**OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA**

**Zastosowanie**

Przedmiotem zamówienia jest system, służący do automatycznego powoływania złożonych środowisk zwirtualizowanych, obejmujący platformę sprzętową i programową. Poprzez platformę sprzętową rozumie się rozwiązanie hiperkonwergentne (klaster pamięci masowej HCI), integrujące i dostarczające jednolite, rozproszone zasoby obliczeniowe, dyskowe oraz sieciowe. Poprzez platformę programową rozumie się system orkiestrujący i automatyzujący powoływanie środowisk fizycznych i zwirtualizowanych.

Technologie informatyczne związane z wirtualizacją i konteneryzacją należą do jednych   
z najdynamiczniej rozwijających się w ostatnich latach. Powstają kompleksowe rozwiązania i ekosystemy takie jakDocker czyKuberentes, które wspierane są przez największych dostawców usług chmurowych takich jak Amazon (Amazon Web Services), Google (Google Cloud Platform) czy Microsoft (Azure). Pojawiają się wciąż nowe usługi związane z obliczeniami chmurowymi, rośnie zapotrzebowanie na kompetencje związane z tymi obszarami. Zyskują na znaczeniu organizacje powołane w ostatnich latach takie jak Cloud Native Computing Foundation, którą w sierpniu 2018 firma Google przekazała społeczności pod opiekę operacyjną. Powstają nowe, związane   
z tym certyfikaty dla administratorów - CertifiedKubernetes Administrator a także programistów - CertifiedKubernetes Application Developer.  W aspektach związanych z wytwarzaniem oprogramowania bardzo istotne miejsce zajmują zagadnienia z obszaru zwanego DevOps w szczególności ciągłej integracji   
(ang. Continuous Integration), ciągłego dostarczania / wdrażania (ang. Continuous Delivery / Deployment) usług. W Polsce (a także na świecie) odbywa się coraz więcej edycji międzynarodowych konferencji poświęconych tym zagadnieniom takie jak na przykład w 2019 roku  DevopsDays w Warszawie oraz w Poznaniu. Innym obszarem aktualnie dynamicznie rozwijającym się są technologie uczenia maszynowego (ang. machine learning) i sztucznej inteligencji. Duża liczba rozwiązań i bibliotek programistycznych, publicznie dostępne duże zbiory danych i coraz powszechniejsze zastosowania przemysłowe powodują, że kompetencje związane z tego typu rozwiązaniami stają się często poszukiwane u absolwentów kierunków informatycznych.

Bardzo dynamiczny rozwój wspomnianych dziedzin w ostatnich latach a nawet miesiącach, a także zapotrzebowanie na lokalnym rynku branży IT zadecydował, że kompetencje w wymienionych wyżej obszarach będą nauczane na nowych studiach z informatyki o profilu praktycznym. Zapotrzebowanie na tego typu kompetencje potwierdzają wnioski z działań prowadzonych na Wydziale i w Instytucie Informatyki w ramach współpracy z pracodawcami, w szczególności spotkań Rady Konsultacyjnej w 2019 roku a także działań   
i konsultacji prowadzonych z partnerem projektu firmą Kainos. Wspomniane nowe studia będą prowadzone przez Instytut Informatyki UG na kierunku informatyka,w trybie stacjonarnym. Chodzi o 3-letnie studia licencjackie. Studia te, o profilu praktycznym mają za zadanie jak najlepiej przygotować studentów do pracy w branży IT.  Efektywne nauczanie przedmiotów związanych z technologiami wytwarzania oprogramowania, szczególnie   
w wyżej wymienionych obszarach, wymaga elastycznego rozwiązania w zakresie wirtualizacji. W ramach zamówienia pragniemy zakupić i wdrożyć platformę wirtualizacyjną z licencją dla 250 użytkowników,   
w przyszłości rozbudowywaną, umożliwiającą efektywną (także zdalną), naukę w środowisku dedykowanym poszczególnym technologiom i pracującym w różnych systemach operacyjnych, zarówno z rodziny Linux jak i MS Windows.

Realizacja zajęć przy pomocy innowacyjnego środowiska umożliwiającego wirtualizację, pracę zdalną   
w trybie 24h, monitoring i ocenę wykonania zadań przez studenta znacząco poprawi jakość nauczania i pozwoli studentom uczyć się, eksperymentować i pracować w środowisku możliwie zbliżonym do środowisk produkcyjnych.

Jednym z zasadniczych celów platformy jest to, aby dała kadrze nowego kierunku, Informatyka o profilu praktycznym, prowadzącej przedmioty związane z wytwarzaniem oprogramowania i sztuczną inteligencją możliwość łatwego przygotowania docelowych środowisk, w postaci dedykowanych zestawów maszyn wirtualnych i ich konfiguracji w zakresie niezbędnych parametrów (zasoby procesora, pamięci operacyjnej   
i dyskowej, konfiguracja sieci). Rozwiązanie powinno umożliwiać wygodne, zdalne (za pomocą przeglądarkowej aplikacji webowej) zarządzanie i konfigurowanie wirtualnych laboratoriów. Platforma powinna oferować integrację z działającą na Wydziale usługą Active Directory tak, aby w łatwy sposób zarządzać dostępem (uwierzytelnianiem i autoryzacją) docelowych użytkowników – studentów i pracowników. Dzięki wdrożeniu platformy, z indywidualnych kopii takich zestawów - maszyn wirtualnych - będą mogli, w trybie 24h, korzystać studenci zarówno na zajęciach, jak i podczas samodzielnej nauki w domu. Platforma powinna oferować dostęp zdalny dla pracowników i studentów do docelowych środowisk za pomocą protokołu SSH (terminal) lub poprzez rozwiązania typu Remote Desktop.

Z uwagi na funkcjonalności planowanego rozwiązania, wirtualne laboratoria mają zostać uruchomione na zakupionej w ramach Projektu infrastrukturze Wydziału. Z tego względu poza rozwiązaniami sprzętowymi   
i infrastrukturą zapewniającymi wydajne funkcjonowanie platformy, zakupione zostaną również licencje on-premise oprogramowania pozwalającego na wygodną i przyjazną użytkownikowi wirtualizację środowisk dla przedmiotów nowego kierunku. Planowany jest zakup licencji umożliwiającej jednoczesny dostęp dla 250 użytkowników. Rozwiązanie takie będzie na tyle elastyczne, że pozwoli przygotować środowisko dla praktycznie dowolnej technologii związanej z nowym kierunkiem studiów o profilu praktycznym. Dlatego bardzo istotne jest, aby dostawca platformy oferował również szkolenia, wsparcie i pomoc w zakresie konfiguracji środowisk dla przyszłych zastosowań na przestrzeni kilku lat.

