Załącznik nr 1A do SWZ

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Spis treści

I. SŁOWNIK

1. **Dokumentacja powykonawcza** – dokumentacja dostarczona przez Wykonawcę, obejmująca dokumentację użytkową, techniczną i eksploatacyjną;
2. **Dzień roboczy** – dzień od poniedziałku do piątku w godzinach 8:00 – 16:00, z wyłączeniem dni ustawowo wolnych od pracy;
3. **GDOŚ/Zamawiający** – Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska;
4. **Godzina robocza** – godzina (60 minut) w okresie od 08:00 do 16:00 w Dniu roboczym; dla realizacji prac serwisowych: Dni robocze i dni wolne od pracy od 8:00 do 16:00;
5. **Infrastruktura serwerowa** – zintegrowany zestaw urządzeń komputerowych, i oprogramowania, który umożliwia działanie serwerów oraz obsługę aplikacji i usług sieciowych, zarówno znajdujących się już w infrastrukturze Zamawiającego, jak i dostarczonych w ramach Przedmiotu Umowy;
6. **Infrastruktura sieciowa –** zintegrowany zestaw urządzeń sieciowych LAN i SAN oraz połączeń pomiędzy nimi, który umożliwia połączenia sieciowe pomiędzy elementami infrastruktury serwerowej**,** umożliwiający działanie serwerów oraz obsługę aplikacji i usług sieciowych, zarówno znajdujących się już w infrastrukturze Zamawiającego, jak i dostarczonych w ramach Przedmiotu Umowy;
7. **Roboczogodzina –** przyjęta na potrzeby rozliczania Usługi Wsparcia powdrożeniowego, jednostka obliczeniowa równa jednej 60 minutowej godzinie w Dniu roboczym, przepracowanej przy realizacji Usługi Wsparcia powdrożeniowego, liczona od momentu podjęcia realizacji Zgłoszenia przez Wykonawcę, przy czym szczegółowe zasady naliczania roboczogodzin określa Umowa;
8. **Usługa Wsparcia powdrożeniowego** – świadczenie przez Wykonawcę na rzecz Zamawiającego dodatkowych usług wsparcia i szkolenia, o których mowa w Rozdziale III pkt 5 OPZ, dotyczących dostarczonych Urządzeń;
9. **Urządzenia** – należy rozumieć urządzenia wchodzące w skład Infrastruktury serwerowej, które mają zostać dostarczone przez Wykonawcę w ramach Przedmiotu Umowy;
10. **Zgłoszenia** – przekazane przez Zamawiającego do Wykonawcy zapytanie lub zapotrzebowanie na realizację wsparcia świadczonego w ramach Usługi Wsparcia powdrożeniowego, w zakresie wskazanym w Rozdziale III pkt 5 OPZ;
11. **PDC** – Podstawowe centrum danych, znajdujące się w głównej siedzibie Zamawiającego;
12. **SDC** – Zapasowe centrum danych, znajdujące się w lokalizacji zapasowej Zamawiającego, oddalonej nie dalej niż w promieniu 25 km od siedziby Zamawiającego.

II. WPROWADZENIE

Przedmiotem zamówienia jest dostawa Urządzeń do serwerowni PDC oraz SDC Zamawiającego wraz z ich wdrożeniem (w tym instalacją) i uruchomieniem.

Zamówienie jest finansowane w ramach Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności finansowanego ze środków Instrumentu na Rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (dalej: „KPO"), Inwestycja C3.1.1. Cyberbezpieczeństwo – CyberPL, infrastruktura przetwarzania danych oraz optymalizacja infrastruktury służb państwowych odpowiedzialnych za bezpieczeństwo Cyberbezpieczeństwo - Cyberbezpieczny Rząd.

III. OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

1. Zakres Przedmiotu zamówienia

Wykonanie Przedmiotu zamówienia obejmuje:

1.1. dostawę, wdrożenie (w tym instalację) i uruchomienie Urządzeń:

1) 2 szt. przełączników rdzeniowych 25GB 48 portowych SFP28 do PDC – Przełącznik TYP 1;
2) 2 szt. przełączników dystrybucyjnych 10Gb 48 portowych SFP+ do PDC – Przełącznik TYP 2;
3) 2 szt. przełączników dystrybucyjnych 10Gb 24 portowych SFP+ do PDC – Przełącznik TYP 3;
4) 10 szt. przełączników accessowych 48 portów 1Gb Ethernet (w tym 8 szt. do PDC i 2 szt. do SDC) – Przełącznik TYP 4;
5) 2 szt. przełączników accessowych 24 portów 1GB Ethernet do działu IT w PDC – Przełącznik TYP 5;
6) 2 szt. przełączników rdzeniowych 25GB 18 portowych SFP28 do SDC – Przełącznik TYP 6;
7) 3 szt. serwerów jednoprocesorowych 32 rdzeniowych do SDC. Ze względu na to, że Zamawiający posiada wdrożony klaster VMware vSphere, konieczne jest utrzymanie spójności i funkcjonalności na poziomie klastra. Dostarczone serwery muszą być kompatybilne z posiadanymi i eksploatowanymi aktualnie przez Zamawiającego serwerami HPE DL365 Gen11. Serwery muszą pochodzić od jednego producenta – Serwer Rack;
8) 1 szt. macierzy do SDC. Macierz musi być kompatybilna z posiadaną przez Zamawiającego w PDC macierzą HPE Alletra Storage MP, umożliwiać replikację synchroniczną pomiędzy macierzami oraz zarządzanie oboma urządzeniami z jednej konsoli – Macierz Rack;
9) 1 szt. deduplikatora do SDC. Deduplikator musi być kompatybilny z posiadanym w PDC przez Zamawiającego deduplikatorem HPE StoreOnce 3660. Dostarczone urządzenie musi zapewnić replikację asynchroniczną z posiadanym przez Zamawiającego deduplikatorem. Urządzenie musi mieć możliwość ograniczenia pasma używanego do replikacji między dwoma urządzeniami. Zarządzanie całym procesem kopiowania danych oraz wszystkimi kopiami musi być możliwe z poziomu oprogramowania

backupowego lub interfejsu urządzenia. Jeżeli dla realizacji powyższych funkcjonalności wymagane są dodatkowe licencje, należy je dostarczyć dla nieograniczonej pojemności dostarczonego urządzenia – Deduplikator Rack;

10) 2 szt. przełączników SAN 24 portowych 32Gb do SDC – Przełącznik SAN. Dostarczone Urządzenia muszą być w pełni kompatybilne z posiadanymi i użytkowanymi przez Zamawiającego przełącznikami SAN HPE SN3600B.

2. Realizacja Przedmiotu zamówienia

W ramach realizacji Przedmiotu zamówienia Wykonawca zobowiązany jest do wykonania następujących prac:

2.1. dostarczenie Urządzeń;

2.2. fizyczna instalacja Urządzeń w lokalizacjach wskazanych przez Zamawiającego, przy czym wszystkie elementy Infrastruktury serwerowej muszą zostać zamontowane w posiadanych szafach serwerowych typu rack, w sposób umożliwiający ich prawidłową wentylację; Wykonawca zapewni listwy zasilające do podłączenia Urządzeń oraz wymagane zasilanie; wymagane jest oznakowanie okablowania połączeniowego;

2.3. dostarczone serwery muszą zostać dołączone do istniejącego w PDC klastra niezwodnościowo-wydajnościowego VMware vSphere, w celu utworzenia metro-klastra, który posłuży do obsługi wielu serwerów/maszyn wirtualnych VM, zapewniając im odpowiedni poziom wydajności, nawet w przypadku awarii lub niedostępności jednego z centrum danych;

2.4. podłączenie dostarczonych serwerów, macierzy, duplikatora oraz posiadanego przez Zamawiającego serwera backupowego do sieci SAN;

2.5. instalacja najnowszych rekomendowanych przez producenta wersji firmware dla każdego podzespołu dostarczanych Urządzeń, oraz aktualizacja do najnowszych rekomendowanych przez producenta wersji firmware, podzespołów Urządzeń posiadanych przez Zamawiającego w PDC (o których mowa w pkt 1.1 ppkt 7-10), wchodzących w skład tworzonego metro-klastra; ma to na celu ujednolicenie całego środowiska;

2.6. podłączenie i konfiguracja macierzy dyskowej: skonfigurowanie urządzenia do współpracy z PDC zgodnie z wymogami Zamawiającego;

2.7. konfiguracja Infrastruktury sieciowej w zakresie sieci SAN tak, aby zasoby obu macierzy były udostępnione dla wszystkich hostów podłączonych do sieci SAN;

2.8. podłączenie i konfiguracja deduplikatora dyskowego: skonfigurowanie urządzenia do współpracy z PDC zgodnie z wymogami Zamawiającego;

2.9. rekonfiguracja posiadanego przez Zamawiającego systemu backupu VEEAM mająca na celu aktualizację w ramach posiadanej licencji oraz dostosowanie go do rozszerzonej Infrastruktury serwerowej;

2.10. przekazanie Zamawiającemu zaktualizowanej dokumentacji powykonawczej obejmującej swoim zakresem specyfikację dostarczonych w ramach Przedmiotu Umowy i wdrożonych Urządzeń, wykorzystane adresacje, kluczowe parametry konfiguracji Urządzeń, oraz dokumentację do wszystkich dostarczonych Urządzeń wraz z dokumentami

potwierdzającymi nabycie dla Zamawiającego licencji do oprogramowania znajdującego się na Urządzeniach; Zamawiający udostępni Wykonawcy posiadaną dokumentację powykonawczą aktualnej Infrastruktury serwerowej;

2.11. dostarczenie dokumentacji zawierającej opis procedur przełączania pomiędzy środowiskiem podstawowym a środowiskiem zapasowym i odwrotnie;

2.12. Wykonawca przeprowadzi po zakończeniu prac wdrożeniowych instruktaż użytkowy / warsztat dla wskazanych przez Zamawiającego administratorów (maksymalnie dla 7 osób) z zakresu konfiguracji, obsługi i prawidłowej eksploatacji zainstalowanych Urządzeń w środowisku Zamawiającego (minimum 2 instruktaże po 5 godzin), w tym z obsługi przełączników sieciowych, z utworzonego metro-klastra VMware, w kontekście zarządzania klastrem, jak i replikacją oraz weryfikacją działania całego klastra, jak i replikacji;

2.13. Wykonawca opracuje procedury migracyjne między PDC i SDC przy użyciu metro-klastra jak i bez niego;

2.14. skonfiguruje tak środowisko by część maszyn wirtualnych mogło pracować w SDC i PDC jednocześnie;

2.15. jeżeli zajdzie potrzeba, wraz z dostarczonymi Urządzeniami Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć niezbędne elementy, np. wyposażenie – kable połączeniowe, elementy mocujące, konwertery sieciowe, uznane przez Wykonawcę za niezbędne i umożliwiające prawidłowe działanie Urządzeń oraz całej Infrastruktury serwerowej objętej Umową. Dostarczone Urządzenia muszą zapewniać bezproblemową pracę po podłączeniu ich do sieci informatycznej Zamawiającego;

2.16. dostarczone Urządzenia muszą być fabrycznie nowe, dostarczone Zamawiającemu w oryginalnych opakowaniach fabrycznych. Wyprodukowane nie wcześniej niż w 2025 roku;

2.17. Urządzenia muszą być zakupione w oficjalnym kanale dystrybucyjnym producenta i być objęte serwisem producenta lub autoryzowanego partnera serwisowego producenta na terenie UE;

2.18. na dzień złożenia oferty oferowane Urządzenia nie mogą być przeznaczone przez producenta do wycofania z produkcji lub sprzedaży;

2.19. wymagana jest dostępność części zamiennych przez 5 lat licząc od dnia podpisania Umowy;

2.20. do każdego dostarczonego w ramach Umowy Urządzenia wymagamy dostarczenia standardowej gwarancji i wsparcia producenta, której bieg liczony będzie od daty podpisania protokołu Odbioru Przedmiotu Umowy bez uwag przez Zamawiającego;

2.21. gwarancja w okresie jej obowiązywania musi zapewniać dostęp do poprawek oprogramowania Urządzeń oraz wsparcia technicznego. Całość świadczeń gwarancyjnych musi być realizowana bezpośrednio przez producenta Urządzeń lub autoryzowanego przedstawiciela producenta. Zamawiający musi mieć bezpośredni dostęp do wsparcia technicznego producenta;

2.22. usługi serwisu i wsparcia technicznego muszą być świadczone przez producenta Urządzeń, lub autoryzowanego partnera serwisowego producenta - wymagane jest dostarczenie

oświadczenia Wykonawcy potwierdzające, że serwis będzie realizowany przez producenta lub autoryzowanego partnera serwisowego producenta, które należy dołączyć do oferty;

2.23. Wykonawca winien przedłożyć wraz z ofertą deklaracja zgodności CE dla oferowanych Urządzeń.

3. Testy

3.1. W ramach Przedmiotu zamówienia muszą zostać przeprowadzone testy, których celem jest weryfikacja przez Zamawiającego, czy wszystkie prace wykonane w trakcie realizacji Przedmiotu zamówienia zostały wykonane prawidłowo i zgodnie z założeniami funkcjonalnymi i jakościowymi.

