



IV SZCZEGÓŁOWE WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA - ZADANIE 1

Spis treści

1	Określenie przedmiotu zamówienia	2
1.1	Zadanie 1: SYSTEM SKŁADOWANIA DANYCH dla HPC.....	2

1 Określenie przedmiotu zamówienia

1.1 Zadanie 1: SYSTEM SKŁADOWANIA DANYCH dla HPC

Zadanie obejmuje dostawę, instalację, integrację oraz testy elementów infrastruktury systemów składowania danych dla HPC a także przeprowadzenie szkoleń i instruktaży oraz przygotowanie dokumentacji powykonawczej.

Wykonawca dostarczy Zamawiającemu systemu przechowywania danych dla HPC, obejmujący:

- infrastrukturę systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)
- infrastrukturę systemu składowania danych użytkowników i projektów (project data)

System składowania danych wysokiej wydajności będzie posiadał następujące zagregowane parametry maksymalne (t.j. ośrodki Zamawiającego zamówią maksymalnie taką liczbę komponentów: węzłów itd., ze osiągnięte zostaną parametry pojemnościowe i wydajnościowe wskazane w poniższej tabeli):

Tabela 1 Podsumowanie parametrów systemu składowania danych zadania 1

Klasa systemu przechowywania	Pojemność [PB]	Wydajność [GB/s]	Wydajność [IOPS]
System składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)	50	1 500 GB/s	2 500 000
System składowania danych użytkowników i projektów (project data)	80	400 GB/s	400 000

Podane pojemności systemów przechowywania danych dla HPC są **pojemnościami surowymi** pamięci HDD i SSD/NVMe zainstalowanych w węzłach: serwerach, półkach dyskowych, macierzach, elementach typu appliance tych systemów. Pojemności będą obliczane jako iloczyn katalogowej pojemności odpowiednio napędów dyskowych i liczby tych napędów oraz modułów pamięci flash i liczby tych modułów - wykorzystywanych do składowania danych użytkowników i ich meta-danych. Nie będzie do tych pojemności wliczana przestrzeń przechowywania danych dedykowana dla systemów operacyjnych w serwerach czy elementach typu appliance systemów ani inna przestrzeń/pojemność, wykorzystywana do realizacji wewnętrznych procesów zarządzania tymi systemami, np. monitoringu, konfiguracji itp.

Wydajność systemów przechowywania danych jest określona dla poszczególnych serwerów, węzłów, zasobów dyskowych i flash, bez uwzględnienia redundancji przechowywania danych i musi być osiągalna dla zbiorów danych testowych o wielkości przekraczającej minimum 2-krotnie sumę pojemności pamięci RAM i cache w serwerach oraz kontrolerach I/O oraz dyskach HDD i modułach SSD/NVMe systemów uczestniczących w teście.

Zamawiający zastrzega sobie prawo weryfikacji, w ramach testów akceptacyjnych, wydajności systemów dyskowych, flash podanych w ofercie, z wykorzystaniem zdefiniowanych testów wydajnościowych.

System przechowywania danych dla HPC dostarczone zostaną łącznie dla 5 ośrodków: PCSS, TASK, NCBJ, Cyfronet i WCSS, a rozmieszczonych w 4 lokalizacjach: PCSS (PCSS i NCBJ), TASK, Cyfronet i WCSS, przy czym instalacje dla PCSS i NCBJ - o ile zostaną skołokowane centrach danych PCSS stanowić będą oddzielnie, niezależne systemy.

Konfiguracje minimalne dla systemów przechowywania danych dla HPC t.j.:

- składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)
- składowania danych użytkowników i projektów (project data)

przedstawiono w tabelach agregujących wymagania wydajnościowe i pojemnościowe zamieszczonych w kolejnych punktach SWZ.

Wymagania dotyczące trybu zamówień i dostaw

Zamawiający nie jest zobowiązany w ramach jednego zapotrzebowania nabyć od razu wszystkich elementów systemu składowania danych potrzebnych do osiągnięcia wskazanej całkowitej pojemności czy wydajności w poszczególnych kategoriach serwerów dyskowych i SSD/NVMe.

Zamawiający przewiduje, że w ramach pierwszego zapotrzebowania nabędzie elementy niezbędne do osiągnięcia minimum **30%** całkowitej pojemności i wydajności systemu składowania danych w ramach poszczególnych klas systemów: system przechowywania danych dla obliczeń HPC (scratch), system przechowywania danych użytkowników i projektów (project data). W następnych zapotrzebowaniach Zamawiający będzie mógł nabywać elementy i usługi zwiększające pojemność i wydajność systemów przechowywania danych, jednakże nie jest zobowiązany do wyczerpania zapotrzebowaniami całkowitych pojemności i wydajności zaoferowanych systemów.

Wykonawca ma obowiązek wskazać w swej ofercie wszelkie koszty, jakie będą mu przysługiwać za realizację każdego funkcjonalnego/pojemnościowe bloku pamięci dyskowych do przechowywania danych, bloków pamięci flash do przechowywania i buforowania danych i bloków pamięci flash przechowywania i buforowania meta-danych. Koszty zakupu bloków danego typu (pojemność dyskowa, flash dla danych, flash dla meta-danych) muszą być identyczne, tak by wycena tych elementów systemu zapewniała liniową zależność kosztu zakupu od zamianej pojemności i wydajności.

W ramach realizacji zapotrzebowań Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć nie tylko niezbędną liczbę serwerów, węzłów dla danych, węzłów dla meta-danych, węzłów dyskowych, flash czy hybrydowych oraz zasobów dyskowych i SSD/NVMe ale także wszystkie inne elementy, takie jak – jednak nie ograniczając się do – przełączniki sieciowe sieci Infiniband i Ethernet, porty przełączników i wkładki, szafy i elementy montażowe, prowadnice do kabli i inne elementy umożliwiające instalacje i integracje dostarczonych elementów z infrastrukturą Zamawiającego zgodnie z dobrymi praktykami i normami branżowymi oraz w zgodzie z wszystkimi wymaganiami SWZ w zakresie jakościowym i ilościowym.

Powyższy obowiązek dotyczy także dostawy oprogramowania wraz z licencjami i wsparciem, które niezbędne są dla realizacji zaoferowanej funkcjonalności i zapewnienie cech użytkowych zarówno na poziomie całego systemu jak i bloków pojemności i wydajności. Ponadto, Wykonawca dla każdego bloku systemu jest zobowiązany zrealizować usługi niezbędne do powiązania dostarczanego bloku pojemności czy wydajności z już dostarczonym układem elementów systemu.

O ile Zamawiający nie ma obowiązku wyczerpania swoimi zapotrzebowaniami wskazanej na wstępie docelowej pojemności i wydajności systemu składowania danych, o tyle Wykonawca ma obowiązek zastosować taką



architekturę i elementy infrastruktury bazowej i wspólnej systemów przechowywania (przełączniki sieciowe, okablowanie, szafy, prowadnice, elementy zasilania, chłodzenia, monitoringu, inne elementy fizyczne oraz licencje programowe, moduły zarządzania), aby osiągnięcie zaoferowanej pojemności i wydajności całkowitej było możliwe poprzez stopniową rozbudowę klastrów serwerów i węzłów systemów przechowywania danych przy jednoczesnym zachowaniu liniowości kosztu zakupu bloku pojemności i wydajności systemu.



1.1.1 Systemy składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)

1.1.1.1 Podstawowe wymagania dla systemów składowania danych „scratch”

Zaferowana konfiguracja systemów składowania dla obliczeń HPC (scratch) dla 5 ośrodków KDM: PCSS, TASK, NCBJ, Cyfronet i WCSS musi spełniać następujące **WYMAGANIA MINIMALNE**:

*UWAGA! Wymagania te należy traktować jako minimalne **planowane** wielkości systemów w poszczególnych ośrodkach - **nie ograniczające z góry** możliwości zamawiania, w trybie dostawy sukcesywnej, poszczególnych typów elementów systemu przechowywania danych przez poszczególne ośrodki. Podane wielkości służą wyłącznie jako wskazówki do projektowania architektury, topologii czy konfiguracji systemów w poszczególnych ośrodkach.*

1. Pojemność systemów składowania dla obliczeń HPC (scratch)

Lp.	Parametr	PCSS	TASK	NCBJ	Cyfronet	WCSS	Ogolem
1.1	Pojemność [PB] na dyskach talerzowych dostępna dla serwerów OSS Lustre, do składowania danych (plików, obiektów)	20	5	5	10	10	50
1.2	Pojemność [PB] na pamięci flash: dostępna dla serwerów OSS Lustre do buforowania danych	1	0,25	0,25	0,5	0,5	2,5
1.3	Pojemność [PB] na modułach flash: dostępna dla serwerów MDS Lustre do składowania meta-danych systemu plików Lustre	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	1

Uwaga! Dopuszcza się rozwiązania, w których blok pamięci dyskowej do składowania danych (OSS) oraz blok pamięci flash do składowania/buforowania danych (OSS) stanowią połączone, zintegrowane rozwiązanie, np. pamięci HDD i SSD są zainstalowane lub podłączone do serwerów OSS lub są umieszczone w tej samej obudowie (JBOD) lub macierzy dyskowej, pod warunkiem zapewnienie osobno dla każdego typu pamięci (dysków talerzowych dla składowania danych oraz pamięci flash dla buforowania danych) przepustowości i pojemności wymaganej dla obu typów przestrzeni przechowywania.

2. Wydajność systemów składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)

Lp.	Parametr	PCSS	TASK	NCBJ	Cyfronet	WCSS	Ogolem
2.1	Wydajność [GB/s] dla strumieniowego zapisu/odczytu dużych zbiorów danych (ciągły zapis, ciągły odczyt) – mierzone dla 100% wolumenu danych w systemie	500	125	125	250	250	1 350

2.2	Wydajność [IOPS] dla losowego zapisu/odczytu małych zbiorów danych - z wykorzystaniem przestrzeni buforującej dane na pamięciach flash – dla 5% danych	1000 000	250 000	250 000	500 000	500 000	2 500 000
2.3	Wydajność [IOPS] operacji plikowych Wu (tworzenie, zmiana nazwy, odczyt atrybutów, usuwanie wpisów) - mierzone dla 10% plików / obiektów w systemie	600 000	150 000	150 000	300000	300 000	1 500 000

3. Liczba elementów systemów składowania dla obliczeń HPC (scratch)

Poniższa tabela określa orientacyjną liczbę elementów funkcjonalnych systemów: węzłów (komplet serwerów i pamięci masowych) oraz modułów pamięci magnetycznej (dyski HDD) i flash (dyski SSD/NVMe).

Lp.	Parametr	PCSS	TASK	NCBJ	Cyfronet	WCSS	Ogolem
3.1	<u>Węzeł danych</u> systemu plików dla HPC	20	5	5	10	10	50
3.2	<u>Węzeł meta-danych</u> systemu plików dla HPC	2	1	1	1	1	6
3.3	Dysk talerzowy <u>do składowania danych</u>	2000	500	500	1000	1000	5 000
3.4	Moduł pamięci flash <u>do składowania/buforowania danych (w węzłach danych)</u>	48	12	12	24	24	120
3.5	Moduł pamięci flash <u>do składowania meta-danych (w węzłach meta-danych)</u>	40	10	10	20	20	100

1.1.1.2 Opis systemów składowania danych scratch

Poniżej opisano wymagania dot. parametrów ogólnych oraz cech poszczególnych komponentów infrastruktury systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch) i architekturę tego systemu.

System składowania danych dla obliczeń HPC (scratch):

1. Pojemność systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)

Dostarczona infrastruktura systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch) musi zapewniać **minimalne pojemności** w poszczególnych klasach pamięci masowych i poszczególnych obszarach systemu:

- Pojemności [PB] pamięci dyskowej do składowania danych (OSS)
- Pojemności [TB] pamięci flash do składowania/buforowania danych (OSS)
- Pojemności [TB] pamięci flash do składowania meta-danych (MDS)

określone w tabeli powyżej.

2. Wydajność systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)

Dostarczona infrastruktura systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch) musi zapewniać minimalne wydajności w dla poszczególnych typów operacji I/O w systemie plików:

- Wydajność I/O strumieniowego
- Wydajność operacji losowych na zbiorach danych
- Wydajność operacji na meta-danych

określone w tabeli powyżej.

Wydajność mierzona będzie zgodnie z procedurami opisanymi w części IV SWZ ppkt 4.

3. Liczba elementów systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)

Minimalne liczby elementów klastra systemu plików dla składowania danych dla obliczeń HPC (scratch), tj.

- węzłów danych i węzłów meta-danych,
- dysków talerzowych (HDD) do składowania danych
- modułów pamięci flash (SSD/NVMe) do składowania/buforowania danych w węzłach danych
- modułów pamięci flash do składowania meta-danych w węzłach meta-danych

są określone w tabeli powyżej.

Architektura i cechy elementów opisane zostały w poniższych punktach specyfikacji.

4. Ogólna architektura systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)

Dla każdego z ośrodków KDM (PCSS, TASK, NCBJ, Cyfronet, WCSS) zadanie obejmuje dostarczenie, integrację i testy elementów **infrastruktury klastra systemu plików dużej wydajności** w oparciu o **węzły danych** i **węzły meta-danych** oraz **oprogramowanie systemu plików** i **elementy sieci** Infiniand i Ethernet a także połączenia w ramach sieci dedykowanych dla systemów przechowywania danych (SAS, NVMe oF).

a. Bloki pamięci masowej

Infrastruktura klastra systemu plików dużej wydajności do przechowywania danych dla obliczeń HPC (scratch) musi zostać zaoferowana w postaci **bloków pamięci masowej systemu plików Lustre**, włączając:

- **Blok pamięci dyskowej** do składowania danych (OSS),
- **Blok pamięci flash** do składowania/buforowania danych (OSS),
- **Blok pamięci flash** do składowania meta-danych (MDS).

Uwaga! Dopuszcza się rozwiązania, w których blok pamięci dyskowej do składowania danych (OSS) oraz blok pamięci flash do składowania/buforowania danych (OSS) stanowią połączone, zintegrowane rozwiązanie.

Rozwiązania integrujące poszczególne typy bloków dopuszcza się pod warunkiem zapewnienia przepustowości i pojemności zdefiniowanej dla poszczególnych funkcjonalnych typów przestrzeni flash.

W formularzu ofertowym należy określić parametry podstawowe dostarczanych bloków pamięci masowej, takie jak pojemność zaoferowanego bloku w PB (pamięć dyskowa) lub TB (pamięć flash: SSD/NVMe).

Uwaga! W przypadku, w którym blok pamięci dyskowej do składowania danych (OSS) oraz blok pamięci flash do składowania/buforowania danych (OSS) stanowią połączone, zintegrowane rozwiązanie w formularzu oferty należy opisać parametry pamięci dyskowej do składowania danych dla OSS oraz pamięci flash do składowania/buforowania danych (OSS) oddzielnie - w odpowiednich polach formularza oferty.

Pojemność każdego z bloków systemu musi zostać określona przez Wykonawcę, w taki sposób by zapewnić co najmniej wymaganą pojemność i wydajność, przy możliwie minimalnym koszcie oraz zapewnić jednocześnie, że system zawiera wymaganą minimalną liczbę elementów takich jak węzły danych czy meta-danych oraz napędy dyskowe i moduły pamięci flash.

Zamawiający nie narzuca Wykonawcy dokładnej struktury poszczególnych węzłów systemu – np. Dokładna liczba serwerów per węzeł czy liczba napędów per serwer, jednak wymaga, by w ramach poszczególnych klas komponentów - węzłów - dostarczone rozwiązanie zawierało minimalną zdefiniowaną liczbę elementów, przy czym Wykonawca może dostarczyć takich elementów więcej niż minimum, o ile rozwiązanie mieści się w założonych limitach wielkości fizycznej i budżetu mocy.