Ze względu na potrzebę zapewnienia możliwości rozbudowy systemu o elementy będące już   
w posiadaniu Wydziału istotne jest, aby dostarczana platforma obsługiwała sprzęt największych dostępnych na rynku marek. Ważne, aby architektura systemu, a w szczególności centrum danych i komponenty sieciowe, była oparta na rozwiązaniu jednego renomowanego producenta, dla zapewnienia wydajnej i optymalnej współpracy wszystkich podzespołów w obrębie platformy.

Wieloletnie doświadczenie pracowników Wydziału pokazuje, że jest to także bardzo istotne z punktu widzenia serwisu IT: jeden punkt zgłoszeń serwisowych pozwala uniknąć opóźnień zarówno przy poszukiwaniu przyczyn problemów dotyczących sprzętu oraz oprogramowania, jak i przy ich rozwiązywaniu.

Dostarczone rozwiązanie musi zapewniać niezależne skalowanie zasobów, dając możliwość bezproblemowej ich rozbudowy na przestrzeni kilku najbliższych lat, a przede wszystkim tworzyć solidne fundamenty elastycznego i responsywnego podejścia do nauczania w odniesieniu do potrzeb rynku IT.

Ze względu na ograniczone zasoby ludzkie zespołu IT na Wydziale kładziemy duży nacisk na: inteligentną kompleksową automatyzację obejmującą automatyzację sieci, ujednolicone zarządzanie obejmujące wszystkie obciążenia oraz rozwiązanie bez użycia macierzy (i związanej z tym potrzeby administracji tym elementem infrastruktury (np. aktualizacji), czy zarządzania z oddzielnego narzędzia) .

**DEFINICJE POJĘĆ STOSOWANYCH W OPISIE:**

1. System (**SMW**): serwery wraz ze środowiskiem maszyn wirtualnych
2. Serwery (**SER**): serwery klastra pamięci masowej HCI
3. Serwery wspomagające (**SEW**): serwery integrujące system (**SMW**) z infrastrukturą Wydziałową,
4. Klaster (**KPM**): klaster pamięci masowej
5. Węzeł pamięci masowej (**WPM**): kluczowy element systemu zasobów pamięci,
6. Węzeł obliczeniowy (**WOB**): kluczowy element systemu wykonujący zadania obliczeniowe
7. System przełączania LAN (**SPL**): Przełącznik sieciowy dla systemu przełączania LAN dla klastra pamięci masowej HCI
8. System wirtualizacji (**SYW**): System wirtualizacji dla klastra pamięci masowej HCI
9. Oprogramowanie orkiestrujące infrastrukturę (**OOI**): Zarządzanie zasobami i automatyzacja procesów
10. Miejsce użytkowania (**MU**): budynek Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki, ul. Wita Stwosza 57
11. Gwarancja Producenta (**GP**): dobrowolne zobowiązanie producenta urządzenia do bezpłatnego usunięcia wady sprzętu poprzez jego naprawę lub wymianę obejmującą również diagnostykę i pomoc techniczną dla użytkownika w zakresie użytkowania urządzeń.
12. Gwarancja Wykonawcy (**GW**): dobrowolne zobowiązanie Wykonawcy systemu do bezpłatnego usunięcia wady systemu.
13. Okres gwarancji (**OG**)**:** Bieg gwarancji rozpoczyna się od momentu sprzedaży do końca deklarowanego terminu liczonego w miesiącach
14. Gwarancja typu on-site (**OS**): gwarancja świadczona w miejscu użytkowania systemu (**SMW**).
15. Metoda kontaktu (**MT**): metoda w jaki sposób należy zgłaszać awarie, np.: telefonicznie, drogą komunikacji elektronicznej, itd. Szczegółowe informacje dotyczące sposobu kontaktu mają zostać ujęte w karcie gwarancyjnej produktu.
16. System obsługi zgłoszeń (**SO**): rozwiązanie informatyczne serwisu Wykonawcy w celu rejestracji, obsługi, zakończenia i monitorowania zgłaszanych problemów.
17. Wsparcie techniczne (ang. maintenance) (**WT**): Usługa świadczona przez Wykonawcę w celu zagwarantowania i utrzymania pracy ciągłej systemu(**SMW**) gotowego do działania zgodnie z podanym zastosowaniem.
18. Konsultacje techniczne (**KT**): usługa świadczona przez Wykonawcę w formie konsultacji w zakresie obsługi systemu (**SMW**)
19. Wdrożenie (**WD**): prace techniczne i informatyczne polegające na wytworzeniu środowiska pracy systemu (**SMW**) do realizacji celów podanych w zastosowaniu.
20. Reżim 24/7 (**R24**): całodobowe wsparcie techniczne (**WT**) świadczone przez Wykonawcę lub producenta zapewniane 7 dni w tygodniu
21. Reżim 8x5xNBD (**R8**): Wsparcie techniczne (**WT**) świadczone przez Wykonawcę lub producenta zapewniane od poniedziałku do piątku w godzinach 8:00-16:00 z czasem reakcji następnego dnia roboczego
22. Błąd Krytyczny (**BK**): błąd powodujący przerwę działania lub istotne ograniczenie funkcjonalności całego systemu (**SMW**).
23. Błąd Zwykły (**BZ**): pozostałe błędy nie mające istotnego wpływu na działanie systemu. Istnieje obejście błędu.
24. Rozpoczęcie naprawy (**RN**): rozpoczęcie prac technicznych w miejscu użytkowania systemu (**SMW**) przez serwis Wykonawcy.
25. Zakończenie naprawy (**ZK**): przywrócenie działania systemu (**SMW**) do pełnej sprawności, tj. stanu sprzed awarii.
26. Czas naprawy (**CN**): czas jaki upływa od momentu rozpoczęcia naprawy (**RN**) do zakończenia naprawy (**ZK**).