3.2. Weryfikacja konfiguracji Urządzeń oraz testy przełączenia usług Infrastruktury serwerowej z PDC na SDC i odwrotnie będą przeprowadzane przez Wykonawcę, przy współudziale Zamawiającego.

3.3. Pozytywne zakończenie testów wraz z usunięciem stwierdzonych w ich trakcie wad jest warunkiem dokonania odbioru Przedmiotu Umowy.

3.4. Zamawiający ma prawo do weryfikacji należytego wykonania Przedmiotu zamówienia dowolną metodą, w tym także z wykorzystaniem opinii zewnętrznego audytora. W szczególności uzgodnienie określonych scenariuszy testowych nie wyklucza prawa do weryfikacji prac innymi testami i scenariuszami.

3.5. W przypadku zidentyfikowania błędów lub wad Wykonawca jest zobowiązany do ich poprawy przed odbiorem Przedmiotu Umowy.

4. Dokumentacja powykonawcza oraz Dokumentacja przełączania

4.1. Warunkiem dokonania odbioru Przedmiotu Umowy jest dostarczenie kompletnej Dokumentacji powykonawczej oraz Dokumentacji przełączania.

4.2. Dokumentacja powykonawcza będzie obejmowała w szczególności:

4.2.1. pełną charakterystykę licencjonowania wszystkich Urządzeń;

4.2.2. opis architektury technicznej zmodernizowanej Infrastruktury serwerowej, w tym wyszczególnienie oraz opis powiązań Urządzeń w zmodernizowanej Infrastrukturze serwerowej i Infrastrukturze sieciowej zgodnie z wymaganiami wydajności, funkcjonalności i bezpieczeństwa (minimalny, maksymalny, rekomendowany);

4.2.3. konfigurację obejmującą wszystkie zainstalowane i wdrożone Urządzenia;

4.2.4. zestaw danych konfiguracyjnych wdrożonych przez Wykonawcę, obejmujących dane konfiguracyjne:

- serwera – parametry sprzętowe (m.in. procesor, pamięć, dyski, karty sieciowe, zasilanie),
- sieci (m.in. adresacja IP),
- podsystemu dyskowego (m.in. punkty montowania/litery dysków, wolumeny logiczne, grupy wolumenowe, zasoby dyskowe, RAID),
- zainstalowanego software dla Urządzeń,

- macierzy – parametry sprzętowe (m.in. cache, półki dyskowe, dyski, karty/porty fibre channel), grupy dyskowe, zasoby dyskowe, maskowanie, kopie biznesowe, replikacja, itd.,

4.2.5. opisy wszelkich cech, funkcjonalności i właściwości – niewymienione powyżej, pozwalające na poprawną z punktu widzenia technicznego eksploatację Urządzeń.

4.3. Dokumentacja przełączania będzie obejmowała w szczególności:

4.3.1. procedury krok po kroku przełączenia środowiska produkcyjnego na środowisko zapasowe i odwrotnie;

4.3.2. Procedury migracji maszyn wirtualnych między SDC i PDC przy użyciu metro-klastra, jak i bez niego;

4.3.3. Procedury zarządzania klastrem, jak i replikacją oraz weryfikacją działania całego klastra, jak i replikacji;

4.3.4. Procedury uruchomienia części maszyn wirtualnych na SDC, przy działającym PDC.

4.4. Dokumentacja powykonawcza oraz przełączeniowa musi zostać napisana i dostarczona w języku polskim oraz udokumentowana w postaci elektronicznej w jednym z wymienionych formatów: PDF, RTF, DOC (DOCX), ODF (umożliwiających kopiowanie, modyfikowanie i wydruk treści dokumentu), przekazana Zamawiającemu za pośrednictwem poczty elektronicznej na adresy, o których mowa w Umowie.

4.5. Wykonawca ponosi odpowiedzialność za wszelkie braki w dostarczonej Dokumentacji powykonawczej oraz przełączeniowej.

5. DNSH (Do No Significant Harm)

Przedmiot zamówienia musi być zgodny z zasadą „niewyrządzania znaczącej szkody” (Do No Significant Harm – DNSH). Oznacza to, że Wykonawca musi zapewnić, że jego realizacja nie będzie miała znaczącego negatywnego wpływu na cele środowiskowe, takie jak ochrona klimatu, gospodarka o obiegu zamkniętym, zapobieganie zanieczyszczeniom oraz ochrona bioróżnorodności oraz, że wszystkie wdrażane rozwiązania zostały zaprojektowane w sposób minimalizujący negatywny wpływ na środowisko naturalne.

IV. SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

1. Opis rozwiązań – wymaganie minimalne dla Urządzeń

1.1 Przełącznik TYP 1 (2 szt.)

Nazwa komponentu	Wymagane minimalne parametry techniczne
Typ	Przełącznik sieciowy zarządzalny rack SFP28. W ofercie wymagane jest podanie modelu, symbolu oraz producenta.
Porty	a) Minimum 48 porty 1G/10G/25G SFP28. b) Minimum 8 portów QSFP28 z możliwością pracy 40G/100Gbit. c) Port konsoli – RS232 on rj45. d) Minimum 1 port USB typu A. e) Port zarządzanie OOBM. Porty SFP+ muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami 25Gbit – minimum SR, ESR, LR, 10 Gigabit Ethernet – minimum 10GBase-SR, LR, ER, 10Gbase-T oraz Gigabit Ethernet – minimum 1000Base-SX, 1000Base LX/LH Co najmniej 8 portów (typu uplink) QSFP28 muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami QSFP28 100Gbit, QSFP+ 40 Gigabit Ethernet a także kablami DAC 40Gbit 100Gbit jak i 4x10G oraz 4x25G breakout Możliwość łączenia w stos VSX zapewniającego budowę systemów HA. Stos VSX zapewnia synchronizację a nie współdzielenie tablic i mechanizmów pomiędzy urządzeniami zapewniając funkcjonalności HA przy jednoczesnym zachowaniu możliwości aktualizacji oprogramowania na jednym z urządzeń w locie.
Parametry fizyczne	Wysokość maksymalnie 1U, montowany w szafie typu rack 19''.
Pamięć	Co najmniej 16GB pamięci. Co najmniej 8GB pamięci flash. Co najmniej 64GB pamięci SSD. Bufor pakietów 32MB.
Wielkość tablicy adresów MAC	Co najmniej 98 000.
Ilość obsługiwanych sieci VLAN	Co najmniej 4040 jednoczesnych VLAN spośród wszystkich 4096 tagowanych.
Wydajność	Przepustowość przełączania: min. 6,4 Tbit/s. Procesor minimum 2,2 GHz. IPv4 multicast routes: 7000. IPv4 unicast routes: 131000.
Obsługa ramek Jumbo	O wielkości co najmniej 9kB.

Routing	• Static IPv4 routing oraz Static IPv6 routing. • Obsługa dynamicznych protokołów routingu takich jak: Open shortest path first (OSPF), Border Gateway Protocol 4 (BGP-4), Routing Information Protocol version 2 (RIPv2), Routing Information Protocol Next Generation (RIPng), Multiprotocol BGP (MP-BGP), OSPFv3. • Policy Based Routing (PBR). • Enkapsulacja 6in4 tunnels. • Equal-Cost multipath (ECMP). • Wsparcie dla Generic Routing Encapsulation (GRE).
Funkcjonalność urządzenia	• obsługa agregacji portów zgodnie z LACP (IEEE 802.3ad), • możliwość zdefiniowania min. 54 grup agregacji do 8 portów w pojedynczej grupie, user-selectable L1- 4 hashing algorithm • obsługa protokołu NTP, • obsługa IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol (LLDP) • wsparcie dla protokołów IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree, oraz IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree, • musi być wyposażone w port USB umożliwiający podłączenie pamięci flash. • musi mieć możliwość zarządzania poprzez interfejs CLI z poziomu portu konsoli, • musi umożliwiać zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego, poprzez dedykowaną sieć VLAN • plik konfiguracyjny urządzenia musi być możliwy do edycji w trybie off-line (tzn. konieczna jest możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej musi być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. • oprócz konfiguracji przez konsolę przełącznik musi umożliwiać inne metody konfiguracji zdalnej, scentralizowanej w tym przez: dedykowane oprogramowanie producenta, poprzez chmurowe środowisko managementowe w przypadku rozproszonego środowiska klienckiego, poprzez REST API. • Wsparcie dla Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) • Obsługa Bidirectional forward detection (BFD) • Obsługa Ethernet Ring Protection Switching (ERPS) • Obsługa Unidirectional link detection (UDLD) • wbudowane w przełącznik rozwiązanie analizatora ramek typy NAE (Network Analytics Engine) zapewniające większy wgląd w ruch w sieci, umożliwiający lepszy, scentralizowany management, kontrolę pasma i treści oraz przyspieszający diagnostykę, przewidywanie i usuwanie usterek w sieci.

Bezpieczeństwo	• Autoryzacja użytkowników i administratorów zgodna z Radius i TACACS+ • Wsparcie dla RadSec – autentyfikacji przez publiczne sieci do zewnętrznych serwerów • Obsługa list dostępu ALC, • możliwość uzyskania dostępu do urządzenia przez SNMP, SSH, HTPP/HTTPS z wykorzystaniem IPv4 i IPv6, • Możliwość próbkowania i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych (mechanizmy typu sFlow, NetFlow, J-Flow lub równoważne).
Wsparcie dla mechanizmów zapewnienia jakość usług w sieci	• klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie co najmniej następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP, • implementacja co najmniej czterech kolejek sprzętowych na każdym porcie wyjściowym dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi. Implementacja algorytmu Shaped Round Robin, Deficit Weighted Round Robin lub podobnego dla obsługi tych kolejek, • możliwość obsługi jednej z powyżej wymienionych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority), • możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi.
Multicast	• Obsługa Internet Group Management Protocol (IGMP). • Wsparcie dla Multicast Listener Discovery (MLD). • Obsługa Multicast Service Delivery Protocol (MSDP) for Anycast RP. • Mechanizm bezpieczeństwa IGMP/MLD Snooping. • Wsparcie dla Protocol Independent Multicast (PIM).
Zasilanie	Zasilacz 230V AC wymieniany hot-swap, możliwość zastosowania redundantnego zasilacza wewnętrznego także hot-swap, switch należy dostarczyć razem z dodatkowym zasilaczem redundantnym. Przełącznik dodatkowo powinien posiadać wentylację wymienną redundantną w postaci modułów hot-swap i przepływ powietrza front to back.
Akcesoria	Razem z każdym przełącznikiem należy dostarczyć akcesoria tego samego producenta: 1. Kable DAC 100Gbit – 3 szt. o długości co najmniej 1m. 2. Wkładki QSFP28 100Gbit – LC 500m SMF – 2 szt. 3. Wkładki SFP28 25Gbit LC SR 100 m - 20 szt. 4. Wkładki SFP+ 10Gbit LC SR 300 m – 8 szt. 5. Patchcordy światłowodowe LC-LC SM, 5m – 2 szt. 6. Patchcordy światłowodowe LC-LC MM, 5 m – 28 szt. 7. Wkładki 10G LR (singlemod) –2 szt. 8. Patchcordy LC-LC SM , długość min 3 m – 2 szt.

