

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Dostawa sprzętu sieciowego do Instytutu Łączności – Państwowego Instytutu Badawczego

I. Wymagania ogólne

1. Przedmiotem zamówienia jest dostawa sprzętu sieciowego do Instytutu Łączności – Państwowego Instytutu Badawczego, ul. Szachowa 1, 04-894 Warszawa.
2. Wszystkie urządzenia muszą być fabrycznie nowe i posiadać oznaczenie CE producenta.
3. Jeśli w wymaganiach szczegółowych nie wskazano inaczej, dostarczany sprzęt musi być objęty min. pięcioletnią gwarancją producenta NBD (Next Business Day). Zamawiający rozumie przez to gwarancję naprawy lub wymiany sprzętu na nowy w następnym dniu roboczym od momentu zgłoszenia awarii. Naprawa lub wymiana sprzętu na nowy musi mieć miejsce w siedzibie Zamawiającego.
4. Bieg gwarancji rozpoczyna się z dniem dostawy. W dniu dostawy Wykonawca dostarczy niezbędne dokumenty gwarancyjne.
5. W ramach gwarancji/wsparcia serwisowego:
 - a. wykonawca udostępni pojedynczy punkt przyjmowania zgłoszeń przez telefon, fax, email
 - b. zgłoszenia będą przyjmowane i obsługiwane przez całą dobę (w trybie 24x7x365)
 - c. usunięcie usterki (naprawa lub wymiana wadliwego podzespołu lub urządzenia) zostanie wykonana przez wykonawcę w następnym dniu roboczym. (realizacja napraw sprzętowych będzie realizowana w trybie 8x5xNBD)
 - d. w okresie gwarancji wykonawca zapewni dostęp do aktualizacji oprogramowania do najnowszej oraz rekomendowanej przez producenta.
6. Wykonawca zobowiązany jest załączyć do oferty szczegółowy opis techniczny i funkcjonalny oferowanych produktów wskazujące w szczególności oferowany typ, rodzaj, model, producenta, numer katalogowy, charakterystykę produktu oraz dokładne nazwy oraz wersje oferowanego oprogramowania/licencji pozwalające na ocenę zgodności oferowanego przedmiotu zamówienia z wymaganiami SIWZ.
7. Ilekroć w opisie przedmiotu zamówienia użyte zostało określenie standardu, Zamawiający dopuszcza zastosowanie tego standardu lub równoważnego.

II. Wymagania szczegółowe

Dostawa obejmuje:

A. Dwa (2) przełączniki Multigigabit Ethernet PoE 48 portów o następujących minimalnych parametrach technicznych:

1. Liczba portów – 48 portów RJ-45 PoE+ oraz 4 porty SFP+ w tym:
 - a) 12 portów RJ-45 Multigigabit 10G/5G/2.5G/1G/100M,
 - b) 36 portów RJ-45 1G/100M.
2. Porty SFP/SFP+ możliwe do obsadzenia następującymi rodzajami wkładek:
 - a) Gigabit Ethernet 1000Base-T,
 - b) Gigabit Ethernet 1000Base-SX,
 - c) Gigabit Ethernet 1000Base-LX/LH,
 - d) Gigabit Ethernet 1000Base-BX-D/U,
 - e) 10Gigabit Ethernet 10GBase-SR,
 - f) 10Gigabit Ethernet 10GBase-LR,

