



**IV SZCZEGÓŁOWE WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA - Zadanie 2**

---

**Spis treści**

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 1   | Określenie przedmiotu zamówienia .....              | 2 |
| 1.2 | Zadanie 2: SYSTEM MASOWEGO SKŁADOWANIA DANYCH ..... | 2 |



## 1 Określenie przedmiotu zamówienia

### 1.2 Zadanie 2: SYSTEM MASOWEGO SKŁADOWANIA DANYCH

Wykonawca dostarczy Zamawiającemu system masowego przechowywania danych na serwerach dyskowych, obejmujący:

- infrastrukturę serwerów pamięci masowej (serwerów dyskowych);
- infrastrukturę serwerów aplikacyjnych i usługowych (serwerów aplikacyjnych);

**Serwery pamięci masowych** (w uproszczeniu i/lub zamiennie nazywane serwerami dyskowymi) obejmują 3 klasy serwerów:

- **Serwery FAT** – wyposażone w pamięci dyskowe (**30-40 HDD/ serwer**) dla przechowywania danych oraz pamięci flash (SSD/NVMe) dla meta-danych a także interfejsy sieciowe Ethernet;
- **Serwery Ceph** – wyposażone w pamięci dyskowe (**12-24 HDD/ serwer**) dla przechowywania danych oraz pamięci flash (SSD/NVMe) dla meta-danych a także interfejsy sieciowe Ethernet;
- **Serwery NVMe** – wyposażone w pamięci flash (**8-12 NVMe/ serwer**) dla przechowywania danych i meta-danych a także interfejsy sieciowe Ethernet oraz Infiniband;

**Serwery aplikacyjne i usługowe** (w uproszczeniu i/lub zamiennie serwery aplikacyjne) obejmują 2 klasy serwerów:

- **Serwery usługowe** – wyposażone w CPU, duża ilość pamięci RAM oraz interfejsy sieci Ethernet – przeznaczone do uruchamiania usług zarządzania danymi i interfejsów do tych usług;
- **Serwery GPU+NVMe** – wyposażone w akceleratory GPU dla przetwarzania danych oraz pamięci flash - do przechowywania danych i meta-danych oraz interfejsy sieciowe Ethernet

System pamięci masowych będzie posiada następujące maksymalne zagregowane parametry:

Tabela 1 Podsumowanie parametrów systemu składowania danych zadania 2

| Klasa systemu przechowywania | Pojemność [PB] | Liczba serwerów |
|------------------------------|----------------|-----------------|
| KDM: Serwery FAT             | 300            | 144             |
| KDM: Serwery Ceph            | 150            | 540             |
| KDM: Serwery NVMe            | 15             | 75              |
| MAN: Serwery Ceph            | 32             | 96              |
| MAN: Serwery NVMe            | 2              | 16              |

Tabela 2 Podsumowanie parametrów serwerów aplikacyjnych i usługowych zadania 2

| Klasa serwera aplikacyjnego/ usługowego przechowywania | Liczba |
|--|--------|
|--|--------|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| KDM: Serwery usługowe | 120 |
| MAN: Serwery usługowe | 48  |
| MAN: Serwery GPU+NVMe | 16  |

Podane pojemności systemów przechowywania danych są **pojemnościami surowymi** pamięci HDD i SSD/NVMe zainstalowanych w węzłach: serwerach, tackach i półkach dyskowych, itd. Pojemności będą obliczane jako iloczyn katalogowej pojemności odpowiednio napędów dyskowych i liczby tych napędów oraz modułów pamięci flash i liczby tych modułów. Nie będzie do tych pojemności wliczana przestrzeń przechowywania danych dedykowana dla systemów operacyjnych w serwerach ani inna przestrzeń/pojemność, wykorzystywana do realizacji wewnętrznych procesów zarządzania tymi serwerami, np. w ramach modułów monitoringu, zarządzania konfiguracją itp.

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

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

*Dostawa serwerów i elementów infrastruktury dla systemu masowego przechowywania danych 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 w klastry posiadające sieć dostępową (ang. front-end) oraz sieć wewnątrz-klastrową (ang. back-end).*

***Sieć front-end oraz back-end w technologii Ethernet** 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 front-end w technologii Infiniband** (serwery NVMe) 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 bloków funkcjonalnych** serwerów pamięci masowej i serwerów aplikacyjnych musi umożliwiać konfigurację:*

- ***Tzw. uplinków do sieci agregacyjnej**, pozwalających na agregację ruchu do/z bloków funkcjonujących serwerów pamięci masowej i serwerów aplikacyjnych, 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 danego typu, np. FAT, Ceph czy NVMe lub GPU+NVMe – w sposób umożliwiający łączenie dostarczanych bloków funkcjonalnych w większe grupy serwerów 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)*

## 1.2.1 Dostawa bloków serwerów pamięci masowej i serwerów aplikacyjnych wraz z siecią

Podane pojemności systemów przechowywania danych są **pojemnościami surowymi** pamięci HDD i SSD/NVMe zainstalowanych w serwerach i węzłach tych systemów. Pojemności będą obliczane jako iloczyn katalogowej pojemności odpowiednio napędów dyskowych i liczby tych napędów oraz modułów pamięci SSD/NVMe 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 węzłach systemów przechowywania danych 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 SSD/NVMe, bez uwzględnienia redundancji przechowywania danych i musi być osiągalna dla zbiorów danych o wielkości przekraczającej minimum 2-krotnie sumę pojemności pamięci cache w serwerach oraz kontrolerach I/O oraz dyskach HDD i modułach SSD/NVMe uczestniczących w teście.

*Zamawiający zastrzega sobie prawo weryfikacji, w ramach testów akceptacyjnych, wydajności systemów dyskowych, SSD i NVMe podanych w ofercie, z wykorzystaniem zdefiniowanych w SWZ procedur testów wydajnościowych.*

Systemy przechowywania masowego dostarczone zostaną dla łącznie 5 ośrodków KDM: PCSS, TASK, NCBJ, Cyfronet i WCSS oraz 4 ośrodków MAN: BiaMAN, LodMAN, PCz, PŚ a rozmieszczone w łącznie 9 lokalizacjach: KDM: PCSS (PCSS i NCBJ), TASK, Cyfronet i WCSS; MAN: BiaMAN, LodMAN, PCz, PŚ .

Konfiguracje dla systemów przechowywania masowego danych przedstawiono w tabelach agregujących wymagania wydajnościowe i pojemnościowe w kolejnych punktach SWZ.

## 1.2.1 Dostawa serwerów i elementów infrastruktury dla systemu masowego składowania danych

**Zaoferowana konfiguracja systemów masowego składowania danych dla 5 ośrodków KDM: PCSS, TASK, NCBJ, Cyfronet i WCSS oraz 4 ośrodków MAN: BiaMAN, LodMAN, PCz, PŚ 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 wskazanymi poniżej wymaganiami dotyczącymi pojemności, wydajności czy liczby elementów systemów składowania.*

*Podane wielkości służą wyłącznie jako wskazówki do projektowania architektury, topologii czy konfiguracji systemów w poszczególnych ośrodkach - na potrzeby określenia kosztów jednostkowych bloków funkcjonalnych.*

**SERWERY PAMIĘCI MASOWEJ:**

**OŚRODKI KDM:**

**1. Pojemność** systemów składowania masowego zbudowanych w oparciu o serwery dyskowe i flash:

| Lp.  | Parametr   | PCSS | TASK | NCBJ | Cyfronet | WCSS | Ogolem     |
|------|--|------|------|------|----------|------|------------|
| 1.1  | <b>Pojemność [PB] serwerów FAT – wyposażonych w dyskowe (32-40 HDD / serwer)</b>   | 100  | 25   | 50   | 75       | 50   | <b>300</b> |
| 1.2  | <b>Pojemność [PB] serwerów Ceph – wyposażonych w dyskowe (20-24) HDD / serwer)</b> | 50   | 12,5 | 25   | 37,5     | 25   | <b>150</b> |
| 1.3. | <b>Pojemność [PB] serwerów NVMe – wyposażonych w dyskowe (8-12 NVME / serwer)</b>  | 6    | 1    | 2    | 4        | 2    | <b>15</b>  |