1.2 Przełącznik TYP 2 (2 szt.)

Nazwa komponentu	**Wymagane minimalne parametry techniczne**
Typ	Przełącznik sieciowy zarządzalny rack SFP+, W ofercie wymagane jest podanie modelu, symbolu oraz producenta.
Porty	a) Minimum 48 porty 1G/10G SFP+. b) Minimum 4 porty QSFP28 z możliwością pracy 40G/100Gbit. c) Port konsoli – USB-C. d) Minimum 1 port USB typu A. e) Port zarządzanie OOBM. Porty SFP+ muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami minimum 10GBase-SR, LR, ER, 10Gbase-T oraz Gigabit Ethernet – minimum 1000Base- SX, 1000Base LX/LH. Co najmniej 4 porty (typu uplink) QSFP28 muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami QSFP28 100Gbit, QSFP+ 40 Gigabit Ethernet a także kablami DAC 40Gbit 100Gbit jak i 4x10G oraz 4x25G breakout Funkcja łączenia przełączników w grupy co najmniej 2 urządzeń, w sposób ciągły synchronizujących ze sobą konfiguracje przy zachowaniu niezależnych płaszczyzn zarządzani (control plane). Przełączniki połączone w grupę muszą zapewnić co najmniej: realizację łączy agregowanych w ramach różnych przełączników będących w grupie, architekturę, w której oba przełączniki są aktywne dla funkcji L2 i L3, funkcje typu ISSU lub Live Upgrade.
Parametry fizyczne	Wysokość maksymalnie 1U, montowany w szafie typu rack 19”.
Pamięć	Co najmniej 16GB pamięci. Co najmniej 32GB pamięci flash/storage. Bufor pakietów 32MB.
Wielkość tablicy adresów MAC	Co najmniej 147 000.
Ilość obsługiwanych sieci VLAN	Co najmniej 1024 jednoczesnych VLAN spośród wszystkich 4096 tagowanych.

Wydajność	Przepustowość przełączania: min. 1.76 Tbps. Procesor minimum 1,8 GHz 4-core, 64-bit. IPv4 Host Table 65,000. IPv6 Host Table 65,000. IPv4 Unicast Routes 24,000. IPv6 Unicast Routes 12,000. Wpisy ACL typu Ingress. IPv4 16,384, IPv6 4,096 , MAC 16,384.
Obsługa ramek Jumbo	O wielkości co najmniej 9kB
Routing	• Static IPv4 routing oraz Static IPv6 routing. • Obsługa dynamicznych protokołów routingu takich jak: Open shortest path first (OSPF), Border Gateway Protocol 4 (BGP-4), Routing Information Protocol version 2 (RIPv2), Routing Information Protocol Next Generation (RIPng), Multiprotocol BGP (MP-BGP), OSPFv3. • Policy Based Routing (PBR). • Enkapsulacja 6in4 tunnels. • Equal-Cost multipath (ECMP). • Wsparcie dla Generic Routing Encapsulation (GRE).
Funkcjonalność urządzenia	• obsługa agregacji portów zgodnie z LACP (IEEE 802.3ad), • możliwość zdefiniowania min. 50 grup agregacji do 8 portów w pojedynczej grupie, user-selectable L1- 4 hashing algorithm, • obsługa protokołu NTP, • obsługa IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol (LLDP), • wsparcie dla protokołów IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree oraz IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree, • musi być wyposażone w port USB umożliwiający podłączenie pamięci flash. • musi mieć możliwość zarządzania poprzez interfejs CLI z poziomu portu konsoli, • musi umożliwiać zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego, poprzez dedykowaną sieć VLAN, • plik konfiguracyjny urządzenia musi być możliwy do edycji w trybie off-line (tzn. konieczna jest możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej musi być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. • oprócz konfiguracji przez konsolę przełącznik musi umożliwiać inne metody konfiguracji zdalnej, scentralizowanej w tym przez:

	dedykowane oprogramowanie producenta poprzez chmurowe środowisko managementowe w przypadku rozproszonego środowiska klienckiego, poprzez REST API. • Wsparcie dla Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP). • Obsługa Bidirectional forward detection (BFD). • Obsługa Ethernet Ring Protection Switching (ERPS). • Obsługa Unidirectional link detection (UDLD). • wbudowane w przełącznik rozwiązanie analizatora ramek typy NAE (Network Analytics Engine) zapewniające większy wgląd w ruch w sieci, umożliwiający lepszy, scentralizowany management, kontrolę pasma i treści oraz przyspieszający diagnostykę, przewidywanie i usuwanie usterek w sieci.
Bezpieczeństwo	• autoryzacja użytkowników i administratorów zgodna z Radius i TACACS+. • Wsparcie dla RadSec – autentyfikacji przez publiczne sieci do zewnętrznych serwerów. • Obsługa list dostępu ALC. • Możliwość uzyskania dostępu do urządzenia przez SNMP, SSH, HTPP/HTTPS z wykorzystaniem IPv4 i IPv6. • Możliwość próbkowania i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych (mechanizmy typu sFlow, NetFlow, J-Flow lub równoważne).
Wsparcie dla mechanizmów zapewnienia jakość usług w sieci	• klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie co najmniej następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP, • implementacja co najmniej czterech kolejek sprzętowych na każdym porcie wyjściowym dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi. Implementacja algorytmu Shaped Round Robin, Deficit Weighted Round Robin lub podobnego dla obsługi tych kolejek, • możliwość obsługi jednej z powyżej wymienionych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority), • możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi.

Multicast	• Obsługa Internet Group Management Protocol (IGMP) • Wsparcie dla Multicast Listener Discovery (MLD) • Obsługa Multicast Service Delivery Protocol (MSDP) for Anycast RP • Mechanizm bezpieczeństwa IGMP/MLD Snooping. • Wsparcie dla Protocol Independent Multicast (PIM).
Zasilanie	Zasilacz 230V AC wymieniany hot-swap, możliwość zastosowania redundantnego zasilacza wewnętrznego także hot-swap, switch należy dostarczyć razem z dodatkowym zasilaczem redundantnym. Przełącznik dodatkowo powinien posiadać wentylację wymienną redundantną w postaci modułów hot-swap i przepływ powietrza front to back.
Akcesoria	Razem z każdym przełącznikiem należy dostarczyć akcesoria tego samego producenta: 1) Mocowanie do szafy rack (4-post universal). 2) Kable DAC 100Gbit – 1 szt. o długości co najmniej 1m. 3) Kable DAC 10Gbit do połączenia z przełącznikami Access – 2 szt. o długości minimum 3m. 4) Wkładki SFP+ 10Gbit LC LR 10km - minimum 1 szt. 5) Wkładki SFP+ 10Gbit LC SR 300 m – minimum 8 szt. 6) Patchcordy światłowodowe LC-LC SM , 5m – 1 szt. 7) Patchcordy światłowodowe LC-LC MM OM4 , 5 m – 8 szt.

1.3 Przełącznik TYP 3 (2 szt.)

Nazwa komponentu	Wymagane minimalne parametry techniczne
Typ	Przełącznik sieciowy zarządzalny rack SFP+, W ofercie wymagane jest podanie modelu, symbolu oraz producenta.
Porty	a) Minimum 24 porty 1G/10G SFP+. b) Minimum 4 porty QSFP28 z możliwością pracy 40G/100Gbit. c) Port konsoli – USB-C. d) Minimum 1 port USB typu A. e) Port zarządzanie OOBM. Porty SFP+ muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami minimum 10GBase-SR, LR, ER, 10Gbase-T oraz Gigabit Ethernet – minimum 1000Base- SX, 1000Base LX/LH. Co najmniej 4 porty (typu uplink) QSFP28 muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami QSFP28 100Gbit, QSFP+ 40 Gigabit Ethernet

	a także kablami DAC 40Gbit 100Gbit jak i 4x10G oraz 4x25G breakout Funkcja łączenia przełączników w grupy co najmniej 2 urządzeń, w sposób ciągły synchronizujących ze sobą konfiguracje przy zachowaniu niezależnych płaszczyzn zarządzani (control plane). Przełączniki połączone w grupę muszą zapewnić co najmniej: realizację łączy agregowanych w ramach różnych przełączników będących w grupie, architekturę, w której oba przełączniki są aktywne dla funkcji L2 i L3, funkcje typu ISSU lub Live Upgrade.
Parametry fizyczne	Wysokość maksymalnie 1U, montowany w szafie typu rack 19”
Pamięć	Co najmniej 16GB pamięci Co najmniej 32GB pamięci flash/storage Bufor pakietów 32MB
Wielkość tablicy adresów MAC	Co najmniej 147 000
Ilość obsługiwanych sieci VLAN	Co najmniej 1024 jednoczesnych VLAN spośród wszystkich 4096 tagowanych.
Wydajność	Przepustowość przełączania: min. 1.28 Tbps Procesor minimum 1,8 GHz 4-core, 64-bit IPv4 Host Table 65,000 IPv6 Host Table 65,000 IPv4 Unicast Routes 24,000 IPv6 Unicast Routes 12,000 Wpisy ACL typu Ingress IPv4 16,384, IPv6 4,096 , MAC 16,384
Obsługa ramek Jumbo	O wielkości co najmniej 9kB
Routing	• Static IPv4 routing oraz Static IPv6 routing. • Obsługa dynamicznych protokołów routingu takich jak: Open shortest path first (OSPF), Border Gateway Protocol 4 (BGP-4), Routing Information Protocol version 2 (RIPv2), Routing Information Protocol Next Generation (RIPng), Multiprotocol BGP (MP-BGP), OSPFv3. • Policy Based Routing (PBR). • Enkapsulacja 6in4 tunnels.

	• Equal-Cost multipath (ECMP). • Wsparcie dla Generic Routing Encapsulation (GRE).
Funkcjonalność urządzenia	• obsługa agregacji portów zgodnie z LACP (IEEE 802.3ad), • możliwość zdefiniowania min. 50 grup agregacji do 8 portów w pojedynczej grupie, user-selectable L1- 4 hashing algorithm, • obsługa protokołu NTP, • obsługa IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol (LLDP), • wsparcie dla protokołów IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree oraz IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree, • musi być wyposażone w port USB umożliwiający podłączenie pamięci flash. • musi mieć możliwość zarządzania poprzez interfejs CLI z poziomu portu konsoli, • musi umożliwiać zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego, poprzez dedykowaną sieć VLAN, • plik konfiguracyjny urządzenia musi być możliwy do edycji w trybie off-line (tzn. konieczna jest możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej musi być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. • oprócz konfiguracji przez konsolę przełącznik musi umożliwiać inne metody konfiguracji zdalnej, scentralizowanej w tym przez: dedykowane oprogramowanie producenta), poprzez chmurowe środowisko managementowe w przypadku rozproszonego środowiska klienckiego, poprzez REST API. • Wsparcie dla Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP), • Obsługa Bidirectional forward detection (BFD). • Obsługa Ethernet Ring Protection Switching (ERPS). • Obsługa Unidirectional link detection (UDLD). • wbudowane w przełącznik rozwiązanie analizatora ramek typy NAE (Network Analytics Engine) zapewniające większy wgląd w ruch w sieci, umożliwiający lepszy, scentralizowany management, kontrolę pasma i treści oraz przyspieszający diagnostykę, przewidywanie i usuwanie usterek w sieci.
Bezpieczeństwo	• autoryzacja użytkowników i administratorów zgodna z Radius i TACACS+. • Wsparcie dla RadSec – autentyfikacji przez publiczne sieci do zewnętrznych serwerów. • Obsługa list dostępu ALC, • możliwość uzyskania dostępu do urządzenia przez SNMP, SSH, HTPP/HTTPS z wykorzystaniem IPv4 i IPv6,

	• Możliwość próbkowania i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych (mechanizmy typu sFlow, NetFlow, J-Flow lub równoważne).
Wsparcie dla mechanizmów zapewnienia jakość usług w sieci	• klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie co najmniej następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP, • implementacja co najmniej czterech kolejek sprzętowych na każdym porcie wyjściowym dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi. Implementacja algorytmu Shaped Round Robin, Deficit Weighted Round Robin lub podobnego dla obsługi tych kolejek, • możliwość obsługi jednej z powyżej wymienionych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority), • możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi.
Multicast	• Obsługa Internet Group Management Protocol (IGMP). • Wsparcie dla Multicast Listener Discovery (MLD). • Obsługa Multicast Service Delivery Protocol (MSDP) for Anycast RP. • Mechanizm bezpieczeństwa IGMP/MLD Snooping. • Wsparcie dla Protocol Independent Multicast (PIM).
Zasilanie	Zasilacz 230V AC wymieniany hot-swap, możliwość zastosowania redundantnego zasilacza wewnętrznego także hot-swap, switch należy dostarczyć razem z dodatkowym zasilaczem redundantnym. Przełącznik dodatkowo powinien posiadać wentylację wymienną redundantną w postaci modułów hot-swap i przepływ powietrza front to back.
Akcesoria	Razem z każdym przełącznikiem należy dostarczyć akcesoria tego samego producenta: 1. Mocowanie do szafy rach (4-post universal). 2. Kable DAC 100Gbit – 1 szt. o długości co najmniej 1m. 3. Wkładki QSFP28 100Gbit – LC 500m SMF – 2 szt. 4. Wkładki SFP+ 10Gbit LC SR 300 m – minimum 9 szt. 5. Patchcordy światłowodowe LC-LC MM, OM4 , 10 m – 3 szt. 6. Patchcordy światłowodowe LC-LC SM , 5 m – 2 szt. 7. Patchcordy światłowodowe LC-LC MM OM4, 5 m – 2 szt.