- g) 10Gigabit Ethernet 10GBase-BX-D/U,
 - h) 10Gigabit Ethernet typu twinax (SFP+ - SFP+).
3. Możliwość połączenia przełączników w stos z zapewnieniem następujących funkcjonalności:
- a) przepustowość w ramach stosu – 80Gb/s,
 - b) możliwość połączenia do 8 urządzeń w stosie,
 - c) zarządzanie poprzez jeden adres IP,
 - d) możliwość tworzenia połączeń cross-stack Link Aggregation (czyli dla portów należących do różnych jednostek w stosie) zgodnie z IEEE 802.3ad,
 - e) Urządzenia powinny móc dać się połączyć w stos z posiadanymi przez zamawiającego urządzeniami C9200L-48P-4X,
4. Zasilanie i chłodzenie
- a) dwa redundantne zasilacze dostarczające co najmniej:
 - 740W dla PoE w przypadku pracy jednego zasilacza,
 - 1440W dla PoE w przypadku pracy dwóch zasilaczy,
 - b) możliwość wymiany zasilaczy na gorąco,
 - c) możliwość podtrzymania zasilania z portów PoE podczas restartu urządzenia,
 - d) wsparcie IEEE 802.3az EEE (redukcja zużycia energii dla portów w stanie bezczynności),
 - e) redundantne i wymienne moduły wentylatorów.
5. Parametry wydajnościowe:
- a) szybkość przełączania zapewniająca pracę z pełną wydajnością wszystkich interfejsów - również dla pakietów 64-bajtowych (przełącznik line-rate):
 - przepustowość przełącznika (switching capacity):
 - minimum 390 Gb/s (bez podłączenia do stosu),
 - minimum 470 Gb/s (z podłączeniem do stosu),
 - prędkość przesyłania (forwarding rate):
 - 290 Mpps (bez podłączenia do stosu),
 - 350 Mpps (z podłączeniem do stosu).
 - b) obsługa minimum:
 - 512 aktywnych sieci VLAN,
 - 16 000 adresów MAC,
 - 3 000 tras IPv4,
 - 1 500 tras IPv6,
 - 1 500 wpisów w listach kontroli dostępu Security ACL,
 - 1 000 wpisów w listach kontroli dostępu QoS ACL,
 - 512 interfejsów SVI L3,
 - 48 połączeń zagregowanych typu „port channel”,
 - 16 linków w ramach jednego połączenia zagregowanego typu „port channel” LACP
 - c) obsługa jumbo frame 9198 B.
6. Obsługa protokołu NTP.
7. Obsługa IGMPv1/2/3 i MLDv1/2 Snooping.
8. Spanning Tree
- a) obsługa IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree,
 - b) obsługa Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+),
 - c) IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree,
 - d) obsługa 64 instancji protokołu STP.
9. Obsługa protokołu LLDP (IEEE 802.1ab) i LLDP-MED.

