



IV SZCZEGÓŁOWE WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA - ZADANIE 3

Spis treści

1	Określenie przedmiotu zamówienia	2
1.3	Zadanie 3: PRZEŁĄCZNIKI SIECIOWE DLA SIECI AGREGACYJNEJ.....	2



1 Określenie przedmiotu zamówienia

1.3 Zadanie 3: PRZEŁĄCZNIKI SIECIOWE DLA SIECI AGREGACYJNEJ

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

Wykonawca dostarczy Zamawiającemu **przełączniki sieciowe do budowy sieci agregacyjnych** dla sieci front-end i back-end bloków funkcjonalnych systemów przechowywania danych dostarczanych w ramach zadań 1 i 2 niniejszego postępowania, włączając elementy:

- **Systemu składowania danych dla HPC** (zadanie 1), w tym:
 - Systemów składowania danych dla obliczeń HPC (scratch)
 - Systemów składowania danych użytkowników i projektów (project data)
- **Systemu masowego składowania danych** (zadanie 2), w tym
 - serwerów pamięci masowej (serwerów dyskowych)
 - Serwerów aplikacyjnych i usługowych (serwerów aplikacyjny)

Sieci front-end i back-end bloków funkcjonalnych systemów składowania danych dla HPC oraz systemów masowego składowania danych zostaną zrealizowane w oparciu o przełączniki sieciowe w technologii, odpowiednio - dla systemów składowania danych dla HPC: Infiniband (system scratch) i Ethernet (system project data) - a dla systemów masowego składowania danych - Ethernet (serwery dyskowe) - oraz Infiniband (serwery SSD/NVMe).

Przełączniki sieciowe dla sieci agregacyjnej obejmą urządzenia następujących typów/klas:

- **Przełączniki sieci Infiniband** o dużej przepływności (200/400 Gbit/s – HDR/NDR) oraz o małym opóźnieniu, ze wsparciem dla RDMA (*ang. RDMA - Remote Direct Memory Access*)
- **Przełączniki sieci Ethernet** o dużej przepływności (100/400 Gbit/s Ethernet) oraz o małym opóźnieniu, ze wsparciem dla technologii RoCE (*ang. RoCE RDMA over Converged Ethernet*)

Siec agregacyjna stanowić będzie interfejs pomiędzy: elementami sieci (tj. przełącznikami ToR) bloków funkcjonalnych systemów składowania danych dla HPC (systemów scratch i project data) oraz systemów masowego składowania danych (serwerów dyskowych i aplikacyjnych) a sieciami systemów obliczeniowych, HPC, chmurowych, BigData itp., posiadanymi przez Zamawiającego.

Te zewnętrzne (w stosunku do dostarczanych w ramach niniejszego zamówienia systemów przechowywania danych) systemy obliczeniowe, HPC, chmurowe, BigData itp. będą podłączane do sieci agregacyjnej systemów przechowywania danych poprzez tzw. przełączniki rdzeniowe posiadane przez ośrodki Zamawiającego lub bezpośrednio, z poziomu dostarczanych przełączników sieci agregacyjnej. Topologia tych połączeń zostanie wstępnie określona na etapie wizji lokalnych w ośrodkach Zamawiającego oraz doprecyzowana podczas przygotowywania projektów wdrożeniowych dostarczanej infrastruktury dla poszczególnych ośrodków Zamawiającego.

Uwaga! W poniższych sekcjach SWZ określono wymagania dla wszystkich przełączników Infiniband i Ethernet: dla sieci Infiniband - zarówno poziomu ToR Infiniband (dostarczanych z blokami funkcjonalnymi systemów składowania dla HPC w ramach zadania 1 - scratch) jak i poziomu agregacji Infiniband a także wymagania dla przełączników Ethernet zarówno poziomu ToR Ethernet (dostarczanych z blokami funkcjonalnymi systemów składowania dla HPC w ramach zadania 1 – project data - oraz z blokami funkcjonalnymi systemów masowego składowania danych w ramach zadania 2) jak i poziomu agregacji Ethernet.

Jednakże w ramach zadania 3 dostarczane i wyceniane są wyłącznie przełączniki agregacyjne Infiniband i Ethernet – dla sieci systemów składowania dla HPC oraz sieci systemów masowego składowania danych. Przełączniki Infiniband i Ethernet poziomu ToR muszą być dostarczane i wyceniane w ramach kalkulacji kosztów bloków funkcjonalnych systemów składowania dla HPC oraz sieci systemów masowego składowania będących przedmiotem dostawy i wyceny w ramach zadań 1 i 2 projektu.

W ramach dostawy sukcesywnej w ramach niniejszego zadania 3 wyceniona i dostarczona ma być określona w poniższej tabeli maksymalna liczba przełączników agregacyjnych Infiniband i Ethernet.

Tabela 1 Szacowana liczba i typ przełączników agregacyjnych Infiniband i Ethernet dostarczanych sukcesywnie

Lp.	Klasa / typ przełącznika	Przepływność [Gbit/s]	Liczba przełączników
1	Przełącznik agregacyjny Infiniband	200/400	30
2	Przełącznik agregacyjny Ethernet	100/400	66

Przewiduje się, że następujące ilości poszczególnych typów przełączników zostaną zamówione przez ośrodki – przy czym dane te należy traktować szacunkowo – do projektowania – podane liczby nie ograniczają możliwości zamawiania liczby przełączników przez poszczególne ośrodki, w ramach ogólnej maksymalnej liczby przełączników dostarczanych w trybie dostawy sukcesywnej,

Szczegółowe wymagania funkcjonalne, jakościowe i ilościowe dot. przełączników Infiniband i Ethernet – w zakresie wsparcia dla technologii i funkcjonalności, przepustowości przełączników i przepustowości portów, liczby i typu portów sieciowych, itd. dla obu klas przełączników: Infiniband i Ethernet zostały zdefiniowane w poniższych sekcjach SWZ (1.3.1).