1.4 Przełącznik TYP 4 (10 szt.)

Nazwa komponentu	Wymagane minimalne parametry techniczne
Typ	Przełącznik sieciowy Ethernet Layer 3 zarządzalny rack 1Gbit. W ofercie wymagane jest podanie modelu, symbolu oraz producenta.
Porty	a) Minimum 48 porty 1G RJ45 10/100/1000BASE-T. b) Minimum 4 porty SFP+ z możliwością pracy 1G/10G. c) Port konsoli – RS232 lub USB typ C. d) Minimum 1 port USB typu A. e) Minimum 1 Bluetooth dongle. f) Port zarządzanie OOBM. Porty SFP+ muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami 10 Gigabit Ethernet – minimum 10GBase-SR, LR, oraz Gigabit Ethernet – minimum 1000Base- SX, 1000Base LX/LH a także kablami DAC 10Gbit. Możliwość łączenia w stos do 8 przełączników z wykorzystaniem uplinków, łączną przepustowość stosu do 40 GB/s na przełącznik.
Parametry fizyczne	Wysokość maksymalnie 1U, montowany w szafie typu rack 19''
Pamięć	Co najmniej 8GB pamięci DDR4. Co najmniej 16GB pamięci flash. Bufor pakietów co najmniej 8MB.
Wielkość tablicy adresów MAC	Co najmniej 16 000.
Ilość obsługiwanych sieci VLAN	Co najmniej 4094 VLAN ID, do 2K VLANS jednocześnie.
Routing i Layer 3	• Static IPv4 routing oraz Static IPv6 routing. • Obsługa dynamicznych protokołów routingu takich jak: Open shortest path first (OSPF), Routing Information Protocol version 2 (RIPv2), OSPFv2. • Equal-Cost multipath (ECMP). • Wsparcie dla loopback detection. • Wsparcie dla DHCP (wbudowany serwer DHCP, mechanizmy ochrony jak DHCP Snooping).
Wydajność	Przepustowość przełączania: min. 176 Gbit/s. Przełączanie dla pakietów: min. 130 Mpps. IPv4 unicast routes: 2048. IPv6 unicast routes: 1024.

Obsługa ramek Jumbo	O wielkości co najmniej 9198 bajtów
Funkcjonalność urządzenia	• obsługa agregacji portów zgodnie z LACP (IEEE 802.3ad), • obsługa protokołu NTP, • wsparcie dla protokołów IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree oraz IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree, • musi być wyposażone w port USB umożliwiający podłączenie pamięci flash. • musi mieć możliwość zarządzania poprzez interfejs CLI z poziomu portu konsoli, • musi umożliwiać zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego, poprzez dedykowaną sieć VLAN, • plik konfiguracyjny urządzenia musi być możliwy do edycji w trybie off-line (tzn. konieczna jest możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej musi być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. • Wsparcie dla LLDP oraz LLDP-MED. • Wsparcie dla protokołu MVRP. • Wsparcie dla protokołu ARP, możliwość statycznych wpisów do tablicy ARP. • Statyczny routing IPv4 oraz IPv6. • Obsługa testowana pętli zwrotnej oraz wykrywanie pętli zwrotnej (looback protection). • Wsparcie dla protokołu Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) • Tunelowanie ruchu zgodne z VXLAN encapsulation. • Funkcjonalność IP SLA for Voice z pomiarem UDP Jitter.
Bezpieczeństwo	• autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN i z możliwością dynamicznego przypisania listy ACL, • możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC, • możliwość uzyskania dostępu do urządzenia przez SNMP, SSH, HTTP/HTTPS z wykorzystaniem IPv4 i IPv6, RestAPI, • obsługa mechanizmów bezpieczeństwa: Port Security, DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection, IP Source Guard, IGMP Snooping, BPDU protection, • możliwość próbkowania i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych (mechanizmy typu sFlow, NetFlow, J-Flow lub równoważne), realizowane na poziomie ASIC (bez wpływu na wydajność urządzenia),

	• zintegrowany sprzętowy układ trusted platform module (TPM) zabezpieczający proces bootowania systemu operacyjnego i zapewniający jego integralność, • możliwość AAA zarówno użytkowników jak i administratorów z wykorzystaniem RADIUS jak i TACACS+.
Wsparcie dla mechanizmów zapewnienia jakość usług w sieci	• klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie co najmniej następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP, • implementacja co najmniej czterech kolejek sprzętowych na każdym porcie wyjściowym dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi. Implementacja algorytmu Shaped Round Robin, Deficit Weighted Round Robin lub podobnego dla obsługi tych kolejek, • możliwość obsługi jednej z powyżej wymienionych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority), • możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi.
Zasilanie	Zasilacz 230V AC wbudowany spełniający warunki normy 80 PLUS Silver
Akcesoria	Razem z przełącznikiem należy dostarczyć akcesoria tego samego producenta: 1) Kable DAC 10Gbit – 1 szt. o długości co najmniej 1m do połączenia przełączników w stos.

1.5 Przełącznik TYP 5 (2 szt.)

Nazwa komponentu	Wymagane minimalne parametry techniczne
Typ	Przełącznik sieciowy Ethernet zarządzalny 1Gbit. W ofercie wymagane jest podanie modelu, symbolu oraz producenta.
Porty	a) Minimum 24 porty 1G RJ45 10/100/1000BASE-T. b) Minimum 4 porty uplink SFP+ z możliwością pracy 1G/10G. c) Port konsoli – USB typ C. d) Minimum 1 port USB typu A. Porty SFP muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami Gigabit Ethernet – minimum 1000Base- SX, 1000Base LX. Możliwość łączenia w stos z wykorzystaniem uplinków.
Parametry fizyczne	Szerokość dostosowana do szafy Rack 19, wysokość maksymalnie 1U, głębokość maksimum 22 cm. Możliwość mocowania na ścianie, płaskiej powierzchni jak i w szafie typu rack 19'' (dołączony fabrycznie rack kit).
Pamięć	Co najmniej 4GB pamięci DDR3. Co najmniej 16GB pamięci flash. Bufor pakietów co najmniej 12MB.

Wielkość tablicy adresów MAC	Co najmniej 8 100.
Ilość obsługiwanych sieci VLAN	Co najmniej 4094 VLAN ID, do 512 VLAN jednocześnie.
Wydajność	Przepustowość przełączania: min. 128 Gbit/s. Przełączanie dla pakietów: min. 95 Mpps. IPv4 unicast routes: 512.
Obsługa ramek Jumbo	O wielkości co najmniej 9198 bajtów.
Funkcjonalność urządzenia	• obsługa agregacji portów zgodnie z LACP (IEEE 802.3ad), • obsługa protokołu NTP, • wsparcie dla protokołów IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree oraz IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree, • musi być wyposażone w port USB umożliwiający podłączenie pamięci flash. • musi mieć możliwość zarządzania poprzez interfejs CLI z poziomu portu konsoli, • musi umożliwiać zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego, poprzez dedykowaną sieć VLAN. • plik konfiguracyjny urządzenia musi być możliwy do edycji w trybie off-line (tzn. konieczna jest możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej musi być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. • Wsparcie dla LLDP oraz LLDP-MED. • Wsparcie dla protokołu MVRP. • Wsparcie dla protokołu ARP, możliwość statycznych wpisów do tablicy ARP. • Statyczny routing IPv4 oraz IPv6. • Obsługa testowana pętli zwrotnej oraz wykrywanie pętli zwrotnej (looback protection).
Bezpieczeństwo	• ·autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN i z możliwością dynamicznego przypisania listy ACL, • możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC, • ·możliwość uzyskania dostępu do urządzenia przez SNMP, SSH, HTTP/HTTPS z wykorzystaniem IPv4 i IPv6, RestAPI

	• ·obsługa mechanizmów bezpieczeństwa: Port Security, DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection, IP Source Guard, IGMP Snooping, BPDU protection • Możliwość próbkowania i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych (mechanizmy typu sFlow, NetFlow, J-Flow lub równoważne), realizowane na poziomie ASIC (bez wpływu na wydajność urządzenia). • Zintegrowany sprzętowy układ trusted platform module (TPM) zabezpieczający proces bootowania systemu operacyjnego i zapewniający jego integralność • ·możliwość AAA zarówno użytkowników jak i administratorów z wykorzystaniem RADIUS jak i TACACS+.
Wsparcie dla mechanizmów zapewnienia jakość usług w sieci	• klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie co najmniej następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP, • implementacja co najmniej czterech kolejek sprzętowych na każdym porcie wyjściowym dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi. Implementacja algorytmu Strict priority lub podobnego dla obsługi tych kolejek, • ·możliwość obsługi jednej z powyżej wymienionych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych • ·możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi.
Zasilanie	Zasilacz 230V AC wbudowany, maksymalny pobór mocy poniżej 40 W
Akcesoria	Razem z każdym przełącznikiem należy dostarczyć akcesoria tego samego producenta: 1. Wkładki SFP+ 10Gbit LC SR 300 m – 2 szt. 2. Patchcordy światłowodowe LC-LC MM, OM4, 20 m – 2 szt.

