybrała tę metodę jako preferowaną w procesie nauczania. Satysfakcja autora wynikająca z przeprowadzonych badań jest tym większa, że obecnie coraz częściej pojawiają się pytania o możliwość skorzystania ze środowisk wirtualnych, a tak znane firmy jak AWS czy Google wręcz w znacznym stopniu opierają nowe szkolenia na tyżże środowiskach.

Rysunek 16. Skuteczność CloudLabs w przygotowaniu do egzaminu 70-740



Wyznaczenie obszarów zastosowań

Metoda CloudLabs znalazła dotychczas kilka zastosowań. Nad kolejnymi, związanymi z rozwojem samej metody, trwają intensywne prace. Część istniejących zastosowań skupiona jest wokół wyższych uczelni. To najliczniejsza grupa przypadków, gdzie metoda ta okazała się użyteczna. W opinii autora jest to pochodna kilku czynników sprzyjających zaimplementowaniu tytułowej architektury w środowiskach rozproszonych. Po pierwsze, uczelnie są naturalnym miejscem, gdzie nowoczesne technologie dostarczania wiedzy powinny znaleźć zastosowanie. Jednocześnie to miejsca posiadające wiele ograniczeń infrastrukturalno-logistycznych. Wymarzonym scenariuszem dla prowadzącego zajęcia z zastosowaniem systemów informatycznych jest możliwość dostarczania przygotowanych i gotowych do użycia środowisk laboratoryjnych. Nie jest to częstokroć proste zagadnienie, ponieważ część obecnych systemów nie ogranicza się do pojedynczego stanowiska komputerowego. Student powinien otrzymać kilka stanowisk w celu pełnego odzwierciedlenia sytuacji, jaką zastanie w swoim miejscu pracy. Samo w sobie nie jest to łatwe do spełnienia przez uczelnie, głównie z uwagi na ograniczenia technologiczne i infrastrukturalne. Kiedy dodamy do tego fakt, że takie stanowisko powinno być dla każdego studenta przygotowane indywidualnie i nie powinno zakłócać pracy innych studentów, otrzymujemy coraz pełniejszy obraz trudności w dostarczeniu takiego środowiska. Jeżeli dołożymy do tego trzeci wymóg, związany z dostępem do takiego środowiska nie tylko w siedzibie uczelni, podczas zajęć, pojawia się komplet oczekiwań, które częstokroć trudno spełnić. Prawdopodobnie z tego względu zaproponowana uczelniom przez CloudTeam metoda CloudLabs spotkała się z tak dużym zainteresowaniem i znalazła realne przykłady zastosowań. Ich potrzeby zostały w stu procentach spełnione i zaadresowane przez stworzone przez autora narzędzie do dystrybucji środowisk. Trzy główne cechy produktu i ich potrzeby skupiają się wokół trzech punktów:

- **możliwości szybkiego dostarczenia studentom środowiska komputerowego składającego się z zadanej liczby komputerów;**

- **możliwości indywidualnej, ciągłej pracy w środowisku laboratoryjnym bez konieczności współdzielenia go z innymi studentami, o ile nie wskazuje na to scenariusz prac;**
- **możliwości korzystania ze środowisk laboratoryjnych przez całą dobę, siedem dni w tygodniu.**

Kolejnym przykładem zastosowań jest udostępnienie metody CloudLabs gronu uczniów klas licealnych i techników. W tym przypadku potrzeby w dużej mierze pokrywały się z poprzednio omawianym przykładem uczelni, jednak duża część jest uzupełniona o nowe potrzeby, które są zaspokajane przez narzędzie CloudLabs.

Zapewnienie środowisk komputerowych

Pomimo wielomilionowych inwestycji wiele szkół i uczelni nadal boryka się z problemem niewystarczającego wyposażenia sal komputerowych. W niektórych szkołach kłopotliwy sprzęt komputerowy uniemożliwia prowadzenie zajęć dostarczających najbardziej pożądaną kompetencję informatycznych.

Przygotowanie środowisk komputerowych

Przekazywanie wiedzy uczniom i studentom związane jest z koniecznością, czasem pracochłonnego, przygotowania pracowni komputerowych. Obowiązek ten spoczywa najczęściej na nauczycielach i wykładowcach akademickich, którzy z powodu wykonywania wielu innych obowiązków zmuszeni są poświęcać dodatkowy czas na odpowiednie skonfigurowanie stanowisk komputerowych.

Podnoszenie kompetencji wykładowców

Edukacja w zakresie najnowszych technologii informatycznych powoduje konieczność ustawicznego podnoszenia kompetencji nauczycieli. Jest to proces nie tylko długotrwały, ale i kosztowny, wymagający dużych nakładów finansowych i logistycznych. Wykładowcy uzyskują najnowszy sprzęt komputerowy, z oczekiwaną przez nich mocą obliczeniową adekwatną do bieżących potrzeb. Nie muszą przy tym zaopatrywać się w bardzo kosztowne komputery, których moc będzie wykorzystywana sporadycznie.