Poniższe sekcje SWZ opisują także założenia dotyczące topologii, przepustowości, niezawodności, funkcjonalności i innych cech budowanych sieci agregacyjnych Infiniband i Ethernet (1.3.2).

Szacunkowa liczba przełączników agregacyjnych Infiniband i Ethernet – wraz z szacunkową liczbą, długością i typem połączeń (np. przepływności 100, 200 lub 400 Gbit/s; rodzaje włókien: MM vs SM, kabli, wkładek SR vs LR) pomiędzy przełącznikami agregacyjnymi Infiniband i Ethernet dostarczonymi w ramach zadania 3 a przełącznikami poziomu ToR Infiniband i Ethernet dostarczonymi w ramach zadań 1 i 2 a także pomiędzy przełącznikami agregacyjnymi Infiniband i Ethernet dostarczonymi w ramach zadania 3 projektu a posiadanymi przez Zamawiającego systemami obliczeniowymi, HPC, chmurowymi, BigData itp., – zostanie określona - na potrzeby wyceny dostawy sukcesywnej przełączników sieci agregacyjnych - w ramach wizji lokalnych w poszczególnych ośrodkach Zamawiającego.

Ostateczna, zamawiana sukcesywnie przez poszczególne ośrodki Zamawiającego liczba przełączników agregacyjnych Infiniband i Ethernet zostanie określona na etapie opracowywania dla każdej lokalizacji projektów wdrożeniowych dostarczanej w ramach projektu infrastruktury systemów przechowywania danych i sieci agregacyjnej. Liczba ta zostanie dookreślona z uwzględnieniem aktualnych na moment projektowania wdrożeniowego potrzeb ośrodków w zakresie: integracji (tj. agregacji sieci ToR) dostarczanych bloków funkcjonalnych systemów przechowywania danych dla HPC oraz systemów przechowywania masowego – stosownie do liczby zakupionych sukcesywnie – przez poszczególne ośrodki - bloków funkcjonalnych systemów przechowywania danych oraz w zakresie konieczności połączenia dostarczanych elementów systemów przechowywania danych dla HPC oraz systemów przechowywania masowego – poprzez sieć agregacyjną - z posiadanymi przez poszczególne ośrodki Zamawiającego systemami obliczeniowymi, HPC, chmurowymi, BigData itp. *W szczególności – ostateczna liczba przełączników zamawianych sukcesywnie przez ośrodki Zamawiającego może być inna niż szacowana na moment obecny liczba przełączników poszczególnych typów, wskazana w tabeli 2 powyżej.*

Uwaga! Zastrzega się, że Zamawiający może zażądać zdalnego dostępu do systemu testowego w terminie 5 dni od daty zgłoszenia – tj. przełączników - w celu zbadania ich wydajności i innych cech na etapie oceny ofert. Udostępnienie systemu testowego może być zrealizowane w trybie zdalnego dostępu do systemu/urządzeń - identycznych z oferowanym, zlokalizowanym w siedzibie lub laboratorium wykonawcy lub producenta – w środowisko i w sposób umożliwiający przeprowadzenie testu funkcjonalnego i wydajnościowego oferowanych urządzeń.

1.3.1 Opis przełączników agregacyjnych dla serwerów dyskowych i aplikacyjnych

A. Sieć agregacyjna Infiniband

Dla każdego z ośrodków KDM (PCSS/NCBJ, Cyfronet, TASK, WCSS) zadanie 3 obejmuje dostawę sukcesywną przełączników Infiniband do budowy sieci agregacyjnej Infiniband dla:

- **Systemu składowania danych dla HPC** (zadanie 1), w tym, w szczególności dla Systemów składowania danych dla obliczeń HPC (scratch), zgodnie ze specyfikacją zadania 1
- **Systemu masowego składowania danych** (zadanie 2), w tym w szczególności dla: Wybranych serwerów pamięci masowej (serwerów dyskowych), tj. serwerów klasy SSD/NVMe dostarczanych do ośrodków KDM, zgodnie ze specyfikacją zadania 2 (dla ośrodków MAN nie są dostarczane porty Infiniband dla sieci front-end)

Poniżej opisano wymagania dot. przełączników sieci agregacyjnej Infiniband – dostarczanych w ramach zadania 3 niniejszego projektu - a także wymagania dot. przełączników sieci ToR Infiniband bloków funkcjonalnych systemów przechowywania danych - dostarczanych w ramach zadań 1 i 2 niniejszego projektu - przy czym zadanie 3 obejmuje dostawę wyłącznie przełączników sieci agregacyjnej Infiniband, natomiast zadania 1 i 2 obejmują dostawę przełączników sieci ToR Infiniband bloków funkcjonalnych.

1. Wymagania dla przełączników Infiniband:

Każdy przełącznik Infiniband w sieci agregacyjnej Infiniband oraz sieci ToR Infiniband musi spełniać wymagania zdefiniowane dla przełączników agregacyjnych Infiniband w zakresie ich funkcjonalności, cech ilościowych i jakościowych zdefiniowane poniżej (w podpunkcie 1.1) a także musi umożliwiać realizację sieci agregacyjnej Infiniband oraz sieci ToR Infiniband zgodnie z wymaganiami w zakresie topologii, przepustowości i niezawodności tych sieci zdefiniowane w oddzielnym podpunkcie SWZ (1.2).