**2. Wydajność** systemów składowania masowego zbudowanych w oparciu o serwery dyskowe i flash:

– mierzona zgodnie z procedurami testowymi opisanymi w części IV SWZ ppkt 4:

| Lp. | Parametr   | PCSS | TASK | NCBJ | Cyfronet | WCSS | Ogolem     |
|-----|--|------|------|------|----------|------|------------|
| 2.1 | <b>Wydajność [GB/s] serwerów FAT – dla dużych zbiorów danych (ciągły zapis, ciągły odczyt) – mierzone dla 100% wolumenu danych w systemie</b>                  | 100  | 25   | 50   | 75       | 50   | <b>300</b> |
| 2.2 | <b>Wydajność [GB/s] serwerów Ceph – dla dużych zbiorów danych (ciągły zapis, ciągły odczyt) – mierzone dla 100% wolumenu danych w systemie</b>                 | 50   | 12,5 | 25   | 37,5     | 25   | <b>150</b> |
| 2.3 | <b>Wydajność [MIOPS] dla losowego zapisu/odczytu małych zbiorów danych - z wykorzystaniem przestrzeni buforującej dane na pamięciach flash – dla 5% danych</b> | 6    | 1    | 2 0  | 4        | 2    | 15         |

**3. Liczba elementów** systemów składowania masowego zbudowanych w oparciu o serwery dyskowe i flash:

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

| Lp.  | Parametr  | PCSS | TASK | NCBJ | Cyfronet | WCSS | Ogolem     |
|------|---|------|------|------|----------|------|------------|
| 1.1  | <b>Liczba serwerów FAT –</b><br>wyposażonych w dyskowe (30-40 HDD /<br>serwer)  | 48   | 12   | 24   | 36       | 24   | <b>144</b> |
| 1.2  | <b>Liczba serwerów Ceph –</b><br>wyposażonych w dyskowe (12-24 HDD /<br>serwer) | 180  | 45   | 90   | 135      | 30   | <b>540</b> |
| 1.3. | <b>Liczba serwerów NVMe –</b><br>wyposażonych w dyskowe (8-12 NVME /<br>serwer) | 30   | 5    | 10   | 20       | 10   | <b>75</b>  |

## OŚRODKI MAN:

### 1. **Pojemność** systemów składowania masowego zbudowanych w oparciu o serwery dyskowe i flash:

– sposób wyliczania określono szczegółowo w *odpowiednich* punktach SWZ::

| Lp.  | Parametr   | BiaMAN | LODMAN | PCz | PŚ  | Ogolem    |
|------|--|--------|--------|-----|-----|-----------|
| 1.2  | <b>Pojemność [PB] serwerów Ceph –</b><br>wyposażonych w dyskowe (12-24 HDD / serwer) | 8      | 8      | 8   | 8   | <b>32</b> |
| 1.3. | <b>Pojemność [PB] serwerów NVMe –</b><br>wyposażonych w dyskowe (8-12 NVME / serwer) | 0,5    | 0,5    | 0,5 | 0,5 | <b>2</b>  |

### 2. **Wydajność** systemów składowania masowego zbudowanych w oparciu o serwery dyskowe i flash:

– mierzona zgodnie z procedurami testowymi opisanymi w części IV SWZ ppkt 4:

| Lp. | Parametr   | BiaMAN | LODMAN | PCz | PŚ  | Ogolem    |
|-----|--|--------|--------|-----|-----|-----------|
| 2.2 | <b>Wydajność [GB/s] serwerów Ceph –</b> dla dużych zbiorów danych (ciągły zapis, ciągły odczyt) – mierzone dla 100% wolumenu danych w systemie                 | 8      | 8      | 8   | 8   | <b>32</b> |
| 2.3 | <b>Wydajność [MIOPS] dla losowego zapisu/odczytu</b> małych zbiorów danych - z wykorzystaniem przestrzeni buforującej dane na pamięciach flash – dla 5% danych | 0,5    | 0,5    | 0,5 | 0,5 | <b>2</b>  |

**3. Liczba elementów** systemów składowania masowego zbudowanych w oparciu o serwery dyskowe i flash:  
– architektura i cechy elementów opisana w *odpowiednich* punktach SWZ:

| Lp.  | Parametr   | BiaMAN | LODMAN | PCz | PŚ | Ogolem    |
|------|--|--------|--------|-----|----|-----------|
| 3.2  | <b>Liczba serwerów Ceph –</b><br>wyposażonych w dyskowe (12-24 HDD / serwer) | 24     | 24     | 24  | 24 | <b>96</b> |
| 3.3. | <b>Liczba serwerów NVMe –</b><br>wyposażonych w dyskowe (8-12 NVME / serwer) | 4      | 4      | 4   | 4  | <b>16</b> |

Podane pojemności są pojemnościami surowymi serwerów oraz zasobów dyskowych (HDD) i flash (SSD/NVMe) obliczonymi przez mnożenie katalogowej pojemności napędów dyskowych i modułów pamięci SSD/NVMe przez liczbę napędów i modułów wykorzystanych do składowania danych i meta-danych przez klastrowe systemy plików w dużej wydajności oraz klastrowe systemy przechowywania obiektowego i blokowego, które będą zainstalowane na dostarczanych serwerach, z wyłączeniem dysków i napędów dedykowanych dla systemów operacyjnych i oprogramowania w serwerach.

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

*Zamawiający zastrzega sobie prawo weryfikacji, w ramach testów akceptacyjnych, wydajności systemów dyskowych, SSD i NVMe podanych w ofercie, z wykorzystaniem zdefiniowanych w SWZ procedur testowych.*

*Zastrzega się także, że Zamawiający może zażądać zapewnienia dostępu do pojedynczych modułów/bloków funkcjonalnych pamięci masowej, reprezentatywnych dla zaoferowanych bloków pamięci masowej, w celu zbadania ich wydajności i innych cech jeszcze na etapie oceny ofert. Udostępnienie próbki może być zrealizowane w trybie zdalnego dostępu do systemu identycznego z oferowanym, umożliwiającego przeprowadzenie testu funkcjonalnego i wydajnościowego.*

#### **1.2.1 Dostawa serwerów aplikacyjnych i usługowych dla usług zarządzania danymi**

**Zaoferowana konfiguracja systemów aplikacyjnych i usługowych składowania danych dla 5 ośrodków KDM:** PCSS, TASK, NCBJ, Cyfronet i WCSS oraz 4 ośrodków MAN: BiaMAN, LodMAN, PCz, PŚ 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 wskazanymi poniżej wymaganiami dotyczącymi pojemności, wydajności czy liczby elementów systemów składowania.*





Podane wielkości służą wyłącznie jako wskazówki do projektowanie architektury, topologii czy konfiguracji systemów w poszczególnych ośrodkach - na potrzeby określenia kosztów jednostkowych bloków funkcjonalnych.