# Informacje ogólne dotyczące systemu (SMW):

1. Dostarczane urządzenia systemu (**SMW**) muszą być fabrycznie nowe i nie mogą być odświeżane (refurbished)
2. Dostarczane urządzenia systemu (**SMW**) muszą być wolne od wad prawnych oraz fizycznych i nie mogą mieć do nich praw osoby trzecie oraz nie mogą być one przedmiotem żadnego postępowania i zabezpieczenia.
3. Serwery **(SER)** wchodzące w skład systemu (**SMW)** mają posiadać obudową stelażową 19” o maksymalnej o wysokości dostosowanej do oferowanych urządzeń. Należy uwzględnić, że wszystkie elementy systemu (**SMW**) mają się zmieścić do pojedynczej szafy przemysłowej o wysokości nie przekraczającej 42U. Obudowy mają być wyposażone w szyny umożliwiające pełne wysunięcie (np.: w celach serwisowych).
4. Dostarczane urządzenia systemu (**SMW**) muszą być wyposażone w najnowszą, proponowaną przez producenta sprzętu - na dzień składania ofert - wersję systemu operacyjnego, spełniającego warunki zawarte w SIWZ.
5. Dostarczane urządzenia systemu (**SMW**) oraz jego elementy składowe wraz z systemem operacyjnym nie mogą znajdować się na aktualnej (na czas składania ofert) liście elementów producenta przewidzianych do wycofania z produkcji, sprzedaży lub serwisowania.
6. Wszystkie urządzenia wchodzące w skład systemu (**SMW**) muszą być dostarczone z kompletem okablowania oraz akcesoriami mechanicznymi koniecznymi do montażu do szaf telekomunikacyjnych 19".
7. Zamawiający musi mieć pełne prawa do korzystania z licencji i oprogramowania zainstalowanego   
   w urządzeniach systemu (**SMW**).
8. Wszystkie licencje dla rozwiązania (**SWM**) muszą być zapewnione dla jego oferowanej pojemności i rozmiaru klastra (**KPM**).
9. Jeśli funkcjonalność klastra pamięci masowej (**KL**) i systemu przełączania LAN (**SPL**)jest licencjonowana czasowo, to wymaga się dostarczenia odpowiedniej subskrypcji na okres 5 lat.
10. Wymaga się dostarczenia z każdym węzłem pamięci masowej (**WPM**) oraz węzłem obliczeniowym (**WOB**) oprogramowania wirtualizacyjnego, z funkcjonalnością opisaną w punkcie T3.
11. Z powodu ograniczonej przestrzeni i wydajności serwerowni (w kategoriach mocy zasilania   
    i odprowadzania ciepła) wymagamy, aby przedstawione rozwiązanie systemu (**SMW**) mieściło się w jednej szafie przemysłowej typu rack [max.42U], a maksymalny pobór mocy dla całego systemu (**SMW**) nie przekraczał 5 kW przy średnim obciążeniu wynoszącym 50%.
12. Wymaga się, aby Wykonawca posiadał aktualny certyfikat ISO 9001 w zakresie projektowania, instalacji   
    i utrzymania systemów IT lub równoważny. Opis dotyczący równoważności znajduje się w rozdziale III SIWZ.
13. Zamawiający posiada licencje oprogramowania, pozwalające na uruchomienie na dostarczonej platformie 250 maszyn wirtualnych z systemem operacyjnym Windows 10 według poniższej specyfikacji:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Symbol | Nazwa | Ilość |
| [AAA-28634](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1hR0orBTnEWAIkY3pMUZDgOkM8O4Tn3LCnD6QyaxOShY/edit#gid=376656980&range=A320) | Win Server StdCore 2 SL | 252 |
| [AAA-03871](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1hR0orBTnEWAIkY3pMUZDgOkM8O4Tn3LCnD6QyaxOShY/edit#gid=376656980&range=A155) | Win RDS User CAL | 250 |
| [AAA-03786](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1hR0orBTnEWAIkY3pMUZDgOkM8O4Tn3LCnD6QyaxOShY/edit#gid=376656980&range=A122) | Win Server User CAL | 250 |
| [AAA-03656](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1hR0orBTnEWAIkY3pMUZDgOkM8O4Tn3LCnD6QyaxOShY/edit#gid=376656980&range=A88) | VrtlDtpACC E3 DevSubsc | 250 |

# Informacje ogólne dotyczące gwarancji

1. Wszystkie serwery oferowane w ramach systemu (**SMW**) mają posiadać gwarancję producenta na okres 60 miesięcy realizowaną w reżimie **(R24)**.
2. Wszystkie przełączniki oferowane w ramach systemu (**SMW**) mają posiadać gwarancję producenta na okres 60 miesięcy realizowaną w reżimie 8x5xNBD (**R8**).
3. Określa się maksymalny Czas Naprawy **(CN)** odpowiednio dla reżimu (**R24**):
   1. (**BK)** czas naprawy nie przekraczający 24 godzin
   2. **(BZ)** czas naprawy nie przekraczający 48 godzin
4. Określa się maksymalny Czas Naprawy **(CN)** odpowiednio dla reżimu (**R8**):
   1. (**BK)** czas naprawy nie przekraczający 24 godzin w dniach roboczych
   2. **(BZ)** czas naprawy nie przekraczający 48 godzin w dniach roboczych
5. Ponadto, w przypadku zwłoki opóźnienia w realizacji obowiązków wynikających z usługi gwarancji (**GW**) czasu naprawy (**CN**) Zamawiający będzie mógł żądać od Wykonawcy kary umownej w wysokości:
   1. 0,1 % wartości przedmiotu zamówienia za każdy rozpoczęty dzień przekroczenia czasu naprawy Błędu Krytycznego **(BK)**
   2. 0,1 % wartości przedmiotu zamówienia za każdy rozpoczęty dzień przekroczenia czasu naprawy Błędu Zwykłego **(BZ)**

# Informacje całościowe dotyczące wsparcia technicznego

1. System **(SMW)** ma być objęty wsparciem technicznym **(WT)** Wykonawcy przez okres 36 miesięcy   
   w reżimie 24/7(**R24)**.
2. Oprogramowanie wirtualizacyjne (opisane w punkcie T3) ma być objęte wsparciem technicznym **(WT)** Wykonawcy na co najmniej 3 lata.
3. Wykonawca w okresie wsparcia **(WT)** zapewni bezpłatnie aktualizację oprogramowania dla dostarczanych urządzeń fizycznych i wirtualnych.
4. Wszelkie czynności techniczne (takie jak aktualizacje, zalecane przez producenta unowocześnienia sprzętu) mają być wykonywane w terminach uzgodnionych z Zamawiającym i po uzyskaniu akceptacji.