Zabezpieczenie stanowisk komputerowych ucznia

W dobie cyberzagrożeń ważne jest, by dostarczać uczniom środowiska bezpieczne, pozbawione niedozwolonych treści, nienarażone na ataki i różne próby zagrażające korzystającym osobom. Przygotowane stanowisko laboratoryjne może być całkowicie odcięte od sieci Internet, jak również może mieć

wbudowany zestaw zabezpieczeń. Tym samym wszelkie ryzyko przeniesione jest na dostawcę takiego środowiska.

Centralne środowisko serwerowe udostępniające uczniom miejsce pracy i automatycznie przygotowujące im środowiska komputerowe

Można wyobrazić sobie środowisko serwerowe dające moce obliczeniowe szkołom. Każdy uczeń w sposób automatyczny otrzymuje zdalny komputer. Obecnie przygotowanie pracowni leży w gestii osób zarządzających szkołą, ewentualnie nauczycieli informatyki. Powoduje to, jak wspomniano, duży nakład pracy ze strony każdej placówki. Zadaniem metodyka jest przygotowanie materiałów i obrazu wzorcowego środowisk na zajęcia komputerowe. Osoby w szkołach posiadające harmonogramy zajęć szkolnych, wczytują je w celu automatycznego przyznania ich uczniom. Takie rozwiązanie jest częścią projektu dla miast wojewódzkich.

Umożliwienie korzystania ze środowisk komputerowych z każdego miejsca i o każdej porze dnia w przypadku dostępu do Internetu

Zapewniając szkołom dostęp do Internetu i wykorzystując koncepcję centralnego środowiska serwerowego, autor daje uczniom i studentom możliwość nauki nie tylko podczas zajęć szkolnych, ale również z domu i z każdego urządzenia podłączonego do sieci. Ponadto każdy uczeń może się podłączyć do środowiska komputerowego bez względu na posiadany komputer, gdyż wymagana jest jedynie obecność na nim przeglądarki internetowej. Takie zastosowanie posiada obecnie kilkadziesiąt uczelni w Polsce, w tym Politechnika Warszawska, Akademia WSB, Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki, Politechnika Opolska, Akademia Finansów i Biznesu Vistula, Uniwersytet Pomorski, Akademia Bialska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie i wiele innych.

Centralne repozytorium przygotowujące nauczycieli do prowadzenia zajęć jako część platformy on-demand dla nauczycieli

Szkolenia takie są nagrany formą pełnego wykładu dla nauczycieli, składającego się z:

- materiału wideo,
- środowiska wirtualnego,
- materiału e-learningowego,
- testu,
- wydruku certyfikatu,
- dodatkowych materiałów,
- kontaktu z trenerem.

Rysunek 17. Prototyp okna repozytorium dla pojedynczego wykładu

Prezentowane rozwiązanie jest rozszerzeniem metody CloudLabs i stanowi platformę e-learningową, której częścią są wirtualne laboratoria. Można łatwo wyobrazić sobie sytuację, że platforma Moodle posiada odniesienie do środowisk laboratoryjnych, będących integralną częścią materiałów e-learning.

Dostawca laboratoriów Microsoft dla partnerów edukacyjnych

Kolejnym przykładem wdrożenia jest współpraca z centralą Microsoft. Laboratoria dostępne są dla wszystkich ośrodków edukacyjnych na świecie. Model działania każdego autoryzowanego ośrodka edukacyjnego polega na oferowaniu zawartości edukacyjnej w formie autoryzowanych materiałów, uzupełnianych wykładem trenera i całą logistyką szkolenia. Od 2018 roku oprócz zakupu materiałów szkoleniowych ośrodek szkoleń Microsoft może dokupić środowisko laboratoryjne oparte na metodzie CloudLabs.

CloudHackathon – laboratoria oparte na scenariuszach

CloudHackathon jest narzędziem do praktycznego zdobywania i weryfikowania wiedzy studentów. Platforma ta umożliwia zdobywanie wiedzy w obszarze zadanej technologii poprzez pracę zespołową w środowiskach chmurowych trzech największych dostawców: Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform lub dotychczasowych on-premise. I właśnie w środowiskach on-premise laboratoria wirtualne CloudLabs znajdują zastosowanie. Bez platformy do udostępniania środowisk laboratoryjnych przeprowadzenie takiego wydarzenia w sposób lokalny byłoby trudne, nie mówiąc już o wersji zdalnej, obejmującej uczestników w różnych lokalizacjach.