1.6 Przełącznik TYP 6 (2 szt.)

Nazwa komponentu	Wymagania
Typ	Przełączniki sieciowe zarządzalne rack SFP28, sztuk dwie. W ofercie wymagane jest podanie modelu, symbolu oraz producenta.
Porty	Minimum 18 portów SFP28 z możliwością pracy 1G/10G/25G. Minimum 4 porty QSFP28 z możliwością pracy 40G/100Gbit. Minimum dwa porty SFP+ 10Gbit dedykowane do funkcjonalności telemetrii. Port konsoli – RS232 on RJ45. Minimum 1 port USB typu A. Port zarządzanie OOBM. Porty SFP28 muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami 25Gbit – minimum SR, ESR, LR, 10 Gigabit Ethernet – minimum 10GBase-

	SR, LR, ER, 10Gbase-T oraz Gigabit Ethernet – minimum 1000Base-SX, 1000Base LX/LH. Co najmniej 4 porty (typu uplink) QSFP28 muszą umożliwiać ich obsadzanie wkładkami QSFP28 100Gbit, QSFP+ 40 Gigabit Ethernet a także kablami DAC 40Gbit oraz 100Gbit. Porty muszą umożliwiać także breakout na 4x10G oraz 4x25G poprzez dedykowane kable DAC/AOC. Możliwość łączenia w stos VSX zapewniającego budowę systemów HA. Stos VSX zapewnia synchronizację a nie współdzielenie tablic i mechanizmów pomiędzy urządzeniami zapewniając funkcjonalności HA przy jednoczesnym zachowaniu możliwości aktualizacji oprogramowania na jednym z urządzeń w locie.
Parametry fizyczne	Wysokość maksymalnie 1RU, szerokość ½ Rack, możliwość montażu dwóch przełączników tego samego typu obok siebie zapewniając tym samym funkcjonalność HA przy zajęciu 1RU rack 19'' przez dwa przełączniki sumarycznie.
Pamięć	Co najmniej 32GB pamięci. Co najmniej 128GB pamięci SSD. Bufor pakietów 32MB.
Wielkość tablicy adresów MAC	Co najmniej 98 000.
Ilość obsługiwanych sieci VLAN	Co najmniej 4040 jednoczesnych VLAN spośród wszystkich 4096 tagowanych.
Wydajność	Przepustowość przełączania: min. 2,16 Tbit/s. IPv4 multicast routes: 8000. IPv4 unicast routes: 131000. IPv4 host table: 120000.
Obsługa ramek Jumbo	O wielkości co najmniej 9kB.
Routing	• Static IPv4 routing oraz Static IPv6 routing • Obsługa dynamicznych protokołów routingu takich jak: Open shortest path first (OSPF), Border Gateway Protocol 4 (BGP-4), Routing Information Protocol version 2 (RIPv2), Routing Information Protocol Next Generation (RIPng), Multiprotocol BGP (MP-BGP), OSPFv3 • Policy Based Routing (PBR) • Enkapsulacja 6in4 tunnels • Equal-Cost multipath (ECMP) • Wsparcie dla Generic Routing Encapsulation (GRE)
Funkcjonalność urządzenia	• obsługa agregacji portów zgodnie z LACP (IEEE 802.3ad), • możliwość zdefiniowania min. 50 grup agregacji do 8 portów w pojedynczej grupie, user-selectable L1- 4 hashing algorithm • obsługa protokołu NTP, • obsługa IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol (LLDP)

	• wsparcie dla protokołów IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree oraz IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree, • musi być wyposażone w port USB umożliwiający podłączenie pamięci flash. • musi mieć możliwość zarządzania poprzez interfejs CLI z poziomu portu konsoli, • musi umożliwiać zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego, poprzez dedykowaną sieć VLAN • plik konfiguracyjny urządzenia musi być możliwy do edycji w trybie off-line (tzn. konieczna jest możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej musi być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. • oprócz konfiguracji przez konsolę przełącznik musi umożliwiać inne metody konfiguracji zdalnej, scentralizowanej w tym przez: dedykowane oprogramowanie producenta, poprzez chmurowe środowisko managementowe w przypadku rozproszonego środowiska klienckiego, poprzez REST API. • Wsparcie dla Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) • Obsługa Bidirectional forward detection (BFD) • Obsługa Ethernet Ring Protection Switching (ERPS) • Obsługa Unidirectional link detection (UDLD) • wbudowane w przełącznik rozwiązanie analizatora ramek typy NAE (Network Analytics Engine) zapewniające większy wgląd w ruch w sieci, umożliwiający lepszy, scentralizowany management, kontrolę pasma i treści oraz przyspieszający diagnostykę, przewidywanie i usuwanie usterek w sieci.
Bezpieczeństwo	• autoryzacja użytkowników i administratorów zgodna z Radius i TACACS+ • Wsparcie dla RadSec – autentyfikacji przez publiczne sieci do zewnętrznych serwerów • Obsługa list dostępu ALC, • możliwość uzyskania dostępu do urządzenia przez SNMP, SSH, HTPP/HTTPS z wykorzystaniem IPv4 i IPv6, • Możliwość próbkowania i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych (mechanizmy typu sFlow, NetFlow, J-Flow lub równoważne).
Wsparcie dla mechanizmów zapewnienia jakość usług w sieci	• klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie co najmniej następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP, • implementacja co najmniej czterech kolejek sprzętowych na każdym porcie wyjściowym dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi.

	Implementacja algorytmu Shaped Round Robin, Deficit Weighted Round Robin lub podobnego dla obsługi tych kolejek, • możliwość obsługi jednej z powyżej wymienionych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority), • możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi.
Multicast	• Obsługa Internet Group Management Protocol (IGMP) • Wsparcie dla Multicast Listener Discovery (MLD) • Obsługa Multicast Service Delivery Protocol (MSDP) for Anycast RP • Mechanizm bezpieczeństwa IGMP/MLD Snooping • Wsparcie dla Protocol Independent Multicast (PIM)
Zasilanie	Dwa zasilacze redundantne, niewymienne, przewidziane dla prądu zmiennego AC w zakresie 100 – 240 VAC, zapewniające redundancje zasilania na poziomie 1+1. Przełącznik dodatkowo powinien posiadać wentylację redundantną w postaci wentylatorów, minimum 4 sztuki zapewniające redundancję wentylacji na poziomie N1+1. Przepływ powietrza w przełączniku Front to Back.
Akcesoria	Razem z przełącznikami należy dostarczyć: Dedykowaną klatkę producenta umożliwiającą mocowanie dwóch switchy obok siebie w 1RU. Dedykowane szyny mocujące 4-port do zamocowania klatki w szafie rack. Razem z przełącznikami należy dostarczyć akcesoria tego samego producenta: Kable DAC QSFP28 100Gbit, 1m do połączenia przełączników między sobą w stack, sztuk 2. Wkładki 25G SR 100m – 12 szt. Wkładki 10G SR –2 szt. Patchcordy LC-LC MM, OM4 , długość min 3 m – 14 szt. Wkładki 10G LR (singlemod) –2 szt. Patchcordy LC-LC SM , długość min 3 m – 2 szt.

1.7 Serwer Rack (3 szt.)

Opis	Wymagania
Obudowa	Maksymalnie **2U** RACK 19 cali wraz z szynami montażowymi i prowadnicą kabli, umożliwiającymi serwisowanie serwera (wysuwanie) w szafie rack bez wyłączania urządzenia. Możliwość doposażenia serwera o standardowe elementy będące w ofercie producenta serwera: jak np. zdejmowany panel przedni z zamkiem, chroniącym przed nieuprawionym dostępem do dysków. Płyta główna 2-procesorowa.
Procesor	Minimum jeden procesor 32-rdzeniowy, x86 – 64 bitowe, pracujące z częstotliwością bazową min. 3.2GHz i osiągający w testach SPECrate2017_int_base wynik nie gorszy niż 780 punktów. Test dla

	oferowanego serwera wykonany dla konfiguracji z 2 procesorami, a jego wynik potwierdzony przez organizację SPEC i opublikowany na jej oficjalnej stronie internetowej (www.spec.org)
Pamięć operacyjna	Min. 1TB RDIMM DDR5 w modułach pamięci o pojemności min. 64 GB RDIMM 4800MT/s każdy. Płyta główna z minimum 24 slotami na pamięć i umożliwiająca instalację do minimum 6TB. Zainstalowana pamięć musi zapewnić pracę podsystemu CPU – RAM na najwyższym z możliwych do osiągnięcia poziomów, co oznacza obecność jednego modułu pamięci na każdym dostępnym kanale pamięci dla obu procesorach. Obsługa zabezpieczeń co najmniej na poziomie Advanced ECC
Złącza rozszerzeń	Minimum 3 sloty PCIe x16, w tym 2 sloty Generacji 5 oraz 1 min. slot OCP.
Dyski SSD	Zatoki dyskowe pozwalające na instalację min.8 dysków SFF SSD typu Hot Swap, SAS/SATA/NVMe, 2,5”. Zainstalowany moduł dedykowany do startu serwera wyposażony w sprzętowy kontroler RAID 1 oraz 2 dyski 480GB M.2 NVMe SSD Hot-Plug (Hot Swap), które są skonfigurowane w RAID1 i dostępne z tyłu **i/lub przodu** serwera bez konieczności otwierania serwera.
Kontroler	Możliwość zastosowania kontrolera sprzętowego min. 16 portowego (16 dedykowanych linii SAS do podłączenia dysków SAS), obsługujący poziomy RAID co najmniej 0/1/10/.
Interfejsy sieciowe LAN i SAN	Minimum jedna karta LAN, Ethernet o min. przepustowości 25Gb/s ze złączami w standardzie SFP28 zainstalowana w slocie OCP 3.0 i/lub PCIe. Minimum jedna karta LAN, Ethernet o min. przepustowości 25Gb/s ze złączami w Standardzie SFP28 zainstalowana w slocie PCIe. Porty wyposażone we wkładki SFP28 25Gb/a SR.100m. Minimum jedna dwuportowa karta FC 32Gb wyposażona we wkładki SFP+32Gb FC SW.
Karta graficzna	Zintegrowana karta graficzna.
Porty	Min. 4 porty USB, w tym jeden port wewnętrzny, 1x VGA.
Chłodzenie i zasilanie	Zestaw wydajnych i redundantnych wentylatorów typu hot-plug. Redundantne zasilacze typu hot-plug o mocy min. 1800W każdy.
Diagnostyka i bezpieczeństwo	Serwer wyposażony w moduł TPM w wersji minimum 2.0 lub nowszy. Możliwość zainstalowania elektronicznego panelu diagnostycznego dostępnego z przodu serwera pozwalającego na uzyskanie informacji o stanie: procesora, pamięci, wentylatorów, zasilaczy oraz o temperaturze.
Karta/moduł zarządzający	Niezależny od systemu operacyjnego, posiadająca funkcjonalność: - monitorowania stanu podzespołów serwera: temperatury, zasilaczy, wentylatorów, procesorów, pamięci RAM, kontrolerów macierzowych i dysków (fizycznych i logicznych);

	- wsparcia dla pracy w trybie bez-agentowym – bez konieczności instalacji agentów zarządzania w systemie operacyjnym bazując na przekazywaniu alertów SNMP; - dostępu do karty zarządzającej poprzez dedykowany port RJ45 z tyłu serwera; Dostęp do karty możliwy: - z poziomu przeglądarki webowej (GUI), - poprzez interfejs IPMI 2.0 (Intelligent Platform Management Interface); Wbudowane narzędzia diagnostyczne; - wbudowany mechanizm zapisywania zdarzeń serwera i karty zarządzającej w tym włączanie/wyłączanie serwera, restart, zmiany w konfiguracji, logowanie użytkowników; - przesyłanie alertów poprzez e-mail; - obsługa zdalnego serwera logu systemowego (remote syslog); - wirtualna, zdalna konsola, tekstowa i graficzna, z dostępem do myszy i klawiatury oraz możliwością podłączenia napędów CD/DVD; - funkcja monitorowania i prezentowania poziomu zużycia dysków SSD; - mechanizm przechwytywania, nagrywania i odtwarzania sekwencji video dla ostatniej awarii; - funkcja zdalnej konsoli szeregowej SSH przez wirtualny port szeregowy; - monitorowanie poboru mocy przez serwer wraz z prezentacją danych historycznych poboru mocy za okres co najmniej ostatnich 6 dni; - konfiguracja maksymalnego poziomu pobieranej mocy przez serwer (ang. capping); - zdalna aktualizacja oprogramowania (ang. firmware); Możliwość równoczesnej obsługi przez min. 2 administratorów; Uwierzytelnianie dwuskładnikowa (Kerberos); Wsparcie dla Microsoft Active Directory; Obsługa TLS i SSH; Możliwość trwałego zablokowania dokonania obniżenia wersji oprogramowania układowego (ang. firmware) serwera; Wsparcie dla IPv4 oraz iPv6, obsługa SNMP v3 oraz RESTful API; Możliwość automatycznej konfiguracji sieci karty zarządzającej (DNS/DHCP).
Wsparcie dla systemów operacyjnych i systemów wirtualizacyjnych	Microsoft Windows Server 2019, 2022 i 2025; Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.x, 9.0 lub nowszy; SUSE Linux Enterprise Server (SLES) 15SP4 lub nowszy; VMware ESXi 7.0U3, 8.x lub nowsze.