1.1 Wymagania dla przełączników Infiniband HDR/NDR sieci agregacyjnej i sieci ToR (wspólne):

a) Podstawowa funkcjonalność / cechy przełącznika Infiniband - parametry minimalne:

- Liczba portów do 400Gb/s do serwerów: 64
- Wymagana liczba portów może być zrealizowana za pomocą 32 portów OSFP
- Protokół transmisji: Infiniband
- Wydajność przełączania co najmniej [Tbps]: 51.2
- Pamięć [GB]: 8
- Zasilanie redundantne 1+1, typ/klasa zasilacza 80 Gold+
- Chłodzenie z możliwością wymiany w czasie pracy przełącznika (hot-swap)
- Porty zarządzające: 1 x USB 3.0, 1 x RJ-45

b) Kompatybilność:

- Zgodność z posiadanymi przez Zamawiającego przełącznikami Infiniband w klastrze HPC/GPU;

B. Sieć agregacyjna Ethernet

Dla każdej z jednostek : PCSS, NCBJ, Cyfronet, TASK, WCSS, BiaMAN, LodMAN, PCZ, PŚk zadanie obejmuje **dostawę sukcesywną przełączników Ethernet 100/400 do budowy sieci agregacyjnej Ethernet integrującej/agregującej przełączniki/sieci Ethernet poziomu ToR poszczególnych bloków funkcjonalnych:**

- **Dla systemu składowania danych dla HPC (zadanie 1):**
 - Systemów składowania danych użytkowników i projektów (project data)
- **Dla systemu masowego składowania danych (zadanie 2):**
 - Serwerów pamięci masowej (serwerów dyskowych), tj. serwerów klasy FAT (KDM), Ceph (KDM, MAN), SSD/NVMe (MAN) (dostarczanych do ośrodków KDM i MAN).

Poniżej opisano wymagania dot. przełączników sieci agregacyjnej Ethernet – dostarczanych w ramach zadania 3 niniejszego projektu - a także wymagania dot. przełączników sieci ToR Ethernet bloków funkcjonalnych systemów przechowywania danych - dostarczanych w ramach zadań 1 i 2 niniejszego projektu - przy czym zadanie 3 obejmuje dostawę wyłącznie przełączników sieci agregacyjnej Ethernet , natomiast zadania 1 i 2 obejmują dostawę przełączników sieci ToR Ethernet bloków funkcjonalnych.

2. Wymagania dla przełączników Ethernet:

Każdy przełącznik agregacyjny Ethernet w sieci agregacyjnej/integrującej sieci ToR front-end i back-end elementów (bloków funkcjonalnych) oraz każdy przełącznik ToR sieci Ethernet systemów przechowywania danych dla HPC oraz systemów przechowywania masowego danych musi spełniać wymagania dla poszczególnych przełączników agregacyjnych Ethernet dla sieci front-end i back-end w zakresie ich funkcjonalności, cech ilościowych i jakościowych zdefiniowane poniżej (w podpunktach 2.1.1 i 2.1.2).

Przełączniki agregacyjne Ethernet oraz przełączniki ToR Ethernet muszą także umożliwiać realizację sieci agregacyjnej Ethernet oraz sieci ToR Ethernet zgodnie z wymaganiami dot. topologii, przepustowości i niezawodności tych sieci zdefiniowane w oddzielnym podpunkcie SWZ (2.1.3).

2.1. Wymagania dla przełączników Ethernet 100/400 sieci agregacyjnej:

a) Podstawowa funkcjonalność / cechy przełącznika agregacyjnego Ethernet 100/400:

1. Obsługa portów 100/400GE (QSFP-DD): minimum: **32**
2. Obsługa portów 40/100GE (QSFP) poprzez tzw. breakout; *porty te wykorzystane zostaną dla podłączania uplinków przełączników ToR elementów systemów przechowywania danych dla HPC oraz systemów przechowywania masowego danych do przełączników agregacyjnych;*
3. Interfejsy 400GE muszą umożliwiać rozdzielanie do pracy z szybkością 1x100GE, 2x100GE, 4x100GE (tzw. ang. breakout)
4. Wydajność przetwarzania co najmniej (full duplex) [Gbps]: 12 800
5. Liczba przetwarzanych pakietów na sekundę [Mpps]: 4170
6. Czas przełączania ramek w ramach grupy portów (podłączonych do tego samego chipsetu) nie dłuższy niż [μ s] : 1.4

7. Czas przełączania ramek poza grupą portów (podłączonych do różnych chipsetu) nie dłuższy niż [μs] : 10 Całkowita wielkość buforów [MB]: 64
8. Wszystkie Elementy przełączające muszą obsługiwać protokół LLDP
9. Wszystkie Elementy przełączające muszą umożliwić dodanie wydzielonej tablicy routingu dla funkcji zarządzania (ang. Management VRF)
10. Wszystkie Elementy przełączające muszą zapewniać sprzętową obsługę enkapsulacji VXLAN. Jednocześnie, przy enkapsulacji musi być możliwa obsługa przełączania w warstwie L2 (ang. *bridging*) oraz routingu IP.
11. Wszystkie Elementy przełączające muszą obsługiwać MPBGP EVPN (Ethernet VPN) jako mechanizm sygnalizacyjny (ang. control-plane) dla enkapsulacji VXLAN. Musi być zapewniona obsługa L2 EVPN (Type-2), L3-EVPN (type-5) oraz jednoczesna obsługa routingu i bridging'u IRB.
12. Wszystkie Elementy przełączające muszą obsługiwać mechanizm protekcji grup linków Ethernet (LAG z LACP) poprzez podłączenie ich do co najmniej dwu Elementów przełączających. To znaczy, pojedyncza wiązka LAG musi mieć możliwość zakończenia na co najmniej dwu Elementach przełączających zapewniając w pełni aktywną komunikację na wszystkich linkach grupy. Protekcja musi zapewniać nieprzerwaną pracę w przypadku awarii dowolnego pojedynczego komponentu. Protekcja musi poprawnie współpracować z VXLAN, EVPN, SpanningTree.
13. Wszystkie elementy przełączające muszą obsługiwać ramki Ethernet o wielkości co najmniej 9000 bajtów, liczonej łącznie z preambułą (7 oktetów), polem FCS (4 oktety), tzw. Frame Delimiter (1 oktet) i tzw. Interframe Gap (12 oktetów).
14. Wszystkie Elementy przełączające muszą obsługiwać funkcję IGMP snooping (dla IGMPv2 oraz IGMPv3).
15. Wszystkie Elementy przełączające muszą obsługiwać agregację interfejsów z wykorzystaniem protokołu LACP (IEEE 802.3ad)
16. Wszystkie Elementy przełączające muszą umożliwiać stworzenie protekcji terminującej zagregowane interfejsy (LAG) na dwu elementach przełączających (ang. Dual Homing). W ramach takiej protekcji wszystkie porty zagregowanego połączenia LAG muszą aktywnie przenosić dane (ang. *Active/Active*). Awaria jednego Elementu nie może wpływać na status połączenia zagregowanego. Jeśli implementacja protekcji wymaga dodatkowych portów, które przenoszą ruch w czasie awarii, wykonawca musi dostarczyć odpowiednie okablowanie o długości minimum 2.5m.
17. Wszystkie Elementy przełączające muszą obsługiwać 802.1w RSTP, 802.1s MSTP
18. Wszystkie Elementy przełączające muszą umożliwiać tworzenie list bezpieczeństwa (ang. ACLs) na warstwie L2 (MAC ACL), warstwie L3 (IP) i warstwie L4 (Ports)
19. Wszystkie Elementy przełączające muszą obsługiwać protokół 802.1Qbb PFC (ang. Priority based Flow Control)
20. Wszystkie Elementy przełączające muszą umożliwiać regulację (ang. Shaping) wielkości ruchu wyjściowego.
21. Wszystkie Elementy przełączające muszą umożliwiać ograniczanie (ang. Policing) wielkości ruchu wyjściowego.
22. Wszystkie Elementy przełączające zapewniać statyczny routing IP oraz dynamiczny routing IP zgodny z OSPFv2, OSPFv3, BGP, ISIS