CloudHackathon to zaplanowane wydarzenie, trwające najczęściej od 2 do 8 godzin, a rywalizacja odbywa się między zespołami, w skład których wchodzi najczęściej od 2 do 4 osób. Uczestnicy pracują na tymczasowych środowiskach, tworzonych oraz usuwanych na potrzeby realizacji wyzwań. Całe wydarzenie monitorowane jest przez moderatora. Pełni on funkcję mentora, który nadzoruje wydarzenie i pomaga zespołom w razie problemów z wyzwaniem, dostępnymi w katalogu wyzwań lub zdefiniowanymi przez administratora w zależności od indywidualnych potrzeb, co daje nieograniczoną liczbę hakatonów. Funkcjonalności metody CloudLabs, w tym nadzorowanie wszystkich studentów i możliwości zdalnej pomocy, świetnie wpisują się koncepcję rozwiązania.

Egzaminy zdalne połączone z weryfikacją wiedzy praktycznej

Platforma egzaminacyjna to narzędzie do przeprowadzania egzaminów online. Narzędzia tej klasy zbudowane są w oparciu o wieloletnie doświadczenia w obszarze edukacji. Zapewniają adekwatność oceny do wiedzy posiadanej przez studenta. Istniejący od kilku lat na rynku produkt firmy CloudTeam o nazwie CloudLabs jest kompatybilny i gotowy do pracy z systemem laboratoryjnym, co sprawia, że zachowuje ramy koncepcji elastycznego systemu, umożliwiającą weryfikację wiedzy również praktycznej.

Wnioski i rozwój

Za osiągnięcia związane z metodą CloudLabs autor uważa zarówno te w zakresie wyników badań, udowodnionej użyteczności dla grupy badanej, jak również wszystkie zaliczane do tych komercyjnych. Do najważniejszych osiągnięć, które udało się uzyskać w trakcie pracy, zalicza:

Opracowane metody nazwanej CloudLabs, opartej na architekturze rozproszonych systemów informatycznych, której celem jest dostarczanie kompletnych, dostosowanych do dynamicznie zmieniających się potrzeb użytkownika środowisk wirtualnych laboratoriów komputerowych i poprawiających osiągnięte przez studentów efekty uczenia się.

Zbudowanie narzędzia CloudLabs, które umożliwiło implementację metody oraz weryfikację jej poprawności i przydatności. Autorskie narzędzie pozwala na dostarczanie do klienta końcowego (studenta) gotowego środowiska pracy w ciągu kilku minut i w dowolne miejsce spełniające minimalne wymagania, przy czym środowisko pracy może podlegać dużej zmienności wymagań.

Ograniczenie kosztów utrzymania i obsługi dostarczanych środowisk laboratoryjnych poprzez znaczną automatyzację czynności administratorskich zaimplementowanych w narzędziu CloudLabs. W porównaniu ze stonowanymi do tej pory rozwiązaniami wirtualizacyjnymi w edukacji inżynierskiej podobnego typu, proponowane rozwiązanie znacząco ogranicza nakłady pracy człowieka potrzebne do przygotowania, dostarczenia i utrzymania środowisk laboratoryjnych.

Przeprowadzenie pozytywnej weryfikacji zaproponowanej metody i narzędzia w rzeczywistych środowiskach akademickich i korporacyjnych. Opracowana metoda i narzędzie zostały wdrożone przez autora w kilku uczelniach oraz w komercyjnym ośrodku szkoleniowym. Przeprowadzone badania na próbie kilkuset uczestników potwierdzają, że przyczynia się ona nie tylko do ograniczenia kosztów organizacji i obsługi nauczania, ale też do osiągnięcia przez studentów lepszych efektów uczenia się, niż przy zastosowaniu innych metod.

Uznanie przydatności metody i narzędzia CloudLabs przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz globalnego gracza edukacyjnego firmę Microsoft jako rekomendowanych narzędzi do pracy w edukacji inżynierskiej.

Podsumowując, można na podstawie przeprowadzonych badań i obserwacji stwierdzić, że metoda CloudLabs może być brana pod uwagę jako pomoc w nauczaniu inżynierii oprogramowania, programowania, baz danych, zarządzania infrastrukturą informatyczną, infrastrukturą sieciową, administracji serwerami itp.

Narzędzie CloudLabs zostało uznane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego jako narzędzie wspierające edukację zdalną na poziomie akademickim i umieszczone na liście rekomendowanych rozwiązań Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego <https://www.gov.pl/web/nauka/ksztalcenie-na-odleglosc>.

Rozwiązanie to zostało też zweryfikowane i uznane przez firmę Microsoft, która wskazała narzędzia CloudLabs do dystrybucji laboratoriów wirtualnych w skali światowej.