# Informacja ogólne dotyczące konsultacji technicznej

1. Dla systemu (**SMW)**wymaga się świadczenia przez Wykonawcę konsultacji technicznych (**KT**) przez okres 36 miesięcy w liczbie 120 godzin łącznie. Rozliczanie konsultacji technicznych (**KT**) ma odbywać się w cyklach minutowych. Usługa konsultacji technicznych (**KT**) musi obejmować co najmniej zagadnienia:
   1. utworzenie i konfiguracja laboratoriów
   2. tworzenie szablonów laboratoriów
   3. wytworzenie nowych maszyn wirtualnych
   4. konfiguracja maszyn dla wielu systemów z rodziny: Linux, Windows
   5. tworzenie i konfiguracja sieci wirtualnych
   6. pomoc w zakresie monitorowania bezpieczeństwa i autoryzacji użytkowników systemu.

Zamawiający zastrzega sobie, że zakres świadczonej konsultacji technicznych (**KT**) nie może być ograniczony w jakiejkolwiek formie do ww. zagadnień. Konsultacje techniczne (**KT**) powinny odbyć się   
w terminie uzgodnionym z Zamawiającym nie później niż 7 dni od zgłoszenia takiej potrzeby.

# Informacje dotyczące szkolenia.

W trakcie realizacji umowy Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia szkolenia z zakresu obsługi   
i administracji systemu (**SMW**) na Wydziale MFI UG, w terminie uzgodnionym z Zamawiającym dla 20 osób   
w ciągu jednego dnia roboczego w godzinach pracy Zamawiającego.

# Opis wymagań funkcjonalnych klastra pamięci masowej HCI

1. Rozwiązanie musi zapewniać architekturę klastrową, z możliwością obsługi minimum 32 węzłów   
   w pojedynczym klastrze
2. Rozwiązanie musi być oparte o węzły serwerowe x86, integrujące procesory, pamięć operacyjną i pamięć masową opartą o dyski HDD/SSD, przy czym każdy z serwerów posiada co najmniej dwa interfejsy 10/25Gb SFP28 dla łączności sieciowej w klastrze
3. Węzły pamięci masowej muszą umożliwiać wykorzystanie dysków SSD oraz HDD, przy czym jest możliwa implementacja węzła wyposażonego jedynie w zasoby pamięci SSD (tzw. All-Flash)
4. Rozwiązanie musi posiadać możliwość implementacji węzłów All-Flash, opartych całkowicie o urządzenia z interfejsem NVMe (All-NVMe)
5. Rozwiązanie musi zapewniać implementację wspólnego, rozproszonego zasobu pamięci masowej (ang. datastore) w oparciu o wszystkie węzły pamięci masowej, dostępnego w taki sam sposób dla każdego węzła, wchodzącego w skład klastra, niezależnie od roli węzła
6. Rozwiązanie musi zapewniać prezentację wspólnego zasobu pamięci masowej (ang. datastore) również dla węzłów obliczeniowych, niezależnych od węzłów pamięci masowej, w tym również serwerów nie wyposażonych w dyski pojemnościowe SSD/HDD (poza dyskami systemowymi), dołączonych do klastra.
7. Rozwiązanie musi zapewniać replikację każdego segmentu danych na przynajmniej trzech różnych węzłach (potrójna replikacja)
8. Rozwiązanie musi być skalowalne liniowo (scale-out) czyli rozbudowa jest zapewniona poprzez bezprzerwowe dołożenie kolejnego węzła do klastra
9. Rozwiązanie musi być oparte o serwery maksymalnie dwuprocesorowe, tak aby w wyniku awarii jednego z węzłów klastra, spadek wydajności klastra był jak najmniejszy
10. Rozwiązania musi zapewniać pełną ciągłość i funkcjonalność działania w wypadku awarii lub całkowitej niedostępności pojedynczego węzła
11. Rozwiązanie musi zapewniać pełną ciągłość i funkcjonalność działania w wypadku jednoczesnej awarii pojedynczych dysków w dwóch węzłach
12. Rozwiązanie musi posiadać możliwość kontrolowanego wyłączania pojedynczego węzła z klastra poprzez przełączanie go w tryb utrzymaniowy (maintenance)
13. Rozwiązanie musi wspierać i integrować się z dostępną na rynku infrastrukturą wirtualizacyjną, pochodzącą od minimum dwóch producentów
14. Rozwiązanie musi posiadać wbudowany portal do zarządzania i monitorowania, umożliwiający:
    1. Raportowanie i monitorowanie węzłów pamięci masowej oraz ich zasobów dyskowych
    2. Tworzenie, modyfikowanie i usuwanie pól pamięci masowej (ang. datastore)
    3. Monitorowanie i wizualizowanie wydajności rozwiązania, w tym parametrów: ilość operacji na sekundę, opóźnienie pamięci masowej, przepustowość
    4. Uruchamianie i zatrzymywanie maszyn wirtualnych oraz tworzenie ich klonów oraz kopii migawkowych
    5. Konfigurowanie replikacji danych między różnymi ośrodkami
    6. Dziennik czynności, zdarzeń i alarmów
    7. Aktualizację oprogramowania pamięci masowej oraz innych komponentów
15. Rozwiązanie musi posiadać możliwość weryfikacji i diagnozowania działania poprzez dedykowany interfejs linii komend (CLI) oraz przeglądarkowy interfejs graficzny HTML5
16. Rozwiązanie musi zapewniać zwiększenie wydajności operacji wejścia/wyjścia za pomocą architektury Cache, implementowanej w oparciu o pamięć Flash (SSD)
17. Rozwiązanie musi posiadać udokumentowaną możliwość instalacji modułów GPU
18. Rozwiązanie musi posiadać możliwość sprzętowego szyfrowania zapisanych danych z wykorzystaniem dysków szyfrujących
19. Rozwiązanie musi dostarczać programową deduplikację i kompresję danych, zarówno dla dysków Flash jak i dysków magnetycznych HDD.
20. Rozwiązanie musi umożliwiać zastosowanie dedykowanej karty sprzętowej w celu zwiększenia wydajności algorytmu kompresji danych
21. Rozwiązanie musi posiadać funkcjonalność zoptymalizowanego klonowania maszyn wirtualnych, przy czym jest możliwe wygenerowanie co najmniej 200 klonów maszyny w ramach jednoczesnej operacji; klonowanie jest możliwe dla maszyn posiadających kopie migawkowe (snapshot)
22. Architektura musi umożliwiać maszynom wirtualnym korzystanie również z innych, znajdujących się poza klastrem zasobów pamięci masowej, udostępnianych poprzez protokoły FC, iSCSCI, NFS
23. Rozwiązanie musi posiadać wbudowany mechanizm dedykowanej, asynchronicznej replikacji danych między dwoma ośrodkami przetwarzania danych dla wybranych maszyn wirtualnych, z możliwością ich odtwarzania po awarii (distasterrecovery)
24. Rozwiązanie musi posiadać możliwość rozbudowy klastra do obsługi funkcjonalności rozciągnięcia pojedynczego klastra na dwa odległe ośrodki przetwarzania danych z synchroniczną replikacją danych   
    i obsługą środowiska w trybie aktywne-aktywne między ośrodkami (maszyny wirtualne aktywne w obu lokalizacjach), przy czym musi być zachowana spójność systemu w przypadku zerwania połączenia między ośrodkami (split-brain).
25. Jeśli jakakolwiek z ww. funkcjonalności rozwiązania jest dodatkowo licencjonowana to wymaga się dostarczenia takich licencji jedynie w razie wyraźnego wymienienia danej funkcjonalności przez Zamawiającego.
26. Rozwiązanie musi integrować się z systemem Microsoft Active Directory (udostępnionym przez Zamawiającego) w zakresie uwierzytelniania użytkowników i definiowania poziomów dostępu (uwzględnienie udostępniania maszyn grupom studentów).
27. Rozwiązanie musi dawać możliwość implementacji rozwiązania w środowisku kontenerowym, opartym   
    o orkiestrację Kubernetes, ze wsparciem dla permanentnych wolumenów (np. w postaci pluginu dla rozwiązania umożliwiającego kreowanie PersistentVolumeClaim).