Zamawiający wymaga spełnienia wymagań określonych dla całego systemu składowania danych i dla poszczególnych bloków – np. o ile dla całego systemu o pojemności 10PB wymaga się wydajności **250GB/s**, o tyle

jednocześnie wymaga się, by każdy blok pamięci masowej spełniał wymóg wydajnościowy zdefiniowany per PB pojemności – tj. **25GB/s per 1PB**.

Dostawa serwerów i elementów infrastruktury dla systemu przechowywania danych dla obliczeń HPC będzie zorganizowana w tzw. **bloki funkcjonalne** pamięci masowych złożone z określonej dla każdej klasy serwerów dyskowych liczby serwerów oraz **elementów sieciowych**.

Bloki funkcjonalnego poszczególnych typów pamięci masowej muszą być skonstruowane z – odpowiednio:

- **bloki pamięci dyskowej** do składowania danych i bloki pamięci flash do składowania/buforowania danych – na bazie **węzłów danych** (serwery OSS + dyski HDD oraz pamięci flash: SSD/NVMe)
- **bloki pamięci flash** do składowania meta-danych – na bazie **węzłów meta-danych** (serwery MDS + pamięci flash: SSD/NVMe)

b. Sieć bloków pamięci masowej

*Bloki funkcjonalne muszą zawierać odpowiednie wymagane **elementy sieci wewnętrzzklastrowej** (back-end) oraz **dostępowej** (front-end), zgodne pod względem funkcjonalności, cech jakościowych i ilościowych oraz zastosowanych technologii ze specyfiką poszczególnych bloków funkcjonalnych systemu przechowywania danych. Wymagania dot. Elementów sieciowych dla poszczególnych typów bloków funkcjonalnych zdefiniowano w SWZ.*

***Elementy sieciowe bloków funkcjonalnych** pozwolą – na połączenie serwerów lub elementów typu appliance w klastry posiadające sieć dostępową (ang. front-end) oraz sieć wewnątrz-klastrową (typu hear-beat lub - jeśli wymagana w danej architekturze systemu - sieć back-end dla synchronizacji / replikacji danych).*

***Sieć front-end oraz back-end w technologii Infiniband** systemu składowania danych dla obliczeń HPC zostanie zrealizowana w oparciu o sieć Infiniband dużej przepływności (25/120 Gbit/s – HDR/NDR), o małym opóźnieniu, wspierającą tzw. RDMA; RDMA - Remote Direct Memory Access.*

***Sieć front-end w technologii Ethernet** systemu składowania danych dla obliczeń HPC zostanie zrealizowana w oparciu o sieć Ethernet dużej przepływności (25/100 Gbit/s Ethernet) oraz o małym opóźnieniu, ze wsparciem dla technologii RoCE – RDMA over Converged Ethernet; RDMA – Remote Direct Memory Access.*

***Każda z sieci front-end bloków funkcjonalnych** systemu składowania danych dla obliczeń HPC (Infiniband oraz Ethernet) muszą umożliwiać konfiguracje:*

- ***Tzw. uplinków do sieci agregacyjnej**, pozwalających na agregacje ruchu do/z bloków funkcyjnych , w ramach sieci agregacyjnej, która zostanie skonfigurowana w oparciu o dostarczane w innej części zadania przełączniki sieciowe w odpowiedniej technologii (Ethernet lub Infiniband)*
- ***Tzw. połączeń poziomych pomiędzy blokami funkcjonalnymi** pamięci masowej – w sposób umożliwiający łączenie dostarczanych bloków funkcjonalnych w większe grupy serwerów / elementów appliance danego typu, z pełną przepustowością właściwą dla przełączników sieci front-end i back-end (dopuszczalne jest tzw. stackowanie przełączników lub dostawa dla wielu bloków funkcjonalnych przełączników integrujących wymaganą liczbę portów sieciowych).*

W ramach infrastruktury systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch) wykorzystujących system plików wysokiej wydajności oparty o oprogramowanie Lustre, wyróżnia się **dwa typy węzłów systemu:**

- **węzły danych** systemu plików; dla dostarczanego systemu zakłada się, że każdy węzeł obejmuje:
 - **minimum 4 serwery dla danych (OSS)**
 - **zasób pamięci dyskowych** dla przechowywania danych (zasób HDD OST)
 - **zasób pamięci flash** dla przechowywania/buforowania danych (zasób SSD/NVMe OST)
- **węzły meta-danych** systemu plików; dla dostarczanego systemu każdy węzeł obejmuje
 - **minimum 4 serwery dla meta-danych (MDS)**
 - **zasób pamięci flash** dla przechowywania meta-danych (zasób SSD/NVMe MDT)

c. Sposób opisu rozwiązania w formularzu ofert

W formularzu ofertowym należy wskazać ogólne parametry bloków pamięci masowej, takie jak pojemność, nie zaś liczba węzłów, serwerów czy modułów pamięci dyskowej lub flash.

Architektura i konfiguracja tych bloków, określona zostanie w formularzu technicznym poprzez wskazanie liczby węzłów danych i meta-danych, liczby i grupowania serwerów danych i meta-danych w ramach węzłów oraz konfiguracji i alokacji zasobów pamięci dyskowych i pamięci flash dla serwerów a także sposobu ich połączenia z serwerami, technologii i poziomu zabezpieczenia redundancji składowania danych oraz zastosowanych technik zapewniających niezawodność dostępu do danych i meta-danych.

W przypadku, gdy architektura dostarczonego rozwiązania integruje bloki pojemności pamięci dyskowej do składowania danych (OSS) oraz bloki pamięci flash do składowania/buforowania danych (OSS) w tych samych węzłach (np. pamięci flash wewnątrz serwerów OSS lub zewnętrzne pamięci flash podłączone do serwerów OSS), liczba zamawianych bloków pojemności pamięci dyskowej do składowania danych (OSS) i bloków pamięci flash do składowania/buforowania danych (OSS) będzie taka sama i będzie określała liczbę dostarczanych węzłów pamięci dyskowych i flash integrujących funkcjonalności składowania danych na pamięciach dyskowych oraz składowania i buforowania danych na pamięciach flash, w ramach węzłów OSS systemu składowania danych dla obliczeń HPC.

d. Sposób zamawiania sukcesywnego elementów rozwiązania oraz oceny wydajności systemu

Na podstawie formularza oferty Zamawiający będzie sukcesywnie zamawiać bloki pojemności pamięci dyskowej i flash (dla OST) oraz flash MDT określone pojemnością per blok przez Wykonawcę w ofercie.

Po stronie Wykonawcy pozostaje takie skonfigurowanie zamawianych bloków pamięci masowej, by dostarczony system spełniał wymagania, co do minimalnych: pojemności przechowywania danych, procentowego „pokrycia” pojemności pamięci dyskowych pojemnością pamięci flash dla buforowania danych, pojemności pamięci flash dla meta-danych a także minimalne wymagania wydajnościowe zdefiniowane dla poszczególnych typów operacji wejścia/wyjścia (zapis/odczyt strumieniowy, losowy), mierzone testem wydajnościowym zdefiniowanym w SWZ.

Ponieważ zamówiona sukcesywnie liczba bloków pamięci masowej może być poszczególnych przypadkach (ośrodkach) mniejsza niż zaoferowana całkowita liczba bloków konieczna dla spełnienia ogólnych wymagań pojemnościowych i wydajnościowych systemu zdefiniowanych dla poszczególnych ośrodków KDM, weryfikacja parametrów pojemnościowych i wydajnościowych zaoferowanych bloków przeprowadzona przez Zamawiającego na etapie oceny ofert na poziomie bloku pojemności pamięci masowej będącego elementem oferty oraz na etapie dostawy, wdrożenia i testów akceptacyjnych na poziomie bloku pojemności pamięci masowej będącego elementem oferty oraz na poziomie całego zamawianego systemu (w danym ośrodku KDM) - adekwatnie do wielkości tego systemu. W ramach testów akceptacyjnych będzie weryfikowana zatem wydajność podana w ofercie per-blok jak i całkowita, zagregowana wydajność systemu będącego kombinacją odpowiedniej (zamówionej przed dany ośrodek) liczby bloków systemu.

Uwaga! Test przepustowości poszczególnych bloków systemu oraz przepustowości zagregowanej systemu musi wykazywać liniową skalowalność wydajnościową zaoferowanego rozwiązania.

Zastrzega się, że Zamawiający może zażądać zdalnego dostępu do systemu – tj. pojedynczych modułów/bloków pojemności pamięci masowej *reprezentatywnych* dla zaoferowanych przez Wykonawcę w celu zbadania ich wydajności i innych cech jeszcze na etapie oceny ofert. Żądany system udostępniony zostanie przez Wykonawcę do testów w terminie max 5 dni od wezwania Zamawiającego.

Uwaga! Zdalny dostęp do systemu musi umożliwiać nie tylko przeprowadzenie testu wydajnościowego zgodnie ze zdefiniowaną w SWZ procedurą, w celu weryfikacji deklarowanej w ofercie wydajności systemu (np. dostęp do konsoli SSH serwerów testujących, dostęp do narzędzi (benchmarkow) pozwalających na wykonanie testu) ale także dostęp do informacji monitorującej wydajność testowanego systemu (np. konsola zarządzania systemem Lustre, macierzy dyskowych, appliance itd.) pozwalająca na weryfikację spójności uzyskiwanych testów.

5. WYMAGANIA DLA klastra wysokowydajnego systemu plików dla HPC:

A. ARCHITEKTURA I WŁASNOŚCI KLASTRA WYSOKOWYDAJNEGO SYSTEMU PLIKÓW:

1. architektura:

- a. liczba węzłów klastra:
 - i. **minimum 2 węzły danych systemu plików** - stanowiące *podsystem dla danych* klastra wysokowydajnego systemu plików dla HPC;
 - ii. **minimum 1 węzeł meta-danych systemu plików** - stanowiący *podsystem dla meta-danych* klastra wysokowydajnego systemu plików dla HPC;
 - iii. w ramach dostawy sukcesywnej dla każdego klastra wysokowydajnego systemu plików dla HPC (dostarczanego i instalowanego poszczególnych centrach KDM) zostanie określona liczba węzłów dla danych systemów plików;
 - iv. w każdym klastrze wysokowydajnego systemu plików dla HPC zostanie wykorzystany także minimum 1 węzeł dla meta-danych;
- b. topologia klastra:
 - i. węzły systemu plików nie mogą być ze sobą połączone i nie mogą wymieniać żadnych danych z pominięciem przełączników sieciowych (Infiniband, Ethernet) - dotyczy to zarówno węzłów dla danych jak i węzłów dla meta-danych;

2. własności:

- a. pojemność:
 - i. zasób dyskowy HDD: minimum **1 PB pojemności** surowej (bez deduplikacji i kompresji) *per węzeł dla danych* skonfigurowanej na dyskach magnetycznych (HDD) redundantnie podłączony do *obu* serwerów w ramach węzłów danych systemu plików;
 - ii. zasób SSD/NVME: minimum **50 TB pojemności** surowej (bez deduplikacji i kompresji) na pamięciach SSD lub NVMe; dla składowania meta-danych; redundantnie podłączony do *obu* serwerów w ramach węzła meta-danych systemu plików;
- b. przepustowość:
 - i. przepustowość *podsystemu danych* min. **25 GB/s** per węzeł dla operacji zapisu i odczytu sekwencyjnego mierzona oddzielnie (100% zapis, 100% odczyt), na poziomie agregatów wolumenów dyskowych, dla rozmiaru bloku I/O **1MB**; np. dla podsystemu danych złożonego z 8 węzłów przepustowość musi wynosić minimum **200 GB/s**;
 - ii. przepustowość *podsystemu meta-danych* min. **150 000 IOPS** dla operacji zapisu i odczytu losowego mierzona oddzielnie (100% zapis, 100% odczyt), na poziomie agregatów (np. striping LVM) wolumenów SSD/NVMe dla meta-danych, dla rozmiaru bloku I/O **4kB**;
- c. niezawodność:
 - i. niedopuszczalne jest rozwiązanie, w którym awaria dowolnego węzła danych klastrowego systemu plików uniemożliwia dostęp do danych składowanych na zasobach dyskowych pozostałych węzłów klastrowego systemu plików;
 - ii. niedopuszczalne jest rozwiązanie, w którym awaria dowolnego przełącznika sieciowego z pary przełączników (Infiniband, Ethernet) uniemożliwia funkcjonowanie klastra lub dostęp do wolumenów danych i meta-danych;

B. ARCHITEKTURA I WŁASNOCI WEZŁA DANYCH:

1. Architektura węzła danych:

- a. każdy węzeł dla danych systemu plików musi być złożony z **minimum 4 serwerów dla danych (OSS)** redundantnie podłączonych do **zasobu dyskowego** lub wielu zasobów dyskowych;
- b. **Architektura** węzła dla danych musi być **w pełni redundantna** - *tak by możliwa była praca serwerów dla danych wraz z zasobem lub zasobami dyskowymi w trybie active-active*;
- c. Serwery dla danych muszą być **redundantnie podłączone** do zasobów dyskowych; w sposób umożliwiający **przejmowanie obsługi zasobów dyskowych** domyślnie zarządzanych przez serwer(y), który(e) uległ(y) awarii w ramach pary/grupy serwerów - w obrębie węzła danych;
- d. **funkcjonalność active-active** w zakresie dostępu serwerów dla danych (OSS) do zasobów dyskowych może być *osiągnięta poprzez udostępnienie wolumenów/napedów z zasobu dyskowego wielu hostom lub grupie hostów - w ramach węzła danych - (np. wolumeny dyskowe z macierzy, dyski z JBOD), natomiast logika przejmowania obsługi zasobów dyskowych może być zrealizowana na poziomie oprogramowania Lustre lub systemów plików wirtualizujących i udostępniających zasoby dyskowe dla systemu plików Lustre, np. ZFS lub Idiskfs*;
- e. każdy węzeł danych systemu plików musi być wyposażony w odpowiednią liczbę zasobów dyskowych HDD pozwalającą na uzyskanie wymaganej ogólnej *pojemności i przepustowości podsystemu dla danych* klastra wysokowydajnego systemu plików, przy czym dyski muszą być równomiernie rozmieszczone w zasobach dyskowych dla danych (HDD) - dopuszczalne odchylenie ilościowe: 10%;

2. niezawodność węzła danych:

- a. każdy z serwerów w ramach węzła dla danych musi mieć niezależny dostęp do wszystkich napędów służących do przechowywania danych w ramach danego węzła dla danych;
- b. zasoby dyskowe HDD w obrębie węzłów dla danych muszą być podłączone do serwerów redundantnie w taki sposób, aby awaria jednej ścieżki komunikacyjnej pomiędzy zasobami dyskowymi a serwerami w ramach węzła systemu plików nie powodowała całkowitej utraty dostępu do zasobów dyskowych HDD z punktu widzenia węzła (pary/grupy serwerów);
- c. każdy serwer z pary/grupy serwerów w ramach węzła dla danych musi mieć możliwość przejęcia dostępu do wszystkich zasobów dyskowych HDD pozostałych z serwerów w parze/grupie w przypadku awarii serwera w parze/grupe lub awarii dowolnego z kontrolerów dyskowych serwera w grupie (nie dotyczy obsługi dysków dedykowanych dla systemu operacyjnego serwerów);
- d. przejęcie zasobów dyskowych HDD musi być możliwe w sposób automatyczny, nie wymagający interwencji operatora lub administratora systemu, może być realizowane przez system ZFS lub *inny*;
- e. jeśli dla zapewnienia w/w funkcjonalności wymagane jest wykorzystanie specjalizowanych kontrolerów dyskowych w serwerach, muszą one zostać dostarczone, zainstalowane i wyposażone w oprogramowanie niezbędne dla zapewnienia w/w funkcjonalności; oprogramowanie to musi być dostępne minimum dla Centos 7.x oraz Ubuntu Server 18;
- f. *funkcjonalność przejmowania zasobów dyskowych HDD w przypadku awarii musi być przetestowana i zademonstrowana w ramach testów akceptacyjnych po dostawie systemu*;

3. Połączenia sieciowe:

- a. każdy serwer w obrębie węzła dla danych systemu plików musi być redundantnie podłączony do min. dwóch dostarczanych przełączników sieci Infiniband, za pośrednictwem minimum 2 fizycznych

połączeń; dodatkowe, redundante połączenie do sieci Infiniband klastrów HPC istniejących w centrach KDM będzie wykonywane na żądanie ośrodka KDM;

- b. każdy serwer w obrębie węzła dla danych systemu plików musi być redundantnie podłączony do minimum 2 przełączników sieci front-end Ethernet o przepustowości min. **25Gbit/s** za pomocą redundantnych połączeń;

4. Cechy fizyczne:

- a. maksymalna liczba obudów/półek dyskowych (macierzowych), nie licząc kontrolera macierzy i serwerów, w ramach zasobu dyskowego HDD węzła dla danych: 5
- b. maksymalna liczba serwerów w ramach węzła dla danych: **8**
- c. maksymalna wysokość wszystkich serwerów węzła dla danych: **16U**

5. Wydajność węzła dla danych:

- a. Wydajność węzła danych została określona jako przepustowość I/O strumieniowego/ sekwencyjnego [GB/s] - patrz punkt 5. WYMAGANIA DLA klastra wysokowydajnego systemu plików dla HPC, ppkt. A. ARCHITEKTURA I WŁASNOŚCI KLASTRA WYSOKOWYDAJNEGO SYSTEMU PLIKÓW. Ppkt. 2. Własności, ppkt.1 „pojemność”. Lit. i oraz ppkt. 2 „wydajność”. Lit. i;
- b. Wydajność węzła danych w zakresie I/O musi być udokumentowana przez Wykonawcę za pomocą wyników testu wydajnościowego, wykonanego na węźle dla danych w dostarczanej konfiguracji w/g opisanej w SWZ procedury. Wykonawca zobowiązany będzie do przedstawienia tych dokumentów na wezwanie Zamawiającego na podstawie art. 26 ust. 1 ustawy Pzp.