Mając na uwadze powszechną dostępność źródeł wiedzy i konieczność skupienia się nauczycieli na wyborze zawartości, metoda CloudLabs zdejmuje obciążenie związane z przygotowaniem i zarządzaniem środowiskiem laboratoryjnym. Ponadto pozwala na pełną kontrolę prac wykonywanych przez studenta, a jemu samemu daje możliwość wykonywania projektów z każdego miejsca i z dowolnego systemu operacyjnego wyposażonego w przeglądarkę internetową. Badania pokazują, że CloudLabs posiada większą liczbę funkcji oczekiwanych przez odbiorcę niż konkurencyjne produkty dostępne na rynku. Osobiście autor za wielki sukces uważa fakt, że firma Microsoft zdecydowała się na wskazanie narzędzia CloudLabs do dystrybucji laboratoriów wirtualnych w skali światowej. Obecnie uwarunkowania finansowe nie dają jednak uzasadnienia finansowego do rozwoju tego sposobu jej wykorzystania, jednak samo przejście wszelkich audytów i dołączenie do elitarnego grona czterech firm mających taki kontrakt czyni to narzędzie unikatowym. Pozostałe narzędzia występują jedynie w modelu SaaS i nie umożliwiają tworzenia chmur prywatnych przez uczelnie, instytucje edukacyjne i duże przedsiębiorstwa.

Nie bez znaczenia pozostają też wyniki analizy grupy docelowej mającej styczność z metodą CloudLabs oraz zestawienie wyników uzyskiwanych przez nich w procesie uczenia się. Rezultaty wyraźnie wskazują na jej skuteczność i adekwatność względem ogólnych założeń i oczekiwań. Nie tylko odsetek zdających, którzy używają środowisk wirtualnych, jest zdecydowanie wyższy w porównaniu z osobami niekorzystającymi z takich środowisk. Również liczba punktów uzyskiwanych przez te osoby znacząco przewyższa liczbę

punktów gromadzonych przez osoby przygotowujące się do egzaminów wyłącznie z użyciem książek, materiałów wideo i wykładów. Oczywiście te ostatnie również umożliwiają uzyskanie wyniku pozytywnego, jednak badanie przeprowadzone na grupie 250 osób jednoznacznie wskazuje na preferencje użytkowników, którzy mieli kiedykolwiek możliwość skorzystania z wirtualnego środowiska wykorzystywanego do nauki dyscyplin inżynierskich.

Kierunki rozwoju CloudLabs będą zależeć od potrzeb i oczekiwań użytkowników, trendów w technologii oraz zmieniających się wymagań w sektorze edukacji, ale już dziś autor zauważa następujące obszary, mogące być w centrum jego uwagi przez najbliższe lata:

- **Rozszerzenie integracji i funkcjonalności.** CloudLabs ma potencjał do dalszej integracji z innymi rozwiązaniami CloudTeam, takimi jak: CloudExams, CloudCode czy University OnDemand. Ta ewolucja może obejmować rozwój bardziej kompleksowych i zintegrowanych systemów edukacyjnych, wspierających zarówno nauczanie zdalne, jak i stacjonarne.
- **Adaptacja do zmieniających się wymagań edukacyjnych.** W odpowiedzi na dynamicznie zmieniające się potrzeby sektora edukacji, CloudLabs może dostosowywać i rozwijać swoje funkcje, aby wspierać zarówno tradycyjne, jak i innowacyjne metody nauczania.
- **Rozwój technologii i bezpieczeństwa.** Z uwagi na rosnące zapotrzebowanie na bezpieczeństwo danych i prywatność online, CloudLabs może skupić się na ulepszaniu swoich protokołów zabezpieczeń i szyfrowania, aby zapewnić użytkownikom bezpieczne środowisko pracy.
- **Wspieranie nauki hybrydowej i zdalnej.** CloudLabs, oferujący dostępność zasobów 24/7 i oszczędności na infrastrukturze IT, ma potencjał dalszego rozwoju jako kluczowe narzędzie w modelach nauki hybrydowej i zdalnej, szczególnie w obliczu wyzwań takich jak pandemia lub inne zakłócenia.
- **Personalizacja doświadczeń edukacyjnych.** Możliwość dostosowywania środowiska do indywidualnych potrzeb studentów i nauczycieli może być kolejnym kierunkiem rozwoju, zwiększając efektywność i satysfakcję z procesu nauczania.
- **Szeroka dostępność i inkluzja.** CloudLabs może dążyć do jeszcze szerszej dostępności, szczególnie w regionach o ograniczonym dostępie do zasobów edukacyjnych, co wyrównywałoby szanse w edukacji na poziomie globalnym.
- **Innowacje w obszarze szkolnictwa wyższego.** CloudLabs, już teraz wykorzystywane przez kilka uczelni w Polsce i rekomendowane przez

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, może stać się pionierem w zakresie nowoczesnych rozwiązań edukacyjnych dla szkolnictwa wyższego.