23. Wszystkie Elementy przełączające muszą zapewniać mechanizm dystrybucji pakietów IP poprzez ścieżki z równym kosztem (ang. *Equal Cost Multi-Path routing ECMP*)
24. Wszystkie Elementy przełączające muszą zapewniać możliwość tworzenia polityk dla routing IP (ang. *Route Maps*)
25. Wszystkie Elementy przełączające muszą zapewniać możliwość dystrybucji informacji routingowych pomiędzy różnymi wirtualnymi tablicami routingowymi (ang. *VRF route leaking*)
26. Wszystkie Elementy przełączające muszą obsługiwać protokół BFD
27. Przełącznik być musi rackowalny i mieć wysokość nie większą niż **2U** na każde obsługiwane **28** portów 100/400Gbit, *które może obsługiwać przełącznik.*

b) Konfiguracja przełączników

1. Wszystkie wolne porty przełączników muszą być aktywowane (mieć dostarczoną licencję) oraz być wyposażone we właściwe dla typu portu wkładki optyczne SR MM oraz posiadać licencje pozwalające na realizację wymaganej w SIWZ funkcjonalności przełączników;
2. Każdy przełącznik musi być zasilany z co najmniej dwóch redundantnych zasilaczy, które mogą być zasilane z dwóch niezależnych źródeł zasilania oraz muszą mieć funkcjonalność hot-swap;
3. Każdy przełącznik musi mieć możliwość zarządzania i monitorowania out-of-band za pomocą dedykowanych interfejsów podłączonych do sieci zarządzania.
4. Model licencyjny dla funkcjonalności przełączników oraz dostarczone licencje musi zapewniać możliwość wykorzystywania wszystkich zaoferowanych i dostarczonych cech i funkcji przełączników również po zakończeniu okresu gwarancji producenta oraz gwarancji dostarczanej przez wykonawcę

c) Zarządzanie przełącznikami oraz grupami przełączników :

1. Zaoferowany przełącznik musi wspierać technologie i rozwiązania zapewniające możliwość jednorodnego/spójnego zarządzania przełącznikami w sieci agregacyjnej oraz przełącznikami ToR.
2. Wraz z przełącznikami sieci agregacyjnej należy dostarczyć oprogramowanie (funkcjonalność, licencje, wsparcie) dla jednolitego i spójnego zarządzania - zarówno w ramach przełączników sieci agregacyjnej jak i w ramach przełączników sieci agregacyjnej i przełączników ToR.
3. Rozwiązanie do spójnego zarządzania przełącznikami musi być klasy SDN (ang. *Software Defined Network*),
4. Oprogramowanie / funkcjonalność do spójnego zarządzania przełącznikami w sieci agregacyjnej (oraz przełącznikami ToR) musi umożliwiać minimum tworzenie pojedynczej tzw. fabryki IP dla wszystkich przełączników objętych zarządzaniem (wszystkich dostarczonych przełączników sieci agregacyjnej oraz przełączników ToR Ethernet elementów systemów przechowywani danych dla HPC oraz systemów przechowywania masowego danych), co z kolei musi umożliwiać minimum realizację mechanizmów VXLAN, BGP, EVPN w ramach spójnie zarządzanej grupy przełączników sieciowych.

d) Kompatybilność, integracja, dojrzałość produktu:

1. Dostarczone przełączniki Ethernet muszą być zgodne / kompatybilne z przełącznikami Ethernet posiadanymi przez Zamawiającego w klastrach HPC/GPU oraz klastrze systemów chmurowych;

2. Dla dostarczonych przełączników Ethernet konieczne jest zapewnienie integracji mechanizmów zarządzania siecią z posiadanymi przez Zamawiającego rozwiązaniami w zakresie SDN stosowanymi w klastrach HPC/GPU oraz klastrze systemów chmurowych.
3. Zaoferowane przełączniki muszą być dojrzałymi produktami obecnymi na rynku od co najmniej 1 roku (na moment składania oferty); producent przełączników musi być notowany w zestawieniach organizacji analitycznych – w tym Gartner – co najmniej jednokrotnie w latach 2020-2022, w obszarach: „Challengers”, „Leaders” lub „Visionaries” – np. w zestawieniu: „Garner Magic Quadrant for Data Center and Cloud Computing” (<https://www.gartner.com/en/documents/3986988>) (