10. Funkcjonalność Layer 2 traceroute umożliwiaiąca śledzenie fizycznej trasy pakietu o zadanym źródłowym i docelowym adresie MAC.
11. Obsługa funkcji Voice VLAN umożliwiaiącej odseparowanie ruchu danych i ruchu głosowego
12. Możliwość uruchomienia funkcji serwera DHCP.
13. Obsługa mechanizmów związanych z bezpieczeństwem sieci:
 - a) wiele poziomów dostępu administracyjnego poprzez konsolę; przełącznik umożliwia zalogowanie się administratora z konkretnym poziomem dostępu zgodnie z odpowiedzią serwera autoryzacji (privilege-level),
 - b) autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN,
 - c) autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania listy ACL,
 - d) obsługa funkcji Guest VLAN umożliwiaiąca uzyskanie gościnnego dostępu do sieci dla użytkowników bez suplikanta 802.1X,
 - e) możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC,
 - f) możliwość uwierzytelniania użytkowników w oparciu o portal WWW dla klientów bez suplikanta 802.1X,
 - g) możliwość uwierzytelniania wielu użytkowników na jednym porcie oraz możliwość jednoczesnego uwierzytelniania na porcie telefonu IP i komputera PC podłączonego za telefonem,
 - h) możliwość obsługi żądań Change of Authorization (CoA) zgodnie z RFC 5176,
 - i) funkcjonalność flexible authentication (możliwość wyboru kolejności uwierzytelniania – 802.1X/uwierzytelnianie w oparciu o MAC adres/uwierzytelnianie w oparciu o portal www),
 - j) obsługa funkcji Port Security, DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection oraz IP Source Guard,
 - k) zapewnienie podstawowych mechanizmów bezpieczeństwa IPv6 na brzegu sieci (IPv6 FHS) – w tym minimum ochronę przed rozgłaszaniem fałszywych komunikatów Router Advertisement (RA Guard) i ochronę przed dołączeniem nieuprawnionych serwerów DHCPv6 do sieci (DHCPv6 Guard),
 - l) możliwość autoryzacji prób logowania do urządzenia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS i TACACS+,
 - m) obsługa list kontroli dostępu (ACL) następujących typów:
 - port ACL umożliwiaiące kontrolę ruchu wchodzącego (inbound) na poziomie portów L2 przełącznika,
 - VLAN ACL umożliwiaiące kontrolę ruchu pomiędzy stacjami znajdującymi się w tej samej sieci VLAN w obrębie przełącznika,
 - routed ACL umożliwiaiące kontrolę ruchu routowanego pomiędzy sieciami VLAN,
 - możliwość konfiguracji tzw. czasowych list ACL (aktywnych w określonych godzinach i dniach tygodnia);
 - n) możliwość szyfrowania ruchu zgodnie z IEEE 802.1ae (MACSec) dla wszystkich portów przełącznika (dla połączeń switch-switch) kluczami o długości 128-bitów (gcm-aes-128),
 - o) wbudowane mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej przełącznika (CoPP – Control Plane Policing),
 - p) funkcja Private VLAN.
14. Obsługa mechanizmów zapewniających autentyczność uruchamianego oprogramowania oraz hardware urządzenia w tym:
 - a) sprawdzanie autentyczności oprogramowania (w tym firmware, BIOS i system operacyjny urządzenia) przed uruchomieniem urządzenia,

- b) bezpieczna sekwencja uruchamiania,
 - c) sprzętowy układ umożliwiający sprawdzenie autentyczności urządzenia.
15. Mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:
- a) implementacja 8 kolejek dla ruchu wyjściowego na każdym porcie dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi,
 - b) implementacja algorytmu Shaped Round Robin dla obsługi kolejek,
 - c) możliwość obsługi jednej z kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority),
 - d) klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP,
 - e) możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi z dokładnością do 8 Kbps (policing, rate limiting),
 - f) kontrola sztormów dla ruchu broadcast/multicast/unicast,
 - g) możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP;
16. Obsługa protokołów i mechanizmów routingu:
- a) routing statyczny dla IPv4 i IPv6,
 - b) routing dynamiczny – RIP, OSPF do 1000 tras, PIM Stub do 1000 tras,
 - c) policy-based routing (PBR),
 - d) obsługa protokołu redundancji bramy (VRRP),
17. Przełącznik umożliwia lokalną i zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego – mechanizmy SPAN, RSPAN.
18. Przełącznik posiada wzorce konfiguracji portów zawierające prekonfigurowane ustawienia rekomendowane zależnie od typu urządzenia dołączonego do portu (np. telefon IP, kamera itp.).
19. Zarządzanie:
- a) port konsoli,
 - b) dedykowany port Ethernet do zarządzania out-of-band,
 - c) plik konfiguracyjny urządzenia możliwy do edycji w trybie off-line (możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej możliwość uruchomienia urządzenia z nową konfiguracją,
 - d) obsługa protokołów SNMPv3, SSHv2, SCP, SFTP (SSH File Transfer Protocol), HTTPS, syslog,
 - e) możliwość konfiguracji za pomocą protokołu NETCONF (RFC 6241) i modelowania YANG (RFC 6020) oraz eksportowania zdefiniowanych według potrzeb danych do zewnętrznych systemów,
 - f) wsparcie dla protokołu RESTCONF,
 - g) przełącznik posiada diodę umożliwiającą identyfikację konkretnego urządzenia podczas akcji serwisowych,
 - h) port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych; urządzenie ma możliwość uruchomienia z nośnika danych umieszczonego w porcie USB.
20. Wbudowany interfejs webowy zarządzania przełącznikiem umożliwiający:
- a) monitoring pracy przełącznika w zakresie:
 - użycie CPU,
 - użycie pamięci,
 - temperatura pracy,