- **Analizy zachowań studenta oraz udostępnienie modułu zakładającego gotowe scenariusze zadań do wykonania.** Obecnie rolą prowadzącego lub działu IT jest stworzenie szablonów środowisk laboratoryjnych. Stworzenie nowych scenariuszy dla wielu dziedzin oraz przedmiotów byłoby ciekawym materiałem dla prowadzących przedmioty. Poziom trudności byłyby adekwatny do wyników poprzednio wykonanych prac. Tym samym autor mógłby obserwować przyrosty wiedzy osób korzystających z metody CloudLabs w zestawieniu z osobami pracującymi w dotychczasowy sposób. Obecnie autor wprowadził możliwość umieszczania instrukcji. Poniżej zaprezentowany został pierwszy etap dalszej części projektu. Zrzut ekranu przedstawia pulpit użytkownika, uzupełniony o dodatkowe okno z instrukcją wykonania ćwiczeń. To oczywiście pole do integracji z silnikami AI.

Rysunek 18. Pulpit użytkownika wraz z instrukcją wykonania ćwiczenia



Reasumując, na podstawie przeprowadzonych badań autor stwierdza, że CloudLabs jest doskonałym narzędziem do zastosowania w edukacji, gdzie zmienność otoczenia jest stałą cechą zakresu wiedzy. Architektura rozproszona tego rozwiązania, przedstawiona w rozdziale Kryteria oceny skuteczności metody CloudLabs, zdecydowanie należy do jego najważniejszych cech i determinuje możliwość ciągłego rozwoju CloudLabs.

Bibliografia

1. „Wirtualna Edukacja. Czasopismo Elektroniczne”, 2000, nr 01-03/10.
2. M.J. Kubiak, *Próba stworzenia uniwersalnej definicji kształcenia na odległość*, „Wirtualna Edukacja. Czasopismo Elektroniczne”, 2008.
3. *Edukacja na odległość – Odrobina historii*, „Wirtualna Edukacja. Czasopismo Elektroniczne”, 2007.
4. Z. Adamiak, *Laboratorium wirtualne w środowisku gridowym*, 2006.
5. A. Krasuski, *Chmura obliczeniowa*, Wolters Kluwer Polska, 2016.
6. *Structure of Knowledge, Advances in Intelligent Information and Database Systems*, Springer 2010.
7. B. Galwas, *Postępy w e-edukacji*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2008.
8. Z. Dacko-Pikiewicz, M. Walancik, *Współczesne społeczeństwo w wirtualnej rzeczywistości*, Oficyna Wydawnicza Impuls, 2014.
9. P. Lenkiewicz, *Testowanie wiedzy studentów oraz przeprowadzanie interaktywnych lekcji w systemie edukacji przez Internet stosowanym w PJWSTK*. Materiały z VI konferencji Uniwersytet Wirtualny: VU’ 2006, Wydawnictwo PJWSTK.
10. P. Lenkiewicz, A. Chądzyńska, *Moduły do przeprowadzania internetowych lekcji i testowania wiedzy studentów w systemie edukacji przez Internet stosowanym w PJWSTK*. Materiały z konferencji Distance 2007.
11. W. Cholewa, *Indywidualizacja procedur komputerowo wspomaganego uczenia się*, „Postępy e-edukacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2008.
12. W. Karwowski, M. Rusek, A. Orłowski, *Narzędzia automatycznego sprawdzania wiedzy na platformach e-learningowych*, 2004.
13. „Postępy e-edukacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2008.
14. J. Starczewski, D. Rutkowska, *A Student Test Evaluation System Based on Type-2 Fuzzy Logic, International Workshop on Intelligent Media Technology for Communicative Intelligence*, 2004.
15. W. Dąbrowski, K. Markowski, P. Kowalczyk, *Środowisko wirtualne w zdalnej edukacji*, „Postępy e-edukacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2008.
16. R. Rak, *Wirtualne laboratorium – realny element kształcenia*, „Postępy e-edukacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2008.