2.2. Wymagania dla przełączników ToR Ethernet 25/100

Dostarczane przełączniki klasy ToR Ethernet 25/100 muszą spełniać wszystkie wymagania zdefiniowane dla przełączników agregacyjnych Ethernet 100/400 opisane w poprzednim punkcie SWZ (pkt. 2.1), z wyjątkiem wskazanych niżej podpunktów punktów a) i b) specyfikacji przełączników agregacyjnych:

a) Podstawowa funkcjonalność / cechy przełącznika ToR Ethernet 25/100:

1. Pojedynczy przełącznik ToR Ethernet musi zapewniać możliwość podłączenia minimum **96** portów Ethernet serwerów z przepustowością minimum 25Gbit/s każdy;
2. W przypadku zastosowania technologii Breakout, obsługa portów 100GE (QSFP): minimum: **32** rozszywanych na porty 25GE (łącznie minimum **96** portów 25Gbit); pozostałe porty 100GbE mogą zostać wykorzystane do konfiguracji uplinków z przełączników ToR do przełączników agregacyjnych;
3. Wydajność przełączania co najmniej (full duplex) [Gbps]: 3 200
4. Liczba przetwarzanych pakietów na sekundę [Mpps]: 2000 Czas przełączania ramek w ramach grupy portów (podłączonych do tego samego chipsetu) nie dłuższy niż [μs] : 1.3
5. Czas przełączania ramek poza grupą portów (podłączonych do różnych chipsetu) nie dłuższy niż [μs] : 3
6. Całkowita wielkość buforów [MB]: 32
7. Przełącznik być musi rackowalny

b) Konfiguracja przełączników

1. Przełączniki ToR muszą mieć możliwość terminowania VXLAN. Jeśli wymaga to dodatkowych licencji, należy dostarczyć wraz z przełącznikiem odpowiednie licencje.

1.3.2 Opis wymagań dla sieci ToR i agregacyjnych dla serwerów dyskowych i aplikacyjnych

1. Wymagania wspólne dla sieci ToR oraz sieci agregacyjnej **Infiniband** dla systemów przechowywania danych w zakresie topologii, architektury i funkcjonalności sieci:

1. Sieć Infiniband dla systemów przechowywania danych:

1. Wymagania ogólne:
 1. Sieć Infiniband musi zapewniać możliwość redundantnego podłączenia elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych wyposażonych w karty Infiniband (serwery SSD/NVMe) do sieci klastrów obliczeniowych w ośrodkach KDM (PCSS,

Cyfronet, TASK, WCSS, NCBJ), do których dostarczane są elementy systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych z interfejsami IB;

2. Sieci Infiniband (zarówno na poziomie sieci agregacyjnej jak i na poziomie ToR) dla serwerów dyskowych vs sieć Infiniband dla systemów przechowywania danych dla HPC muszą stanowić oddzielne wyspy, tzn. muszą być:
 1. zrealizowane w oparciu o fizycznie rozłączne zestawy przełączników Infiniband;
 2. przyłączone do sieci Infiniband klastrów obliczeniowych z wykorzystaniem oddzielnych puli połączeń fizycznych (kable i portów) Infiniband;
3. Minimalna przepustowość pojedynczego linku w sieci Infiniband dla elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych musi wynosić 200Gbit/s lub 400Gbit/s (Infiniband HDR/NDR);
4. Liczba dostarczonych przełączników Infiniband musi umożliwiać redundantne połączenie elementów systemu składowania danych dla HPC i oraz systemu masowego przechowywania danych wyposażonych w karty Infiniband z założonym współczynnikiem blokowania;
5. wszystkie dostarczone przełączniki muszą posiadać możliwość zdalnego zarządzania,
6. we wszystkich dostarczonych przełącznikach wszystkie fizyczne porty muszą być aktywne,
7. Wykonawca musi zapewnić pełne wsparcie dla oferowanej technologii, przez co rozumie się dostarczenie w ramach ceny ofertowej wszystkich niezbędnych licencji,
8. dostarczone przełączniki muszą mieć możliwość uruchomienia Subnet Managera (SM) obsługującego wszystkie dostarczone elementy systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych lub jeśli nie jest to możliwe, Wykonawca musi zapewnić min. 2 (dwa) dodatkowe serwery wraz z oprogramowaniem SM pracującym w trybie niezawodności (HA); Wykonawca musi zaoferować rozwiązanie, w którym SM jest w stanie obsłużyć wszystkie elementy systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych;
9. razem z przełącznikami konieczne jest dostarczenie okablowania umożliwiającego realizację zaproponowanej topologii sieci;

2. Topologia sieci Infiniband:

1. topologie i konfiguracje sieci Infiniband (dla systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych) muszą być dostosowane do maksymalnej liczby elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych (wyposażonych w interfejsy Infiniband) oraz do maksymalnej liczby bloków funkcjonalnych dostarczanych w ramach zamówienia do danego ośrodka;
2. sieć agregacyjna Infiniband musi składać się z warstwy przełączników (sieć poziomu najniższego – tzw. ToR), do których bezpośrednio podłączone zostaną elementy systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych;
3. Połączenia przełączników na różnych warstwach np. warstwy najniższej (ToR) z przełącznikami warstwy wyższej (agregującymi) musi być zrealizowane za pomocą łączy Infiniband o przepustowości co najmniej 200Gbit/s lub 400Gbit/s każde (Infiniband HDR/NDR);
4. zastosowane przełączniki oraz konfiguracja połączeń muszą zapewniać:
 1. ciągły wzajemny dostęp elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych do systemów klienckich (klastrów obliczeniowych, HPC,