C. ARCHITEKTURA I WŁAŚNOŚCI WĘZŁA META-DANYCH:

1. Architektura węzła meta-danych:

- a. każdy węzeł dla meta-danych systemu plików musi być złożony **minimum 2 serwerów dla meta-danych**, mogących działać w trybie wysokiej dostępności (ang. *active-active*)
- b. **Architektura** węzła dla meta-danych musi być **w pełni redundantna** - tak by możliwa była praca serwerów dla meta-danych wraz z zasobem lub zasobami dyskowymi w trybie *active-active*;
- c. **Redundancje połączeń oraz funkcjonalność active-active dla węzłów meta-danych rozumie się analogicznie jak zdefiniowano to dla węzłów dla danych;**
- d. Każdy węzeł meta-danych musi być wyposażony w odpowiednią ilość zasobów SSD/NVMe pozwalającą na uzyskanie wymaganej zagregowanej *pojemności i przepustowości podsystemu meta-danych* klastra wysokowydajnego systemu plików, przy czym zasoby SSD/NVMe muszą być równomiernie rozmieszczone w zasobach dyskowych dla meta-danych (SSD/NVMe) - dopuszczalne odchylenie ilościowe: 10%;

2. Niezawodność węzła meta-danych:

- a. każdy z serwerów w ramach węzła meta-danych musi mieć niezależny dostęp do wszystkich zasobów (wolumenów) SSD/NVMe służących do przechowywania meta-danych w ramach węzła meta-danych;
- b. w szczególności: zasoby SSD/NVMe w obrębie węzłów meta-danych muszą być podłączone do serwerów meta-danych redundantnie w taki sposób, aby awaria ścieżek komunikacyjnych pomiędzy zasobami SSD/NVMe a jednym z serwerów lub awaria po jednej ze ścieżek między zasobami SSD/NVMe a każdym z serwerów w ramach węzła meta-danych nie powodowała całkowitej utraty dostępu do zasobów SSD/NVMe z punktu widzenia węzła meta-danych (pary/grupy serwerów);
- c. każdy serwer z pary/grupy serwerów w ramach węzła meta-danych musi mieć możliwość przejęcia dostępu do wszystkich zasobów dyskowych SSD/NVMe pozostałych z serwerów w parze/grupie w przypadku awarii serwera w parze/grupie lub awarii dowolnego z kontrolerów dyskowych serwera w grupie (nie dotyczy obsługi dysków dedykowanych dla systemu operacyjnego serwerów);
- d. przejęcie zasobów dyskowych SSD/NVMe musi być możliwe w sposób automatyczny, nie wymagający interwencji operatora lub administratora systemu, może być realizowane przez system ZFS lub *inny*;
- e. jeśli dla zapewnienia w/w funkcjonalności wymagane jest wykorzystanie specjalizowanych kontrolerów dyskowych w serwerach, muszą one zostać dostarczone, zainstalowane i wyposażone w oprogramowanie niezbędne dla zapewnienia w/w funkcjonalności; oprogramowanie to musi być dostępne minimum dla Centos 7.x oraz Ubuntu Server 18;
- f. *funkcjonalność przejmowania zasobów dyskowych HDD w przypadku awarii musi być przetestowana i zademonstrowana w ramach testów akceptacyjnych po dostawie systemu;*

3. Połączenia sieciowe:

- a. każdy serwer w obrębie węzła meta-danych systemu plików musi być redundantnie podłączony do min. dwóch dostarczanych przełączników sieci Infiniband, za pośrednictwem minimum 2 fizycznych połączeń; dodatkowe, redundante połączenie do sieci Infiniband klastrów HPC istniejących w centrach KDM będzie wykonywane na żądanie ośrodka KDM;
- b. każdy serwer w obrębie węzła dla meta-danych systemu plików musi być redundantnie podłączony do minimum dwóch przełączników sieci front-end Ethernet o przepustowości minimum 25Gbit/s, za pośrednictwem minimum 2 fizycznie niezależnych połączeń;

4. Cechy fizyczne:

- a. maksymalna liczba obudów/półek w ramach zasobu SSD/NVMe w ramach węzła dla meta-danych: 1
- b. **maksymalna liczba serwerów** w ramach węzła dla meta-danych: **4**
- c. **maksymalna wysokość serwerów** w ramach węzła dla meta-danych: **8U**

5. Wydajność węzła meta-danych:

- a. Wydajność węzła meta-danych została określona jako wydajność operacji losowych - patrz punkt 5. WYMAGANIA DLA klastra wysokowydajnego systemu plików dla HPC, ppkt. A. ARCHITEKTURA I WŁASNOŚCI KLASTRA WYSOKOWYDAJNEGO SYSTEMU PLIKÓW. Ppkt. 2. Własności, ppk.1 „pojemność”. Lit. ii oraz ppkt. 2 „wydajność”. Lit. ii;
- b. Wydajność węzła meta-danych w zakresie I/O musi być udokumentowana przez Wykonawcę za pomocą wyników testu wydajnościowego, wykonanego na węźle meta-danych w dostarczonej konfiguracji w/g opisanej w SWZ procedury. Wykonawca zobowiązany będzie do przedstawienia tych dokumentów na wezwanie Zamawiającego na podstawie art. 26 ust. 1 ustawy Pzp.

6. WYMAGANIA DLA serwerów danych i meta-danych:

1. Procesory:
 - a. *Serwer dla danych:*
 - i. minimum **2** procesory na serwer, każdy o częstotliwości zegara minimum **2.3GHz**, każdy minimum 16-rdzeniowy, 32-wątkowy .
 - b. *Serwer dla meta-danych:*
 - i. minimum **2** procesory na serwer, każdy o częstotliwości zegara minimum **3.0GHz**, każdy minimum 12-rdzeniowy, 24-wątkowy.
2. Pamięć:
 - a. *Serwer dla danych:*
 - i. Minimalna pojemność pamięci RAM per serwer to **256 GB** RAM;
 - ii. Serwer musi być wyposażony w liczbę kości pamięci zapewniającą maksymalną przepustowość, tj. pełną obsadę kanałów pamięci oraz obsadzenie 1 modułu DIMM na kanał;
 - b. *Serwer dla meta-danych:*
 - i. Minimalna pojemność pamięci RAM per serwer to **384 GB** RAM;
 - ii. Serwer musi być wyposażony w liczbę kości pamięci zapewniającą maksymalną przepustowość, tj. pełną obsadę kanałów pamięci oraz obsadzenie 1 modułu DIMM na kanał;
 - c. wszystkie zainstalowane moduły pamięci muszą pracować z najwyższą wspieraną przez procesor częstotliwością, nie mniejszą niż 2666 MHz;
3. Minimum 2 dyski dla systemu operacyjnego i oprogramowania serwera skonfigurowane w RAID1 lub RAID10, z zabezpieczeniem zawartości cache na wypadek całkowitej utraty zasilania; każdy dysk spełniający wymagania:
 - a. Minimalna katalogowa pojemność [GB]: 200
 - b. Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 10 000
 - c. Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 50 000
 - d. Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
 - e. Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
 - f. Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
 - g. Minimalna odporność na ścieranie [DWPD (ang. disk writes per day)]: 1
 - h. Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
 - i. Zatoki/złącza, które mogą być wykorzystane dla instalacji napędów/modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: SSD 2.5", SSD M.2, PCIe
4. Możliwość instalacji wymaganej liczby i typu portów sieciowych: Ethernet i Infiniband oraz kontrolerów dyskowych SAS lub FC do podłączenia zasobów dyskowych oraz SSD/NVMe;
5. Kontrolery I/O:
 - a. Kontrolery I/O zapewniające podłączenie dysków dla systemu operacyjnego i oprogramowania serwera:
 - i. Liczba portów kontrolerów dysków HDD/SSD oraz slotów dla napędów/pamięci SSD/NVME musi być wystarczająca do podłączenia wszystkich wymaganych dysków magnetycznych HDD oraz napędów i modułów SSD/NVMe
 - ii. Typy RAID wspierane przez kontrolery: 0,1
 - iii. Możliwość realizacji RAID1 minimum dla napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego

- b. Kontrolery I/O zapewniające podłączenie zasobów dyskowych HDD lub SSD/NVMe:
 - i. serwer musi być wyposażony w kontrolery SAS lub FC do podłączenia serwera do zasobów dyskowych HDD lub zasobów SSD/NVMe w sposób umożliwiający spełnienie wymagań dla węzłów klastrowego systemu plików w zakresie wydajności i niezawodności;
 - 1. dla PCSS należy dostarczyć interfejsy FC do podłączania zasobu SSD/NVMe do serwerów dla meta-danych
 - 2. dla pozostałych ośrodków należy dostarczyć interfejsy FC lub SAS do podłączania zasobu SSD/NVMe do serwerów dla meta-danych
 - ii. W szczególności kontrolery w węzłach dla danych (SAS):
 - 1. muszą zapewniać możliwość realizacji niezależnego dostępu do zasobów dyskowych HDD w ramach pary serwerów w obrębie węzłów dla danych klastrowego systemu plików
 - 2. muszą zapewniać wydajność pozwalającą na uzyskanie przepustowości w GB/s zdefiniowaną dla węzłów dla danych;
 - iii. W szczególności kontrolery w węzłach dla meta-danych (FC lub SAS):
 - 1. muszą zapewniać możliwość realizacji niezależnego dostępu do zasobów SSD/NVMe w ramach par serwerów w obrębie węzłów dla meta-danych klastrowego systemu plików
 - 2. muszą zapewniać wydajność pozwalającą na uzyskanie przepustowości w IOPS zdefiniowaną dla węzłów dla meta-danych;

6. Karty sieciowe:

- a. Każdy serwer musi być wyposażony w min. **2 porty Infiniband o prędkości min. HDR** umożliwiające podłączenie serwerów do sieci Infiniband klastrowych HPC dostarczanych do centrów KDM w ramach projektu z wymaganą przepustowością i na wymaganym poziomie redundancji za pomocą przełączników Infiniband dostarczanych w ramach projektu.
- b. Wykonawca musi dostarczyć okablowanie wymagane do wykonania połączeń serwerów z dostarczonymi przełącznikami Infiniband, przy założeniu, że odległość pomiędzy portami serwerów a portami dostarczonych przełączników nie przekroczy **32m**.
- c. Każdy serwer musi być dodatkowo wyposażony w min. **2 porty Infiniband o prędkości min. HDR** umożliwiające podłączenie tych serwerów do sieci Infiniband klastrowych HPC istniejących w centrach KDM; Zamawiający udostępni wymaganą liczbę portów po stronie sieci Infiniband istniejących klastrowych obliczeniowych. Wykonawca dostarczy okablowanie wymagane do wykonania takich połączeń, przy założeniu że odległość pomiędzy portami serwerów a przełącznikami Infiniband EDR nie przekroczy **32m**. Natomiast połączenie dostarczanego klastra systemu plików dużej wydajności z siecią Infiniband istniejącego klastra HPC zostanie wykonane na żądanie danego ośrodka.
- a. Każdy serwer musi być dodatkowo wyposażony w min. **2 porty Ethernet o prędkości min. 25Gbit/s** umożliwiające podłączenie tych serwerów do sieci Ethernet dostarczaną w ramach niniejszego zamówienia. Wykonawca dostarczy okablowanie wymagane do wykonania takich połączeń.
- d. Wyżej wymienione karty InfiniBand muszą posiadać funkcjonalność TCP off-load.;
- e. Serwer musi być dodatkowo wyposażony w interfejsy do zarządzania:
 - i. co najmniej 2 interfejsy Ethernet 1Gbit lub szybszej na potrzeby dostępu do serwerów (SSH itp.) i połączeń monitorujących (ang. heartbeat itd.);
 - ii. co najmniej 1 interfejs Ethernet 1Gbit dedykowany do zarządzania (IPMI);

7. Wszystkie dostarczone karty SAS, FC, InfiniBand i Ethernet muszą:
 - a. posiadać firmware aktualny/najnowszy na dzień realizacji dostawy.
 - b. znajdować się na liście kompatybilności oprogramowania RedHat Enterprise Linux 7.0
8. Obudowa rack wysokości max. **2U**.
9. Funkcje do zarządzania:
 - a. Dedykowany port zarządzający w technologii Ethernet, wspierający TCP/IP:
 - b. minimalna funkcjonalność zarządzania:
 - i. zdalny dostęp do maszyny z możliwością przekierowania konsoli systemowej w trybie tekstowym i graficznym, monitoring parametrów pracy i podłączenie zdalnych nośników danych do konsoli zarządzającej;
 - ii. serwer musi posiadać możliwość w ramach interfejsu zarządzającego monitorowanie oraz prezentację aktualnego i historycznego poboru mocy.
10. Wraz serwerem musi być dostarczone i zainstalowane oprogramowanie – minimum system operacyjny z rodziny Linux-64 bit: Ubuntu Server 18 lub CentOS 7;