**SERWERY USŁUGOWE I APLIKACYJNE:**

**OŚRODKI KDM:**

**1. Liczba serwerów** usługowych i aplikacyjnych:

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

| Lp. | Parametr  | PCSS | TASK | NCBJ | Cyfronet | WCSS | Ogolem     |
|-----|---|------|------|------|----------|------|------------|
| 1.1 | <b>Liczba serwerów usługowych –</b><br><u>wyposażonych w 2x CPU, 384+ RAM, 2xSSD dla OS</u> | 40   | 10   | 20   | 30       | 20   | <b>120</b> |

**OŚRODKI MAN:**

**1. Liczba serwerów** usługowych i aplikacyjnych:

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

| Lp. | Parametr  | BiaMAN | LODMAN | PCz | PŚ | Ogolem    |
|-----|---|--------|--------|-----|----|-----------|
| 1.1 | <b>Liczba serwerów usługowych –</b><br><u>wyposażonych w 2x CPU, 384GB+ RAM, 2xSSD dla OS</u>   | 12     | 12     | 12  | 12 | <b>48</b> |
| 1.2 | <b>Liczba serwerów aplikacyjnych –</b><br><u>wyposażonych w 2x CPU, 384GB RAM, 2xSSD dla OS</u><br><u>oraz 2x GPU, 8xSSD dla przechowywania danych AI</u> | 4      | 4      | 4   | 4  | <b>16</b> |

**1.2.2 Opis systemów składowania danych**

**A Infrastruktura systemów składowania danych**

Dla każdego z ośrodków KDM (PCSS, Cyfronet, TASK, WCSS, NCBJ) oraz MAN (BiaMAN, LodMAN, PCz, PŚ) zadanie obejmuje dostarczenie, integrację oraz testy elementów **infrastruktury systemów składowania danych**:

- dostawę sukcesywną serwerów FAT;
- dostawę sukcesywną serwerów Ceph;
- dostawę sukcesywną serwerów NVMe;
- dostawę sukcesywną serwerów usługowych;
- dostawę sukcesywną serwerów aplikacyjnych (GPU + NVMe)

Maksymalne liczby poszczególnych klas dostarczane w ramach dostawy sukcesywnej zostały określone w definicji zakresu zadania 2: system składowania danych.

Poniżej opisano wymagania dot. komponentów infrastruktury przechowywania danych:

## Wymagania dla serwerów FAT:

### 1. Procesor:

1. każdy serwer musi być wyposażony w 2 CPU ogólnego przeznaczenia
2. procesory muszą być identyczne, tego samego typu, wykonane w tej samej technologii, posiadać taką samą liczbę rdzeni oraz taką samą wartość taktowania
3. procesory muszą być w stanie wykonywać 64 bitowy kod (EMT64T)
4. każdy procesor musi posiadać co najmniej 18 fizycznych rdzeni
5. każdy procesor musi obsługiwać co najmniej 36 wątki przetwarzania
6. minimalna prędkość taktowania procesora [GHz]: 2.0
7. maksymalne zużycie energii każdego z zainstalowanych procesorów [W]: 160

### 2. Pamięć operacyjna:

1. Minimalna pojemność zainstalowanej pamięci per serwer to 384GB
2. Serwery muszą być wyposażone w liczbę kości pamięci zapewniającą maksymalną przepustowość, tj. pełną obsadę kanałów pamięci;
3. Dopuszczalne jest zainstalowanie co najwyżej 1 kości pamięci na kanał kontrolera pamięci
4. Wszystkie moduły pamięci w ramach serwera muszą być identyczne, tego samego typu, wykonane w tej samej technologii i o tej samej pojemności.
5. Wszystkie kości w ramach serwera muszą być tego samego producenta
6. Wszystkie kości pamięci muszą charakteryzować się takimi samymi parametrami pracy
7. Wszystkie zainstalowane moduły pamięci muszą pracować z częstotliwością, nie mniejszą niż 2400 MHz
8. Wszystkie dostarczone moduły pamięci muszą być wyposażone w mechanizm korekcji błędów ECC
9. Wielkość obsługiwanej przez serwer pamięci – minimum 384GB

### 3. Szyny PCI:

1. Wsparcie dla PCI w wersji 4.0 dla pełnego wykorzystania przepustowości kart sieciowych i kontrolerów dyskowych / pamięci flash SSD/NVMe

### 4. Pamięć masowa – parametry dla każdego z serwerów w komplecie:

#### 1. Zatoki na dyski magnetyczne HDD dla danych:

1. Minimalna liczba zatok na dyski magnetyczne w serwerze HDD: 3.5": **32**
2. Minimalna liczba zainstalowanych dysków HDD 3.5" dla danych: **32, przy czym liczba ta musi być podzielna przez 4 w celu zapewnienia możliwości grupowania dysków w 4 grupy, dla których skonfigurowane zostaną adekwatne pule pamięci SSD/NVMe dla meta-danych systemu masowego przechowywania danych;**

3. Maksymalna liczba zatok na dyski magnetyczne HDD wykorzystanych do realizacji zaoferowanej pojemności serwerów: **40, pod warunkiem, że konfiguracja serwera FAT z 40 zatokami mieści się w wysokości 4U;**
4. Wsparcie funkcji hot-swap dla dysków HDD dla wszystkich zatok 3.5" wykorzystanych do obsadzenia dysków w zaoferowanej konfiguracji: TAK
2. **Zatoki/sloty na napędy/moduły pamięci SSD/NVMe dla meta-danych:**
  1. Minimalna liczba zatok 2,5" lub slotów PCIe dla pamięci SSD/NVMe: **4**
  2. Minimalna liczba zainstalowanych napędów/modułów pamięci SSD/NVMe dla meta-danych: **4**
  3. Wsparcie funkcji *hot-swap* dla zatok/slotów na napędy/moduły pamięci SSD/NVMe dla meta-danych: TAK
3. **Zatoki/sloty na napędy/moduły pamięci SSD/SSD M.2/NVMe dla systemu operacyjnego:**
  1. Poza instalacją dysków SSD dla danych serwer musi umożliwić instalację modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego w zatokach 3.5", 2.5" lub slotach dla pamięci SSD/NVMe; PCIe lub M.2;
  2. Minimalna liczba zainstalowanych w serwerach modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: 2
  3. Wsparcie dla funkcjonalności hot-swap dla zatok 2.5" lub slotów PCIe/ SSD M.2 wykorzystanych do obsadzenia napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego nie jest wymagane;
4. **Dyski magnetyczne HDD 3.5" dla danych:**
  1. Minimalna pojemność dysku HDD (katalogowo) [TB]: **18**
  2. Format dysku [cale]: 3.5
  3. Minimalna prędkość obrotowa [obr./min.]: 7 200
  4. Minimalna prędkość sekwencyjnego zapisu/odczytu danych w trybie nasyconym [MB/s]: 130
  5. Minimalna liczba operacji na sekundę [IOPS]: 150
  6. Bufor dla danych [MB]: 64
  7. Interfejs dysku: SATA
  8. Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
  9. Wymagana dostępność 5-letniej gwarancji producenta na napęd: TAK
  10. Dysk klasy enterprise: TAK
5. **Napędy/moduły pamięci SSD/NVMe dla meta-danych:**
  1. Minimalna katalogowa pojemność [GB]: **1600** - jednak nie mniej niż pojemność wymagana dla **pokrycia min. 4% pojemności dysków HDD** dla danych pamięciami SSD/NVMe z wykorzystaniem wszystkich dysków dla meta-danych w serwerze
  2. Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 80 000
  3. Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 150 000
  4. Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 1000
  5. Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 2000
  6. Maksymalne opóźnienie (zapis) [mikro-sekundy]: 20
  7. Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000

8. Minimalna odporność na ścieranie [**DWPD** (ang. disk writes per day)]: **1**
9. Interfejsy napędów/modułów pamięci SSD/NVMe: SATA 3.0 6Gbit/s, SAS lub PCIe
10. Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
6. **Napędy/moduły pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego:**
  1. Minimalna katalogowa pojemność [**GB**]: **400**
  2. Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 10 000
  3. Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 50 000
  4. Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego blok 1MB [MB/s]: 250
  5. Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
  6. Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
  7. Minimalna odporność na ścieranie [**DWPD** (ang. disk writes per day)]: **1**
  8. Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
  9. Zatoki/złącza, które mogą być wykorzystane dla instalacji napędów/modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: SSD 2.5", SSD M.2, PCIe
7. Kontrolery dyskowe / kontrolery pamięci SSD/NVMe
  1. 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
  2. Typy RAID wspierane przez kontrolery: 0,1
  3. Możliwość realizacji RAID1 minimum dla napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego
  4. Możliwość pracy w trybie JBOD: TAK
5. **Interfejsy sieciowe:**
  1. każdy serwer musi być wyposażony w następujące interfejsy sieciowe:
    1. interfejsy do zarządzania:
      1. co najmniej 2 interfejsy Ethernet 1Gbit lub szybszej na potrzeby dostępu do serwerów (SSH itp.) i połączeń monitorujących (ang. *heartbeat* itd.)
      2. co najmniej 1 interfejs Ethernet 1Gbit dedykowany do zarządzania (IPMI/RedFish)
    2. interfejsy sieci *front-end*:
      1. co najmniej **2** interfejsy **Ethernet 25 Gbit** lub szybsze do sieci *front-end*;
    3. interfejsy sieci *back-end*:
      1. co najmniej **2** interfejsy **Ethernet 25 Gbit** lub szybszej do sieci *back-end*;
  1. każdy serwer musi mieć możliwość uruchomienia systemu operacyjnego za pomocą protokołu PXE za pomocą każdego z dostępnych interfejsów sieciowych Ethernet (poza interfejsem zarządzania)
  2. jeżeli architektura serwera/obudowy blade to umożliwia, to karty sieciowe z wkładkami optycznymi 25/100 Gbit Ethernet muszą być umieszczone z tyłu serwera/obudowy blade;
  3. należy dostarczyć i zainstalować prowadnice do okablowania na frontach i tyłach serwerów / obudów blade, zabezpieczające kable przed uszkodzeniem podczas czynności serwisowych w tym wymiany dysków;
  4. zaoferowane i dostarczone interfejsy sieciowe muszą znajdować się na liście zgodności sprzętowej zaoferowanych serwerów;