10

- cloud, BigData posiadanych przez Zamawiającego), pomimo awarii jednego z portów serwerów do sieci dostępowej (*front-end*) i/lub jednego połączenia serwerów z przełącznikami warstwy najniższej (ToR) lub połowy przełączników warstwy najniższej (ToR) lub połowy przełączników warstwy wyższej (agregacyjnej);
- ciągły dostęp elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych dużej wydajności z punktu widzenia systemów klienckich (klastrów obliczeniowych, HPC, cloud, BigData itd. posiadanych przez Zamawiającego);
 - podłączenie przełączników warstwy najniższej (ToR) z przełącznikami Infiniband klastra HPC z przepustowością zapewniającą co najmniej **50%** zagregowanej przepustowości portów elementów systemu składowywania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych podłączonych do przełączników warstwy najniższej (ToR) – i to niezależnie od faktu zastosowania lub niezastosowania przełączników agregujących;
 - podłączenie przełączników warstwy najniższej (ToR) z przełącznikami warstwy wyższej (agregującej) - jeśli taka warstwa jest zastosowana - z przepustowością zapewniającą co najmniej **50%** zagregowanej przepustowości portów serwerów podłączonych do przełączników warstwy najniższej (ToR);
 - Elementy systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych muszą być podłączone redundantnie do przełączników Infiniband sieci agregującej – każdy z redundantnych portów IB każdego elementu systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych musi być wpięty do dwóch różnych przełączników Infiniband, należących do wyspy sieci IB agregacyjnej;
 - Architektura sieci/wyspy sieci Infiniband oraz rodzaj i liczba zaoferowanych przełączników Infiniband dla systemu składowania danych dla HPC i systemu masowego przechowywania danych musi zapewniać:
 - możliwość podłączenia serwerów w danej lokalizacji do wyspy w sposób zapewniający **współczynnik blokowania 2:1**
 - możliwość podłączenia elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych do sieci systemów klienckich (klastrów obliczeniowych, HPC, cloud, BigData itp. posiadanych przez Zamawiającego) w technologii Infiniband, w sposób zapewniający minimalną zagregowaną przepustowość łączy Infiniband pomiędzy wyspą sieci/siecią IB dla elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych i siecią IB klastra obliczeniowego, cloud, BigData itp.: **1600Gbit/s**;
 - dostępność min. **4 wolnych portów** w przełącznikach wyspy sieci agregacyjnej Infiniband dla systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych o łącznej przepustowości minimum **800Gbit/s** po podłączeniu elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych;
 - dostarczona skonfigurowana liczba przełączników Infiniband dla danej wyspy musi być parzysta;

2. **Wymagania wspólne** dla sieci ToR oraz sieci agregacyjnej **Ethernet** dla systemów przechowywania danych w zakresie topologii, architektury i funkcjonalności sieci:

1. wszystkie dostarczane elementy systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych (serwery, appliance itp.) muszą być podłączone redundantnie do **sieci ToR** w technologii Ethernet o przepustowości **min. 25 Gbit/s** – zgodnie ze specyfikacją interfejsów tych elementów systemów składowania;
2. serwery SSD/NVMe muszą być podłączone redundantnie do **sieci ToR** w technologii Ethernet o przepustowości **min. 100 Gbit/s** – zgodnie ze specyfikacją interfejsów tych serwerów;
3. zaproponowana architektura i zaferowane przełączniki ToR i sieci agregacyjnej Ethernet muszą zapewniać możliwość podłączenia maksymalnej podanej liczby elementów systemu składowania danych dla HPC i systemu masowego przechowywania danych w poszczególnych ośrodkach;
4. należy dostarczyć odpowiednią liczbę przełączników warstwy najniższej (ToR) z portami uplink o przepustowości **min. 100 Gbit/s** – oraz przełączników agregujących – z linkami o przepustowości 100/400 Gbit/s, umożliwiającą redundantne podłączenie wszystkich elementów systemów przechowywania danych do posiadanych przez ośrodki Zamawiającego systemów obliczeniowych, HPC, cloud, BigData itp. Za pośrednictwem przełączników rdzeniowych posiadanych przez ośrodki zamawiającego lub bezpośrednio, z przełączników agregacyjnych
5. Połączenia przełączników warstwy najniższej (ToR) z przełącznikami warstwy wyższej (agregującymi) oraz połączenia przełączników warstwy agregacyjnej z przełącznikami rdzeniowymi musi być zrealizowane za pomocą łączy Ethernet o przepustowości co najmniej **100Gbit/s** każde;
6. zastosowane przełączniki oraz konfiguracja połączeń elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych z przełącznikami warstwy najniższej (ToR) oraz połączeń przełączników warstwy najniższej (ToR) z przełącznikami warstwy wyższej (agregującej) - z istniejącymi przełącznikami rdzeniowymi muszą zapewniać:
 1. ciągły dostęp do elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych do przełączników rdzeniowych, pomimo awarii jednego z portów serwerów do sieci dostępowej i/lub jednego połączenia serwerów z przełącznikami warstwy najniższej (ToR) lub połowy przełączników warstwy najniższej (ToR) lub połowy przełączników warstwy wyższej (agregujących) – jeśli taka warstwa jest zastosowana – lub połowy istniejących przełączników rdzeniowych;
 2. podłączenie przełączników warstwy najniższej (ToR) z przełącznikami rdzeniowymi z przepustowością zapewniającą co najmniej **30%** zagregowanej przepustowości portów serwerów podłączonych do przełączników warstwy najniższej (ToR) – i to niezależnie od faktu zastosowania lub niezastosowania przełączników agregujących;
 3. podłączenie przełączników warstwy najniższej (ToR) z przełącznikami warstwy wyższej (agregującej) - jeśli taka warstwa jest zastosowana - z przepustowością zapewniającą co najmniej **30%** zagregowanej przepustowości portów elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych podłączonych do przełączników warstwy najniższej (ToR);
 4. podłączenie przełączników warstwy wyższej (agregujących) z przełącznikami rdzeniowymi z przepustowością zapewniającą co najmniej **30%** zagregowanej przepustowości portów elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych podłączonych do przełączników warstwy najniższej (ToR);
 5. każdy przełącznik warstwy wyższej (agregacyjnej) musi mieć, po podłączeniu wymaganych elementów systemu składowania danych dla HPC oraz systemu masowego przechowywania danych oraz

wykonaniu połączeń do przełączników agregujących i rdzeniowych zgodnie z wymogami, min. **10%** nieużywane porty o przepustowości min. 100Gbit Ethernet.