- podstawowe informacje systemowe: rodzaj sprzętu, czas pracy, czas systemowy, oprogramowanie, data i czas ostatniej zmiany konfiguracji,
 - obraz wykorzystania poszczególnych portów w zakresie: aktywny / nieaktywny, prędkość pracy, wykorzystanie PoE,
 - informacji o urządzeniach sąsiednich podłączonych do przełącznika,
 - statystyki ruchu (RX/TX) na poszczególnych portach L2 oraz informacja o typie portu (trunk, access) oraz przypisanej sieci VLAN,
 - statystyki ruchu (RX/TX) na poszczególnych portach L3,
 - informacje o ruchu aplikacyjnym przesyłanym przez przełącznik,
- b) konfigurację przełącznika w zakresie:
- konfiguracja interfejsów L2,
 - konfiguracja interfejsów L3,
 - tworzenie i konfiguracja sieci VLAN,
 - konfiguracja protokołu STP,
 - tworzenie i konfiguracja wirtualnych instancji routingu (VRF),
 - konfiguracja routingu statycznego,
 - uruchamianie i konfiguracja protokołów RADIUS i TACAS oraz uruchomienie i konfiguracja uwierzytelnienia dla poszczególnych portów,
 - tworzenie i przypisanie list kontroli dostępu ACL,
 - konfiguracja mechanizmów rozpoznawania i analizy ruchu aplikacyjnego,
 - konfiguracja i uruchomienie NetFlow,
- c) administracja przełącznika w zakresie:
- zdalnego uruchamiania komend linii poleceń,
 - ustawiania czasu systemowego, w tym obsługi protokołów NTP,
 - obsługi kont administracyjnych,
 - upgrade'u oprogramowania,
 - backupu konfiguracji,
 - zdalnego restart urządzenia,
 - konfiguracji i dostępu przez SNMP,
 - narzędzi PING i TRACEROUTE,
 - przeglądania logów systemowych.
21. Możliwość montażu w szafie rack 19". Wysokość urządzenia 1 RU.
22. Możliwość próbkowania (bez samplowania) i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych ze wsparciem sprzętowym dla protokołu NetFlow –obsługa 32000 strumieni (flow).
23. Możliwość tworzenia skryptów celem obsługi zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie.
24. Możliwość tworzenia i uruchamiania skryptów Python bezpośrednio na przełączniku.
25. Funkcjonalność Time Domain Reflectometer (TDR) umożliwiająca wykonanie testu kabla UTP podłączonego do portu miedzianego GigabitEthernet (1Gb/s) oraz wykrycie uszkodzonej pary
26. Przełącznik musi być wyposażony w:
- a) moduł do łączenia w stos wraz z kablem stakującym o długości 1 m,
 - b) 4 moduły 10Gigabit Ethernet 10GBase-LR,
 - c) licencję subskrypcyjną na wymagane funkcjonalności na okres co najmniej 5 lat,
 - d) dwa zasilacze dające moc 1440W dla PoE w przypadku pracy dwóch zasilaczy,
 - e) zestaw do montażu w szafie rack 19".