1.8 Macierz Rack (1 szt.)

Opis	Wymagania
Typ obudowy	Macierz musi być przystosowana do montażu w szafie typu rack 19”.
Przestrzeń dyskowa	Macierz musi być wyposażona w minimum 12 dysków SSD NVMe. Nie dopuszcza się stosowania protokołu innego niż NVMe do obsługi dysków w macierzy. Nie dopuszcza się stosowania nośników dyskowych wykonanych w technologii QLC. Wymagane są dyski MLC lub TLC. Macierz musi udostępniać co najmniej 56 TB pojemności użytecznej bez uwzględniania mechanizmów deduplikacji i kompresji. Macierz musi mieć możliwość obsługi co najmniej 1 PB pojemności surowej (raw) na dyskach SSD NVMe (bez konieczności dodawania dodatkowych kontrolerów). Nie dopuszcza się wirtualizacji zewnętrznych pamięci masowych.
Sposób zabezpieczenia danych	Macierz musi posiadać mechanizm RAID zabezpieczający przed utratą spójności danych w przypadku jednoczesnej awarii dwóch dowolnych dysków. Rozłożenie dysków w macierzy musi zapewniać redundancję pozwalającą na nieprzerwaną pracę i dostęp do wszystkich danych w sytuacji awarii pojedynczego komponentu sprzętowego typu: dysk, port, kontroler, zasilacz, kabel. Macierz musi umożliwiać definiowanie dysków „spare” lub odpowiadającej im przestrzeni dyskowej „spare”. Wymagane zabezpieczenie minimum RAID-6.
Kontrolery macierzowe	Macierz All-NVMe wyposażona w minimum 2 kontrolery macierzowe obsługujące protokoły blokowe i pracujące w trybie ALUA (Asymmetric Logical Unit Access). Oba kontrolery muszą jednocześnie aktywnie obsługiwać wolumeny. Oprogramowanie macierzy musi rozkładać obsługę wolumenów pomiędzy kontrolery i dążyć do ich równomiernego obciążenia. Każdy z kontrolerów musi być wyposażony w wielordzeniowe procesory x86 (każdy w minimum **12** fizycznych rdzeni). Z uwagi na kompatybilność z systemami operacyjnymi oraz aplikacjami występującymi w środowisku Zamawiającego a listą rozkazów obsługiwanych przez procesory zainstalowane w oferowanym rozwiązaniu, Zamawiający zaakceptuje jedynie rozwiązania wyposażone w procesory firm Intel lub AMD. Zastosowany procesor musi wspierać standard PCIe min. Gen3. Każdy kontroler musi posiadać co najmniej 192GB pamięci RAM o szybkości co najmniej 2666MT/s. Kontrolery muszą obsługiwać protokół FC i NVMeoF-FC na portach FC.

Interfejsy	Macierz musi być wyposażona, w co najmniej 2 karty 4-portowe 32Gb z kompletem wkładek 32Gb SW (po 1 karcie na kontroler). Musi istnieć możliwość rozbudowy o dodatkowe 8 portów FC 32 Gb/s lub 4 porty Ethernet 10/25Gb
Sposób zarządzania	Zarządzanie macierzą musi być możliwe z poziomu interfejsu graficznego oraz linii poleceń. Oprogramowanie do zarządzania musi pozwalać na stałe monitorowanie stanu macierzy oraz umożliwiać konfigurowanie jej zasobów dyskowych. Narzędzie musi pozwalać na obserwację danych wydajnościowych oraz prezentację ich w postaci wykresów oraz czytelnych raportów. Wymagane jest monitorowanie bieżących parametrów pracy macierzy.
Konsola zarządzania	Możliwość zarządzania dostarczonymi macierzami ze wspólnej chmury zarządzającej HPE, z której zarządzana jest macierz Zamawiającego, **Greenlake for Block Storage** z jednego interfejsu.
Zarządzanie grupami dyskowymi oraz dyskami logicznymi	Macierz musi zapewniać możliwość dynamicznego zwiększania pojemności wolumenów logicznych oraz wielkości grup dyskowych (przez dodanie dysków) z poziomu kontrolera macierzowego bez przerywania dostępu do danych. Musi istnieć możliwość rozłożenia pojedynczego wolumenu logicznego na wszystkie dyski fizyczne macierzy (tzw. wide-striping) bez konieczności łączenia wielu różnych dysków logicznych w jeden większy.
Thin Provisioning	Macierz musi umożliwiać udostępnianie zasobów dyskowych do serwerów w trybie typu Thin Provisioning. Macierz musi umożliwiać odzyskiwanie przestrzeni dyskowych po usuniętych danych w ramach wolumenów typu Thin. Proces odzyskiwania danych musi być automatyczny, bez konieczności uruchamiania dodatkowych procesów na kontrolerach macierzowych (wymagana obsługa standardu T10 SCSI UNMAP).
Wewnętrzne kopie migawkowe	Macierz musi umożliwiać dokonywanie na żądanie tzw. migawkowej kopii danych (snapshot, point-in-time) w ramach macierzy za pomocą wewnętrznych kontrolerów macierzowych. Wymagany jest mechanizm. Redirect-on-wite (ROW) lub Copy-on-write.
Zdalna replikacja danych	Macierz musi umożliwiać zdalną replikację danych typu online do innej macierzy z tej samej rodziny z wykorzystaniem protokołu FC i IP. Replikacja musi być wykonywana na poziomie kontrolerów oraz bez obciążania serwerów podłączonych do macierzy. Musi istnieć możliwość jednoczesnej natywnej replikacji w trybach: synchronicznym i/lub asynchronicznym. Oprogramowanie musi zapewniać funkcjonalność zawieszania i ponownej przyrostowej resynchronizacji kopii z oryginałem oraz zamiany ról oryginału i kopii (dla określonej pary wolumenów logicznych) z poziomu interfejsu administratora.

Ciągła dostępność do danych	Macierz musi umożliwiać replikowanie danych z drugą taką macierzą **zapewniając** integrację z co najmniej Microsoft Cluster Service oraz platformą wirtualizacyjną VMware (VMware vSphere Metro Storage Cluster). Rozwiązanie musi umożliwiać hostom jednoczesny zapis do obu macierzy dla tego samego wolumenu
Zarządzanie wydajnością	Macierz musi umożliwiać konfigurację gwarancji wydajności typu QoS w postaci ustawień kilku poziomów priorytetów obsługi.
Replikacja	Macierz musi umożliwiać (w momencie dostawy) zestawienie replikacji synchronicznej z posiadaną przez Zamawiającego macierzą **HPE Greenlake for Blocks Storage.** Nie dopuszcza się urządzeń pośredniczących (takich jak dodatkowe serwery, appliance, macierze) między synchronizującymi się macierzami. Wymaga się aby klaster macierzy Zamawiającego oraz dostarczonej macierzy umożliwiał replikację synchroniczną VMware vSphere Metro Storage Cluster.
Testy działania oraz weryfikacja parametrów operacyjnych	Macierz musi umożliwiać jednoczesne podłączenie wielu serwerów w trybie wysokiej dostępności (co najmniej dwoma ścieżkami). Macierz musi wspierać podłączenie następujących systemów operacyjnych dla protokołu FC: Windows Server 2022, Red Hat 9.x, VMware 8.x, SLES 15. Macierz musi wspierać podłączenie następujących systemów operacyjnych dla protokołu NVMeoF-FC: Red Hat 9.x, VMware 8.x
Wysoka dostępność	Macierz nie może posiadać pojedynczego punktu awarii, który powodowałby brak dostępu do danych. Musi być zapewniona pełna redundancja komponentów, w szczególności zdublowanie kontrolerów, zasilaczy i wentylatorów. Macierz musi umożliwiać wymianę elementów systemu w trybie „hot-swap", a w szczególności takich, jak: dyski, kontrolery, zasilacze, wentylatory. Macierz musi mieć możliwość zasilania z dwóch niezależnych źródeł zasilania – odporność na zanik zasilania jednej fazy lub awarię jednego z zasilaczy macierzy. Macierz musi umożliwiać wykonywanie aktualizacji mikro kodu macierzy w trybie online bez wyłączania żadnego z interfejsów macierzy. Macierz musi umożliwiać zdalne zarządzanie macierzą oraz automatyczne informowanie centrum serwisowego o awarii. Producent macierzy musi gwarantować **min. 99.9999%** dostępność do danych dla pojedynczej macierzy. Wymagane potwierdzenie na publicznej stronie producenta na żądanie Zamawiającego.

1.9 Deduplikator Rack (1 szt.)

Opis	Wymagania
Definicja	Urządzenie musi być kompletnym rozwiązaniem sprzętowym typu „appliance", pochodzącym od jednego producenta. Nie dopuszcza się rozwiązania zbudowanego z niezależnych komponentów sprzętowo-programowych. Urządzenie powinno być oficjalnie dostępne w ofercie producenta przed ukazaniem się niniejszego postepowania.
Typ obudowy	Urządzenie musi być przystosowane do montażu w szafie rack 19".
Przestrzeń dyskowa na dane	Urządzenie musi oferować minimum **96TB** przestrzeni użytkowej dla danych (bez deduplikacji).
Bezpieczeństwo danych	Dane przechowywane w obrębie podsystemu dyskowego urządzenia muszą być chronione za pomocą mechanizmu RAID zabezpieczającej przed utratą spójności danych w przypadku jednoczesnej awarii dwóch dowolnych dysków. Urządzenie musi weryfikować ewentualne przekłamanie danych w wyniku działań systemu plików/mechanizmów RAID zaimplementowanych w urządzeniu. Wymaga się, aby urządzenie sprawdzało sumy kontrolne zapisywanych fragmentów danych po przejściu danych przez system plików / mechanizmy RAID. Urządzenie musi automatycznie rozpoznawać i naprawiać błędy w locie. Urządzenie musi umożliwiać bezpieczne usuwanie danych poprzez mechanizm nadpisania przeterminowanych danych. Jeżeli dla realizacji powyższych funkcjonalności wymagane są dodatkowe licencje, należy je dostarczyć dla nieograniczonej pojemności dostarczanego urządzenia.
Możliwość rozbudowy	Urządzenie musi mieć możliwość rozbudowy pojemności użytkowej dla danych do co najmniej 180TiB (bez deduplikacji).
Interfejsy do hostów	Urządzenie musi posiadać minimum: 1 port Ethernet 1 Gb/s BaseT na cele zarządzania; 2 porty Ethernet 10 Gb/s SFP+. Do każdego z portów należy dostarczyć wkładkę SFP+. 2 porty FC 32Gb/s wyposażone we wkładki SW. Urządzenie musi umożliwiać co najmniej podwojenie liczby portów Ethernet 10 Gb/s
Wydajność	Urządzenie musi osiągać w maksymalnej konfiguracji wydajność backupu co najmniej 25 TB/hr z wykorzystaniem deduplikacji na źródle (dane podawane przez producenta). Urządzenie nie może zmniejszać swojej wydajności w czasie przybywania kolejnych danych. Urządzenie musi pozwalać na jednoczesną obsługę minimum **75 strumieni** (zapis danych, odczyt danych, replikacja danych).