6. dostarczona skonfigurowana liczba przełączników agregacyjnych Ethernet musi być parzysta;

1.3.3 Opis wymagań związanych z zakresem prac wykonawcy dot. sieci agregacyjnych i ToR

1. Przygotowanie projektu wykonawczego:

Po podpisaniu umowy w Wykonawcą zostanie przygotowywany projekt wdrożeniowy dostarczanej infrastruktury dla poszczególnych ośrodków Zamawiającego obejmujący projekt infrastruktury sieciowej, w tym w szczególności sieci agregacyjnej dostarczanej w ramach zdania 3 niniejszego zamówienia.

Na etapie projektu wykonawczego zostaną określone:

- Liczba bloków funkcjonalnych systemów przechowywania danych dla HPC i systemów przechowywania masowego danych (dostarczanych w ramach zadania 1 i 2), zamawianych przez poszczególne ośrodki Zamawiającego, w ramach których dostarczane będą przełączniki Infiniband i Ethernet typu ToR, które przyłączane będą do przełączników agregacyjnych (dostarczanych w ramach zadania 3).
- Zewnętrzne (w stosunku do dostarczanych w ramach niniejszego zamówienia systemów przechowywania danych) systemy obliczeniowe, HPC, chmurowe, BigData itp., które będą podłączane, w poszczególnych ośrodkach Zamawiającego, do sieci agregacyjnej systemów przechowywania danych przez przełączniki rdzeniowe posiadane przez ośrodki Zamawiającego lub bezpośrednio, z poziomu dostarczanych przełączników sieci agregacyjnej. Topologia tych połączeń zostanie wstępnie określona na etapie wizji lokalnych w ośrodkach Zamawiającego, natomiast doprecyzowana podczas przygotowywania projektów wdrożeniowych dostarczanej infrastruktury dla poszczególnych ośrodków Zamawiającego.
- Dokładne długości i typy kabli sieciowych (w technologii Infiniband i Ethernet) wymaganych do połączenia przełączników ToR i agregacyjnych w poszczególnych technologiach sieciowych - wstępne oszacowanie długości kabli sieciowych wymaganych do połączenia przełączników ToR i agregacyjnych odbędzie się na etapie wizji lokalnych w ramach przygotowania ofert, natomiast doprecyzowanie długości i typów kabli sieciowych na potrzeby wykonania instalacji będzie przeprowadzone na etapie projektu wdrożeniowego.

Projekt wykonawczy obejmie określenie finalnej topologii sieci agregacyjnych Infiniband i Ethernet oraz liczby przełączników wymaganych do realizacji założonej topologii oraz przepustowości, niezawodności i funkcjonalności sieci agregacyjnych a także konfiguracji połączeń pomiędzy przełącznikami sieciowymi. Ponadto, w projekcie funkcjonalnym zostanie określona konfiguracja szczegółowa przełączników i sieci, włączając adresacje, podział na sieci wirtualne, strefy sieci, uruchomione funkcje i licencje, itp.

Na podstawie określonej w projekcie wdrożeniowym liczby wymaganych przełączników, ośrodki Zamawiającego zamówią sukcesywnie przełączniki agregacyjne, dostarczane w ramach zadania 3.

2. Montaż i prowadzenie kabli w szafach oraz oznakowanie przełączników i okablowania:

2.1. Wymagania ogólne dla wszystkich elementów sieciowych:

- na każdy przełącznik ToR i agregacyjny musi przypadać organizer kabli o wysokości co min. 1 U (organizer grzebieniowy, panel z uszami - co najmniej 4 uszy) w szafie sieciowej (jeśli taka występuje) kable zasilające oraz PDU muszą się znajdować po tej samej stronie szafy natomiast kable sieciowe po stronie przeciwnej.

- w szafie muszą się znajdować organizery do umocowania kabli prowadzonych w pionie - co najmniej jeden punkt mocowania na każde 6U wysokości szafy, po każdej stronie szafy (np. organizer pionowy, korytka siatkowe, panel perforowany, wyposażone w opaski rzepowe,)
- musi zostać zachowany swobodny dostęp do kabli wpiętych do PDU, przełączników i innych elementów dystrybucyjnych; wtyczki nie mogą być przesłonięte innymi kablami ani elementami.
- wiązki nie mogą mieć średnicy większej niż 5 cm. większe grupy kabli należy spinać osobno
- kable różnych funkcji nie mogą biec we wspólnych wiązkach
- zapasy kabli muszą być zamocowane w przestrzeniach szafy do tego przeznaczonych. W razie konieczności zastosować organizery lub elementy jak do pionowego prowadzenia kabli
- Wykonawca musi uzyskać akceptację sposobu prowadzenia kabli po okablowaniu jednej szafy
- dla wszystkich elementów wymiennych: w tym zasilaczy, wymiana musi być możliwa przy działającym przełączniku bez odłączania jakichkolwiek kabli i elementów niezbędnych do pracy przełącznika;
- Prowadzenie kabli w szafie nie może utrudniać chłodzenia urządzeń wymagających przepływu powietrza
- Prowadzenie kabli w szafie nie może utrudniać prac serwisowych - demontaż pojedynczego serwera nie może powodować konieczności wypinania kabli z innych urządzeń