27. Przełącznik musi współpracować z systemem rancid wykorzystywanym przez zamawiającego do backupu konfiguracji.

B. Dwa (2) przełączniki Multigigabit Ethernet 48 portów o następujących minimalnych parametrach technicznych:

1. Liczba portów :
 - a) 48 portów RJ-45 Multigigabit 10G/5G/2.5G/1G/100M,
 - b) 8 portów SFP28
2. Porty SFP28 możliwe do obsadzenia następującymi rodzajami wkładek:
 - a) Gigabit Ethernet 1000Base-T,
 - b) Gigabit Ethernet 1000Base-SX,
 - c) Gigabit Ethernet 1000Base-LX/LH,
 - d) Gigabit Ethernet 1000Base-BX-D/U,
 - e) 10Gigabit Ethernet 10GBase-SR,
 - f) 10Gigabit Ethernet 10GBase-LR,
 - g) 10Gigabit Ethernet 10GBase-BX-D/U,
 - h) 10Gigabit Ethernet typu twinax (SFP+ - SFP+).
 - i) 28Gigabit Ethernet typu twinax (SFP28 – SFP28)
 - j) 28Gigabit Ethernet typu SFP-10/25G-LR-S
 - k) 28Gigabit Ethernet typu SFP-25G-SR-S
3. Możliwość połączenia przełączników w stos z zapewnieniem następujących funkcjonalności:
 - a) przepustowość w ramach stosu – 320Gb/s,
 - b) możliwość połączenia do 8 urządzeń w stosie,
 - c) zarządzanie poprzez jeden adres IP,
 - d) możliwość tworzenia połączeń cross-stack Link Aggregation (czyli dla portów należących do różnych jednostek w stosie) zgodnie z IEEE 802.3ad,
 - e) Urządzenia powinny móc dać się połączyć w stos z posiadanymi przez zamawiającego urządzeniami C9300L-48UXG-4X,
4. Zasilanie i chłodzenie
 - a) Możliwość montażu dwóch zasilaczy,
 - b) możliwość wymiany zasilaczy na gorąco,
 - c) wsparcie IEEE 802.3az EEE (redukcja zużycia energii dla portów w stanie bezczynności),
 - d) redundantne i wymienne moduły wentylatorów.
5. Parametry wydajnościowe:
 - a) szybkość przełączania zapewniająca pracę z pełną wydajnością wszystkich interfejsów - również dla pakietów 64-bajtowych (przełącznik line-rate):
 - przepustowość przełącznika (switching capacity):
 - minimum 2000 Gb/s (bez podłączenia do stosu),
 - minimum 3000 Gb/s (z podłączeniem do stosu),
 - prędkość przesyłania (forwarding rate):
 - 1400 Mpps (bez podłączenia do stosu),
 - 2200 Mpps (z podłączeniem do stosu).
 - b) Obsługa minimum:
 - 512 aktywnych sieci VLAN,
 - 32 000 adresów MAC,
 - 24 000 tras IPv4,
 - 1 500 tras IPv6,

- 1 500 wpisów w listach kontroli dostępu Security ACL,
 - 1 000 wpisów w listach kontroli dostępu QoS ACL,
 - 512 interfejsów SVI L3,
 - 48 połączeń zagregowanych typu „port channel”,
 - 16 linków w ramach jednego połączenia zagregowanego typu „port channel” LACP,
- c) Obsługa jumbo frame 9198 B.
6. Obsługa protokołu NTP.
7. Obsługa IGMPv1/2/3 i MLDv1/2 Snooping.
8. Spanning Tree
- a) obsługa IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree,
 - b) obsługa Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+),
 - c) IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree,
 - d) obsługa 64 instancji protokołu STP.
9. Obsługa protokołu LLDP (IEEE 802.1ab) i LLDP-MED.
10. Funkcjonalność Layer 2 traceroute umożliwiająca śledzenie fizycznej trasy pakietu o zadanym źródłowym i docelowym adresie MAC.
11. Obsługa funkcji Voice VLAN umożliwiającej odseparowanie ruchu danych i ruchu głosowego
12. Możliwość uruchomienia funkcji serwera DHCP.
13. Obsługa mechanizmów związanych z bezpieczeństwem sieci:
- a) wiele poziomów dostępu administracyjnego poprzez konsolę; przełącznik umożliwia zalogowanie się administratora z konkretnym poziomem dostępu zgodnie z odpowiedzią serwera autoryzacji (privilege-level),
 - b) autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN,
 - c) autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania listy ACL,
 - d) obsługa funkcji Guest VLAN umożliwiająca uzyskanie gościnnego dostępu do sieci dla użytkowników bez suplikanta 802.1X,
 - e) możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC,
 - f) możliwość uwierzytelniania użytkowników w oparciu o portal WWW dla klientów bez suplikanta 802.1X,
 - g) możliwość uwierzytelniania wielu użytkowników na jednym porcie oraz możliwość jednoczesnego uwierzytelniania na porcie telefonu IP i komputera PC podłączonego za telefonem,
 - h) możliwość obsługi żądań Change of Authorization (CoA) zgodnie z RFC 5176,
 - i) funkcjonalność flexible authentication (możliwość wyboru kolejności uwierzytelniania – 802.1X/uwierzytelnianie w oparciu o MAC adres/uwierzytelnianie oparciu o portal www),
 - j) obsługa funkcji Port Security, DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection oraz IP Source Guard,
 - k) zapewnienie podstawowych mechanizmów bezpieczeństwa IPv6 na brzegu sieci (IPv6 FHS) – w tym minimum ochronę przed rozgłaszaniem fałszywych komunikatów Router Advertisement (RA Guard) i ochronę przed dołączeniem nieuprawnionych serwerów DHCPv6 do sieci (DHCPv6 Guard),
 - l) możliwość autoryzacji prób logowania do urządzenia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS i TACACS+,
- m) obsługa list kontroli dostępu (ACL) następujących typów:
- port ACL umożliwiające kontrolę ruchu wchodzącego (inbound) na poziomie portów L2 przełącznika,