# T1. Wymagania dotyczące klastra pamięci masowej HCI wraz z serwerami wspomagającymi

1. Wymaga się dostarczenia pojedynczego klastra, umieszczonego w jednej lokalizacji fizycznej, implementującego na potrzeby środowiska zwirtualizowanego pamięć masową (ang. datastore)   
   o wielkości minimum 30 TB surowej przestrzeni, dostępnej dla środowisk zwirtualizowanych, wyłącznie   
   w oparciu o urządzenia Flash (tzw. All-Flash), przy założeniu, że dla każdego bloku danych tworzone są co najmniej trzy repliki (kopie) na różnych węzłach i nie są wykorzystywane algorytmy kompresji   
   i deduplikacji.
2. Wymaga się możliwości rozbudowy pojemności klastra do wielkości minimum 80 TB przestrzeni surowej, wyłącznie w oparciu o urządzenia Flash (All-Flash), przy założeniu całkowitego braku oszczędności   
   z tytułu deduplikacji oraz kompresji danych, jedynie w oparciu o dostarczoną liczbę węzłów pamięci masowej, bez konieczności ich dodawania.
3. Wszystkie licencje dla rozwiązania muszą być zapewnione dla oferowanej pojemności i rozmiaru klastra.

**T1.1** Wymaga się dostarczenia co najmniej czterech węzłów pamięci masowej dla zaimplementowania klastra. Każdy węzeł pamięci masowej musi być wyposażony w:

* 1. Dwa procesory, każdy co najmniej 18 rdzeni, zapewniające dla oferowanego serwera osiągnięcie w teście CPU2017 IntegerRates Base składowa SPECrate2017\_int\_base, publikowanym na stronach spec.org, wyniku minimum 188 punktów
  2. 384 GB pamięci DRAM,
  3. Konwergentny adapter sieciowy LAN/SAN, z co najmniej dwoma interfejsami 10/25GE SFP28
  4. Karta SD o pojemności min. 32 GB albo klucz USB.
  5. Odpowiednia ilość dysków SSD (All-Flash), konieczna dla zapewnienia opisanej wymaganej surowej przestrzeni 30 TB w ramach całego klastra (przy zakładanej replikacji x3 oraz braku oszczędności na deduplikacji i kompresji danych)
  6. System Cache, w oparciu o pamięć Flash SSD o pojemności min. 375 GB, ilości operacji zapisu/odczytu (IOPS) min 500,000/sek. i żywotności min 60 DWPD
  7. Urządzenie M.2 lub SD do instalacji oprogramowania wirtualizacyjnego, o wielkości min. 240 GB
  8. Dysk systemowy SSD o wielkości min. 240 GB
  9. Redundantne zasilacze i wentylatory

**T1.2** Wymaga się dostarczenia co najmniej trzech węzłów obliczeniowych, działających w ramach klastra. Każdy węzeł obliczeniowy musi być wyposażony w:

* 1. Dwa procesory, każdy co najmniej 18 rdzeni, zapewniające dla oferowanego serwera osiągnięcie w teście CPU2017 IntegerRates Base składowa SPECrate2017\_int\_base, publikowanym na stronach spec.org, wyniku minimum 188 punktów
  2. 384 GB pamięci DRAM,
  3. Konwergentny adapter sieciowy LAN/SAN, z co najmniej dwoma interfejsami 10/25GE SFP
  4. Urządzenie M.2 do instalacji oprogramowania wirtualizacyjnego w wielkości min. 240 GB.
  5. Redundantne zasilacze i wentylatory

**T1.3** Wymaga się dostarczenia co najmniej czterech serwerów wspomagających

w obudowie stelażowej o właściwościach:

1. Obudowa ma umożliwiać instalację od przodu serwera minimum dziesięciu dysków HDD (w tym szyfrowanych dysków SED) lub SSD w formacie 2.5” SFF 12Gb SAS lub SATA, wymiennych w trybie hot-swap
2. Obudowa ma umożliwiać instalację dwóch urządzeń NVMe w formacie modułów 2.5” i pojemności co najmniej 6TB w gniazdach przewidzianych dla instalacji dysków SSD/HDD
3. Wyposażona w dwa redundantne zasilacze, wraz z kablami zasilającymi
4. Wyposażona w min. dwa redundantne wentylatory
5. Zasilacze i wentylatory muszą być z możliwością ich wymiany w trakcie pracy serwera (hot-swap)

oraz płytą główną o następujących cechach:

1. 24 szczeliny do obsługi pamięci RAM,
2. Możliwość wyposażenia serwera w 3072 GB RAM z wykorzystaniem modułów 128 GB
3. Wyposażona w 2 gniazda PCIe Gen3 x16
4. Umożliwia instalację urządzeń NVMe o pojemności co najmniej 6TB w gniazdach PCIe
5. Umożliwia instalację minimum dwóch kart SD o pojemności 128GB z funkcjonalnością duplikacji zapisu (Mirror)
6. Umożliwia instalację minimum dwóch modułów M.2 o pojemności 960GB każdy (dopuszcza się możliwość realizacji modułów M.2 w miejsce kart SD)
7. Posiada gniazdo USB 3.0, umożliwiające instalację pamięci o pojemności co najmniej 16GB
8. Umożliwia instalację co najmniej trzech konwergentnych adapterów LAN/SAN 2x40 GigabitEthernet każdy, zapewniający wirtualizację interfejsów sieciowych Ethernet w ilości co najmniej 8, widzianych z poziomu systemu operacyjnego jako niezależne urządzenia PCIe
9. Posiada zintegrowaną kartę graficzną o rozdzielczości min. 1900 x 1200
10. Umożliwia instalację modułu TPM
11. Wsparcie dla mechanizmu konfiguracji ACPI, w wersji 4.0

i wyposażoną w:

* 1. Dwa procesory muszą w teście SPECspeed2017 IntegerRate Base składowa SPECrate2017\_int\_base, publikowanym na stronach spec.org zapewnić osiągnięcie wyniku minimum 140 punktów
  2. Pamięć RAM 192GB, w modułach po 32 GB,
  3. Kontroler sprzętowy RAID 12G, z pamięcią Cache 2GB, obsługujący konfigurację RAID 0, 1, 10, 5, 6
  4. Dyski: Min. 3 dyski SSD o pojemności 480 GB 2.5”
  5. Min. 4 porty sieciowe LAN GigabitEthernet RJ-45
  6. Min. 1 port GigabitEthernet RJ-45 10/100/1000, dedykowany dla zarządzania
  7. Min. 2 bezpośrednio udostępnione zewnętrzne porty USB 3.0
  8. Min. 1 bezpośrednio udostępniony port graficzny
  9. Min. 1 port RS232
  10. Konsola do zdalnego zarządzania, umożliwiająca:

1. Zdalne włączenie, wyłączenie i restart serwera
2. Wykorzystanie zdalnej, graficznej konsoli obsługującej zdalną pracę na serwerze
3. Podgląd logów sprzętowych serwera
4. Przejęcie pełnej konsoli graficznej serwera niezależnie od jego stanu (także podczas startu, restartu OS)
5. Podłączanie wirtualnych napędów CD i FDD oraz obrazów instalacyjnych ISO
6. Konfigurację BIOS z konsoli zdalnego zarządzania bez potrzeby wchodzenia do BIOS-u i/lub poprzez profile systemu centralnego zarządzania serwerami.
7. Konfigurację zasobów dyskowych, włącznie z kreowaniem wirtualnych dysków na kontrolerze RAID bezpośrednio z konsoli zarządzającej
8. Rozwiązanie sprzętowe, niezależne od CPU i od działających systemów operacyjnych, zintegrowane z płytą główną lub jako karta zainstalowana w slocie PCI.
   1. Serwer musi posiadać możliwość zarządzania poprzez centralną platformę producenta serwerów   
      z jednego miejsca, o funkcjonalności:
   2. Centralny inwentarz wszystkich serwerów
   3. Automatyczne rozpoznawanie (discovery) serwerów i włączanie ich do inwentarza
   4. Logiczne grupowanie serwerów wraz z podsumowaniem dla każdej z grup
   5. Raportowanie alarmów i błędów dla serwerów oraz ich grup
   6. Włączanie/wyłączanie, restartowanie serwerów
   7. Włączanie/wyłączanie sygnalizacji wizualnej (np.: LED) na serwerach
   8. Centralne repozytorium dla firmware i aktualizacja firmware na grupie serwerów
   9. Monitorowanie serwerów
   10. Definiowanie praw dostępu do serwerów
   11. Wysyłanie powiadomień o zdarzeniach i awariach poprzez e-mail
   12. Definiowanie użytkowników o różnych prawach dostępu
   13. Autoryzacja dostępu z wykorzystaniem LDAP
   14. Generowanie raportów i ich export w oparciu o PDF/XLS i/lub CSV.
   15. Zarządzanie serwerami za pomocą szablonów przypisanych do grupy maszyn w tym konfiguracja szablonów zbiorczych dla:
       * + 1. Polityki BIOS
           2. Kolejności bootowania
           3. Konfiguracji wirtualnych parametrów kart sieciowych
           4. Konfiguracji RAID
           5. Konfiguracji IPMI

# T.2 Przełącznik sieciowy dla systemu przełączania LAN dla klastra pamięci masowej HCI

1. Dla zapewnienia łączności klastra pamięci masowej HCI wymaga się dostarczenia jednej pary dedykowanych, redundantnych przełączników LAN. Każdy przełącznik musi być o następującej funkcjonalności:
2. 48 fizycznych portów 10/25Gb SFP28 dla dołączania węzłów serwerowych klastra pamięci masowej
3. 6 fizycznych portów 40/100Gb QSFP28 dla realizacji połączeń zewnętrznych
4. Przepustowość minimum 3.8 Tbps
5. Wydajność przełączania minimum 4 mld pakietów / sek.
6. Opóźnienie nie większe niż 1 mikrosekunda dla przełączanych ramek Ethernet
7. Obsługa standardu IEEE 802.1Q;
8. Obsługa standardu IEEE 802.1P;
9. Obsługa IEEE Data Center Bridging (802.1Qbb PFC, 802.1Qaz ETS)
10. Obsługa 4000 wirtualnych sieci LAN (VLAN)
11. Obsługa co najmniej 32 000 adresów MAC;
12. Obsługa Link Aggregation Control Protocol (LACP); IEEE 802.3ad
13. Obsługa ramek Jumbo dla wszystkich portów (ramki o długości do 9216 bajtów);
14. Obsługa Port Security
15. Obsługa IGMP v1, v2, v3 snooping;
16. Zewnętrzny dedykowany port zarządzający Ethernet 100/1000BaseT
17. Zewnętrzny dedykowany port konsoli szeregowej CLI
18. Redundantne zasilacze i wentylatory
19. Przełączniki muszą być wyposażone w odpowiednie wkładki do podłączenia do istniejącej sieci LAN Zamawiającego łączami o sumarycznej przepustowości min. 20GB.
20. Przełączniki muszą być wyposażone w odpowiednią ilość wkładek do podłączenia wszystkich węzłów klastra pamięci masowej interfejsami min 10 GB w sposób redundantny. Dopuszcza się wykorzystanie kabli typu Twinax lub Active Optical Cable.