7. Wymagana minimalna konfiguracja dla pojedynczego zasobu dyskowego HDD:

1. Pojemność pojedynczego zasobu dyskowego OST:
 - a) Urządzenie musi być wyposażone w **minimum 70 dysków** typu NL-SAS lub SAS.
 - b) Urządzenie musi być w pełni obsadzony dyskami.
2. Dyski w zasobie dyskowym OST:
 - a) Minimalna pojemność surowa katalogowa dysku: **10TB**
 - b) Technologia dysku: Nearline SAS lub SAS
 - c) Wydajność pojedynczego dysku:
 - i. Minimalna liczba operacji I/O na sekundę przy wielkości bloku 4kB [IOPS]: 170
 - ii. Minimalna przepustowość dysku dla zapisu i odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 230
 - iii. Maksymalne opóźnienie [ms]: 4.5
 - d) MTBF: minimum 2 000 000
3. Architektura pojedynczego zasobu dyskowego OST:
 - a) Zasób dyskowy HDD musi być zrealizowany jako pojedyncze urządzenie.
 - b) Zasób dyskowy HDD nie może być zrealizowany poprzez połączenie wielu urządzeń przełącznikami SAS lub FC lub szyną SAS;
 - c) Wielkość pojedynczego zasobu dyskowego nie może przekraczać **32U**.
4. Porty do hostów i okablowanie:
 - a) Obsługa standardu SAS-3 (12Gbit/s) lub nowszego lub Fibre Channel 32Gbit/s lub szybszego.
 - b) Urządzenie powinno być wyposażone w minimum cztery porty komunikacyjne SAS IO modules wykorzystane do podłączenia do zasobów dyskowych HDD do serwerów lub w minimum 4 porty komunikacyjne Fibre Channel do serwerów.
5. Wydajność:
 - a) Wydajność pojedynczego zasobu dyskowego HDD musi pozwalać na uzyskanie wydajności wymaganej dla węzła dla danych, w zaoferowanej konfiguracji węzła, obejmującej minimum 2

- serwery oraz minimum 1 zasób dyskowy.
- b) *Wydajność węzła dla danych musi być udokumentowana za pomocą wyników testu wydajnościowego, wykonanego na węźle dla danych w dostarczanej konfiguracji według opisaney niżej procedury testowej. Wykonawca zobowiązany będzie do przedstawienia tych dokumentów na wezwanie Zamawiającego na podstawie art. 26 ust. 1 ustawy Pzp.*
 - c) Zamawiający zastrzega sobie prawo weryfikacji wydajności zasobu dyskowego po jego dostarczeniu.
6. Obsługiwane standardy i narzędzia:
- a) Zapewnienie obsługi standardów komunikacyjnych SES 3.0 (SCSI Enclosure Services) oraz SMP (SAS Serial Management Protocol) lub Fibre Channel o przepływności 32 Gbit lub szybszej.
 - b) Możliwość skonfigurowania do czterech zon/pul dyskowych przy pomocy narzędzi typu sg3_utils.
7. Odporność zasobu dyskowego HDD na awarie, wielościeżkowy dostęp do danych, diagnostyka
- a) Urządzenie musi obsługiwać mechanizm typu multi server failover
 - b) Zasób dyskowy musi wspierać niezależny restart jednego z redundantnych kontrolerów zasobu dyskowego, bez przerywania dostępu do zasobu dyskowego z punktu widzenia serwerów dla danych korzystających z tego zasobu.
 - c) Następujące elementy: moduł rozszerzeń, zasilacz, dysk, wentylator muszą być komponentami typu CRU (ang., *Customer Replaceable Units*)
 - d) Każdy moduł dyskowy (dysk + ramka) powinien być wyposażony w diody sygnalizujące minimum następujące stany: wykonywanie operacji IO, alarmy, awarie a także umożliwiające lokalizowanie dysku.
8. Zasób dyskowy HDD musi umożliwiać wymianę "na gorąco", komponentów takich jak: zasilacze, wentylatory, napędy dyskowe, kontrolery, bez konieczności wyłączenia całego urządzenia czy też półek (tacek) dyskowych zawierających więcej niż 1 napęd dyskowy;
9. Zasilanie:
- a) Chwilowe, maksymalne zużycie prądu pojedynczego urządzenia nie może przekraczać 2 kW.
 - b) Redundantne zasilacze, przy czym urządzenie potrafi zachować ciągłość pracy przy liczbie 50% sprawnych zasilaczy.

8. Wymagana minimalna konfiguracja pojedynczego zasobu SSD/NVMe:

1. Pojemność pojedynczego zasobu SSD/NVMe:
 - a) Sumaryczna pojemność surowa (fizyczna) pamięci SSD/NVMe zasobu SSD/NVMe to minimum 50 TB,
 - b) Wymagana sumaryczna pojemność zasobu SSD/NVMe musi być uzyskana przy pomocy minimum 16 napędów/modułów SSD/NVMe
 - c) Zasób SSD/NVMe musi być rozbudowywalny do pojemności minimum 500TB poprzez wyłącznie dodawanie napędów / modułów SSD/NVMe do zaoferowanego urządzenia,
2. Architektura pojedynczego zasobu SSD/NVMe:
 - a) Zasób **SSD/NVMe musi stanowić pojedyncze urządzenie wykorzystujące do składowania danych (meta-danych klastrowego systemu plików dużej wydajności) pamięci SSD/NVMe.**
Niedopuszczalna jest realizacja pojedynczego zasobu SSD/NVMe poprzez dostarczenie wielu urządzeń SSD/NVMe połączonych przełącznikami FC lub SAS lub szyną SAS lub interfejsami PCIe.
 - b) Oferowany **zasób SSD/NVMe** musi składać się z co najmniej **dwóch kontrolerów pracujących w trybie wysokiej dostępności.** W przypadku awarii jednego kontrolera **zasobu SSD/NVMe**, inny kontroler automatycznie przejmuje jego funkcje i udostępnia klientom (hostom) wszystkie zdefiniowane w zasobie SSD/NVMe wolumeny.
 - c) **Nie jest dopuszczalne** rozwiązanie, w którym usługi protokołu *Fibre Channel* realizowane są w oparciu o **emulację protokołu FC** na wewnętrznym systemie plików urządzenia.
3. Napędy/moduły SSD/NVMe zasobu SSD/NVMe:
 - a) Muszą być wykonane w technologii SSD (typu SLC lub MLC) lub NVMe
 - b) Interfejsy: SAS lub PCIe
 - c) Automatyczne monitorowanie stanu napędów i określanie stopnia zużycia mediów.
 - d) Minimalna pojemność pojedynczego napędu/modułu: 3TB
 - e) Minimalna przepustowość pojedynczego napędu/modułu:
 - I. Liczba operacji zapisu na sekundę, blok I/O 4kB [IOPS]: 100 000
 - II. Liczba operacji odczytu na sekundę, blok I/O 4kB [IOPS]: 200 000
 - III. Prędkość zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 1000
 - IV. Prędkość odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 2000
 - f) Maksymalne opóźnienie operacji zapisu dla pojedynczego napędu SSD [mikrosekund]: 40
4. **Funkcje hot-swap oraz aktualizacja firmware:**
 - a) Zasób SSD/NVMe musi umożliwiać wymianę napędów/modułów SSD/NVMe na gorąco, tj. bez konieczności wyłączenia całego zasobu SSD/NVMe zawierającego uszkodzony napęd/moduł czy też tacki zawierającej więcej niż 1 napęd/moduł SSD/NVMe).
 - b) Zasób SSD/NVMe musi umożliwiać aktualizację firmware na gorąco, bez przerywania dostępu do zasobów SSD/NVMe z perspektywy serwerów dla meta-danych.
5. **Porty do hostów i okablowanie dostarczane sukcesywnie:**
 - a) Zasób SSD/NVMe musi mieć możliwość zainstalowania co najmniej **4 interfejsów I/O sieci o niskim opóźnieniu, o przepustowości minimum 16Gbit/s** do przyłączenia zasobu do infrastruktury.
 - i. Dla ośrodka PCSS zasób SSD/NVMe musi być wyposażony w port FC

- ii. Dla pozostałych ośrodków KDM zasób SSD/NVMe musi być wyposażony w porty FC lub SAS.

6. Cache:

- a) Zasób SSD/NVMe musi posiadać pamięć operacyjną wykorzystywaną na potrzeby cache o pojemności fizycznej **co najmniej 256 GB** na cały zasób SSD/NVMe a każdy z kontrolerów składających się na zasób musi posiadać proporcjonalną do całości ilość pamięci.
- b) Zasób SSD/NVMe musi realizować technikę tzw. mirrorowania pamięci cache między kontrolerami oraz mechanizm gwarantujący zachowanie zawartości pamięci cache w przypadku zaniku zasilania;

7. Redundancja danych:

- a) Zasób SSD/NVMe musi wspierać redundancję danych na poziomie:
 - i. RAID6 lub podobnym (podwójna parzystość)
 - ii. RAID5.

8. H. Odporność zasobu SSD/NVMe na awarie, wielościeżkowy dostęp do danych:

- b) Zasób SSD/NVMe musi wspierać niezależny restart jednego z redundantnych kontrolerów zasobu SSD/NVMe, bez przerywania dostępu do zasobu SSD/NVMe z punktu widzenia serwerów dla meta-danych korzystających z tego zasobu.
- c) Zasób SSD/NVMe, tj. moduł kontrolera i obudowy pamięci/modułów SSD/NVMe muszą być wyposażone w redundantne zasilacze i wentylatory. W każdym z modułów, redundantne zasilacze muszą mieć możliwość zasilania z różnych źródeł, bez potrzeby użycia zewnętrznych urządzeń.
- d) Jeśli jest to konieczne, dla zasobu SSD/NVMe muszą zostać dostarczone licencje na funkcję umożliwiającą wykorzystywanie kontrolerów w taki sposób, aby oprogramowanie zainstalowane w systemie operacyjnym klienta (hosta) automatycznie przełączało ścieżki do zasobów, np. w przypadku uszkodzenia karty HBA, przełącznika SAN, kontrolera zasobu SSD/NVMe czy przewodu światłowodowego;
- e) Jeśli jest to konieczne, wraz z zasobem SSD/NVMe muszą zostać dostarczone licencje umożliwiające równoczesne wykorzystanie wielu ścieżek w sieci SAN między hostem a zasobem SSD/NVMe.
- f) Licencje wspomniane w ppkt. b.-c. muszą zostać dostarczone dla następujących systemów operacyjnych: Windows Server 64-bit, Redhat Linux 7.x 64-bit, CentOS 7 oraz Ubuntu Server 18.

9. Mapowanie wolumenów:

- a) Zasób SSD/NVMe musi umożliwiać mapowanie wolumenów do hostów, w taki sposób, że możliwy jest przydział numerów LUN niezależnie dla minimum 28 hostów lub grup hostów, przy uwzględnieniu warunku, że numery mogą być przydzielane dowolnie od 0 do maksymalnej wartości. Przykładowo, dla każdego z hostów lub grup hostów musi istnieć możliwość mapowania oddzielnego wolumenu o numerze LUN 0,
- b) Zasób SSD/NVMe musi umożliwiać wirtualizację nazewnictwa hostów lub grup hostów poprzez nadawanie tzw. aliasów tekstowych, widocznych globalnie na każdym kontrolerze zasobu. Musi istnieć możliwość stworzenia aliasów tekstowych hostów lub grup hostów złożonych co najmniej z następującego zbioru znaków ASCII: 0-9, a-z, A-Z.
- c) Zasób SSD/NVMe musi umożliwiać udostępnianie wolumenów dyskowych co najmniej 32 serwerom z rodziny systemów Linux. W przypadku licencjonowania liczby hostów podłączanych do zasobu SSD/NVMe należy dostarczyć odpowiednie licencje.
- d) Zasób SSD/NVMe musi umożliwiać udostępnianie hostom wolumenów większych niż **2TB**.

10. Funkcje do zarządzania:

- a) Dostęp do kontrolerów zasobu SSD/NVMe lub do graficznego interfejsu zarządzania i monitorowania zasobu musi być możliwy poprzez sieć Ethernet oraz TCP/IP, z komputera PC pracującego pod kontrolą systemu operacyjnego z rodziny MS Windows i Linux.
- b) Zasób SSD/NVMe musi umożliwiać prezentację obciążenia przy pomocy dostarczonego oprogramowania w czasie rzeczywistym; oprogramowanie to może być integralną częścią kontrolerów zasobu lub być zainstalowane na dedykowanym serwerze zewnętrznym.

11. Wydajność zasobu SSD/NVMe:

- c) Minimalna przepustowość zasobu SSD/NVMe w dostarczanej konfiguracji:
- d) ilość operacji I/O na sekundę realizowanych dla odczytu (blok 4kB) [IOPS]: 400 000
- e) ilość operacji I/O na sekundę realizowanych dla zapisu (blok 4kB) [IOPS]: 200 000
- f) w/w wartości przepustowości muszą być możliwe do uzyskania zarówno dla nowo zainstalowanym zasobie SSD/NVMe napędów w stanie 'steady' jak i po zapisaniu zasobu SSD/NVMe wolumenem danych stanowiącym 5-krotność fizycznej pojemności zasobu SSD/NVMe (przy założeniu losowości danych) a także po wykonaniu przez 24h ciągłych zapisów na zasób SSD/NVMe.
- g) Wydajność zasobu SSD/NVMe musi być udokumentowana przez Wykonawcę za pomocą wyników testu, wydajnościowego, wykonanego na zasobie SSD/NVMe przy wykorzystaniu serwerów w konfiguracji zaoferowanej dla węzła dla meta-danych według opisanej w SWZ procedury testowej. Wykonawca zobowiązany będzie do przedstawienia tych dokumentów na wezwanie Zamawiającego na podstawie art. 26 ust. 1 ustawy Pzp.
- h) Zamawiający zastrzega sobie prawo weryfikacji wydajności zasobu SSD/NVMe po jego dostarczeniu.

8. WYMAGANIA DLA SYSTEMU PLIKÓW (LUSTRE)

1. **Oprogramowanie** systemu plików:
 - a. *Lustre*
 - i. Najnowsza wersja oprogramowania Lustre (nie starsza niż 2.12.x lub 2.14.x)
 - ii. Otwarte oprogramowanie bez ograniczeń licencyjnych
 - b. *OpenZFS (jeśli zastosowane)*
 - i. Najnowsza wersja oprogramowania ZFS (kompatybilna z Lustre 2.14.x i nowszymi)
2. **Wymagania** dot. Systemu plików Lustre na poszczególnych modułach systemu:
 - a. *System plików dla serwerów danych (OSS):*
 - i. System plików Ldiskfs / ZFS
 - ii. Wolumeny systemu plików skonfigurowane na zasobach storage hybrydowych tj. zasoby na dyskach talerzowych akcelerowane na pamięciach flash (SSD/NVME); przy czym konieczne jest zachowanie odpowiedniej proporcji przestrzeni SSD i HDD – zgodnie ze specyfikacją architektury sprzętowej dla węzłów danych (OSS);
 - iii. Serwery OSS skonfigurowane w parach w trybie HA w modelu Active/Active - konfiguracja active-active opisana została w specyfikacji węzłów danych klastra wysokowydajnego systemu plików dla HPC.
 - b. *System plików dla serwerów meta-danych (MDS):*
 - i. System plików Ldiskfs / ZFS
 - ii. Wolumeny systemu plików skonfigurowane na zasobach storage typu flash: macierz lub JBOD NVMe, zgodnie ze specyfikacją architektury sprzętowej dla węzłów MDS
 - iii. Minimum para serwerów MDS skonfigurowana trybie HA w modelu Active/Active - konfiguracja active-active opisana została w specyfikacji węzłów meta-danych klastra wysokowydajnego systemu plików dla HPC.
 - c. *Połączenia sieciowe dla serwerów OSS i MDS:*
 - i. W konfiguracji systemu Lustre należy wykorzystać połączenia Infiniband – minimum 4 porty IB QDR / serwer – dla udostępnienia systemu Lustre do klastrów obliczeniowych;
 - ii. Dodatkowo należy zapewnić i skonfigurować co najmniej dualne i redundantne (LACP, bonding itp.) połączenie poprzez sieć Ethernet – tj. minimum 2 porty 25Gbits / serwer klastra wysokowydajnego systemu plików dla HPC;
 - i. Wymagane jest aby dla każdego klastra obliczeniowego podłączanego w ośrodkach KDM do dostarczanego systemu Lustre możliwe było utworzenie podwójnego połączenia EDR IB. Liczba i konfiguracja sieciowa klastrów obliczeniowych HPC, cloud, BigData itd. zostanie określona na etapie wizji lokalnych.
 - d. *Mechanizmy Lustre, które należy zastosować przy wdrożeniu / konfiguracji systemu Luster:*
 - i. System Quot (w szczególności tzw. *project quota*):
https://doc.lustre.org/lustre_manual.xhtml#configuringquotas
 - ii. Multi-Rail LNet - agregacja interfejsów InfiniBand:
https://doc.lustre.org/lustre_manual.xhtml#mroverview
 - iii. Progressive File Layout (PFL) - automatyczne dobieranie wielkości bloku *stripingu* w zależności od wielkości pliku: https://doc.lustre.org/lustre_manual.xhtml#pfl