17. A.M. Suduc, M. Bizoi, G. Gorghiu, *Virtual instrumentation environments used in the VccSse project*, „Postępy e-edukacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2008.
18. A.P. Dutt, P. Osmiałowski, *Virtual Robotics' Laboratory at the Polish – Japanese Institute of Information Technology*. W: *Uniwersytet Wirtualny: model, narzędzia, praktyka*, Wydawnictwo PJWSTK, 2007.
19. B. Dębska, Ł. Dębski, *Wspomaganie kształcenia metoda Blended Learning przedmiotu Metodologia Tworzenia Aplikacji*. W: *Uniwersytet Wirtualny: model, narzędzia, praktyka*, Wydawnictwo PJWSTK, 2007.
20. W. Bukowski, J. Baron, *Blended learning w nauczaniu przedmiotów podstawowych na studiach stacjonarnych*, „Postępy e-edukacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2008.
21. W.M. Barański, T. Walkowiak, *E-learning – aspekty techniczne, Od programowanego uceni k e-learningu*. Sbornik z konference, Ostrava, 2005.
22. K. Ninos, I. Stavrakas, G. Hloupis, C. Anastasiadis, D. Triantis, *Networked Learning Physics of Semiconductors Through a Virtual Laboratory Environment*. Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Supported Education, CSEDU, Valencia, 2010.
23. M. Zorrilla, D. Garcia, E. Alvarez, *An Approach to Measure Student Activity in Learning Management Systems*. Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Supported Education, CSEDU, Valencia, 2010.
24. R. Hijon, A. Velazquez, *E-learning Platforms Analysis and Development of Students Tracking Functionality*. Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, 2006.
25. B.A. Galwas, *Technika prowadzenia przedmiotu przez Internet*. Materiały z III konferencji Uniwersytet Wirtualny, Warszawa 2003.
26. W. Okoń, *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Wydawnictwo Żak, 1996.
27. J. Pieter, *Ogólna metodologia pracy naukowej*, Ossolineum, Wrocław 1967.
28. R. Wysocki, R. McGary, *Efektywne zarządzanie projektami*, wyd. 3, Helion, Gliwice 2003.
29. J. Rosenberg, A. Mateos, *Chmura obliczeniowa. Rozwiązania dla biznesu (e-book)*.
30. W. Tłaczała, *Wirtualne laboratorium podstaw techniki cyfrowej*, Wydawnictwo OWPW, 2017.
31. P. Fajfer, *Wirtualne laboratoria. Skrypt dla uczniów, t. 1, Wprowadzenie teoretyczne*, 2016.
32. K. Kuźmich, *E-learning. Kultura studiowania w przestrzeni sieci*, 2016.
33. M. Trocki, *Zarządzanie projektami*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003.
34. P. Zaskórski, *Wykłady „Zarządzanie projektami”*, wykłady WAT, 2008.
35. M.J. Rosenberg, *E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*, 2012.
36. I. Mokwa-Tarnowska, *E-learning i blended learning w nauczaniu akademickim. Zagadnienia metodyczne*, 2015.

37. M. Hyla, *Przewodnik po e-learningu*, Wolters Kluwer, 2016.
38. M. Serafin, *Wirtualizacja w praktyce (e-book)*, 2019.
39. A. Chodorek, *Sieci komputerowe. Laboratorium symulacyjne*, 2008.
40. K. Jamsa, *Cloud Computing*, Jones & Bartlett, 2013.
41. D. Rountree, *Basics of Cloud Computing*, 2013.
42. Z. Fryźlewicz, D. Parzygnat, Ł. Przerada, *Serverless na platformie Azure*, Helion, 2017.
43. T. Erl, *Cloud Computing*, 2017.
44. M. Ryan, *AWS System Administration*, O'Reilly Media, Inc, USA, 2018.
45. A. Shah, *Aurobindo Sarkar Learning AWS*.
46. J. Baron, H. Baz, T. Bixler, *AWS Certified Solutions Architect Official Study Guide*, 2018.
47. J.J. Geewax, *Google Cloud Platform in Action*, 2019.
48. V. Lakshmanan, *Data Science on the Google Cloud Platform*, 2017.
49. J.U. Gonzalez, S. Padmanabhan, T. Krishnan, *Building Your Next Big Thing with Google Cloud Platform*, 2019.
50. D. Ruest, N. Ruest & Grandmasters, *MCTS Egzamin 70-652. Konfigurowanie wirtualizacji systemów Windows Server*, 2008.
51. E.A. Cardoso, *Microsoft System Center Virtual Machine Manager 2012*, Microsoft, 2012.
52. B. Burns, *Projektowanie systemów rozproszonych*, Helion, 2015.
53. Z. Kierzkowski (red.), *Inteligentne metody komputerowe dla nauki, technologii i gospodarki*, Helion, 2005.
54. J. Dirksen, *Projektowanie metod dydaktycznych. Efektywne strategie edukacyjne*, wyd. 2, ebook, Helion.
55. M. Engel, *Podstawy programowania współbieżnego i rozproszonego*, WNT, Warszawa 2016.
56. K. Krakowski, Z. Leśniewski, *Metody rozproszone w dydaktyce*, Akademia Obrony Narodowej, 2014.
57. T. Siechniewicz, *Sorry, memory? Poznaj najlepsze metody zapamiętywania*, Psychoskok.
58. R. Walczak, *Podstawy zarządzania projektami. Metody i przykłady*, Difin, 2014.
59. R. Jones, *Zarządzanie projektami. Sztuka przetrwania*, tłum. M. Karbowski. MT Biznes, 2009.
60. *Organizacja jako obiekt projektowania w aspekcie jakości i efektywności procesów biznesowych*, „Nowoczesne Systemy Zarządzania”, 2010, z. 5, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Cybernetyki.
61. P. Zaskórski, T. Siemek, *Zarządzanie projektami w ujęciu kryteriów jakości zespołu projektowego*, „Nowoczesne Systemy Zarządzania”, 2010, z. 6, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Cybernetyki.
62. *Raport płacowy*, Sedlak & Sedlak 2017.