5. zaoferowane i dostarczone interfejsy sieciowe muszą być kompatybilne z systemami operacyjnymi RHEL8/9 i Ubuntu 20/22 tzn. interfejsy te muszą się znajdować się na liście kompatybilności tych systemów lub specyfikacja techniczna interfejsów sieciowych dostępna na witrynach internetowych producenta lub załączona do oferty musi wskazywać kompatybilność z tymi systemami operacyjnymi.
6. **Zarządzanie serwerem:**
  1. każdy serwer musi być wyposażony w interfejs do zarządzania z możliwością nadania adresu IP; interfejs ten nie może być fizycznie tym samym interfejsem co opisany w punkcie 4;
  2. serwer musi wspierać zarządzanie zgodne z protokołem IPMI w wersji co najmniej 2.0 (lub KVM-over-LAN)
  3. musi być możliwość przekierowania konsoli systemowej w trybie znakowym
  4. musi być możliwość wysyłania powiadomień za pomocą protokołu SNMP (należy dostarczyć MIB dla serwera) dotyczących awarii lub niewłaściwych parametrów pracy kluczowych komponentów serwera: pamięci, procesorów, płyty głównej, interfejsów sieciowych
  5. serwer musi być wyposażony w diody sygnalizacyjne dla zasilania i aktywności sieci oraz diody sygnalizacyjne aktywności dysków
7. **Zasilanie serwerów:**
  1. serwery muszą być wyposażone w zasilacze co najmniej klasy 80 PLUS Platinum
  2. zasilacze muszą być dostarczone w konfiguracji N+1. W przypadku gdy dostarczone jest rozwiązanie typu chassis należy zapewnić redundancję na poziomie N+1 dla grupy serwerów agregowanych przez chassis
  3. musi być możliwość wymiany zasilaczy w trybie hot-plug
  4. moc zasilaczy musi być wystarczająca do zasilania serwera/grupy serwerów przy całorocznej pracy ciągłej i pełnym wykorzystaniu wszystkich komponentów serwera
8. **Okablowanie, instalacja serwerów:**
  1. Serwery muszą zostać rozmieszczone i zainstalowane w szafach przemysłowych w sposób umożliwiający ułożenie okablowania zasilającego i komunikacyjnego, w tym kabli miedzianych i optycznych zgodnie z dobrymi praktykami;
  2. Serwery muszą być wyposażone w prowadnice i pantografy dla okablowania z tyłu serwera; ponadto, gdy dla realizacji wymaganych połączeń konieczne jest wykorzystanie portów na froncie serwera, należy dostarczyć i zainstalować prowadnice i organizatory okablowania dla frontów serwerów;
  3. zastosowane prowadnice i pantografy oraz ułożenie kabli muszą zapewniać ochronę okablowania przed uszkodzeniem podczas wymiany dysków HDD i napędów SSD;
9. **Certyfikacja/zgodność:**
  1. Zgodność z RoHS
  2. Serwery muszą być zgodne z systemami operacyjnymi RHEL8/9 i Ubuntu 20/22

#### Wymagania dla serwerów Ceph:

1. **Procesor:**
  2. każdy serwer musi być wyposażony co najmniej w dwa procesory ogólnego przeznaczenia

3. procesory muszą być identyczne, tego samego typu, wykonane w tej samej technologii, posiadać taką samą liczbę rdzeni oraz taką samą wartość taktowania
  4. procesory muszą być w stanie wykonywać 64 bitowy kod (EMT64T)
  5. każdy procesor musi posiadać co najmniej 14 fizycznych rdzeni
  6. każdy procesor musi obsługiwać co najmniej 28 wątki przetwarzania
  7. minimalna prędkość taktowania procesora [GHz]: 2.4
  8. maksymalne zużycie energii każdego z zainstalowanych procesorów [W]: 160
- 2. Pamięć operacyjna:**
9. Minimalna pojemność zainstalowanej pamięci per serwer to 192GB
  10. Serwery muszą być wyposażone w liczbę kości pamięci zapewniającą maksymalną przepustowość, tj. pełną obsadę kanałów pamięci;
  11. Dopuszczalne jest zainstalowanie co najwyżej 1 kości pamięci na kanał kontrolera pamięci
  12. Wszystkie moduły pamięci w ramach serwera muszą być identyczne, tego samego typu, wykonane w tej samej technologii i o tej samej pojemności.
  13. Wszystkie kości pamięci muszą charakteryzować się takimi samymi parametrami pracy
  14. Wszystkie zainstalowane moduły pamięci muszą pracować z częstotliwością, nie mniejszą niż 2400 MHz
  15. Wszystkie dostarczone moduły pamięci muszą być wyposażone w mechanizm korekcji błędów ECC
  16. Wielkość obsługiwanej przez serwer pamięci – minimum 512GB
- 3. Szyny PCI:**
1. Wsparcie dla PCI w wersji 4.0 dla pełnego wykorzystania przepustowości kart sieciowych i kontrolerów dyskowych / pamięci flash SSD/NVMe
- 4. Pamięć masowa – parametry dla każdego z serwerów w komplecie:**
- 17. Zatoki na dyski magnetyczne HDD dla danych:**
1. Minimalna liczba zatok na dyski 3.5": 12
  2. Minimalna liczba zainstalowanych dysków HDD 3.5" dla danych: **20, przy czym liczba ta musi być podzielna przez 2w celu zapewnienia możliwości grupowania dysków w 2 grupy, dla których skonfigurowane zostaną adekwatne pule pamięci SSD/NVMe dla meta-danych systemu masowego przechowywania danych;**
  3. v
  4. Wsparcie funkcji hot-swap dla dysków HDD dla wszystkich zatok 3.5" wykorzystanych do obsadzenia dysków w zaoferowanej konfiguracji: TAK
- 18. Zatoki/sloty na napędy/moduły pamięci SSD/NVMe dla meta-danych:**
1. Minimalna liczba zatok 2,5" lub slotów PCIe dla pamięci SSD/NVMe: **2**
  2. Minimalna liczba zainstalowanych napędów/modułów pamięci SSD/NVMe: **2**
  3. Wsparcie funkcji hot-swap dla zatok/slotów na napędy/moduły pamięci SSD/NVMe: tak
- 19. Zatoki/sloty na napędy/moduły pamięci SSD/SSD M.2/NVMe dla systemu operacyjnego:**
1. Poza instalacją dysków SSD dla danych serwery muszą umożliwiać, instalację modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego w zatokach 3.5", 2.5" lub slotach dla pamięci SSD/NVMe; PCIe lub M.2;