- iv. Distributed Namespace Environment (DNE) - mechanizm stripingu MDSów:
https://doc.lustre.org/lustre_manual.xhtml#DNE



1.1.2 System składowania danych użytkowników i projektów (project data)

1.1.2.1 Podstawowe wymagania dla systemów składowania danych „project data”

Zaofferowana konfiguracja systemów składowania danych użytkowników/projektów (project data) dla 5 ośrodków KDM: PCSS, TASK, NCBJ, Cyfronet i WCSS, spełniająca następujące WYMAGANIA MINIMALNE:

*UWAGA! Wymagania te należy traktować jako minimalne **planowane** wielkości systemów w poszczególnych ośrodkach - **nie ograniczające z góry** możliwości zamawiania, w trybie dostawy sukcesywnej, poszczególnych typów elementów systemu przechowywania danych przez poszczególne ośrodki. Podane wielkości służą wyłącznie jako wskazówki do projektowania architektury, topologii czy konfiguracji systemów w poszczególnych ośrodkach.*

1. Pojemność systemów składowania danych użytkowników i projektów (project data):

Lp.	Parametr	PCSS	TASK	NCBJ	Cyfronet	WCSS	Ogolem
1.1	<u>Pojemność [PB] na dyskach talerzowych dostępna dla węzłów systemu rozproszonego/ klastrowego do składowania danych (plików, obiektów)</u>	40	5	5	20	10	80
1.2	<u>Pojemność [PB] na modułach flash: SSD/NVMe dostępna dla węzłów systemu rozproszonego/ klastrowego do składowania/buforowania danych (plików/obiektów)</u>	1	0,125	0,125	0,500	0,250	2
1.3	<u>Pojemność [PB] na modułach flash: SSD/NVMe dostępna dla węzłów systemu rozproszonego/ klastrowego do składowania meta-danych (plików/obiektów)</u>	1	0,125	0,125	0,500	0,250	2

Uwaga! Dopuszcza się rozwiązania, w których blok pamięci dyskowej do składowania danych oraz blok pamięci flash do składowania/buforowania danych stanowią połączone, zintegrowane rozwiązanie. Dopuszcza się także rozwiązania, w których pojemność pamięci flash dostępna dla węzłów systemu rozproszonego/ klastrowego do składowania/buforowania danych systemu plików oraz pojemność pamięci flash dostępna dla węzłów systemu rozproszonego/ klastrowego do składowania meta-danych systemu plików są dostarczane w postaci zintegrowanych węzłów.

2. Wydajność systemów składowania danych użytkowników i projektów (project data):

Lp.	Parametr	PCSS	TASK	NCBJ	Cyfronet	WCSS	Ogolem
-----	----------	------	------	------	----------	------	--------

2.1	Wydajność [GB/s] dla strumieniowego zapisu/odczytu dużych zbiorów danych (ciągły zapis, ciągły odczyt) – mierzone dla 100% wolumenu danych w systemie	400	50	50	200	100	800
2.2	Wydajność [IOPS] dla losowego zapisu/odczytu małych zbiorów danych - z wykorzystaniem przestrzeni SSD/NVMe buforującej dane – mierzone dla 5% danych	4 000 000	500 000	500 000	2 000 000	1 000 000	8 000 000
2.3	Wydajność [IOPS] operacji plikowych (tworzenie, zmiana nazwy, odczyt atrybutów, usuwanie wpisów) - mierzone dla 10% plików / obiektów w systemie	500 000	62 500	62 500	250 000	125 000	1 000 000

3. Liczba elementów systemów składowania danych użytkowników/projektów (project data)

– architektura i cechy elementów opisana w *odpowiednich* punktach SWZ:

Lp.	Element	PCSS	TASK	NCBJ	Cyfronet	WCSS	Ogolem
3.3	Dysk talerzowy systemu składowania danych użytkowników i projektów (project data)	4000	500	500	2000	1000	8 000
3.4	Moduł pamięci flash systemu składowania danych użytkowników i projektów (project data)	400	50	50	200	100	800

1.1.2.2 Opis systemów składowania danych „project data”

Poniżej opisano wymagania dot. parametrów ogólnych oraz cech poszczególnych komponentów infrastruktury systemu składowania danych „project data” i architekturę tego systemu.

A. Systemu składowania danych „project data”:

1. Pojemność systemu składowania danych „project data”:

Dostarczona infrastruktura systemu składowania danych „project data” musi zapewniać **minimalne pojemności** w poszczególnych klasach pamięci masowych i poszczególnych obszarach systemu:

- Pojemności [PB] pamięci dyskowej do składowania danych

- Pojemności [TB] pamięci flash do składowania/buforowania danych
 - Pojemności [TB] pamięci flash do składowania meta-danych
- określone w tabeli powyżej

2. Wydajność systemu składowania danych „project data”

Dostarczona infrastruktura systemu składowania danych „project data” musi zapewniać minimalne wydajności w dla poszczególnych typów operacji I/O w systemie przechowywania danych:

- Wydajność I/O strumieniowego
 - Wydajność operacji losowych na zbiorach danych
 - Wydajność operacji na meta-danych
- określone w tabeli powyżej.

Wydajność mierzona będzie zgodnie z procedurami opisanymi w części IV SWZ ppkt 4.

3. Liczba elementów systemu składowania danych „project data”

Minimalne liczby elementów klastra systemu plików dla składowania danych „project data”:

- węzłów dyskowych i węzłów flash systemu składowania danych
 - dysków talerzowych (HDD) do składowania danych
 - modułów pamięci flash (SSD/NVMe) do składowania/buforowania danych
 - modułów pamięci flash do składowania meta-danych
- są określone w tabeli powyżej.

Architektura i cechy elementów opisane są w *odpowiednich* punktach SWZ:

4. Ogólna architektura systemu składowania danych project data”

Dla każdego z ośrodków KDM (PCSS, TASK, NCBJ, Cyfronet, WCSS) zadanie obejmuje dostarczenie, integrację i testy elementów **infrastruktury systemu przechowywania danych „project data”** w oparciu o **węzły dyskowe i węzły flash** oraz **oprogramowanie** zarządzające danymi i **elementy sieci** Ethernet a także połączenia w ramach sieci dedykowanych dla systemów przechowywania danych (SAS, NVMe oF itd.).

a. Bloki pamięci masowej

Infrastruktura systemu przechowywania danych „project data” musi zostać zaoferowana w postaci **bloków pamięci masowej** systemu **przechowywania danych „project data”**, włączając:

- **Blok pamięci dyskowej** do składowania danych,
- **Blok pamięci flash** do składowania/buforowania danych,
- **Blok pamięci flash** do składowania meta-danych.

Uwaga! Dopuszcza się rozwiązania, w których blok pamięci dyskowej do składowania danych oraz

blok pamięci flash do składowania/buforowania danych stanowią połączone, zintegrowane rozwiązanie.

Dopuszcza się także rozwiązania, w których pojemność pamięci flash do składowania/buforowania danych systemu plików oraz pojemność pamięci flash do składowania meta-danych systemu plików są dostarczane w postaci zintegrowanych węzłów.

Rozwiązania integrujące poszczególne typy bloków dopuszcza się pod warunkiem zapewnienia przepustowości i pojemności zdefiniowanej dla poszczególnych funkcjonalnych typów przestrzeni flash.

W formularzu ofertowym należy określić parametry podstawowe dostarczanych bloków pamięci masowej, takie jak pojemność zaoferowanego bloku w PB (pamięć dyskowa) lub TB (pamięć flash: SSD/NVMe).

W formularzu ofertowym należy określić parametry podstawowe dostarczanych bloków pamięci masowej, takie jak pojemność zaoferowanego bloku w PB (pamięć dyskowa) lub TB (pamięć flash: SSD/NVMe).

Pojemność każdego z bloków systemu musi zostać określona przez Wykonawcę, w taki sposób by zapewnić co najmniej wymaganą pojemność i wydajność przy możliwie minimalnym koszcie oraz zapewnić jednocześnie, że system zawiera wymaganą minimalną liczbę elementów takich jak węzły dyskowe czy węzły flash oraz napędy dyskowe i moduły pamięci flash. Zamawiający nie narzuca Wykonawcy dokładnej struktury poszczególnych węzłów systemu – np. liczba urządzeń per węzeł czy liczba napędów per serwer.

Zamawiający wymaga natomiast spełnienia wymagań określonych dla całego systemu przechowywania danych „project data” oraz dla poszczególnych bloków pamięci masowych – np. o ile dla całego systemu o pojemności 20PB wymaga się wydajności 100GB/s, o tyle jednocześnie wymaga się by każdy blok pamięci spełniał wymóg wydajnościowy zdefiniowany per PB pojemności – tj. 5GB/s per 1PB.

Bloki poszczególnych typów pamięci masowej muszą być skonstruowane z – odpowiednio:

- bloki pamięci dyskowej do składowania danych i bloki pamięci flash do składowania/buforowania danych – na bazie **węzłów dyskowych** (HDD) oraz **węzłów flash** (SSD/NVMe) lub na bazie węzłów hybrydowych - zawierających zarówno pamięci dyskowe (HDD) i pamięci flash (SSD/NVMe);
- bloki pamięci flash (SSD/NVMe) do składowania meta-danych – dedykowane lub zintegrowane w węzłach pamięci dyskowych lub flash

b. Sieć bloków pamięci masowej

*Bloki funkcjonalne muszą zawierać odpowiednio wymagane **elementy sieci wewnętrz-klastrowej** (back-end) oraz **sieci dostepowej** (front-end), zgodne pod względem funkcjonalności, cech jakościowych i ilościowych oraz zastosowanych technologii ze specyfiką poszczególnych bloków funkcjonalnych systemu przechowywania danych. Wymagania dot. Elementów sieciowych dla poszczególnych typów bloków funkcjonalnych zdefiniowano w SWZ.*

Bloki funkcjonalne muszą zawierać odpowiednie wymagane **elementy sieci wewnątrz klastrowej (back-end)** oraz **dostępowej (front-end)**, zgodne pod względem funkcjonalności, cech jakościowych i ilościowych oraz zastosowanych technologii ze specyfiką poszczególnych bloków funkcjonalnych systemu przechowywania danych. Wymagania dot. Elementów sieciowych dla poszczególnych typów bloków funkcjonalnych zdefiniowano w SWZ.

Dostawa serwerów i elementów infrastruktury dla systemu przechowywania danych „project data” będzie zorganizowana w tzw. **bloki funkcjonalne** pamięci masowych złożone z określonej dla każdej klasy serwerów dyskowych liczby serwerów oraz **elementów sieciowych**.

Elementy sieciowe bloków funkcjonalnych pozwolą – na połączenie serwerów lub elementów typu appliance w klastry posiadające sieć dostępową (ang. front-end) oraz sieć wewnątrz-klastrowa (ang. back-end) - korzystając z oddzielnych zestawu przełączników dla sieci front-end i sieci back-end stonawiających oddzielne sieci (zgodnie z dobrymi praktykami i/lub wymaganiami i/lub zaleceniami wdrożeniowymi producenta rozwiązania).

Sieć front-end w technologii Ethernet systemu składowania danych „project data” zostanie zrealizowana w oparciu o sieć Ethernet dużej przepływności (25/100 Gbit/s Ethernet) oraz o małym opóźnieniu, ze wsparciem dla technologii RoCE – RDMA over Converged Ethernet; RDMA – Remote Direct Memory Access.

Sieć back-end w technologii Ethernet systemu składowania danych „project data” zostanie zrealizowana w oparciu o sieć Ethernet dużej przepływności (25/100 Gbit/s Ethernet) oraz o małym opóźnieniu, ze wsparciem dla technologii RoCE – RDMA over Converged Ethernet; RDMA – Remote Direct Memory Access.

Każda z sieci front-end bloków funkcjonalnych systemu składowania danych „project data” (Ethernet oraz - jeśli wymagane - Infiniband) muszą umożliwić konfigurację:

- **Tzw. uplinków do sieci agregacyjnej**, pozwalających na agregację ruchu do/z bloków funkcjonalnych, w ramach sieci agregacyjnej, która zostanie skonfigurowana w oparciu o dostarczane w innej części zadania przełączniki sieciowe w odpowiedniej technologii (Ethernet lub - jeśli zastosowano - Infiniband)
- **Tzw. połączeń poziomych pomiędzy blokami funkcjonalnymi** pamięci masowej – w sposób umożliwiający łączenie dostarczanych bloków funkcjonalnych w większe grupy serwerów / elementów appliance danego typu, z pełną przepustowością właściwą dla przełączników sieci front-end i back-end (dopuszczalne jest tzw. stackowanie przełączników lub dostawa dla wielu bloków funkcjonalnych przełączników integrujących wymaganą liczbę portów sieciowych)

W ramach infrastruktury systemu składowania danych „project data” wykorzystujących system do zarządzania danymi, tj. Składowania, udostępniania, buforowania, optymalizacji I/O oraz translacji protokołów (plikowe: NFS vs obiektowe: S3), wyróżnia się **dwa typy węzłów systemu**:

- **węzły dyskowe** systemu przechowywania danych; dla dostarczanego systemu zakłada się, że każdy węzeł obejmuje:
 - minimum dualne kontrolery (appliance lub serwery)
 - **zasób pamięci dyskowych** dla przechowywania danych (zasób HDD)
- **węzły flash** systemu przechowywania danych; dla dostarczanego systemu każdy węzeł obejmuje
 - minimum dualne kontrolery (appliance lub serwery)

- o **zasób pamięci flash dla przechowywania/buforowania danych** i meta-danych (zasób SSD/NVMe)

Dopuszcza się architekturę systemu, w której znajdują się węzły hybrydowe, tj. realizujące równocześnie funkcje węzłów dyskowych oraz węzłów flash, dostarczone w zintegrowanej formie (np. jednej obudowie).

Dopuszcza się także architekturę systemu, w której węzły flash zawierają zarówno zasoby pamięci flash dla przechowywania/buforowania danych i przechowywania meta-danych, dostarczone w zintegrowanej formie.

c. Sposób opisu rozwiązania w formularzu ofert

W formularzu ofertowym należy wskazać ogólne parametry bloków pamięci masowej, takie jak pojemność, nie zaś liczba węzłów, kontrolerów (serwerów/appliance) czy modułów pamięci dyskowej lub flash. Architektura i konfiguracja tych bloków, określona zostanie w formularzu technicznym poprzez wskazanie liczby węzłów dyskowych flash, liczby i grupowania serwerów dyskowych i flash, w ramach węzłów oraz konfiguracji i alokacji zasobów pamięci dyskowych i pamięci flash dla węzłów, kontrolerów (serwerów/appliance) a także sposobu ich połączenia z kontrolerami (serwerami/appliance), technologii i poziomu zabezpieczenia redundancji składowania danych oraz zastosowanych technik zapewniających niezawodność dostępu do danych i meta-danych.

d. Sposób zamawiania sukcesywnego elementów rozwiązania oraz oceny wydajności systemu

Na podstawie formularza oferty Zamawiający będzie sukcesywnie zamawiać bloki pojemności pamięci dyskowej i flash określone pojemnością per blok przez Wykonawcę w ofercie.