63. J. Bergmann, A. Sams, *Flip your classroom: reach every student in every class every day*, ISTE, Eugene, OR, 2012.
64. J. Bishop, M. Verleger, *The flipped classroom: A survey of the research*, ASEE National Conference Proceedings, vol. 30, no. 9, Atlanta 2013.
65. S. Khan, *Akademia Khana. Szkoła bez granic*, Media Rodzina, Poznań 2013.
66. C. Kupisiewicz, *Podstawy dydaktyki ogólnej*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1994.
67. E. O'Connor, *Microsoft Power BI Dashboards Step by Step*, Microsoft, 2018.
68. Amazon Web Services (AWS) – Cloud Computing Services, strona internetowa Amazon, <https://aws.amazon.com> [dostęp: 20.09.2019].
69. Microsoft Azure – Usługi przetwarzania w chmurze, strona internetowa Microsoft, <https://azure.microsoft.com/pl-pl/> [dostęp: 20.09.2019].
70. Szkolenie AWS Business Essentials, strona internetowa CloudTeam, <https://cloudteam.pl/szkolenie/aws-bess-aws-business-essentials/> [dostęp: 20.09.2019].
71. Szkolenie Migrating to AWS, strona internetowa CloudTeam, <https://cloudteam.pl/szkolenie/aws-mig-migrating-to-aws/> [dostęp: 20.09.2019].
72. Szkolenie Architecting on AWS, strona internetowa CloudTeam, <https://cloudteam.pl/szkolenie/aws-arch-architecting-on-aws/> [dostęp: 20.09.2019].
73. Szkolenie DevOps Engineering on AWS, strona internetowa CloudTeam, <https://cloudteam.pl/szkolenie/aws-doe-devops-engineering-on-aws/> [dostęp: 20.09.2019].
74. Szkolenie Systems Operations on AWS, strona internetowa CloudTeam, <https://cloudteam.pl/szkolenie/aws-so-systems-operations-on-aws/> [dostęp: 20.09.2019].
75. Szkolenie Designing and Implementing an Azure AI Solution, strona internetowa CloudTeam, <https://cloudteam.pl/szkolenie/ai-100-designing-and-implementing-an-azure-ai-solution/> [dostęp: 20.09.2019].
76. Szkolenie Microsoft Azure Administrator, strona internetowa CloudTeam, <https://cloudteam.pl/szkolenie/az-103-microsoft-azure-administrator/> [dostęp: 20.09.2019].
77. Szkolenie Microsoft Azure DevOps Solutions, strona internetowa CloudTeam, <https://cloudteam.pl/szkolenie/az-400-microsoft-azure-devops-solutions/> [dostęp: 20.09.2019].
78. Szkolenie Migrate SQL workloads to Azure, strona internetowa CloudTeam, <https://cloudteam.pl/szkolenie/dp-050-migrate-sql-workloads-to-azure/> [dostęp: 20.09.2019].
79. Strona internetowa Scrum.org, <https://www.scrum.org> [dostęp: 20.09.2019].
80. Strona internetowa Project Management Institute, <https://www.pmi.org> [dostęp: 20.09.2019].
81. Strona internetowa Agile Polska, <https://agilepolska.pl/> [dostęp: 20.09.2019].
82. J. Pieter, *Ogólna metodologia pracy naukowej*, Ossolineum, Wrocław 1967.
83. T. Kotarbiński, *O pojęciu metody*, PWN, Warszawa 1957.
84. R.K. Yin, *Case Study Research. Design and Methods*, Sage Publ., London 1989.