1.2. Oznaczenie infrastruktury IT oraz okablowania:

- Oznaczenie urządzeń:
 - Jeśli jest to możliwe należy nadać urządzeniom nazwy zgodnie z opisem na oznaczeniu fizycznym
 - Format opisu - zostanie uzgodniony przez Wykonawcę i Zamawiającego na etapie wdrożenia.
- Oznaczenie okablowania zasilającego (dla wszystkich rodzajów sieci):
 - oznaczenie kabli zasilających musi umożliwiać identyfikację toru zasilania (np. kolorem kabla);
 - w szczególności, oznaczenia kolorystyczne muszą umożliwiać rozróżnienie okablowania zasilającego przyłączonego do torów zasilania chronionych i niechronionych;
 - Jednostki PDU muszą być oznaczone w sposób umożliwiający identyfikację toru zasilania w taki sam sposób jak kable zasilające urządzenia IT;
- Oznaczenie okablowania komunikacyjnego:
 - Każdy kabel komunikacyjny musi być oznaczony na każdym końcu tak aby możliwa była identyfikacja pełnej relacji danego kabla: portu i przełącznika/serwera do którego ten kabel jest podłączony
- Oznaczenie okablowania Sieci Infiniband:
 - Każdy przełącznik musi być oznaczony w widoczny sposób w formacie rXXibYY, gdzie XX to numer szafy a YY to numer przełącznika licząc od dołu szafy
 - Każdy kabel sieci musi być oznaczony na każdym końcu tak aby możliwa była identyfikacja pełnej relacji danego kabla: portu i przełącznika przełącznika/serwera/chassis do którego ten kabel jest podłączony
 - Jeśli jest to możliwe należy nadać nazwę przełącznikowi zgodnie z opisem na oznaczeniu fizycznym
- Oznaczenie okablowania Sieci Ethernet:
 - Każdy przełącznik typu agregacyjnego/Spine musi być oznaczony w widoczny sposób w formacie rXXspineYY, gdzie XX to numer szafy a YY to numer przełącznika licząc od dołu szafy
 - Każdy przełącznik typu ToR/Leaf musi być oznaczony w widoczny sposób w formacie rXXleafYY, gdzie XX to numer szafy a YY to numer przełącznika licząc od dołu szafy

- Każdy przełącznik musi być oznaczony w widoczny sposób w formacie rXXethYY, gdzie XX to numer szafy a YY to numer przełącznika licząc od dołu szafy
- Oznaczenie okablowania Sieci zarządzania:
 - Każdy przełącznik musi być oznaczony w widoczny sposób w formacie rXXmngYY, gdzie XX to numer szafy a YY to numer przełącznika licząc od dołu szafy
- Oznaczenia portów na przełącznikach sieciowych:
 - Na każdym przełączniku sieci Ethernet posiadającym taką funkcjonalność (zarządzalnym), sieci zarządzania oraz sieci klastrowej, pola "description" lub "name" muszą zostać wypełnione tak, aby wskazywały na podłączony do danego portu element docelowy (np. inny przełącznik lub serwer).

2. Konfiguracja urządzeń sieciowych:

W ramach realizacji dostawy i wdrożenia należy skonfigurować wszystkie urządzenia sieciowe zgodnie z przygotowanym projektem Wykonawczym, włączając: uruchomienie wszystkich wymaganych funkcjonalności na przełącznikach, w tym funkcji zarządzania siecią i grupami przełączników (klasy SDN). Dokładna specyfikacja czynności konfiguracyjnych zostanie określona na etapie projektu wykonawczego.

3. Szkolenia:

W ramach realizacji dostawy należy zapewnić szkolenia dla pracowników Zamawiającego, dotyczące zarządzania, eksploatacji i projektowania sieci dla centrów danych, na dwóch poziomach: szkolenia certyfikowane oraz szkolenia typu instruktaż.

3.1. Szkolenia certyfikowane muszą spełniać następujące wymagania

1. Poziom szkolenia: Professional. Szkolenie musi zostać potwierdzone wydaniem 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.
4. Faktura za szkolenie musi zostać wystawiona nie później niż w terminie obiorów końcowych związanych z dostawami przedmiotu zamówienia.
5. Szkolenia należy przeprowadzić w języku polskim, w certyfikowanym ośrodku szkoleniowym w Polsce.
6. Zakres szkolenia:
7. Sieć Ethernet (wszystkie ośrodki Zamawiającego)
 - a. Poziom szkolenia: Professional.
 - b. Szkolenie musi zostać potwierdzone wydaniem odpowiedniego certyfikatu zgodnego z JNCIP-DC, JNCIP-ENT, CCNP-DC, CCNP-ENT lub równoważnym
8. Sieć Infomiband (ośrodki KDM Zamawiającego)

- a. Poziom szkolenia: Professional:
 - i. InfiniBand Professional: <https://academy.nvidia.com/en/course/ib-professional/?cm=137>
- b. Szkolenie poprzedzające szkolenie „professional”:
 - i. InfiniBand Essentials: <https://academy.nvidia.com/en/course/infiniband-essentials/?cm=244>

3.2. Instruktaż

1. W ramach prac wdrożeniowych wykonawca musi przeprowadzić szkolenie obejmujące minimum podstawowe aspekty eksploatacji urządzeń sieciowych i okablowania oraz oprogramowania do zarządzania przełącznikami oraz grupami przełączników (typu/klasę SDN).
2. 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 sieciowych oraz oprogramowania do zarządzania (w tym typu/klasę SDN), w kontekście specyfiki wdrożenia systemów sieciowych w określonym ośrodku Zamawiającego.
3. Szkolenie musi mieć zakres i poziom umożliwiający minimum konfigurację, obsługę i diagnostykę przełączników sieciowych oraz monitorowanie ruchu, wydajności i niezawodności.
4. Szczegółowy program instruktaży zostanie ustalony na etapie wdrożenia.
5. Szkolenie musi obejmować minimum 2 dni szkoleniowe, po 8 godzin na dzień szkolenia.
6. Szkolenie musi obejmować minimum 2 pracowników w każdym z ośrodków Zamawiającego.

4. Dokumentacja:

W ramach realizacji dostawy należy przygotować dokumentację powykonawczą.