Po stronie Wykonawcy pozostaje takie skonfigurowanie zamawianych bloków pamięci masowej, by dostarczony system spełniał wymagania, co do pojemności przechowywania danych, „pokrycia” pojemności pamięci dyskowych pojemnością pamięci flash dla buforowania danych, pojemności pamięci flash dla meta-danych a także wymagania wydajnościowe zdefiniowane dla poszczególnych typów operacji wyjścia (zapis/odczyt strumieniowy, losowy), mierzone testem wydajnościowym zdefiniowanym w SWZ.

Ponieważ zamówiona sukcesywnie liczba bloków pamięci masowej może być w poszczególnych przypadkach (ośrodkach) mniejsza niż zaoferowana całkowita liczba bloków konieczna dla spełnienia ogólnych wymagań pojemnościowych i wydajnościowych systemu zdefiniowanych dla poszczególnych ośrodków KDM, weryfikacja parametrów pojemnościowych i wydajnościowych zaoferowanych bloków przeprowadzona przez Zamawiającego na etapie oceny ofert na poziomie bloku pojemności pamięci masowej będącego elementem oferty oraz na etapie dostawy, wdrożenia i testów akceptacyjnych na poziomie bloku pojemności pamięci masowej będącego elementem oferty oraz na poziomie całego zamawianego systemu (w danym ośrodku KDM) - adekwatnie do wielkości tego systemu. W ramach testów akceptacyjnych będzie weryfikowana zatem wydajność podana w ofercie per-blok jak i całkowita, zagregowana wydajność systemu będącego kombinacją odpowiedniej (zamówionej przed dany ośrodek) liczby bloków systemu.

Uwaga! Test przepustowości poszczególnych bloków systemu oraz przepustowości zagregowanej systemu musi wykazywać liniową skalowalność wydajnościową zaoferowanego rozwiązania.



Zastrzega się, że Zamawiający może zażądać zdalnego dostępu do systemu – tj. pojedynczych modułów/bloków pojemności pamięci masowej *reprezentatywnych* dla zaoferowanych przez Wykonawcę w celu zbadania ich wydajności i innych cech jeszcze na etapie oceny ofert. Żądany system udostępniony zostanie przez Wykonawcę do testów w terminie max 5 dni od wezwania Zamawiającego.

Uwaga! Zdalny dostęp do systemu musi umożliwiać nie tylko przeprowadzenie testu wydajnościowego zgodnie ze zdefiniowaną w SWZ procedurą, w celu weryfikacji deklarowanej w ofercie wydajności systemu (np. dostęp do konsoli SSH serwerów testujących, dostęp do narzędzi (benchmarków) pozwalających na wykonanie testu) ale także dostęp do informacji monitorującej wydajność testowanego systemu (np. konsola zarządzania systemem Lustre, macierzy dyskowych, appliance itd.) pozwalająca na weryfikację spójności uzyskiwanych testów.

5. WYMAGANIA DLA systemu przechowywania danych „project data”:

A. ARCHITEKTURA I WŁASNOŚCI SYSTEMU PRZECHOWYWANIA DANYCH PROJECT DATA:

1. architektura systemu przechowywania danych „project data”:

- a. System przechowywania danych „project data” musi być systemem rozproszonym lub równoległym, opartym o komponenty sprzętowe i programowe, tj. kontrolery (serwery, appliance), moduły pamięci (HDD, flash), wewnętrzną sieć komunikacyjną oraz sieć kliencką / dostępową a także oprogramowanie zarządzające danymi – tzw. Software Defined Storage oraz zarządzające systemem i jego zasobami;
- b. Komponenty sprzętowe systemu muszą obejmować tzw. węzły dyskowe, węzły pamięci flash, ew./lub węzły hybrydowe – zawierające zarówno pamięci dyskowe jak i flash – do przechowywania danych;
- c. System musi być skalowalny i rozszerzalny poprzez dodawanie kolejnych węzłów dyskowych, flash lub hybrydowych do wielkości odpowiadającej co najmniej dwukrotności zdefiniowanych w SWZ parametrów minimalnych systemu takich jak: minimalna liczba węzłów poszczególnego typu, minimalna pojemności pamięci dyskowych, minimalna pojemność pamięci flash – poprzez rozbudowę „w locie” zaoferowanego i dostarczanego systemu, tj. rozbudowę bez konieczności migracji danych już w nim się znajdujących czy też wyłączenia systemu „project data” tudzież wstrzymania dostępu klientów do systemu project-data, uniemożliwienie wykonywania I/O na okres dłuższy niż 1 doba;
- d. liczba węzłów każdego bloku funkcjonalnego systemu:
 - i. minimum 2 *węzły dyskowe bloku* systemu przechowywania „project data” - stanowiące *podsystem dla przechowywania danych* systemu „project data”;
 - i. minimum 2 *węzły flash* bloku systemu przechowywania „project data” - stanowiący *podsystem dla przechowywania/buforowania danych* systemu „project data”;
 - ii. minimum 2 *węzły flash* bloku systemu przechowywania „project data” - stanowiący *podsystem dla przechowywania meta-danych* systemu „project data”;
 - iii. w ramach dostawy sukcesywnej dla każdego systemu przechowywania „project data” (dostarczanego i instalowanego poszczególnych centrach KDM) zostanie określona liczba dostarczanych poszczególnych typów bloków systemu przechowywania „project data”;
 - iv. w każdym systemie przechowywania „project data” zostanie wykorzystany min. 1 blok pamięci dyskowych oraz min. 1 blok pamięci flash (ew. Min. 1 blok składający się z węzłów hybrydowych: zawierających zarówno pamięci dyskowe jak i pamięci flash)
- e. topologia klastra:
 - v. węzły systemu przechowywania „project data” muszą tworzyć system rozproszony lub równoległy, połączony siecią LAN Ethernet z systemami klienckimi (klastrer obliczeniowy HPC, klastrer Cloud/VM, środowiska kontenerowe); liczba i przepustowość portów i połączeń sieciowych klastra musi pozwalać na spełnienie wymagań wydajnościowych i funkcjonalnych zdefiniowanych w SWZ a także na podłączenie systemu do klientów klastra;
 - vi. system rozproszony lub równoległy musi być wewnętrznie połączony odpowiednią liczbą linków sieciowych zapożyczających skalowalność rozwiązania, tj. możliwość dodawania nowych węzłów i elementów klastra poprzez rozbudowę i przyłączanie ich do bazowej sieci komunikacyjnej Ethernet lub też specjalizowanych sieci dla synchronizacji meta-danych, informacji o stanie systemu czy akceleracji I/O włączając: FC, Infiniband, SAS, NVMeoF itp.

2. własności systemu przechowywania danych „project data”:

- a. pojemność:
 - i. zasób dyskowy HDD: minimum **1.4PB** pojemności surowej (bez deduplikacji i kompresji) *per węzeł dla składowania danych*, skonfigurowanej na dyskach magnetycznych (HDD);
 - ii. zasób SSD/NVME: minimum **70TB** pojemności surowej (bez deduplikacji i kompresji) na pamięciach SSD/NVMe; dla buforowania/składowania danych oraz składowania meta-danych;
- b. przepustowość:
 - i. przepustowość *podsystemu danych* min. **10 GB/s** per węzeł dla operacji zapisu i odczytu sekwencyjnego mierzona oddzielnie (100% zapis, 100% odczyt), dla bloku I/O **1MB**; np. dla systemu złożonego z 8 węzłów przepustowość minimalna to **200 GB/s**;
 - ii. przepustowość *podsystemu meta-danych* min. **100 000 IOPS** dla operacji zapisu i odczytu losowego mierzona oddzielnie (100% zapis, 100% odczyt), dla bloku I/O **4kB**;
- c. niezawodność:
 - i. niedopuszczalne jest rozwiązanie, w którym awaria dowolnego węzła dyskowego lub flash **systemu przechowywania danych „project data”** uniemożliwia dostęp do danych składowanych na zasobach pozostałych węzłów **tego systemu**;
 - ii. niedopuszczalne jest rozwiązanie, w którym awaria dowolnego przełącznika sieciowego z pary przełączników (Ethernet, inne) uniemożliwia funkcjonowanie systemu przechowywania danych „project data” lub dostęp do wolumenów danych i meta-danych;

B. ARCHITEKTURA I WŁASNOSCI SYSTEMU SOFTWARE DEFINED STORAGE:

1) **Architektura wysokopoziomowa Systemu SDS:**

- a) **Systemu SDS** musi być zintegrowanym, złożonym z oprogramowania oraz komponentów sprzętowych systemem wysokodostępny, skalowalnym w zakresie pojemności przechowywania danych oraz składowania i dostępu do danych, posiadającym rozszerzalną architekturę typu *scale-out*,
- b) **System SDS** musi być zrealizowany w oparciu o komponenty sprzętowo-programowe, jako tzw. *appliance* – tj. rozwiązanie będące połączeniem sprzętu i oprogramowania tego samego producenta, oferowane przez producenta jako zintegrowane rozwiązanie występujące w katalogu producenta oraz jego cenniku;
- c) **System SDS** musi składać się z węzłów (serwerów, appliance) połączonych redundantną siecią komunikacyjną, realizujących mechanizmy niezawodności, w tym redundancji przechowywania danych, korekcji danych oraz przełączania obsługi żądań I/O pomiędzy węzłami **Systemu SDS**;
- d) Pojedynczy **System SDS** musi stanowić w pełni funkcjonalny, system przechowywania danych. *Wymagana jest całkowita niezależność działania Systemu SDS od innych dostarczonych systemów (system przechowywania danych dla obliczeń HPC/Scratch) w tym możliwość dostępu do składowanych w Systemie SDS danych i meta-danych a także możliwość zapisu / składowania nowych danych nawet wobec i w czasie awarii innych dostarczonych w ramach zadania systemów przechowywania danych.*
- e) **System SDS** (oddzielnie w każdym z ośrodków, do którego zostanie dostarczony) **musi składać się z minimum 8 węzłów** (serwerów, appliance) w celu minimalizacji wpływu awarii węzłów systemu na poziom zabezpieczenia danych oraz wydajność składowania i dostępu do danych w **Systemie SDS**.
- f) **System SDS** musi mieć architekturę, w której nie są wyznaczone węzły dla metadanych. Pojemność i wydajność systemu musi skalować się liniowo ze wzrostem ilości węzłów w systemie.

2) **Funkcjonalność i cechy wysokopoziomowe Systemu SDS:**

- a) **System SDS** musi realizować zarówno plikowe jak i obiektowe przechowywanie danych, w sposób zapewniający bezpieczne i trwałe przechowywanie oraz dostęp do danych, poprzez m.in. zabezpieczenie logiczne i fizyczne danych, w tym wsparcie dla mechanizmów zabezpieczających dane: replikacja, struktury RAID lub kodowanie nadmiarowe, zabezpieczenie danych i meta-danych znajdujących się na pamięciach ulotnych (podtrzymanie napięcia, zapis na media nieulotne w przypadku awarii).
- b) **System SDS** musi umożliwiać elastyczne konfigurowanie poziomu redundancji przechowywania danych w strukturach opartych o tzw. kodowanie nadmiarowe (tzw. RAID lub ang. *Erasure Coding*), w tym możliwość wskazywania poziomu odporności Systemu SDS na awarię określonej liczby komponentów systemu takich jak węzły (serwery, appliance) i/lub napędy dyskowe i flash.
- c) *Nie są akceptowalne rozwiązania, w których redundancja przechowywania danych jest realizowana za pomocą mechanizmów zewnętrznych w stosunku do systemu SDS, zaś wyłącznie mechanizmami wbudowanymi w system przechowywania danych (np. zewnętrzny load-balancer systemu);*
- d) Pojedynczy **System SDS** musi wspierać poziom niezawodności zapewniający minimum:
 - i) **odporność na awarię 2 węzłów** dyskowych;
 - ii) **odporność na awarię 2 węzłów** pamięci flash;
 - iii) **odporność na awarię 2 węzłów** hybrydowych (zawierających zarówno pamięci dyskowe jak i flash);
- e) System SDS musi także gwarantować **odporność** danych na następujące zagrożenia:
 - i) awarie sprzętu oraz lokalne zdarzenia mogące uszkodzić dane – poprzez realizację wielopoziomowych zabezpieczeń fizycznych danych (replikacja, składowanie nadmiarowe itd.);
 - ii) błędy aplikacji lub użytkowników – poprzez wsparcie m.in. dla wersjonowania danych ;
 - iii) starzenie się technologii przechowywania danych w tym mediów, technologii serwerowych i oprogramowania systemu – poprzez wsparcie standardowych protokołów dostępu do składowanych danych i meta-danych, w tym minimum NFS oraz Amazon S3 – w zakresie umożliwiającym masową migrację danych z Systemu SDS z/do innych systemów zewnętrznych;
 - iv) tzw. ang. *Silent Data Errors* – tj. niewykrywalne dla mechanizmów monitorowania, korekcji i analizy poprawności danych realizowanych przez oprogramowanie / firmware dysków twardych / magnetycznych i pamięci flash (SSD/NVMe) i/lub kontrolerów dyskowych błędy i przekładmania zawartości danych; takie błędy nie mogą być „wykrywane” dopiero na etapie odczytu danych z mediów; media w systemie SDS muszą być proaktywnie kontrolowane pod względem spójności;
- f) **Wielodostęp, skalowalność**
 - i) **System SDS** musi mieć architekturę wysokodostępną, bez pojedynczego punktu awarii w środowisku lokalnym i rozproszonym geograficznie;
 - ii) architektura Systemu SDS musi umożliwiać przełączenie obsługi żądań I/O (składowanie i dostęp do danych, operacje na metadanych systemowych, listowanie katalogów/kontenerów, listowanie podstawowych atrybutów plików/obiektów) pomiędzy węzłami systemu SDS;
 - iii) Architektura rozwiązania musi być skalowalna – System SDS - musi być rozszerzalny zarówno poprzez tzw. skalowanie wertykalne (rozszerzanie poszczególnych komponentów, np. pojemności węzłów systemu lub wydajności elementów sieci) jak i skalowanie horyzontalne (dodawanie komponentów/węzłów systemu lub sieci) - w sposób nieinwazyjny dla struktury i dostępności danych w systemie (dopuszczalne jest czasowe obniżenie wydajności związane z redystrybucją danych);
 - iv) Przestrzeń przechowywania Systemu SDS musi być **rozszerzalna do min. 100 PB** pojemności logicznej;

- v) System SDS musi umożliwiać przechowywanie i udostępnianie **min. 2¹⁰⁰ obiektów**,
- g) **Wydajność:**
 - i) Rozwiązanie musi mieć architekturę zapewniającą wysoką wydajność jednoczesnego, równoległego, wielowątkowego składowania i dostępu do danych.
 - ii) Zapis i odczyt pojedynczego pliku/obiektu musi mieć **wydajność min. 10GB/s per PB pojemności**. Wydajność tą można uzyskać poprzez wykorzystanie wielu strumieni zapisu lub odczytu danych.
 - iii) Zapis i odczyt wielu plików/obiektów musi mieć **wydajność min. 10 000 plików/obiektów /sekunde**.
 - iv) System musi zapewniać **obsługę co najmniej 10 000 równoległych żądań/strumieni żądań I/O** w stosunku do przechowywanych w nim plików / obiektów i ich atrybutów a także katalogów/kontenerów i ich atrybutów (obsługa do 10 000 równoległych sesji / połączeń).
 - v) System SDS musi wspierać tzw. **tiering** – węzły pamięci flash (SSD/NVMe) muszą stanowić obszary „gorące”, natomiast węzły dyskowe (HDD) muszą tworzyć obszary „zimne”. Wspólna przestrzeń logiczna nazw musi umożliwiać automatyczną migrację danych między obszarami „hot” do „cold” i w sposób „przeźroczysty” dla użytkownika, w celu zapewnienia akceleracji dostępu do danych.