85. M. Pawlak, *Zarządzanie projektami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
86. P. Zaskórski, T. Siemek, *Organizacja jako obiekt projektowania w aspekcie jakości i efektywności procesów biznesowych*, „Nowoczesne Systemy Zarządzania”, z. 5, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Cybernetyki.
87. R.K. Wysocki, R. McGary, *Efektywne zarządzanie projektami: poznaj nowoczesne metody zarządzania projektami*, wyd. 3, Helion, Gliwice 2005.
88. VMware Horizon, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/VMware_Horizon_View [dostęp: 20.09.2019].
89. W. Okoń, *Nowy słownik pedagogiczny*, Wyd. Żak, Warszawa 2004.
90. R. Jezierski, J. Sokolnicki, T. Siemek, M. Karski, *CloudLabs – laboratoria w chmurze. Analiza przypadku*, „EduAkcja. Magazyn edukacji elektronicznej”, 2016, 2(12).
91. Zhang, Q., Du, X., Li, J., & Han, Z., *Design and analysis of wireless data center network topology HCDCN based on VLC*. “Journal of Cloud Computing”, 2023, 12, 165..
92. Kumar S.S. & Muthu T.S., *Volatile Kernel Rootkit hidden process detection in cloud computing*, “Journal of Cloud Computing”, 2023, 12, 164.
93. Prasad V.K., Dansana D., Patro S.G.K., Salau A.O., Yadav D. & Bhavsar M., *CIA-CVD: cloud based image analysis for COVID-19 vaccination distribution*, “Journal of Cloud Computing”, 2023, 12, 163.
94. Ali, R., Hassan Zada, M. S., Khatak, A. M., & Hussain, J. (2023). Algorithm selection using edge ML and case-based reasoning. “Journal of Cloud Computing”, 12, 162.
95. Ali S., Khan M.S., Khan A., Sarwar M.A., Syam M.S., Aamir M., Ghadi Y.Y., Alkahtani H.K. & Mostafa S.M., *Exploring cross-cultural and gender differences in facial expressions: a skin tone analysis using RGB Values*, “Journal of Cloud Computing”, 2023, 12, 161.
96. Armer C., Letronne F. & DeBenedictis E., *Support academic access to automated cloud labs to improve reproducibility*, “PLOS Biology”. This publication, although released in 2023, discusses the concept of cloud labs and their potential to improve reproducibility in experimental biology, making it a significant contribution to the field as of 2022.

Słownik

Administrator – osoba zarządzająca wydaniem środowisk oraz tworząca nowe zestawy/ definicje środowisk

Aplikacja – zasób softwarowy z zadaną funkcjonalnością

Maszyna wirtualna – system operacyjny wraz z aplikacjami uzupełniającymi, stanowiący samodzielną część lub składową środowiska udostępnianą użytkownikowi

Środowisko serwerowe – zestaw serwerów, macierzy dyskowej oraz urządzeń sieciowych służący do przechowywania laboratoriów w formie zwirtualizowanej

Środowisko wirtualne – maszyna wirtualna lub zestaw maszyn wirtualnych tworzących środowisko użytkownikowi

Trener – osoba mająca te same uprawnienia co użytkownik, uzupełnione o możliwość monitorowania pracy przypisanej grupie użytkowników oraz o dostęp zdalny do ich środowisk; może zdalnie wgrywać (*upload*) uzupełniające pliki ISO dostępne dla grupy użytkowników w środowiska dostępne

Użytkownik – osoba korzystająca z przypisanego środowiska w zadanym czasie i z zadanymi ograniczeniami odnośnie do wykorzystania zasobów

Spis tabel

Tabela 1.

Tabela z pytaniami dotyczącymi wykorzystania i przydatności narzędzia CloudLabs	30
---	----

Tabela 2.

Wymagania funkcjonalne / realizowane procesy narzędzia CloudLabs	34
--	----

Tabela 3.

Porównanie cech narzędzi do dystrybucji maszyn wirtualnych	66
--	----

Spis rysunków

Rysunek 1.

Poglądowy schemat dostarczania środowisk oparty na wirtualizacji 18

Rysunek 2.

Narzędzie CloudLabs zintegrowane z platformą OnDemand 27

Rysunek 3.

Trójkąt projektu 38

Rysunek 4.

Cykl życia projektu 39

Rysunek 5.

Cykl życia usługi w systemie informatycznym CloudLabs 48

Rysunek 6.

Komponenty CloudLabs po stronie klienta, które muszą być objęte opieką w przypadku chmury prywatnej 52

Rysunek 7.

Aplikacja administracyjna 53

Rysunek 8.

Ekran powitalny użytkownika 54

Rysunek 9.

Panel dostępu do maszyn wirtualnych 55

Rysunek 10.

Panel przywracania środowiska wirtualnego
do zapamiętanych obrazów 55

Rysunek 11.

Ekran informacji o wygaśnięciu środowiska 56

Rysunek 12.

Wygląd aplikacji trenerskiej 57

Rysunek 13.

CloudLabs w chmurze hostowanej 58

Rysunek 14.

Procesy zarządzania ryzykiem 60

Rysunek 15.

Schemat integracji z chmurą publiczną firmy Oktawave 63

Rysunek 16.

Skuteczność CloudLabs w przygotowaniu
do egzaminu 70-740 69

Rysunek 17.

Prototyp okna repozytorium dla pojedynczego wykładu 74

Rysunek 18.

Pulpit użytkownika wraz z instrukcją wykonania ćwiczenia 80