2. Minimalna liczba zainstalowanych w serwerach modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: 2
  1. Wsparcie dla funkcjonalności hot-swap dla zatok 2.5" lub slotów PCIe/ SSD M.2 wykorzystanych do obsadzenia napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego nie jest wymagane;
20. **Dyski magnetyczne HDD 3.5" dla danych:**
1. Minimalna pojemność dysku HDD (katalogowo) **[TB]: 18**
  2. Format dysku [cale]: 3.5
  3. Minimalna prędkość obrotowa [obr./min.]: 7 200
  4. Minimalna prędkość sekwencyjnego zapisu/odczytu danych w trybie nasyconym (blok 1MB) [MB/s]: 150
  5. Minimalna liczba operacji na sekundę [IOPS]: 150
  6. Bufor dla danych [MB]: 64
  7. Interfejs dysku: SATA
  8. Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
  9. Wymagana dostępność 5-letniej gwarancji producenta na napęd: TAK
  10. Dysk klasy enterprise: TAK
21. **Napędy/moduły pamięci SSD/NVMe dla meta-danych:**
1. Minimalna katalogowa pojemność **[GB]: 1600** - jednak nie mniej niż pojemność wymagana dla **pokrycia min. 4% pojemności dysków HDD** dla danych pamięciami SSD/NVMe z wykorzystaniem wszystkich dysków dla meta-danych w serwerze
  2. Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 80 000
  3. Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 150 000
  4. Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 1000
  5. Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 2000
  6. Maksymalne opóźnienie (zapis) [mikro-sekundy]: 20
  7. Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
  8. Minimalna odporność na ścieranie **[DWPD (ang. disk writes per day)]: 1**
  9. Interfejsy napędów/modułów pamięci SSD/NVMe: SATA 3.0 6Gbit/s, SAS lub PCIe
  10. Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
22. **Napędy/moduły pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego:**
1. Minimalna katalogowa pojemność **[GB]: 400**
  2. Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 10 000
  3. Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 50 000
  4. Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
  5. Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
  6. Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
  7. Minimalna odporność na ścieranie **[DWPD (ang. disk writes per day)]: 1**
  8. Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
  9. Zatoki/złącza, które mogą być wykorzystane dla instalacji napędów/modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: SSD 2.5", SSD M.2, PCIe
23. Kontrolery dyskowe / kontrolery pamięci SSD/NVMe



1. 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
2. Możliwość pracy w trybie JBOD: TAK
3. Typy RAID wspierane przez kontrolery: 0,1
4. Możliwość realizacji RAID1 minimum dla napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego

## 5. Interfejsy sieciowe:

24. każdy serwer musi być wyposażony w następujące interfejsy sieciowe:

1. interfejsy do zarządzania:
  1. co najmniej 2 interfejsy Ethernet 1Gbit lub szybszej na potrzeby dostępu do serwerów (SSH itp.) i połączeń monitorujących (ang. *heartbeat* itd.)
  2. co najmniej 1 interfejs Ethernet 1Gbit dedykowany do zarządzania (IPMI/RedFish)
2. interfejsy sieci *front-end*:
  1. dotyczy ośrodków KDM (PCSS, Cyfronet, TASK, WCSS, NCBJ):
    1. co najmniej 2 interfejsy **Ethernet 25 Gbit** lub szybsze do sieci *front-end*;
    2. co najmniej 2 interfejsy Infiniband EDR lub szybsze do sieci *Infiniband*;
  2. dotyczy ośrodków MAN (BiaMAN, LodMAN, PCz, PŚ):
    1. co najmniej 2 interfejsy Ethernet 25 **Gbit** lub szybsze do sieci *front-end*;
3. interfejsy sieci *back-end*:
  1. co najmniej 2 interfejsy Ethernet **25 Gbit** lub szybszej do sieci *back-end*;

25. każdy serwer musi mieć możliwość uruchomienia systemu operacyjnego za pomocą protokołu PXE za pomocą każdego z dostępnych interfejsów sieciowych Ethernet (poza interfejsem zarządzania)

26. jeżeli architektura serwera/obudowy blade to umożliwia, to karty sieciowe z wkładkami optycznymi 25/100 Gbit Ethernet i Infiniband muszą być umieszczone z tyłu serwera / obudowy blade;

27. należy dostarczyć i zainstalować prowadnice do okablowania na frontach i tyłach serwerów / obudów blade, zabezpieczające kable przed uszkodzeniem podczas czynności serwisowych w tym wymiany dysków;

28. zaoferowane i dostarczone interfejsy sieciowe muszą znajdować się na liście zgodności sprzętowej zaoferowanych serwerów;

29. zaoferowane i dostarczone interfejsy sieciowe muszą być kompatybilne z systemami operacyjnym RHEL8/9 i Ubuntu 20/22 lub specyfikacja techniczna interfejsów sieciowych dostępna na witrynach internetowych producenta lub załączona do oferty musi wskazywać kompatybilność z tymi systemami operacyjnymi.

## 6. Zarządzanie serwerem:

30. każdy serwer musi być wyposażony w interfejs do zarządzania z możliwością nadania adresu IP;

31. serwer musi wspierać zarządzanie zgodne z protokołem IPMI w wersji co najmniej 2.0 (lub KVM-over-LAN)

32. musi być możliwość przekierowania konsoli systemowej w trybie znakowym;

33. musi być możliwość wysyłania powiadomień za pomocą protokołu SNMP (należy dostarczyć MIB dla serwera) dotyczących awarii lub niewłaściwych parametrów pracy kluczowych komponentów serwera: pamięci, procesorów, płyty głównej, interfejsów sieciowych
34. serwer musi być wyposażony w diody sygnalizacyjne dla zasilania i aktywności sieci oraz diody sygnalizacyjne aktywności dysków;

## 7. zasilanie serwerów

35. serwery muszą być wyposażone w zasilacze co najmniej klasy 80 PLUS Platinum
36. zasilacze muszą być dostarczone w konfiguracji N+1. W przypadku gdy dostarczone jest rozwiązanie typu chassis należy zapewnić redundancję na poziomie N+1 dla grupy serwerów agregowanych przez chassis
37. musi być możliwość wymiany zasilaczy w trybie hot-plug
38. moc zasilaczy musi być wystarczająca do zasilenia serwera/grupy serwerów przy całorocznej pracy ciągłej i pełnym wykorzystaniu wszystkich komponentów serwera

## 8. Okablowanie, instalacja serwerów:

39. Serwery muszą zostać rozmieszczone i zainstalowane w szafach przemysłowych w sposób umożliwiający ułożenie okablowania zasilającego i komunikacyjnego, w tym kabli miedzianych i optycznych zgodnie z dobrymi praktykami;
40. Serwery muszą być wyposażone w prowadnice i pantografy dla okablowania z tyłu serwera; ponadto, gdy dla realizacji wymaganych połączeń konieczne jest wykorzystanie portów na froncie serwera, należy dostarczyć i zainstalować prowadnice i organizatory okablowania dla frontów serwerów;
41. zastosowane prowadnice i pantografy oraz ułożenie kabli muszą zapewniać ochronę okablowania przed uszkodzeniem podczas wymiany dysków HDD i napędów SSD;

## 9. Certyfikacja/zgodność:

42. Zgodność z RoHS
43. Serwery muszą być zgodne z systemami operacyjnymi RHEL8/9 i Ubuntu 20/22

### Wymagania dla serwerów flash NVMe:

#### 1. Procesor:

1. każdy serwer musi być wyposażony co najmniej w dwa procesory ogólnego przeznaczenia
2. procesory muszą być identyczne, tego samego typu, wykonane w tej samej technologii, posiadać taką samą liczbę rdzeni oraz taką samą wartość taktowania
3. procesory muszą być w stanie wykonywać 64 bitowy kod (EMT64T)
4. każdy procesor musi posiadać co najmniej 16 fizycznych rdzeni
5. każdy procesor musi obsługiwać co najmniej 32 wątki przetwarzania
6. minimalna prędkość taktowania procesora [GHz]: 2.4
7. maksymalne zużycie energii każdego z zainstalowanych procesorów [W]: 160

#### 2. Pamięć:

1. Serwery muszą być wyposażone w liczbę kości pamięci zapewniającą maksymalną przepustowość, tj. pełną obsadę kanałów pamięci (np. dla procesorów Intel Skylake jest to 6 kości pamięci na procesor)
2. Dopuszczalne jest zainstalowanie co najwyżej 1 kości pamięci na kanał kontrolera pamięci