C. Wymagania szczegółowe dla Systemu SDS:

1) Komponenty sprzętowe Systemu SDS:

a) „Otwartość technologiczna” komponentów fizycznych Systemu SDS:

ii)

iii) *musi istnieć możliwość zakupu na otwartym rynku, po upływie okresu gwarancji i wsparcia dla Systemu SDS elementów serwisowych dla węzłów systemu SDS, w tym napędów dyskowych, kontrolerów dyskowych a także elementów sieci komunikacyjnej systemu SDS;*

b) Architektura komponentów fizycznych Systemu SDS:

i) Architektura komponentów fizycznych – węzłów **Systemu SDS** (serwery, appliance) i elementów sieci LAN/SAN (jeśli taka sieć jest wymagana i jest integralną częścią rozwiązania) musi być redundantna:

(1) napędy dyskowe w węzłach (serwerach, appliance) **Systemu SDS** – muszą być redundantne i zapewniać możliwość realizacji nadmiarowego przechowywania danych oraz przejmowania obsługi żądań I/O w przypadku awarii pojedynczych komponentów;

(2) Interfejsy i przełączniki sieci LAN/SAN (jeśli wymagane) – muszą zapewniać możliwość skonfigurowania redundantnych połączeń sieciowych w ramach **Systemu SDS** oraz pomiędzy klientami **Systemu SDS** a **Systemem SDS**;

(3) Zasilacze i wentylatory węzłów i przełączników – muszą zapewniać zasilanie i chłodzenie komponentów fizycznych **Systemu SDS** pomimo awarii jednej z linii zasilania;

(4) kontrolery dyskowe w węzłach (serwerach, appliance) **Systemu SDS** muszą zabezpieczać zawartość buforów do zapisu danych w przypadku nagłego zaniku zasilania;

(5) węzły **Systemu SDS** (serwery, appliance) – muszą wspierać automatyczne wyłączenie w odpowiedzi na zgłoszoną monitoring awarię zasilania z jednoczesnym zabezpieczeniem spójności danych

(zapisanie na trwałych mediach danych i meta-danych zbuforowanych w pamięciach ulotnych, niezapisanych wcześniej trwale na mediach nieulotnych);

c) **Parametry minimalne komponentów sprzętowych Systemu SDS:**

i) **Napędy dyskowe:**

(1) Dyski magnetyczne (HDD) węzłow dyskowych:

(a) Dopuszczalne technologie dysków magnetycznych (HDD): NL-SAS;

(b) Możliwość wykorzystania dysków o pojemności 12TB, 14TB i 16TB.

(c) Dysk klasy enterprise: Minimalny MTBF [godzin]: 2 000 000

(2) Napędu flash (SSD/NVMe) węzłow flash:

(a) Dopuszczalne technologie pamięci flash (SSD/NVMe): SAS, PCIe;

(b) Dysk klasy enterprise: Minimalny MTBF [godzin]: 2 000 000

(c) Minimalna odporność na ścieranie [DWPD (ang. *disk writes per day*)]: **1**

ii) **Interfejsy sieciowe:**

(1) **Systemu SDS** musi wykorzystywać do komunikacji standardowe interfejsy sieciowe, w technologii Ethernet o przepustowości **25Gbit** lub wyższej, umożliwiające wykorzystanie minimum następujących funkcjonalności: duże ramki (*Jumbo Frames*), agregacja linków (LACP), sieci wirtualne VLAN (802.1Q),

(2) **Systemu SDS** musi być wyposażony w dedykowane interfejsy sieciowe do obsługi ruchu klienckiego oraz oddzielne, do obsługi redundantnego przechowywania i replikacji danych w **Systemie SDS** – w celu zagwarantowania dedykowanej przepustowości ruchu produkcyjnego;

(3) W przypadku, gdy dla uzyskania wymaganej wydajności w środowisku produkcyjnym (poza laboratorium), konieczne jest wykorzystanie wielu interfejsów sieciowych, **Systemu SDS** musi być zaoferowany w konfiguracji zapewniającej agregację tych interfejsów, z uwzględnieniem cech i funkcji zaoferowanych przez Wykonawcę przełączników LAN sieci dostepowej (przełączniki ToR) oraz sieci agregacyjnej oraz planowanych topologii tych sieci;

d) **Aspekty fizyczne komponentów Systemu SDS: obudowy, montaż, okablowanie:**

i) **Systemu SDS**, tj. moduł kontrolera i obudowy pamięci/modułów pamięci flash (SSD/NVMe) oraz dysków magnetycznych (HDD) muszą być wyposażone w redundantne zasilacze i wentylatory. W każdym z modułów, redundantne zasilacze muszą mieć możliwość zasilania z różnych źródeł, bez potrzeby użycia zewnętrznych urządzeń.

ii) Elementy **Systemu SDS** muszą być montowalne w szafach rack 19". Architektura rozwiązania musi być tak dobrana, by system w zaoferowanej, wymaganej pojemności mieścił się w zapewnionych przez poszczególne osrodki Zamawiającego przestrzeni w szafach, uwzględniając zarówno wysokość dostępnego miejscach w U jak i głębokość i szerokość dostępnych lub dostarczanych szaf. Montaż i okablowanie systemu musi być możliwe z zachowaniem dobrych praktyk dot. Instalacji systemów IT, w tym m.in. zapewnienia poprawnej cyrkulacji powietrza w szafach oraz nieprzekraczanie minimalnych promieni gięcia okablowania poprzez zapewnienie odpowiednich zapasów w szafach.

iii) Wraz z elementami sprzętowymi rozwiązania (węzły **Systemu SDS**, elementy sieci) należy dostarczyć okablowanie zasilające i sieciowe, w tym dla sieci LAN i SAN (jeśli wymagane dla połączeń wewnętrznych); elementy sprzętowe **Systemu SDS** muszą być wyposażone w uchwyty umożliwiające ułożenie okablowania zgodnie z dobrymi praktykami; w szczególności dla okablowania optycznego – prowadnice pozwalające na ułożenie okablowania optycznego z zachowaniem minimalnych promieni

gięcia

37



oraz eliminujące naprężenia okablowania podczas wykonywania czynności serwisowych takich jak wysuwanie serwerów czy wymiana dysków;



2) Funkcjonalność:

a) Dostęp do danych – protokoły dostępne:

- (1) **System SDS** musi realizować funkcję plikowego i obiektowego systemu przechowywania danych dostępnego dla zarówno poprzez protokoły plikowe: minimum NFS oraz obiektowe: minimum S3.
- (2) **System SDS** musi także zapewniać “zgodność wstecz” i dostępność dla aplikacji i narzędzi wykorzystujących klasyczne protokoły dostępu do danych w tym minimum NFS v3.
- (3) W szczególności **System SDS** musi umożliwiać:
 - (a) składowanie danych oraz dostęp do danych i meta-danych poprzez protokół NFS; przy czym minimalny zakres wsparcia to NFS w wersji 4.1; nie jest wymagane wsparcie protokołu pNFS;
 - (b) składowanie danych oraz dostęp do danych i meta-danych poprzez protokół **Amazon S3; przy czym minimalny zakres wsparcia standardu S3 przez zaoferowany system SDS to: (...);**
 - (c) Spójną – minimum z punktu widzenia przestrzeni nazw - prezentację i dostęp do danych i meta-danych przez **protokoły plikowe, minimum NFS** oraz obiektowe, minimum S3.
 - (d) **wieloprotokołowy dostęp** do tych samych zbiorów danych (obiektów, plików) – zarówno poprzez protokoły obiektowe (minimum S3) jak i protokoły plikowe (minimum NFS) – możliwy w trybie asynchronicznym – **przy czym preferowane i punktowane są rozwiązania zapewniające pełną równoczesność i synchronizację tworzenia reprezentacji plikowej i obiektowej składowanych w systemie danych (patrz opis technicznych kryteriów oceny)**

b) Składowanie danych:

i) Organizacja danych:

- (1) **System SDS** musi wspierać **wielopoziomowe zabezpieczenie fizyczne i logiczne danych** obejmujące lokalne składowanie nadmiarowe danych oraz replikację geograficzną;
- (2) **System SDS** musi umożliwiać **dynamiczną zmianę sposobu realizacji nadmiarowości** przechowywania lokalnego danych on-line (tj. w czasie normalnego użytkowania systemu, bez utraty dostępu do danych), dla zapewnienia możliwości dostosowania poziomu zabezpieczeń dla poszczególnych zbiorów danych, kontenerów lub puli przechowywania danych;
- (3) **System SDS** musi zapewniać **możliwość konfiguracji wielu obszarów logicznych** przechowywania danych (tzw. katalogi, ang. directories, kontenery/ang. buckets/containers i pule/ang. vaults, tenants); dla tych obszarów logicznych musi być możliwa konfiguracja innych poziomów zabezpieczeń tj. redundancji przechowywania danych na poziomie lokalnym i geograficznym;
- (4) **System SDS** musi umożliwiać **dodawanie przestrzeni do przechowywania danych** bez przerywania pracy systemu – w szczególności dostęp do danych składowanych w systemie nie może być zaburzony (dane dostępne, brak degradacji wydajności) w czasie trwania procesu dodawania dodatkowej przestrzeni przechowywania danych;
- (5) Po powiększeniu przestrzeni przechowywania danych w systemie – przez dodanie węzła systemu lub napędów dyskowych – **System SDS** musi automatycznie realokować dane;
Uwaga! taka funkcjonalność musi być realizowana on-line, bez konieczności migracji danych przechowywanych w Systemie SDS lub ich przywracania z kopii zapasowych lub replik;

ii) Pojemność Systemu SDS: Systemy SDS muszą zapewnić pojemność przechowywania danych:

- (1) **Minimum 1.4 PB – pojemności logicznej – per „blok pojemności dyskowej”** – liczba bloków zakupowych, którą należy zaoferować dla każdego z ośrodków opisana jest w formularzu oferty oraz tabelach z zestawieniem parametrów technicznych, w tym pojemności dla poszczególnych

centrów danych - na wstępie specyfikacji; pojemność musi być mierzona po uwzględnieniu lokalnego przechowywania nadmiarowego w systemie;

Uwaga! pojemność ta musi być zrealizowana przy wykorzystaniu dostarczonych w ramach Systemu SDS pamięci magnetycznych – dysków twardych (HDD) oraz pamięci flash (SSD/NVMe) – zapewniających natychmiastowy dostęp do danych; Uwaga! nie jest dopuszczalne wykorzystanie pamięci taśmowych z buforem dyskowym oraz technologii nearline, które powodowałyby opóźnienie dostępu do danych; nie jest dozwolone także dostarczanie pojemności uzyskanej na bazie zewnętrznych systemów przechowywania danych, typu usługi chmurowe czy inne zasoby pozyskane przez Wykonawcę poprzez outsourcing;

- (2) Minimum **5%** pojemności logicznej **Systemie SDS** na pamięciach flash – zrealizowanej przy wykorzystaniu pamięci flash (SSD/NVMe) – dla zapewnienia wydajnej przestrzeni dla meta-danych Systemu SDS i meta-danych poziomu użytkownika oraz buforowania danych;
Uwaga! Musi być wspierane w Systemie SDS – z punktu widzenia jego architektury i funkcjonalności buforowanie danych na pamięciach flash. Funkcjonalność ta musi być uruchomiona w zainstalowanym systemie oraz musi być dla niej dostarczona licencja.

iii) **Redundancja danych:**

- (1) **System SDS** musi wspierać elastyczne konfigurowanie poziomu przechowywania nadmiarowego danych (tzw. ang. *Erasure Coding*), w tym możliwość wskazywania poziomu odporności systemu na awarię określonej liczby komponentów w tym: węzłów (serwerów, appliance) i/lub napędów dyskowych (HDD) i/lub flash (SSD/NVMe)
- (2) Założony przez Wykonawcę dla określenia pojemności logicznej **Systemu SDS** poziom redundancji danych musi być wskazany w ofercie (formularz techniczny);

iv) **Replikacja geograficzna:**

- (1) wymagane jest wsparcie **replikacji geograficznej** przechowywanych lokalnie danych;
- (2) replikacja geograficzna musi być wspierana minimum w trybie: **asynchronicznym**;
- (3) Funkcjonalność replikacji geograficznej nie musi być uruchomiona w dostarczonym systemie;
- (4) Nie ma także wymogu dostawy licencji dla funkcjonalności replikacji geograficznej

v) **Elastyczność konfiguracji zabezpieczenia danych; buforowanie** danych:

- (1) **System SDS** musi wspierać możliwość różnicowania poziomu ochrony danych, w tym przechowywania nadmiarowego danych (w strukturach RAID lub w modelu *Erasure Coding*) lub replikacji danych dla różnych typów mediów/pamięci, kontenerów i użytkowników/grup
- (2) minimum musi być możliwe skonfigurowanie poziomu RAID i/lub kodowania nadmiarowego dla danych przechowywanych na pamięciach magnetycznych – dyski twarde (HDD) oraz poziomu replikacji dla danych lub meta-danych przechowywanych na pamięciach flash (SSD/NVMe)
- (3) musi także istnieć możliwość wyróżnienia obszarów/zbiorów danych przechowywanych wyłącznie lokalnie (tylko kodowanie nadmiarowe w ramach centrum danych) oraz w trybie replikacji geograficznej (kodowanie nadmiarowe w ramach centrum danych plus replikacja między centrami danych - na okoliczność zapewnienia możliwości wykorzystania mechanizmów replikacji lub przechowywania nadmiarowego w układzie geograficznie rozproszonym - przy czym dostarczenie funkcjonalności przechowywania rozproszonego geograficznie nie jest wymagane w ramach niniejszego projektu);

- (4) **System SDS** musi umożliwiać dynamiczne buforowanie danych przechowywanych na dyskach magnetycznych (HDD) – z wykorzystaniem szybszych pamięci flash (SSD/NVMe); system musi umożliwiać konfiguracje puli przechowywania danych z buforowaniem i bez buforowania;

3) Niezawodność:

a) Mechanizmy wysokiej dostępności:

i) Odbudowa struktur przechowywania danych:

- (1) **System SDS** musi realizować automatycznie odbudowę struktur przechowywania danych (RAID lub kodowanie nadmiarowe), w celu przywrócenia zadanej nadmiarowości przechowywania danych po awarii węzła systemu (serwera, appliance) lub napędów dyskowych w systemie;
- (2) automatyczny proces odbudowy nie może powodować niedostępności danych ani *degradacji wydajności Systemu SDS* (powodującej przeterminowanie żądań I/O) z punktu widzenia użytkownika w tym aplikacji, narzędzi i usług działających na bazie **Systemu SDS**;

ii) **System SDS** musi umożliwiać **przełączenie obsługi żądań I/O** (składowanie i dostęp do danych, operacje na metadanych, listowanie katalogów/kontenerów i atrybutów plików/obiektów):

- (1) pomiędzy węzłami **Systemu SDS** w ramach centrum danych – w przypadku awarii określonej, dopuszczalnej liczby węzłów lub dysków **Systemu SDS** w ramach centrum danych
- (2) pomiędzy centrami danych – w przypadku awarii w jednym z centrów danych przekraczającej liczbę węzłów lub dysków pozwalającą na działanie **Systemu SDS** w jednym centrum danych – wymóg ten musi być spełnialny z punktu widzenia architektury **Systemu SDS** i jego możliwości funkcjonalnych, jednak taka funkcjonalność nie musi być dostarczona i uruchomiona w zaoferowanych **Systemach SDS** i nie musi być dla tej funkcjonalności dostarczana licencja.