- VLAN ACL umożliwiające kontrolę ruchu pomiędzy stacjami znajdującymi się w tej samej sieci VLAN w obrębie przełącznika,
 - routed ACL umożliwiające kontrolę ruchu routowanego pomiędzy sieciami VLAN,
 - możliwość konfiguracji tzw. czasowych list ACL (aktywnych w określonych godzinach i dniach tygodnia);
- n) możliwość szyfrowania ruchu zgodnie z IEEE 802.1ae (MACSec) dla wszystkich portów przełącznika (dla połączeń switch-switch) kluczami o długości 128-bitów (gcm-aes-128),
- o) wbudowane mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej przełącznika (CoPP – Control Plane Policing),
- p) funkcja Private VLAN.
14. Obsługa mechanizmów zapewniających autentyczność uruchamianego oprogramowania oraz hardware urządzenia w tym:
- a) sprawdzanie autentyczności oprogramowania (w tym firmware, BIOS i system operacyjny urządzenia) przed uruchomieniem urządzenia,
 - b) bezpieczna sekwencja uruchamiania,
 - c) sprzętowy układ umożliwiający sprawdzenie autentyczności urządzenia.
15. Mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:
- a) implementacja 8 kolejek dla ruchu wyjściowego na każdym porcie dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi,
 - b) implementacja algorytmu Shaped Round Robin dla obsługi kolejek,
 - c) możliwość obsługi jednej z kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority),
 - d) klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP,
 - e) możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi z dokładnością do 8 Kbps (policing, rate limiting),
 - f) kontrola sztormów dla ruchu broadcast/multicast/unicast,
 - g) możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP;
16. Obsługa protokołów i mechanizmów routingu:
- a) routing statyczny dla IPv4 i IPv6,
 - b) routing dynamiczny – RIP, OSPF do 1000 tras, PIM Stub do 1000 tras,
 - c) policy-based routing (PBR),
 - d) obsługa protokołu redundancji bramy (VRRP),
17. Przełącznik umożliwia lokalną i zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego – mechanizmy SPAN, RSPAN.
18. Zarządzanie:
- a) port konsoli,
 - b) dedykowany port Ethernet do zarządzania out-of-band,
 - c) plik konfiguracyjny urządzenia możliwy do edycji w trybie off-line (możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej możliwość uruchomienia urządzenia z nową konfiguracją,
 - d) obsługa protokołów SNMPv3, SSHv2, SCP, SFTP (SSH File Transfer Protocol), HTTPS, syslog,