3. Minimum 12 slotów DIMM
  4. Wszystkie moduły pamięci w ramach serwera muszą być identyczne, tego samego typu, wykonane w tej samej technologii i o tej samej pojemności.
  5. Wszystkie kości pamięci muszą charakteryzować się takimi samymi parametrami pracy
  6. Wszystkie zainstalowane moduły pamięci muszą pracować z nie mniejszą niż 2400 MHz
  7. Wszystkie dostarczone moduły pamięci muszą być wyposażone w mechanizm korekcji błędów ECC
  8. minimalna ilość zainstalowanej pamięci per serwer to 192GB
  9. Wielkość obsługiwanej przez serwer pamięci – minimum 512GB
3. **Szyny PCI:**
1. Wsparcie dla PCI w wersji 4.0 dla pełnego wykorzystania przepustowości kart sieciowych i kontrolerów dyskowych / pamięci flash SSD/NVMe
4. **Pamięć masowa:**
1. **Zatoki/sloty na napędy/moduły pamięci NVMe dla przechowywania danych:**
    1. Minimalna liczba zatok 2.5" lub slotów PCIe dla instalacji pamięci NVMe: **8**
    2. Minimalna liczba zainstalowanych napędów/modułów pamięci NVMe: **8**
    3. **Możliwość rozbudowy do minimum 12 napędów/modułów** pamięci NVMe o pojemności surowej co najmniej **8TB każdy - w obrebie obudowy 1U serwera NVMe;**
    4. Maksymalna liczba **zatok/slotów** na napędy/moduły pamięci **NVM** wykorzystanych do realizacji zaoferowanej pojemności serwerów: **16, pod warunkiem, że konfiguracja serwera NVMe z 16 zatokami mieści się w wysokości 2U;**
    5. Wsparcie funkcji hot-swap dla wszystkich zatok/slotów PCIe wykorzystanych do obsadzenia napędów/modułów pamięci **NVMe** w zaproponowanej konfiguracji: TAK
    6. Napędy/moduły pamięci SSD/NVMe muszą być równomiernie rozłożone pomiędzy złącza PCIe procesorów serwera
  2. **Zatoki/sloty na napędy/moduły pamięci SSD/SSD M.2/NVMe dla systemu operacyjnego:**
    1. Poza instalacją dysków SSD dla danych serwery muszą umożliwiać, instalację modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego w zatokach 3.5", 2.5" lub slotach dla pamięci SSD/NVMe; PCIe lub M.2;
    2. Minimalna liczba zainstalowanych w serwerach modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: 2
    3. Wsparcie dla funkcjonalności hot-swap dla zatok 2.5" lub slotów PCIe/ SSD M.2 wykorzystanych do obsadzenia napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego nie jest wymagane;
  3. **Napędy/moduły pamięci NVMe dla danych:**
    1. *Minimalna łączna katalogowa pojemność napędów SSD/modułów NVMe zainstalowanych w każdym serwerze [GB]: **64 000 GB***
    2. Minimalne parametry każdego z napędów/modułów pamięci SSD/NVMe:
      1. *Minimalna katalogowa pojemność [GB]: **800GB***
      2. *Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: **150 000***
      3. *Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: **600 000***
      4. *Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: **1 500***

5. Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 2 600
  6. Maksymalne opóźnienie (zapis) [mikro-sekundy]: 20
  7. Minimalny katalogowy MTBF [godzin]: 2 000 000
  8. Minimalna odporność na ścieranie dla 5 lat [DWPD]: 1
  9. Interfejsy napędów/modułów pamięci NVMe: PCIe lub U.3 NVME SSD
  10. Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
4. **Napędy/moduły pamięci SSD/SSD M.2/NVMe dla systemu operacyjnego:**
1. Minimalna katalogowa pojemność [GB]: 400
  2. Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 10 000
  3. Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 50 000
  4. Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
  5. Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
  6. Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
  7. Minimalna odporność na ścieranie [DWPD (ang. disk writes per day)]: 1
  8. Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
  9. Zatoki/złącza, które mogą być wykorzystane dla instalacji napędów/modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: SSD 2.5", SSD M.2, PCIe
5. Kontrolery dyskowe / kontrolery pamięci NVMe
1. Liczba slotów PCIe dla pamięci NVMe musi być wystarczająca do podłączenia wszystkich modułów NVMe i wykorzystanie ich z pełną prędkością
  2. Rozmieszczenie modułów pamięci NVMe na slotach PCIe musi zapewniać równoczesną pracę modułów NVMe z pełną prędkością
  3. Możliwość pracy w trybie JBOD lub udostępnienia poszczególnych napędów NVMe do systemu operacyjnego serwera jak niezależne urządzenia: TAK
  4. Możliwość realizacji RAID1 minimum dla napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego
5. **Interfejsy sieciowe:**
1. każdy serwer musi być wyposażony w następujące interfejsy sieciowe:
    1. interfejsy do zarządzania:
      1. co najmniej 2 interfejsy Ethernet 1Gbit lub szybszej na potrzeby dostępu do serwerów (SSH itp.) i połączeń monitorujących (ang. *heartbeat* itd.)
      2. co najmniej 1 interfejs Ethernet 1Gbit dedykowany do zarządzania (IPMI/RedFish)
    2. interfejsy sieci *front-end*:
      1. dotyczy ośrodków **KDM (PCSS, Cyfronet, TASK, WCSS, NCBJ)**:
        1. co najmniej 2 interfejsy **Ethernet 100 Gbit** lub szybsze do sieci *front-end*;
        2. co najmniej 2 interfejsy Infiniband EDR lub szybsze do sieci *Infiniband*;
      2. dotyczy ośrodków **MAN (BiaMAN, LodMAN, PCz, PŚ)**:
        1. co najmniej 2 interfejsy **Ethernet 100 Gbit** lub szybsze do sieci *front-end*;
    3. interfejsy sieci *back-end*:
      1. co najmniej 2 interfejsy Ethernet **25 Gbit** lub szybszej do sieci *back-end*;

2. każdy serwer musi mieć możliwość uruchomienia systemu operacyjnego za pomocą protokołu PXE za pomocą każdego z dostępnych interfejsów sieciowych Ethernet (poza interfejsem zarządzania)
  3. jeżeli architektura serwera/obudowy blade to umożliwia, to karty sieciowe z wkładkami optycznymi 100 Gbit Ethernet i Infiniband muszą być umieszczone z tyłu serwera / obudowy blade;
  4. należy dostarczyć i zainstalować prowadnice do okablowania na frontach i tyłach serwerów / obudów blade, zabezpieczające kable przed uszkodzeniem podczas czynności serwisowych w tym wymiany dysków;
  5. zaoferowane i dostarczone interfejsy sieciowe muszą znajdować się na liście zgodności sprzętowej zaoferowanych serwerów;
  6. zaoferowane i dostarczone interfejsy sieciowe muszą być kompatybilne z systemami operacyjnymi RHEL8/9 i Ubuntu 20/22 lub specyfikacja techniczna interfejsów sieciowych dostępna na witrynach internetowych producenta lub załączona do oferty musi wskazywać kompatybilność z tymi systemami operacyjnymi.
- 6. Zarządzanie serwerem:**
1. każdy serwer musi być wyposażony w interfejs do zarządzania z możliwością nadania adresu IP;
  2. serwer musi wspierać zarządzanie zgodne z protokołem IPMI w wersji co najmniej 2.0 (lub KVM-over-LAN)
  3. musi być możliwość przekierowania konsoli systemowej w trybie znakowym
  4. musi być możliwość wysyłania powiadomień za pomocą protokołu SNMP (należy dostarczyć MIB dla serwera) dotyczących awarii lub niewłaściwych parametrów pracy kluczowych komponentów serwera: pamięci, procesorów, płyty głównej, interfejsów sieciowych
  5. serwer musi być wyposażony w diody sygnalizacyjne dla zasilania i aktywności sieci oraz diody sygnalizacyjne aktywności dysków
- 7. Zasilanie serwerów:**
1. serwery muszą być wyposażone w zasilacze co najmniej klasy 80 PLUS Platinum
  2. zasilacze muszą być dostarczone w konfiguracji N+1. W przypadku gdy dostarczone jest rozwiązanie typu chassis należy zapewnić redundancję na poziomie N+1 dla grupy serwerów agregowanych przez chassis
  3. musi być możliwość wymiany zasilaczy w trybie hot-plug
  4. moc zasilaczy musi być wystarczająca do zasilenia serwera/grupy serwerów przy całorocznej pracy ciągłej i pełnym wykorzystaniu wszystkich komponentów serwera
  5. Minimalna liczba źródeł zasilania, do których podłączony jest każdy z serwerów: 2
  6. Redundancja wentylatorów: TAK
  7. Redundancja zasilaczy z punktu widzenia każdego z serwerów: TAK
- 8. Okablowanie, instalacja serwerów:**
1. Serwery muszą zostać rozmieszczone i zainstalowane w szafach przemysłowych w sposób umożliwiający ułożenie okablowania zasilającego i komunikacyjnego, w tym kabli miedzianych i optycznych zgodnie z dobrymi praktykami;