iii) **Systemu SDS** musi umożliwiać **wykonanie operacji serwisowych w sposób nie przerywający pracy Systemu SDS**; w czasie tych operacji musi być możliwe składowanie i dostęp do danych w sposób niezaburzony z punktu widzenia dostępności usług składowania i pobierania danych, dostępności danych oraz wydajności składowania i dostępu do danych; wymóg ten dotyczy:

- (1) wymiany pojedynczych komponentów **Systemu SDS** (dysków, kontrolerów, zasilaczy etc.);
- (2) wymiany/dodawania węzłów (serwer, appliance) **Systemu SDS**;
- (3) aktualizacji oprogramowania **Systemu SDS** (warstwa oprogramowania **Systemu SDS**);
- (4) aktualizacji systemów operacyjnych i/lub mikrokodu (firmware) elementów sprzętowych;

iv) **Proaktywny monitoring i przewidywanie awarii**:

- (1) System musi wykrywać potencjalnie zbliżającą się awarię dysków oraz proaktywnie przenosić dane znajdujące się na zagrożonych awarią dyskach na inne dyski niezagrażone awarią;
- (2) W ramach implementacji powyższej funkcjonalności **System SDS** musi zapewniać minimum, że kontrolery dyskowe w węzłach (serwerach, appliance) **Systemu SDS** proaktywnie monitorują stan dysków magnetycznych (HDD) i pamięci flash (SSD/NVMe) w celu wykrywania prawdopodobnych awarii mediów – minimum na podstawie analizy danych z systemu SMART napędów HDD i SSD/NVMe oraz informacji o zużyciu (ang. *wear*) pamięci flash (SSD/NVMe);

4) Bezpieczeństwo:

b) **Uwierzytelnianie i autoryzacja** użytkowników:

i) system musi umożliwiać **uwierzytelnianie** (autentykację) użytkowników na bazie minimum:

- (1) dla protokołów plikowych:
 - (i) Tzw. Loginu i hasła użytkownika
 - (ii) Konta użytkownika w usłudze katalogowej (wsparcie dla minimum LDAP i AD);
- (1) dla protokołów obiektowych:
 - (i) tzw. User key i secret access key – zgodnie ze standardem S3

- (ii) Loginu i hasła użytkownika
 - ii) System musi **autoryzować** użytkowników i umożliwiać kontrolę dostępu do danych na bazie:
 - (1) Nazw/identyfikatorów użytkowników i ich przynależności do grup;
 - (2) Ról użytkowników i grupy użytkowników (tzw. role-based access control / RBAC)
 - (3) Dla protokołów plikowych: na bazie tzw. ACL zgodnych ze standardem POSIX
 - (4) Dla protokołów obiektowych: na bazie tzw. ACL zgodnych ze standardem S3;
 - c) **Ochrona kryptograficzna** danych i komunikacji i zarządzanie kluczami – system musi zapewniać - w ramach obsługi dostępu do danych protokołem obiektowym zgodnym ze standardem Amazon S3:
 - i) szyfrowanie transmisji danych minimum protokołem TLS 1.2.
 - ii) szyfrowanie przechowywanych danych minimum algorytmem AES-256.
 - iii) zarządzanie wewnętrznymi kluczami szyfrującymi ;
- 5) **zarządzanie Systemem SDS:**
 - a) **System SDS** musi monitorować stan usług, komponentów i stan procesów zarządzania danymi w ramach każdego klastra węzłów serwerów/appliance, napędów i modułów pamięci i sieci, w tym:
 - i) Monitorować (i prezentować w interfejsie zarządzania) kluczowe parametry stanu **Systemu SDS**, w tym: pojemność i dostępność przestrzeni w pulach dyskowych, objętość zbiorów danych w katalogach, kontenerach i pulach przechowywania, przepustowość/wydajność operacji składowania i dostępu do danych, obciążenie elementów **Systemu SDS** obsługą ruchu - I/O klientów (np. użycie dysków w MB/s, ilość obsługiwanych operacji I/O w jednostce czasu - IOPS);
 - ii) Prezentować dane monitoringowe w graficznym panelu informacyjnym (tzw. ang. dashboard) dostępnym przez interfejs Web do zarządzania/monitoringu **Systemu SDS** lub poprzez dedykowaną aplikację do zarządzania **Systemem SDS**, działającą co najmniej dla środowiska Windows 10 lub nowszego oraz współczesnych dystrybucji systemów Linuxowych (RHEL, SLES, Ubuntu);
 - iii) Wspierać protokół Simple Network Management Protocol (SNMP) v3;
 - iv) Wykrywać awarie komponentów sprzętowych lub przekroczenie wartości progowych zdefiniowanych dla parametrów pracy **Systemu SDS** oraz monitorować administratora o wystąpieniu awarii lub przekroczeniu wartości progowych (email, trapy protokołu SNMP, itp.);
 - v) Wykrywać anomalie dot. pracy **Systemu SDS** w tym spowolnienie obsługi żądań I/O wskutek awarii lub przeciążenia systemu lub jego komponentów procesami obsługi I/O lub odbudowy redundancji danych po awarii lub rekonfiguracji **Systemu SDS** (np. dodanie dysków, pamięci flash czy węzłów);
 - b) *Uwaga! funkcjonalność monitorowania i zarządzania musi być integralną, utrzymywaną i rozwijaną częścią zaoferowanego produktu – Systemu SDS; w szczególności funkcjonalność ta nie może być stworzona i zaoferowana wyłącznie na potrzeby niniejszego projektu/zamówienia;*
- 6) **„Otwartość technologiczna” Systemu SDS:**
 - a) Protokoły dostępne **Systemu SDS**, mechanizmy wewnętrzne **Systemu SDS** oraz zastosowane i dostarczone przez Wykonawcę funkcje i licencje muszą umożliwiać masową migrację danych, zarówno do **Systemu SDS** (wolumen rzędu 5PB, migracja danych z istniejących systemów przechowywania danych) jak i masową migrację danych z **Systemu SDS** (rzędu 10-40PB, potencjalna migracja danych w przyszłości na inne systemy przechowywania danych);
 - b) w szczególności musi być możliwe wyniesienie wszystkich danych składowanych w **Systemie SDS** poza ten system bez ponoszenia przez użytkownika / instytucję-klienta żadnych dodatkowych kosztów licencji czy

zakupu funkcjonalności zarówno podczas jak i po zakończeniu okresu licencji, subskrypcji lub wsparcia serwisowego zaoferowanych w ramach realizacji niniejszego zamówienia;

- c) **Systemu SDS** musi – z punktu widzenia architektury i technologii sprzętowych oraz wbudowanych w system mechanizmów zarządzania danymi – zapewniać możliwość wycofywania z użycia w zaoferowanej infrastrukturze **Systemu SDS** starszych komponentów w tym modeli węzłów (serwerów, appliance), napędów dyskowych, modułów pamięci flash oraz innych elementów rozwiązania (np. sieć) oraz zastępowania ich nowszymi komponentami – w tym nowszymi modelami węzłów (serwerów, appliance) pochodzącymi od producenta rozwiązania czy nowszymi napędami dyskowymi (pochodzących z oficjalnej dystrybucji lub od producenta zaoferowanego rozwiązania) oraz pamięci flash; cecha ta musi być spełnialna **minimum przez 10 lat** od dostawy, instalacji i uruchomienia systemu SDS;
- d) Stopniowa migracja danych na nowocześniejsze komponenty w tym węzły (serwery, appliance) i napędy dyskowe i pamięci flash nie może wymagać przerwy w działaniu **Systemu SDS**, w szczególności nie może powodować utraty możliwości składowania i dostępu do danych przechowywanych w systemie;
- 7) **Dojrzałość produktu: Zaoferowany System SDS musi być produktem obecnym na rynku IT od conajmniej 3 lat** oraz stanowić kompletne rozwiązanie sprzętowo-programowe, w szczególności:
- a) **Producent Systemu SDS** musi być onotowywany w zestawieniach i raportach uznanych organizacji działających w sektorze HPC, chmury, systemów IT, w tym jednym z poniższych:
- i. w raportach firmy Gartner za lata 2020 i 2021;
 - a. dla roku 2021 należy odnosić się do raportu „**Magic Quadrant for Distributed File Systems and Object**” (adres dostępowy do dokumentu: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-27L5HBBA&ct=211004&st=sb>; data pobrania dokumentu referencyjnego 31.10.2022);
 - b. dla roku 2020 należy odnosić się do raportu „**Magic Quadrant for Distributed File Systems and Object**” (adres dostępowy: <https://www.gartner.com/en/documents/3991764>; data pobrania dokumentu referencyjnego 31.10.2022);
 - ii. w rankingach **IO-500** organizacji IO-500 Foundation za lata 2021 i 2022 – na pozycjach od **1 do 20** - dostępnych pod wspólnym adresem: <https://io500.org/releases> :
 - a. dla roku 2022 należy odnosić się do:
 - i. rankingu IO-500 dot. konferencji SC 2022: sekcja „SC22”
 - i. rankingu IO-500 dot. konferencji ISC 2022: sekcja „ISC22”
 - a. dla roku 2021 należy odnosić się do:
 - i. rankingu IO-500 dot. konferencji SC 2021: sekcja „SC21”
 - i. rankingu IO-500 dot. konferencji ISC 2021: sekcja „ISC21”
 - iii. Zaoferowany **System SDS** musi być produktem gotowym, posiadającym na moment składania oferty wszystkie wymagane przez Zamawiającego funkcjonalność, opisane w powszechnie dostępnej dokumentacji rozwiązania (specyfikacje, katalogi, dokumentacja techniczna, tzw. white-paper);
 - i. Zaoferowany **System SDS** i jego komponenty musi być produktem posiadającym na moment składania oferty numer produktu (product number); dostarczone elementy / komponenty sprzętowe systemu muszą posiadać nr seryjne i musi być dla nich możliwe uruchomienie wsparcia serwisowego oraz realizacja usług serwisowych w pełnym zakresie wynikającym z wymagań niniejszego postępowania.
 - iv. Żaden z zaoferowanych elementów **Systemu SDS** i jego komponentów nie może być prototypem oraz nie może mieć statusu „End of Life” w momencie złożenia oferty lub dostawy a także nie może mieć w mapie drogowej / planach rozwojowych producenta Systemu SDS przewidzianego statusu „End of



Sale” lub „End of Life” w okresie co najmniej 12 miesięcy od złożenia oferty.

1.1.3 Opis wymagań związanych z zakresem prac wykonawcy dot. systemów składowania danych dla HPC

1. Przygotowanie projektu wykonawczego:

Po podpisaniu umowy w Wykonawcą zostanie przygotowywany projekt wdrożeniowy dostarczanej infrastruktury systemów składowania danych dla HPC dla poszczególnych ośrodków Zamawiającego.

Na etapie projektu wykonawczego zostaną określone i doszczegółowione:

- Liczba bloków funkcjonalnych systemów przechowywania danych dla HPC: systemu składowania danych dla obliczeń HPC (scratch) oraz systemu składowania danych użytkowników i projektów (project data)
- Zewnętrzne systemy obliczeniowe, HPC, chmurowe, BigData itp., które będą korzystać z zasobów i usług dostarczanych systemów przechowywania danych dla HPC
- Topologia logiczna i fizyczna połączeń w ramach dostarczanych systemów: składowania danych dla obliczeń HPC (scratch) oraz systemu składowania danych użytkowników i projektów (project data)

Lista systemów klienckich dostarczanych systemów przechowywania danych dla HPC oraz wstępne określenie topologii sieci nastąpi na etapie wizji lokalnych w ośrodkach Zamawiającego w ramach przygotowania ofert, natomiast doprecyzowanie projektu odbędzie się podczas przygotowywania projektów wdrożeniowych dostarczanej infrastruktury dla poszczególnych ośrodków Zamawiającego.

Projekt wykonawczy dla systemów składowania danych dla HPC obejmie określenie topologii, długości kabli i konfiguracji sieci Infiniband i Ethernet dla systemów przechowywania danych - w ramach zadania 3 projektu.

2. Montaż i prowadzenie kabli w szafach oraz oznakowanie sprzętu:

Wspólne wymagania dotyczące instalacji i oznaczenia urządzeń i okablowania oraz ich konfiguracji sieciowej zostały opisane w sekcji 3. Zadania 3 projektu dotyczącego dostawy i instalacji elementów sieci agregacyjnej.

3. Szkolenia:

W ramach realizacji dostawy należy zapewnić szkolenia dla pracowników Zamawiającego, dotyczące zarządzania, eksploatacji oraz projektowania i wdrażania usług przechowywania i dostępu do danych na bazie dostarczonych systemów: składowania danych dla obliczeń HPC (scratch) i systemu składowania danych użytkowników i projektów (project data). Szkolenia muszą obejmować szkolenia certyfikowane oraz instruktaże.

3.1. Szkolenia certyfikowane muszą spełniać następujące wymagania

1. Szkolenia certyfikowane muszą być zrealizowane na poziomie „professional”. Szkolenie musi zostać potwierdzone wydaniem odpowiedniego certyfikatu.
2. Należy zapewnić możliwość przejścia szkolenia na poziomie Professional. Dla osób nie posiadających certyfikatu z wcześniejszych poziomów szkolenia należy takie szkolenia zorganizować i zapewnić możliwość uzyskania certyfikatów i innych warunków wstępnych wymaganych na poziomie professional.
3. Szkolenie powinno być udostępnione w postaci vouchera (lub kilku voucherów w przypadku konieczności przejścia wcześniejszych poziomów, niezbędnych do odbycia szkolenia i przystąpienia do egzaminu na poziomie Professional), lub w innej postaci umożliwiającej rozpoczęcie szkoleń w terminie 12 miesięcy od

momentu podpisania umowy na dostawę infrastruktury. Faktura za szkolenie musi zostać wystawiona nie później niż w terminie obiorów końcowych związanych z dostawami przedmiotu zamówienia.

4. Obszary / tematyka szkoleń:

a. System Lustre:

i. Lustre File System for Admins:

<https://www.nobleprog.pl/cc/lustre?participants=4&how=public>

b. System Linux:

i. Linux Kernel for System Administrators:

<https://www.nobleprog.pl/cc/kernelssystemadmin>

a. System „project data”:

i. Szkolenie właściwe dla zaoferowanego produktu i technologii dla systemu składowania danych użytkowników i projektów (project data)

3.2. Instrukcja

- W ramach prac wdrożeniowych wykonawca musi przeprowadzić szkolenie obejmujące minimum podstawowe aspekty eksploatacji urządzeń: serwerów, appliance, systemów pamięci masowej oraz oprogramowania do zarządzania danymi.
- Zakres szkolenia musi stanowić uzupełnienie wiedzy, która może być pozyskana przez pracowników Zamawiającego w ramach szkoleń certyfikowanych, o kwestie związane z eksploatacją i obsługą urządzeń oraz oprogramowania do zarządzania danymi, w kontekście specyfiki wdrożenia systemów składowania danych dla obliczeń HPC (scratch) i systemu składowania danych użytkowników i projektów (project data)
- Szkolenie musi mieć zakres i poziom umożliwiający minimum konfigurację, obsługę i diagnostykę urządzeń oraz oprogramowania do zarządzania danymi oraz monitorowanie ruchu, wydajności i niezawodności.
- Szczegółowy program instruktaży zostanie ustalony na etapie wdrożenia.
- Szkolenie musi obejmować minimum 2 dni szkoleniowe, po 8 godzin na dzień szkolenia.
- Szkolenie musi obejmować minimum 2 pracowników w każdym z ośrodków Zamawiającego.

4. Dokumentacja:

W ramach realizacji dostawy należy przygotować dokumentację powykonawczą.

Załącznik do części IV SWZ PROCEDURA TESTÓW WYDAJNOŚCIOWYCH