- e) możliwość konfiguracji za pomocą protokołu NETCONF (RFC 6241) i modelowania YANG (RFC 6020) oraz eksportowania zdefiniowanych według potrzeb danych do zewnętrznych systemów,
 - f) wsparcie dla protokołu RESTCONF,
 - g) przełącznik posiada diodę umożliwiającą identyfikację konkretnego urządzenia podczas akcji serwisowych,
 - h) port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych; urządzenie ma możliwość uruchomienia z nośnika danych umieszczonego w porcie USB.
19. Wbudowany interfejs webowy zarządzania przełącznikiem umożliwiający:
- a) monitoring pracy przełącznika w zakresie:
 - użycie CPU,
 - użycie pamięci,
 - temperatura pracy,
 - podstawowe informacje systemowe: rodzaj sprzętu, czas pracy, czas systemowy, oprogramowanie, data i czas ostatniej zmiany konfiguracji,
 - obraz wykorzystania poszczególnych portów w zakresie: aktywny / nieaktywny, prędkość pracy, wykorzystanie PoE,
 - informacji o urządzeniach sąsiednich podłączonych do przełącznika,
 - statystyki ruchu (RX/TX) na poszczególnych portach L2 oraz informacja o typie portu (trunk, access) oraz przypisanej sieci VLAN,
 - statystyki ruchu (RX/TX) na poszczególnych portach L3,
 - informacje o ruchu aplikacyjnym przesyłanym przez przełącznik,
 - b) konfigurację przełącznika w zakresie:
 - konfiguracja interfejsów L2,
 - konfiguracja interfejsów L3,
 - tworzenie i konfiguracja sieci VLAN,
 - konfiguracja protokołu STP,
 - tworzenie i konfiguracja wirtualnych instancji routingu (VRF),
 - konfiguracja routingu statycznego,
 - uruchamianie i konfiguracja protokołów RADIUS i TACAS oraz uruchomienie i konfiguracja uwierzytelnienia dla poszczególnych portów,
 - tworzenie i przypisanie list kontroli dostępu ACL,
 - konfiguracja mechanizmów rozpoznawania i analizy ruchu aplikacyjnego,
 - konfiguracja i uruchomienie NetFlow,
 - c) administracja przełącznika w zakresie:
 - zdalnego uruchamiania komend linii poleceń,
 - ustawiania czasu systemowego, w tym obsługi protokołów NTP,
 - obsługi kont administracyjnych,
 - upgrade'u oprogramowania,
 - backupu konfiguracji,
 - zdalnego restart urządzenia,
 - konfiguracji i dostępu przez SNMP,
 - narzędzi PING i TRACEROUTE,
 - przeglądania logów systemowych.
20. Możliwość montażu w szafie rack 19". Wysokość urządzenia 1 RU.

21. Możliwość próbkowania (bez samplowania) i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych ze wsparciem sprzętowym dla protokołu NetFlow –obsługa 32000 strumieni (flow).
22. Możliwość tworzenia skryptów celem obsługi zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie.
23. Możliwość tworzenia i uruchamiania skryptów Python bezpośrednio na przełączniku.
24. Funkcjonalność Time Domain Reflectometer (TDR) umożliwiająca wykonanie testu kabla UTP podłączonego do portu miedzianego GigabitEthernet (1Gb/s) oraz wykrycie uszkodzonej pary
25. Przełącznik musi być wyposażony w:
 - a) moduł do łączenia w stos wraz z kablem stakującym o długości 1 m,
 - b) 4 moduły 25 Gigabit Ethernet SFP-10/25G-LR-S,
 - c) licencję subskrypcyjną na wymagane funkcjonalności na okres co najmniej 3 lat,
 - d) zasilacz,
 - e) zestaw do montażu w szafie rack 19”.
26. Przełącznik musi współpracować z systemem rancid wykorzystywanym przez zamawiającego do backupu konfiguracji.