2. Serwery muszą być wyposażone w prowadnice i pantografy dla okablowania z tyłu serwera; ponadto, gdy dla realizacji wymaganych połączeń konieczne jest wykorzystanie portów na froncie serwera, należy dostarczyć i zainstalować prowadnice i organizatory okablowania dla frontów serwerów;
3. zastosowane prowadnice i pantografy oraz ułożenie kabli muszą zapewniać ochronę okablowania przed uszkodzeniem podczas wymiany dysków HDD i napędów SSD;

## 9. Certyfikacja/zgodność:

1. Zgodność z RoHS
1. Serwery muszą być zgodne z systemami operacyjnymi RHEL8/9 i Ubuntu 20/22

## Wymagania dla serwerów usługowych dla systemów przechowywania danych:

1. Wymagania dla serwerów usługowych dla systemów przechowywania danych są *identyczne* jak wymagania dla serwerów flash NVMe z wyłączeniem następujących punktów
2. **Pamięć masowa:**
  1. **Zatoki/sloty na napędy/moduły pamięci SSD/SSD M.2/NVMe dla systemu operacyjnego:**
    1. Serwery muszą umożliwiać, instalację modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego w zatokach 3.5", 2.5" lub slotach dla pamięci SSD/NVMe; PCIe lub M.2;
    2. Minimalna liczba zainstalowanych w serwerach modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: 2
    3. Wsparcie dla funkcjonalności hot-swap dla zatok 2.5" lub slotów PCIe/ SSD M.2 wykorzystanych do obsadzenia napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego nie jest wymagane;
  2. **Napędy/moduły pamięci SSD/SSD M.2/NVMe dla systemu operacyjnego:**
    1. Minimalna katalogowa pojemność [GB]: **400**
    2. Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 10 000
    3. Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 50 000
    4. Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
    5. Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
    6. Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
    7. Minimalna odporność na ścieranie [DWPD (ang. disk writes per day)]: **1**
    8. Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
    9. Zatoki/złącza, które mogą być wykorzystane dla instalacji napędów/modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: SSD 2.5", SSD M.2, PCIe
  3. Kontrolery dyskowe / kontrolery pamięci NVMe / SSD / M.2
    1. Możliwość pracy w trybie JBOD lub udostępnienia poszczególnych napędów NVMe do systemu operacyjnego serwera jak niezależne urządzenia: TAK
    2. Możliwość realizacji RAID1 minimum dla napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego
3. **Interfejsy sieciowe:**
  1. każdy serwer musi być wyposażony w następujące interfejsy sieciowe:
    1. interfejsy do zarządzania:
      1. co najmniej 2 interfejsy Ethernet 1Gbit lub szybszej na potrzeby dostępu do serwerów (SSH itp.) i połączeń monitorujących (ang. *heartbeat* itd.)
      2. co najmniej 1 interfejs Ethernet 1Gbit dedykowany do zarządzania (IPMI/RedFish)
    2. interfejsy sieci *front-end*:
      1. dotyczy ośrodków KDM (PCSS, Cyfronet, TASK, WCSS, NCBJ):
        1. co najmniej 2 interfejsy **Ethernet 25 Gbit** lub szybsze do sieci *front-end*;
        2. co najmniej 2 interfejsy Infiniband EDR lub szybsze do sieci *Infiniband*;
      2. dotyczy ośrodków MAN (BiaMAN, LodMAN, PCz, PŚ):
        1. co najmniej 2 interfejsy **Ethernet 25 Gbit** lub szybsze do sieci *front-end*;

## Wymagania dla serwerów GPU+NVMe:

### 1. Procesor

- a) każdy serwer musi być wyposażony co najmniej w dwa procesory ogólnego przeznaczenia
- b) procesory muszą być taktowane zegarem co najmniej 2.80GHz
- c) każdy procesor musi posiadać co najmniej 24 fizyczne rdzenie
- d) procesory muszą być identyczne, tego samego typu, wykonane w tej samej
- e) technologii, posiadać taką samą liczbę rdzeni oraz taktowanie
- f) procesory muszą być w stanie wykonywać 64 bitowy kod (EMT64T)
- g) data rozpoczęcia produkcji danego modelu procesora nie wcześniej niż 1 kwartał 2021r.
- h) maksymalne zużycie energii każdego z zainstalowanych procesorów [W]: 250

### 2. Pamięć

- Serwery muszą być wyposażone w liczbę kości pamięci zapewniającą maksymalną przepustowość, tj. pełną obsadę kanałów pamięci (np. dla procesorów Intel Ice Lake jest to 8 kości pamięci na procesor, dla AMD Epyc serii 7003 jest to 8 kości na procesor, itp.)
- Dopuszczalne jest zainstalowanie co najwyżej 1 kości pamięci na kanał kontrolera pamięci
- Wszystkie kości w ramach serwera muszą być tego samego producenta
- Wszystkie kości pamięci muszą charakteryzować się takimi samymi parametrami pracy oraz taką samą pojemnością
- Wszystkie zainstalowane moduły pamięci muszą pracować z najwyższą wspieraną przez procesor częstotliwością, nie mniejszą niż 3200 MHz
- Wszystkie dostarczone moduły pamięci muszą być wyposażone w mechanizm korekcji błędów ECC
- minimalna ilość pamięci per serwer to 512 GB.

### 3. Szyny PCI

- a) Wsparcie dla PCI w wersji 4.0 dla pełnego wykorzystania przepustowości kart sieciowych i kontrolerów dyskowych / pamięci flash SSD/NVMe a także kontrolerów graficznych
- b) W szczególności liczba i przepustowość slotów PCI musi być odpowiednia dla osadzenia i umożliwienia pracy z pełną predkoscia zarówno kart GPU jak i komponentów sieci i storage

### 4. Pamięć masowa

- **Zatoki/sloty na napędy/moduły pamięci SSD/SSD M.2/NVMe dla systemu operacyjnego:**
  - Poza instalacją dysków SSD dla danych serwery muszą umożliwiać, instalację modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego w zatokach 3.5", 2.5" lub slotach dla pamięci SSD/NVMe; PCIe, M.2 lub U.3;
  - Minimalna liczba zainstalowanych w serwerach modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: 2
  - Wsparcie dla funkcjonalności hot-swap dla zatok 2.5" lub slotów PCIe/ SSD M.2 / U.3 wykorzystanych do osadzenia napędów/modułów pamięci dla systemu operacyjnego nie jest wymagane;
- **Zatoki/sloty na napędy/moduły pamięci NVMe dla danych:**
  - Minimalna liczba zatok 2,5" lub slotów PCIe dla pamięci **NVMe: 4**
  - Minimalna liczba zainstalowanych napędów/modułów pamięci **NVMe: 4**
  - Wsparcie funkcji hot-swap dla zatok/slotów na napędy/moduły pamięci NVMe: tak