# T3. System wirtualizacji dla klastra pamięci masowej HCI

1. W ramach rozwiązania systemu pamięci masowej HCI należy dostarczyć oprogramowanie i odpowiednią ilość licencji na wirtualizatory, obejmujące wszystkie węzły klastra i wszystkie procesory/core, jeżeli wymaga tego sposób licencjonowania. Licencje muszą zapewniać możliwość uruchamiania dowolnej ilość maszyn wirtualnych, z dowolnym systemem operacyjnym, na dowolnym węźle.
2. W ramach rozwiązania wirtualizacyjnego należy dostarczyć oprogramowanie i licencje na system centralnego zarządzania wirtualizatorami.
3. Jeśli proponowane rozwiązanie wymaga dodatkowych licencji (poza wymienionymi w Informacjach ogólnych dotyczących systemu, pkt 12), to dostawa ich leży po stronie Wykonawcy. Jeżeli licencje na ww. systemy są czasowe, wówczas należy zapewnić je na okres 5 lat.

# T4. Oprogramowanie orkiestrujące infrastrukturę DC:

1. Oprogramowanie musi mieć możliwość zarządzania, z wykorzystaniem wspólnej aplikacji webowej uruchamianej w przeglądarce internetowej, komponentami:
   1. Serwerami fizycznymi – stelażowymi lub kasetowymi - dostępnymi na rynku, pochodzącymi od co najmniej trzech różnych producentów
   2. System musi umożliwiać zarządzanie serwerami fizycznymi i wirtualnymi, przełącznikami LAN oraz oprogramowaniem wirtualizacyjnym, dostarczonymi w ramach postępowania.
2. System musi posiadać następujące mechanizmy i funkcje:
   1. Wyświetlanie statusu komponentów fizycznych, ich nazwy, modele, adresy IP, numery seryjne, zainstalowane licencje i wersje oprogramowania
   2. Monitorowanie poziomu temperatury i pobory mocy poszczególnych elementów fizycznych
   3. Monitorowanie utylizacji poszczególnych elementów serwera typu:
      1. Wykorzystanie procesora,
      2. Wykorzystanie pamięci
      3. Wykorzystanie zasobów dyskowych
   4. Automatyczne wykrywanie fizycznych i wirtualnych serwerów
   5. Tworzenie graficznych widoków topologii sieci LAN/ SAN, włącznie z komponentami wirtualnymi
   6. Tworzenie raportów wykorzystywanych komponentów per usługa (maszyna wirtualna) użytkownik, grupa, administrator lub system
   7. Portal administratora do zarządzania komponentami fizycznymi i wirtualnymi systemu
   8. Projektowanie kolejności wykonywania elementów konfiguracyjnych w automatyzowanych usługach (workflow), za pomocą wbudowanych graficznych narzędzi. Działania muszą uwzględniać możliwość konfiguracji komponentów fizycznych i wirtualnych.
   9. Możliwość definiowania elementów automatyzacji, będących częścią w/w procesu workflow, z wykorzystaniem wbudowanych lub zewnętrznych skryptów. Dopuszczalne języki programowania to Javascript, Python i Powershell.
   10. Integracja z zewnętrznym systemem wersjonowania (np. git) kodu źródłowego skryptów oraz procesów automatyzacji.
   11. System musi mieć możliwość zapisywania serii zdefiniowanych zadań jako wzorca, możliwego do wykorzystania w innych procesach automatyzacji.
3. System musi mieć możliwość śledzenia procesu wykonywania poszczególnych zadań w ramach ww. procesu workflow z funkcją szczegółowej diagnostyki potencjalnych problemów na każdym etapie procesu.
4. System musi mieć możliwość projektowania wielowarstwowych środowisk aplikacyjnych wraz z usługami sieciowymi (firewall, translacje adresów, separacja aplikacji)
5. System musi mieć możliwość zarządzania zasobami sieciowymi:
   1. Konfiguracja sieci VLAN,
   2. Grup portów i profili portów,
   3. Adresów IP, protokołu DHCP,
   4. List kontroli dostępu (ACL)
   5. Monitoring stanu przełączników sieci SAN, LAN
6. System musi mieć możliwość zarządzania zasobami sieciowymi oprogramowania wirtualnego:
   1. Konfiguracja sieci na serwerach wirtualnych
   2. Konfiguracja sieci w oparciu o zasady alokacja adresów IP z zadanych zakresów lub pul DHCP
   3. Konfiguracja i przypisanie wirtualnych kart sieciowych vNICs do VLAN lub Private VLAN
   4. Tworzenie polityki sieciowej dla maszyn wirtualnych (port-group, profil portu)
   5. Monitorowanie wykorzystania sieci wirtualnych w ramach logicznych organizacji
7. System musi mieć możliwość zarządzania serwerami fizycznymi:
   1. Wykrywanie, zbieranie konfiguracji i bieżących zmian
   2. Monitorowanie i zarządzanie serwerami fizycznymi
   3. Konfiguracja serwerów oparta o zasady/polityki
   4. Zarządzanie mocą serwerów kasetowych
   5. Zarządzanie cyklem życia serwera
   6. Analiza trendów wykorzystania i przepustowości serwerów
   7. Instalacja/konfiguracja serwerów z wykorzystaniem mechanizmu PXE (PrebootExecution Environment)
8. System musi mieć możliwość zarządzania serwerami wirtualnymi:
   1. Integracja z oprogramowaniem przynajmniej trzech komercyjnie dostępnych na rynku hypervisorów.
   2. Tworzenie wirtualnych serwerów i ich konfiguracja. Możliwość powoływania systemów MS i Linux.
   3. Modyfikacja parametrów serwerów wirtualnych
   4. Zarządzanie serwerami wirtualnymi
   5. Wykrywanie, zbieranie konfiguracji i bieżących zmian w środowisku wirtualnymi
   6. Konfiguracja serwerów oparta o zasady i dynamiczna alokacja zasobów
   7. Zarządzanie cyklem życia maszyny wirtualnej oraz migawkami (snapshots)
   8. Wykonywanie analiz w celu oceny wirtualnej maszyny w zakresie obciążenia, wzrostu i wykorzystania mocy serwera (hosta)
   9. Wykonywanie analiz trendów i wykorzystania zasobów wirtualnych
9. Wraz z rozbudową rozwiązania w przyszłości, musi istnieć możliwość dodania do procesów automatyzacji obsługi pamięci masowych (macierzy) w zakresie:
   1. Wykrywanie, zbieranie konfiguracji i bieżących zmian wirtualnych pamięci i pul zasobów
   2. Tworzenie nowych magazynów danych
   3. Dodawanie i zmiana rozmiaru dysków maszyn wirtualnych
   4. Monitorowanie i zarządzanie wykorzystania pamięci masowej w ramach logicznej organizacji
10. System musi zapewniać samoobsługowy katalog usług umożliwiający użytkownikom zamówienie i wdrożenie nowych instancji infrastruktury IT wg. zdefiniowanych wcześniej polityk i zasad.
11. System musi zapewniać limitowanie zasobów do wykorzystania/zamówienia przez użytkownika lub grupę użytkowników w zakresie Ilości pamięci RAM, dyskowej oraz CPU (core)
12. System musi zapewniać rozliczanie usług:
    1. Rozliczanie typu chargeback, raporty dla pojedynczych i grup użytkowników, całego systemu
    2. Budowanie modeli kosztowych dla usług zamówionych i faktycznie wykorzystanych (RAM, CPU, storage, network)
    3. możliwość eksportu danych billingowych (CDR) dla wykorzystywanych usług
13. Rozwiązanie musi integrować się z systemem Microsoft Active Directory (udostępnionym przez Zamawiającego) w zakresie uwierzytelniania użytkowników i definiowania poziomów dostępu (RBAC)
14. System musi zapewniać możliwość definiowania szaty graficznej w postaci ikon usług, kolorystyki i banerów powitalnych.
15. System musi zapewniać zarządzanie cyklem życia usług, wraz ze śledzeniem statusu dostarczania i zmian w usłudze. Oprogramowanie ma dostarczyć mechanizm śledzenia i informowania użytkowników o terminach wygaśnięcia usługi wraz z możliwością jej przedłużenia
16. System musi zapewniać automatyczną likwidacja po zadeklarowanym czasie wszelkich nieużywanych usług
17. System musi zapewniać konfigurowalny schemat akceptacji przez administratorów, usług powoływanych przez użytkowników końcowych, wraz z informowaniem administratorów i użytkowników o takim fakcie   
    i podjętej decyzji za pomocą email.
18. System musi zapewniać aktualizację i zarządzanie istniejącymi usługami w czasie ich trwania
19. System musi zapewniać rejestrowanie i raportowanie wszelkich operacji w systemie. W szczególności oprogramowanie ma posiadać rejestr wszystkich wniosków o usługi fizyczne i wirtualne
20. System musi posiadać odpowiednią ilość licencji do pełnego zarządzania wszystkimi komponentami, dostarczonymi w ramach postępowania, zarówno fizycznymi, jak i wirtualnymi
21. System musi posiadać odpowiednią ilość licencji do pełnego zarządzania minimum 300 maszynami wirtualnymi, działającymi na dostarczonym środowisku pamięci masowej HCI, z dowolnym systemem operacyjnym.
22. System musi zapewniać możliwość monitorowania i rejestrowania [logowania] aktywności użytkowników systemu (SMW) w zakresie ich dostępu do sieci Internet [niezbędne dla spełnienia obowiązku wynikającego   
    z przepisów prawa]