Sposób udostępniania zasobów	Urządzenie musi umożliwiać jednoczesny dostęp do całej pojemności urządzenia protokołami CIFS, NFS, i deduplikacja na źródle (OST/Boost/Catalyst) dla interfejsów Ethernet. Urządzenie musi posiadać obsługę mechanizmów deduplikacji dla danych otrzymywanych wszystkimi protokołami (CIFS, NFS, deduplikacja na źródle) przechowywanych w obrębie urządzenia. Jeżeli dla realizacji powyższych funkcjonalności wymagane są dodatkowe licencje, należy je dostarczyć dla nieograniczonej pojemności dostarczanego urządzenia.
Deduplikacja danych	Urządzenie musi deduplikować dane inline przed zapisem na nośnik dyskowy. Technologia deduplikacji musi wykorzystywać algorytm bazujący na zmiennym, dynamicznym bloku. Algorytm ten musi samoczynnie i automatycznie dopasowywać się do otrzymywanego strumienia danych. Oznacza to, że urządzenie musi dzielić otrzymany pojedynczy strumień danych na bloki o różnej długości. Proces deduplikacji musi odbywać się inline – w pamięci urządzenia, przed zapisem danych na nośnik dyskowy. Rozwiązanie nie może w żadnej fazie korzystać (w całości lub częściowo) z dodatkowego bufora na składowanie danych w postaci oryginalnej (niezdeduplikowanej). Wszystkie unikalne, zdeduplikowane bloki przed zapisaniem na dysk muszą być kompresowane. Jeżeli dla realizacji powyższych funkcjonalności wymagane są dodatkowe licencje, należy je dostarczyć dla nieograniczonej pojemności dostarczanego urządzenia.
Replikacja danych	Urządzenie musi umożliwiać replikację danych do drugiego urządzenia. Replikacja musi się odbywać w trybie asynchronicznym. Transmitowane muszą być tylko te fragmenty danych (bloki), które nie znajdują się na docelowym urządzeniu. W przypadku wykorzystania portów Ethernet do replikacji urządzenie musi umożliwiać przyjmowanie backupów, odtwarzanie danych, przyjmowanie strumienia replikacji, wysyłanie strumienia replikacji tymi samymi portami. Musi istnieć możliwość ograniczenia pasma używanego do replikacji między dwoma urządzeniami. Zarządzanie całym procesem kopiowania danych oraz wszystkimi kopiami musi być możliwy z poziomu Oprogramowania backupowego lub interfejsu urządzenia. Jeżeli dla realizacji powyższych funkcjonalności wymagane są dodatkowe licencje, należy je dostarczyć dla nieograniczonej pojemności dostarczanego urządzenia
Replikacja danych cd.	Zamawiający wymaga aby dostarczone urządzenie zapewniało replikację asynchroniczną z posiadanym przez Zamawiającego deuplikatorem **HPE StoreOnce 3660**. Replikacja ma być zgodna z wymaganiami zawartymi w pkt. 10.

Szyfrowanie danych	Urządzenie musi mieć zaimplementowaną funkcjonalność wewnętrznego mechanizmu szyfrowania danych AES-256 realizowaną na poziomie urządzenia przy pomocy stosownego algorytmu. Jeżeli dla realizacji powyższych funkcjonalności wymagane są dodatkowe licencje, należy je dostarczyć dla nieograniczonej pojemności dostarczanego urządzenia
Usuwanie przeterminowanych danych	Urządzenie musi automatycznie usuwać przeterminowane dane (bloki danych nienależące do backupów o aktualnej retencji) w procesie czyszczenia. Proces usuwania przeterminowanych danych (czyszczenia) nie może uniemożliwiać pracy procesów backupu i odtwarzania danych.
Sposób zarządzania	Urządzenie musi mieć możliwość zarządzania poprzez interfejs graficzny dostępny z przeglądarki internetowej. Oprogramowanie do zarządzania musi rezydować na oferowanym na urządzeniu deduplikacyjnym. Urządzenie musi umożliwiać ustawienie powiadomień administratora o problemach w urządzeniu za pomocą poczty elektronicznej. Wbudowany interfejs do zarządzania musi umożliwiać zarządzanie innymi urządzeniami tego samego typu. Przez zarządzanie należy rozumieć monitorowanie stanu zdrowia urządzenia, używanej i dostępnej pojemności, wydajności (przepustowość interfejsów sieciowych, obciążenie CPU, wydajność wykonywania kopii zapasowych), tworzenie, wystawianie i usuwanie zasobów pamięci masowej na cele kopii danych, wysyłanie alertów za pomocą e-mail.
Konsola zarządzająca	Urządzenie musi być zarządzalne przez konsolę posiadanego przez Zamawiającego deduplikatora HPE StoreOnce 3660. Zarządzanie musi spełniać minimalnie poniższą funkcjonalność: - monitorowanie stanu zdrowia urządzenia, - używanej i dostępnej pojemności, - wydajność (przepustowość interfejsów sieciowych, obciążenie CPU, wydajność wykonywania kopii zapasowych), - tworzenie, wystawianie i usuwanie zasobów pamięci masowej na cele kopii danych, - wysyłanie alertów za pomocą e-mail.
Kompatybilność	Urządzenie musi wspierać (wymagane formalne wsparcie producenta urządzenia) aplikacje backupujące bezpośrednio na oferowane urządzenie. W przypadku przyjmowania backupów dla wspieranych aplikacji kopii zapasowych, urządzenie musi umożliwiać deduplikację na źródle i przesłanie tylko nowych, unikalnych bloków danych poprzez sieć FC i Ethernet. W przypadku oprogramowania Veeam oferowane urządzenie musi wspierać możliwość zablokowania modyfikacji/usunięcia kopii

	zapasowych na zdefiniowany czas jako przykład ochrony przez ransomware (WORM Storage).
Redundancja	Redundantne zasilacze i wentylatory.

1.10 Przełącznik SAN (2 szt.)

Opis	Wymagania minimalne
Rodzaj przełącznika	Przełącznik musi być wykonany w technologii FC minimum 32 Gb/s i zapewniać możliwość pracy portów FC z prędkościami 32, 16, 8, 4 Gb/s w zależności od rodzaju zastosowanych wkładek SFP+.
Wydajność	Wszystkie zaoferowane porty przełącznika muszą umożliwiać działanie bez tzw. oversubscrypcji, gdzie wszystkie porty w maksymalnie rozbudowanej konfiguracji przełącznika mogą pracować równocześnie z pełną prędkością 32 Gb/s. Całkowita przepustowość przełącznika musi wynosić minimum 768 Gb/s end-to-end. Oczekiwana wartość opóźnienia przy przesyłaniu ramek FC między dowolnymi portami przełącznika nie może być większa niż 900 ns.
Liczba portów	Przełącznik musi posiadać minimum 16 aktywnych portów FC obsadzonych wkładkami 32Gb/s SFP+ SW z możliwością rozbudowy do 24 portów za pomocą odpowiedniej licencji i dodatkowych wkładek optycznych.
Dodatkowe wkładki	Wraz z przełącznikiem należy dostarczyć 2 szt. wkładek jednomodowych 32Gb SFP Long Wave 10km, kompatybilnych z przełącznikiem.
Rodzaj obsługiwanych portów	Co najmniej: E, F, Diagnostic Port.
Kable optyczne	Przełącznik musi zostać dostarczony z kompletem kabli optycznych LC-LC klasy OM4 o długości minimum 5m przeznaczonych dla wszystkich aktywnych portów FC wyposażonych we wkładki SFP.
Typ obudowy	Przełącznik musi być przystosowany do montażu w szafie typu rack 19”, o wysokości maksymalnie 1U.
Zasilanie	Maksymalny dopuszczalny pobór mocy przełącznika wyposażonego w 24 aktywne porty 32Gb/s to 80W. Maksymalna ilość ciepła wydzielanego przez przełącznik wyposażony w 24 aktywne porty 32Gb/s to 250 BTU na godzinę.
Agregacja połączeń	Przełącznik musi być wyposażony w mechanizm agregacji połączeń ISL między dwoma przełącznikami i tworzenia w ten sposób logicznych połączeń typu ISL Trunk o przepustowości minimum 256 Gb/s (dla wkładek 32Gbps). Load balancing ruchu między fizycznymi połączeniami ISL w ramach połączenia logicznego typu trunk musi być realizowany na poziomie pojedynczych ramek FC, a połączenie logiczne musi zachowywać kolejność przesyłanych ramek. Jeśli powyższa funkcjonalność wymaga dodatkowych licencji, dostarczenie i aktywacja ich jest wymagana
Połączenia ponad 10km	Przełącznik musi mieć możliwość instalacji wkładek SFP umożliwiających bezpośrednie połączenie (bez dodatkowych urządzeń pośredniczących) z innymi przełącznikami na odległość minimum 25 km z prędkością 16Gb/s.

	Przełącznik musi zapewnić możliwość przydzielenia, co najmniej 1 700 tzw. buffer credits do pojedynczego portu FC przełącznika. Jeśli powyższa funkcjonalność wymaga dodatkowych licencji, dostarczenie ich i aktywacja jest wymagana.
Balansowanie ruchem	Przełącznik musi wspierać mechanizm balansowania ruchu pomiędzy co najmniej 16 różnymi połączeniami o tym samym koszcie wewnątrz wielodomenowych sieci fabric, przy czym balansowanie ruchu musi odbywać się w oparciu o 3 parametry nagłówka ramki FC: DID, SID i OXID.
Agregacja i balansowanie ruchu	Przełącznik musi zapewniać jednoczesną obsługę mechanizmów ISL Trunk oraz balansowania ruchu w oparciu o DID/SID/OXID. Jeśli powyższa funkcjonalność wymaga dodatkowych licencji, dostarczenie ich i aktywacjajest wymagana
Zoning	Przełącznik musi realizować sprzętową obsługę zoningu (przez tzw. układ ASIC) na podstawie portów i adresów WWN
Aktualizacja przełącznika	Przełącznik musi mieć możliwość wymiany i aktywacji wersji firmware'u (zarówno na wyższą wersję jak i niższą) w czasie pracy urządzenia i bez zakłócenia przesyłanego ruchu FC
Bezpieczeństwo	Przełącznik musi wspierać mechanizmy zwiększające poziom bezpieczeństwa: - uwierzytelnianie przełączników w sieci fabric za pomocą protokołów DH-CHAP i FCAP; - mechanizm tzw. Fabric Binding, który umożliwia zdefiniowanie listy kontroli dostępu regulującej prawa przełączników do uczestnictwa w sieci fabric; - uwierzytelnianie urządzeń końcowych w sieci fabric za pomocą protokołu DH-CHAP; - szyfrowanie połączenia z konsolą administracyjną (wsparcie dla SSHv2); - definiowanie wielu kont administratorów z możliwością ograniczenia ich uprawnień za pomocą mechanizmu tzw. RBAC (Role Based Access Control); - definiowane kont administratorów w środowisku RADIUS i LDAP w MS Active Directory, Open LDAP, TACACS+; - szyfrowanie komunikacji narzędzi administracyjnych za pomocą SSL/HTTPS; - obsługa minimum SNMP v3; - IP Filter dla portu administracyjnego przełącznika; - wgrywanie nowych wersji firmware przełącznika z wykorzystaniem bezpiecznych protokołów SCP oraz SFTP; - wykonywanie kopii bezpieczeństwa konfiguracji przełącznika z wykorzystaniem bezpiecznych protokołów SCP oraz SFTP.
Sposób zarządzania	Przełącznik musi mieć możliwość konfiguracji przez polecenia tekstowe w interfejsie znakowym konsoli terminala oraz przeglądarkę internetową z interfejsem graficznym lub dedykowane

	oprogramowanie. Interfejs graficzny oprogramowania musi umożliwiać podstawową konfigurację przełącznika, diagnostykę połączeń, konfigurację portów, konfigurację połączeń pomiędzy hostami a macierzami, analizę błędów ramek, analizę wszystkich połączeń FC, które obsługuje przełącznik, tworzenie użytkowników, wykonywanie kopii konfiguracji przełącznika.
Diagnostyka i analiza ruchu FC	Przełącznik musi być wyposażony w następujące narzędzia diagnostyczne i mechanizmy obsługi ruchu FC: - logowanie zdarzeń poprzez mechanizm „syslog”, - ciągłe monitorowanie parametrów pracy przełącznika, portów, wkładek SFP i sieci fabric z automatycznym powiadamianiem administratora (e-mail), wyłączeniem pracy portu lub przesunięciem przepływów tzw. slow drain na niski priorytet w przypadku przekroczenia zdefiniowanych wartości granicznych (jeśli funkcjonalność ta wymaga dodatkowych licencji dostarczenie ich i aktywacja jest wymagana); - port diagnostyczny, tzw. D_port, który umożliwia wykonanie testów sprawdzających komunikację portu przełącznika z wkładką SFP, połączenie optyczne pomiędzy dwoma przełącznikami, testowe obciążenie połączenia pełną przepustowością 32Gb/s oraz pomiar opóźnienia i odległości między przełącznikami z dokładnością do 5m dla wkładek SFP 32Gb/s (testy wykonywane przez port diagnostyczny nie mogą wpływać w żaden sposób na działanie pozostałych portów przełącznika i całej sieci fabric); - FCping; - FC traceroute; - kopiowanie danych wymienianych pomiędzy dwoma wybranymi portami na inny wybrany port przełącznika; - mechanizm sprzętowego monitorowania przepływów danych dla wskazanych jak i automatycznie wykrywanych par urządzeń komunikujących się przez dany port przełącznika (jeśli funkcjonalność ta wymaga dodatkowych licencji, dostarczenie ich i aktywacja jest wymagana); - mechanizm sprzętowego generatora ruchu umożliwiającego symulowanie komunikacji w wielodomenowych sieciach SAN bez konieczności angażowania fizycznych urządzeń, takich jak serwery lub macierze dyskowe (jeśli funkcjonalność ta wymaga dodatkowych licencji, dostarczenie ich i aktywacja jest wymagana); - mechanizm umożliwiający kopiowanie pierwszych 64 bajtów ramek dla wybranych przepływów danych do pamięci lokalnej przełącznika w celu dalszej analizy (jeśli funkcjonalność ta wymaga dodatkowych licencji, dostarczenie ich i aktywacja jest wymagana);