- **Napędy/moduły pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego:**
  - Minimalna katalogowa pojemność [GB]: **400**
  - Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 10 000
  - Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 50 000
  - Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
  - Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 250
  - Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
  - Minimalna odporność na ścieranie [DWPD (ang. disk writes per day)]: **1**
  - Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
  - Zatoki/złącza, które mogą być wykorzystane dla instalacji napędów/modułów pamięci SSD/NVMe dla systemu operacyjnego: SSD 2.5", SSD M.2, PCIe, U.3 NVME SSD
- **Napędy/moduły pamięci NVMe dla danych:**
  - Minimalna katalogowa pojemność [GB]: **8000**
  - Minimalna wydajność zapisu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 80 000
  - Minimalna wydajność odczytu losowego (blok 4kB) [IOPS]: 150 000
  - Minimalna wydajność zapisu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 1000
  - Minimalna wydajność odczytu sekwencyjnego (blok 1MB) [MB/s]: 2000
  - Maksymalne opóźnienie (zapis) [mikro-sekundy]: 20
  - Minimalny MTBF (ang. Mean Time Between Failures) [godzin]: 2 000 000
  - Minimalna odporność na ścieranie [DWPD (ang. disk writes per day)]: **1**
  - Interfejsy napędów/modułów pamięci NVMe: PCIe lub U.3 NVME SSD
  - Technologia pamięci: NAND, np. V-NAND lub 3D NAND TLC
- Musi istnieć możliwość realizacji mechanizmu RAID1 dla napędów/modułów SSD/NVMe dla systemu operacyjnego; Zawartość cache kontrolera RAID musi być zabezpieczona na wypadek całkowitej utraty zasilania.

## 5. Interfejsy sieciowe

1. każdy serwer musi być wyposażony w następujące interfejsy sieciowe:
  1. interfejsy do zarządzania:
    1. co najmniej 2 interfejsy Ethernet 1Gbit lub szybszej na potrzeby dostępu do serwerów (SSH itp.) i połączeń monitorujących (ang. *heartbeat* itd.)
    2. co najmniej 1 interfejs Ethernet 1Gbit dedykowany do zarządzania (IPMI/RedFish)
  2. interfejsy sieci *front-end*:
    1. dotyczy ośrodków **MAN (BiaMAN, LodMAN, PCz, PŚ)**:
      1. co najmniej 2 interfejsy **Ethernet 100 Gbit** lub szybsze do sieci *front-end*;
  3. interfejsy sieci *back-end*:
    1. co najmniej 2 interfejsy Ethernet **100 Gbit** lub szybszej do sieci *back-end*;
2. każdy serwer musi mieć możliwość uruchomienia systemu operacyjnego za pomocą protokołu PXE za pomocą każdego z dostępnych interfejsów sieciowych Ethernet (poza interfejsem zarządzania)
3. jeżeli architektura serwera/obudowy blade to umożliwia, to karty sieciowe z wkładkami optycznymi 100 Gbit Ethernet i Infiniband muszą być umieszczone z tyłu serwera / obudowy blade;

4. należy dostarczyć i zainstalować prowadnice do okablowania na frontach i tyłach serwerów / obudów blade, zabezpieczające kable przed uszkodzeniem podczas czynności serwisowych w tym wymiany dysków;
5. zaoferowane i dostarczone interfejsy sieciowe muszą znajdować się na liście zgodności sprzętowej zaoferowanych serwerów;
6. zaoferowane i dostarczone interfejsy sieciowe muszą być kompatybilne z systemami operacyjnymi RHEL8/9 i Ubuntu 20/22 lub specyfikacja techniczna interfejsów sieciowych dostępna na witrynach internetowych producenta lub załączona do oferty musi wskazywać kompatybilność z tymi systemami operacyjnymi.

## 6. Zarządzanie serwerem:

- każdy serwer musi być wyposażony w interfejs do zarządzania z możliwością nadania adresu IP;
- serwer musi wspierać zarządzanie zgodne z protokołem IPMI w wersji co najmniej 2.0 (lub KVM-over-LAN)
- musi być możliwość przekierowania konsoli systemowej w trybie znakowym;
- musi być możliwość wysyłania powiadomień za pomocą protokołu SNMP (należy dostarczyć MIB dla serwera) dotyczących awarii lub niewłaściwych parametrów pracy kluczowych komponentów serwera: pamięci, procesorów, płyty głównej, interfejsów sieciowych
- serwer musi być wyposażony w diody sygnalizacyjne dla zasilania i aktywności sieci oraz diody sygnalizacyjne aktywności dysków;

#### 7. Zasilanie serwerów

- serwery muszą być wyposażone w zasilacze co najmniej klasy 80 PLUS Platinum
- zasilacze muszą być dostarczone w konfiguracji N+1. W przypadku gdy dostarczone jest rozwiązanie typu chassis należy zapewnić redundancję na poziomie N+1 dla grupy serwerów agregowanych przez chassis
- musi być możliwość wymiany zasilaczy w trybie hot-plug
- moc zasilaczy musi być wystarczająca do zasilenia serwera/grupy serwerów przy całorocznej pracy ciągłej i pełnym wykorzystaniu wszystkich komponentów serwera

#### 8. Okablowanie, instalacja serwerów:

- Serwery muszą zostać rozmieszczone i zainstalowane w szafach przemysłowych w sposób umożliwiający ułożenie okablowania zasilającego i komunikacyjnego, w tym kabli miedzianych i optycznych zgodnie z dobrymi praktykami;
- Serwery muszą być wyposażone w prowadnice i pantografy dla okablowania z tyłu serwera; ponadto, gdy dla realizacji wymaganych połączeń konieczne jest wykorzystanie portów na froncie serwera, należy dostarczyć i zainstalować prowadnice i organizatory okablowania dla frontów serwerów;
- zastosowane prowadnice i pantografy oraz ułożenie kabli muszą zapewniać ochronę okablowania przed uszkodzeniem podczas wymiany dysków HDD i napędów SSD;

#### 9. Certyfikacja/zgodność:

- Zgodność z RoHS
- Serwery muszą być zgodne z systemami operacyjnymi RHEL8/9 i Ubuntu 20/22

#### 10. Karty GPU

- Maksymalna całkowita wysokość serwera [U]: 4
- Serwer musi wspierać następujące konfiguracje GPU:
  - **Konfiguracja I:**
    - 2 karty PCIe, każda wyposażona w co najmniej 80 GB pamięci RAM, połączone ze sobą złączem NVlink lub kompatybilnym
    - Ze względu na oprogramowanie wykorzystywane na serwerze zainstalowane karty muszą udostępniać funkcjonalność (pełną kompatybilność oprogramowania) z kartami Nvidia A100
    - Wydajność obliczeniowa dostarczonych kart musi być co najmniej taka jak kart Nvidia A100
    - Karty muszą być podłączone w sposób gwarantujący najefektywniejszą przepustowość w komunikacji między procesorem a kartą GPU
  - **Konfiguracja II:**
    - 2 karty PCIe, każda wyposażona w co najmniej 48 GB pamięci RAM, połączone ze sobą złączem NVlink lub kompatybilnym

- Ze względu na oprogramowanie wykorzystywane na serwerze zainstalowane karty muszą udostępniać funkcjonalność (pełną kompatybilność oprogramowania) z kartami Nvidia A40
- Wydajność obliczeniowa dostarczonych kart musi być co najmniej taka jak kart Nvidia A40
- Karty muszą być podłączone w sposób gwarantujący najefektywniejszą przepustowość w komunikacji między procesorem a kartą GPU
- **Konfiguracja III:**
  - 4 karty PCIe, każda wyposażona w co najmniej 24 GB pamięci RAM
  - Ze względu na oprogramowanie wykorzystywane na serwerze zainstalowane karty muszą udostępniać funkcjonalność (pełną kompatybilność oprogramowania) z kartami Nvidia A10
  - Wydajność obliczeniowa dostarczonych kart musi być co najmniej taka jak kart Nvidia A10
- Karty muszą być podłączone w sposób gwarantujący najefektywniejszą przepustowość w komunikacji między procesorem a kartą GPU