# T5. Zakres wdrożenia w ramach dostarczonego rozwiązania

Wykonawca zobowiązany jest do przygotowania dokumentacji implementacyjnej, zawierającej:

1. Ogólny opis techniczny instalowanych urządzeń fizycznych i oprogramowania (wymagania środowiskowe)
2. Ogólny opis wdrażanych technologii
3. Opis szczegółowy procesu implementacji (instalacja krok po kroku, podstawowa konfiguracja, integracja pomiędzy dostarczonymi komponentami)
4. Zestawienie wszystkich parametrów logicznych i fizycznych, w tym m.in.:
   1. Nazwy hostname, modele urządzeń i oprogramowania, wersje oprogramowania
   2. Adresacja IP, VLANy, przełączniki wirtualne
   3. Połączenia fizyczne w postaci tabelarycznej
   4. Parametry podstawowych usług
   5. Konta administracyjne i serwisowe
   6. Szczegółowe diagramy fizyczne i logiczne połączeń oraz przepływów danych
5. Opis procedur operacyjnych, w tym m.in.:
   1. Procedury zmiany haseł administracyjnych i serwisowych
   2. Procedury planowanego wyłączania i uruchamiania środowiska
   3. Procedura dodania nowego węzła do klastra
   4. Procedura zwiększenia pojemności zasobów dyskowych w węzłach
   5. Harmonogram implementacji
   6. Harmonogram i opis testów akceptacyjnych
6. Instalacja fizyczna sprzętu, w tym m.in.:
   1. Rozpakowanie i montaż w szafach telekomunikacyjnych
   2. Podłączenie zasilania do wskazanych obwodów
   3. Okablowanie strukturalne instalowanych urządzeń
   4. Podłączenie do istniejącej sieci energetycznej i logicznej Zamawiającego
   5. Umocowanie etykiet na urządzenia i okablowanie strukturalne dostarczonego systemu (SMW)
   6. Implementacja rozwiązania zgodnie z dokumentacją implementacyjną, w tym:
   7. Aktualizacja oprogramowania do wersji najnowszej lub wskazanej w dokumentacji
   8. Konfiguracja bazowa wszystkich komponentów
   9. Integracja powiązanych ze sobą komponentów
   10. Integracja z Microsoft Active Directory, udostępnionym przez Zamawiającego
   11. Wykonanie scenariuszy automatyzacji w zakresie:
   12. Powoływanie pojedynczej maszyny wirtualnej z wzorca
   13. Powoływanie pojedynczej maszyny wirtualnej z parametrami
   14. Powołanie środowiska złożonego z zadanej liczby maszyn wirtualnych z parametrami, wysłanie informacji o sposobie logowania do wskazanych użytkowników
   15. Obsługa nieaktywnych maszyn wirtualnych w zakresie informowania właścicieli i administratorów,   
       w tym skasowanie jej po upływie określonego czasu lub przedłużenie jej czasu życia.
   16. Wszystkie powyższe procesy muszą być sparametryzowane, z możliwością akceptacji przez administratorów
   17. Wykonanie testów akceptacyjnych, zdefiniowanych w dokumentacji implementacyjnej
   18. Wykonanie dokumentacji powykonawczej.
   19. Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi i administracji systemu (**SMW**) na Wydziale MFI UG,   
       w terminie uzgodnionym z Zamawiającym dla 20 osób w ciągu jednego dnia roboczego w godzinach pracy Zamawiającego.