	- mechanizm umożliwiający sprzętowe identyfikowanie ramek FC oznaczonych parametrem VM ID oraz integrację tego mechanizmu z systemami monitorowania przepływów danych w szczególności w zakresie przepustowości, liczby zapisów i odczytów na sekundę oraz opóźnień operacji zapisu i odczytu (jeśli funkcjonalność ta wymaga dodatkowych licencji, dostarczenie ich i aktywacja jest wymagana).
Dostęp	Przełącznik musi zapewnić możliwość jego zarządzania przez zintegrowany port Ethernet, port szeregowy oraz inband IP-over-FC.
Wsparcie SMI-S	Przełącznik musi zapewniać wsparcie dla standardu zarządzającego SMI-S.
Obsługa NVMe	Przełącznik musi zapewniać obsługę protokołu NVMe over FC.
Kategoryzacja ruchu	Przełącznik musi realizować kategoryzację ruchu między parami urządzeń (initiator – target) oraz przydzielenie takich par urządzeń do kategorii o wysokim, średnim lub niskim priorytecie. Konfiguracja przydziału do różnych klas priorytetów musi się odbywać za pomocą standardowych narzędzi do konfiguracji zoningu. Przełącznik musi realizować kategoryzację ruchu na podstawie wartości parametru CS_CTL w nagłówku ramki FC oraz odpowiednie przydzielenie ramki do kategorii o wysokim, średnim lub niskim priorytecie
Obsługa NPIV	Wsparcie dla N_Port ID Virtualization (NPIV). Obsługa co najmniej 255 wirtualnych urządzeń na pojedynczym porcie przełącznika
Kompatybilność	Pełna kompatybilność z aktualnie posiadanymi przełącznikami Zamawiającego
Dodatkowe licencje	Zamawiający wymaga dodatkowo dostarczenia licencji wieczystych umożliwiających funkcjonalność Extended Fabric dla 2 szt. posiadanych przełączników SAN HPE SN3600B 32Gb.

4. Szczegółowy opis realizacji Przedmiotu zamówienia

4.1. Modernizacja serwerowni w PDC

1) W ramach realizacji Przedmiotu Umowy Wykonawca w zakresie prac w PDC:
   a) Dostarczy 2 przełączniki rdzeniowe TYP 1
   b) Dostarczy 2 przełączniki dystrybucyjne TYP 2
   c) Dostarczy 2 przełączniki dystrybucyjne TYP 3
   d) Dostarczy 8 przełączników dostępowych TYP 4
   e) Dostarczy 2 przełączniki dostępowe 24 portów 1GB Ethernet do działu IT TYP 5
   f) Zamontuje dostarczone przełączniki we wskazanych miejscach w szafach rack (z wyłączeniem przełączników TYP 5), wykona połączenia fizyczne LAN pomiędzy przełącznikami oraz wykona ich inicjalnego uruchomienia
   g) Dokona aktualizacji dostarczonych urządzeń do najnowszych rekomendowanych wersji firmware
   h) Dokona przeniesienia konfiguracji logicznej sieci LAN na nowo dostarczone przełączniki sieciowe w PDC. Zamawiający zapewni dostęp do bieżącej konfiguracji

urządzeń sieciowych podlegających wymianie w ramach realizacji zamówienia po podpisaniu Umowy z Wykonawcą.

i) Wykona testy działania przełączników oraz weryfikację parametrów
j) Dokona aktywacji niezbędnych licencji
k) Dokona aktualizacji posiadanych w PDC urządzeń, wchodzących w skład infrastruktury serwerowej: macierz HPE Alletra MP (1 szt.), deduplikator HPE StoreOnce 3660 (1 szt.), przełączniki SAN HPE SN3600B (2 szt.), serwery HPE ProLiant DL365 Gen11 (4 szt.), przełączniki HPE Aruba Networking CX 6200F 48G 4SFP+ (2 szt.) do najnowszej rekomendowanej wersji firmware

4.2. Instalacja i konfiguracja SDC

4.2.1. W ramach realizacji Przedmiotu Umowy Wykonawca w zakresie prac w SDC:

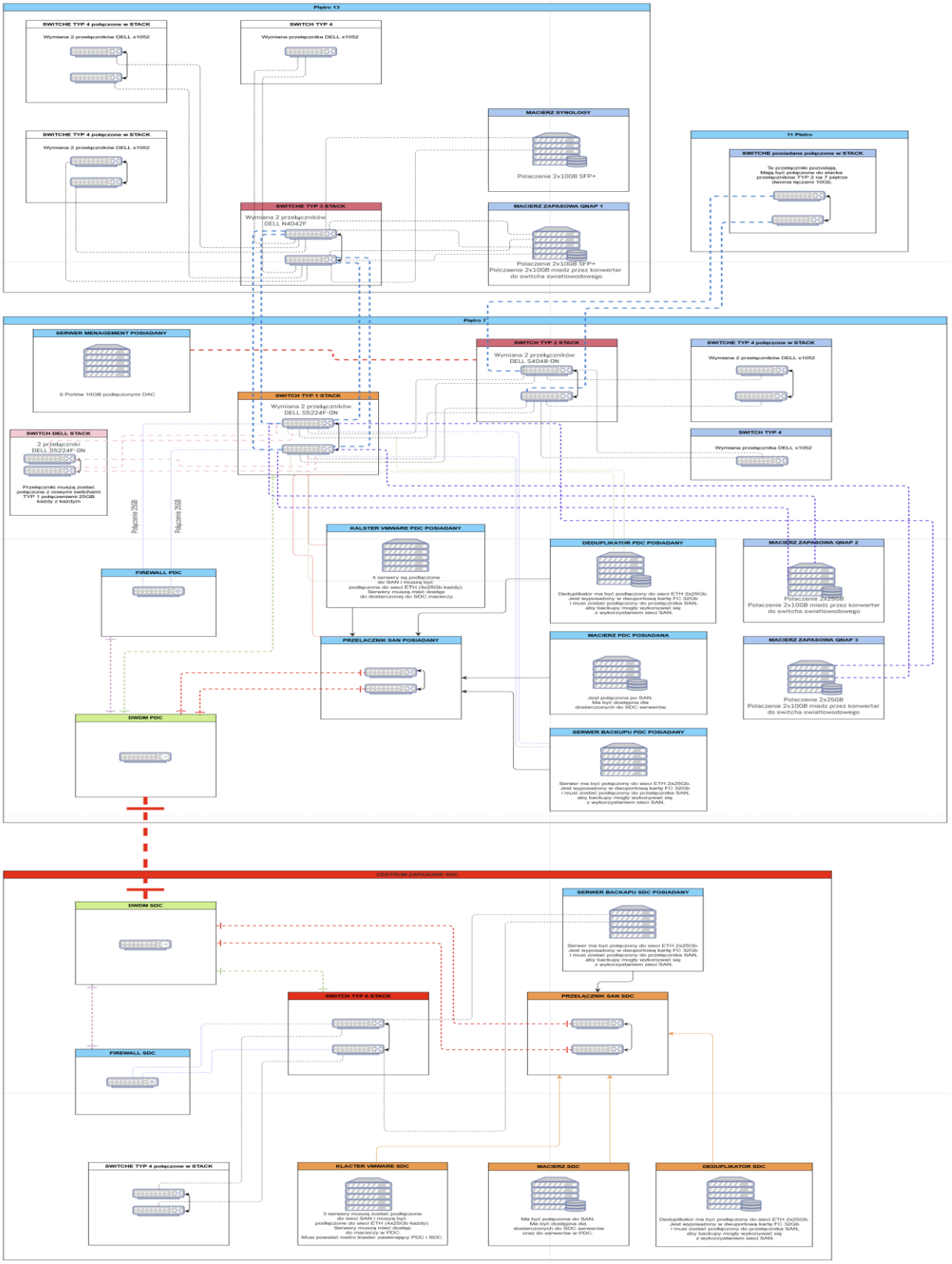
a) Dostarczy 3 urządzenia Serwer Rack
b) Dostarczy 1 urządzenie Macierz Rack.,
c) Dostarczy 1 urządzenie Deduplikator Rack
d) Dostarczy 2 urządzenia Przełącznik SAN
e) Dostarczy 2 urządzenia TYP 6
f) Dostarczy 2 przełączniki TYP 4
g) Zamontuje dostarczone urządzenia we wskazanych miejscach w szafie rack, wykona połączenia fizyczne LAN/SAN pomiędzy urządzeniami oraz dokona ich inicjalnego uruchomienia
h) Dokona aktualizacji dostarczonych do SDC urządzeń do najnowszej rekomendowanej wersji firmware
i) wykona konfigurację sieci LAN i SAN w SDC, pozwalającą na prawidłowe funkcjonowanie dostarczonych urządzeń serwerowych
j) Wykona testy działania przełączników oraz weryfikację parametrów
k) Dokona aktywacji niezbędnych licencji

4.3. Połączenie między PDC a SDC

4.3.1. W ramach realizacji Przedmiotu Umowy Wykonawca zrealizuje niezbędne do uruchomienia połączenia pomiędzy PDC i SDC zadania:

a) Wykona konfigurację macierzy HPE Alletra MP, przełączników SAN oraz sieci SAN i LAN w PDC i SDC, umożliwiającą uruchomienie replikacji synchronicznej pomiędzy macierzami oraz zapewniającą wszystkim hostom w sieci SAN na dostęp i montowanie zasobów udostępnionych na wszystkich macierzach w sieci SAN w PDC i SDC
b) Wykona konfigurację deduplikatora HPE StoreOnce 3660 oraz sieci SAN i LAN w PDC i SDC, umożliwiającą uruchomienie replikacji asynchronicznej pomiędzy deduplikatorami
c) Wykona instalację i rekonfigurację posiadanego przez Zamawiającego systemu backapów, umożliwiającą prawidłowe działanie zarówno w PDC jak i SDC w sieci LAN i SAN przy wykorzystaniu posiadanych dedykowanych serwerów fizycznych
d) Skonfiguruje metro klaster VMware pomiędzy SDC a PDC
e) Wykona test przełączenia usług z PDC na SDC oraz z SDC na PDC
f) Opracuje dokumentację procedury przełączania z PDC na SDC i odwrotnie

4.4. Rysunek bieżącej infrastruktury w PDC i planowanej w SDC z opisem



- Na urządzeniach sieciowych znajdujących się w PDC, skonfigurowane są obecnie 32

VLAN-y. Dostęp do konfiguracji urządzeń sieciowych będzie zapewniony dla Wykonawcy po podpisaniu Umowy.

- Macierze Qnap znajdujące się w PDC posiadają porty miedziane RJ45 o prędkości 10GB i do ich połączenia ze switchami światłowodowymi potrzebne będą odpowiednie konwertery lub wkładki optyczne SFP+ ze złączem RJ45.
- Switch DELL STACK to dotychczasowe switche corowe znajdujące się w PDC, które pozostaną w użytku w celu obsługi ruchu ze starszej infrastruktury serwerowej wykorzystującej Storage iSCSI do momentu jej wygaszenia. Należy zapewnić połączenie tych switchy z nowymi switchami corowymi TYP 1, które będą zainstalowane w PDC, połączeniami przedstawionymi na rysunku (4x25GB).