Opis przedmiotu szacowania

1. **Przełącznik sieciowy 24 portowy (typ A)**

Dane techniczne i funkcjonalne urządzenia:

1. Typ i liczba portów - 24x 10/100/1000 RJ45, 4x 10Gigabit Ethernet SFP+
2. Bez wentylatorów (fanless)
3. Zasilanie przez wbudowany zasilacz AC 230V
4. Obudowa 1U, rackmount (dostarczone uchwyty montażowe)
5. Możliwość stackowania przełączników – do 8 przełączników i do 200 portów w stosie – z wykorzystaniem wbudowanych portów 10G oraz z zachowaniem funkcji cross-stack w tym: Quality of Service (QoS), sieci VLAN, Link Aggregation (LAG) i port mirroring

Pozostałe parametry techniczne:

1. Wsparcie następujących wkładek SFP w portach SFP 1G (dla urządzeń wyposażonych w takie porty):

· Gigabit Ethernet 1000Base-SX

· Gigabit Ethernet 1000Base-LX/LH

· Gigabit Ethernet 1000Base-EX

· Gigabit Ethernet 1000Base-ZX

· Wkładka z interfejsem miedzianym 1G RJ45

1. Wsparcie następujących wkładek SFP+ w portach SFP+ 10G (dla urządzeń wyposażonych w takie porty):

· 10Gigabit Ethernet 10GBase-SR

· 10Gigabit Ethernet 10GBase-LR

· 10Gigabit Ethernet 10GBase-ER

· 10Gigabit Ethernet typu twinax (SFP+ - SFP+)

· Wkładka z interfejsem miedzianym 10G RJ45

Zarządzenie energią:

1. Obsługa standardu Energy Efficient Ethernet (IEEE 802.3az)
2. Możliwość wyłączenia diod LED w celu oszczędzania energii

Parametry wydajnościowe:

1. Przepustowość przełącznika (Switching capacity):

* 128 Gbps

1. Prędkość przesyłania (forwarding rate) dla 64 bajtowych pakietów L3:

* 95.23 Mpps

Pamięć DRAM – 1GB

1. Pamięć Flash – 512MB
2. Obsługa 4000 VLAN
3. 16000 adresów MAC
4. Wire-speed IPv4 routing – 990 tras statycznych, 128 interfejsów IP
5. Obsługa ramek jumbo – do 9000 bajtów
6. 2000 IGMP group
7. 8 połączeń zagregowanych typu „port channel” per grupa, obsługa 8 grup
8. Ilość wpisów w listach kontroli dostępu Security ACL – 1000
9. Obsługa protokołu SNTP
10. Obsługa IGMPv1/2/3 i MLDv1/2 Snooping
11. Obsługa routingu dynamicznego z wykorzystaniem protokołu RIPv2
12. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem ciągłości pracy sieci:

· IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree

· IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree - obsługa 8 instancji

· Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+) - obsługa 126 instancji

1. Obsługa protokołu LLDP i LLDP-MED
2. Obsługa translacji sieci VLAN 1:1 (mapowanie 1 do 1 z translacją identyfikatora sieci klienckiej VLAN (C-VLAN) na interfejsie brzegowym na identyfikator sieci VLAN używanej w sieci operatora (S-VLAN))
3. Obsługa Q-in-Q oraz Selective Q-in-Q
4. Urządzenie wspiera połączenia link aggregation zgodnie z IEEE 802.3ad (LACP)
5. Realizacja funkcji UDLD w celu wykrywania jednokierunkowych połączeń spowodowanych uszkodzeniami linków
6. Obsługa funkcji Voice VLAN umożliwiającej odseparowanie ruchu danych i ruchu głosowego
7. Możliwość uruchomienia funkcji serwera DHCP wraz z obsługą wielu puli adresowych i zakresów adresowych
8. Obsługa opcji DHCP: opcje 12, 59, 60, 66, 67, 82, 125, 129 oraz 150
9. Realizacja funkcji DHCP Relay wraz z obsługą funkcji DHCP opcja 82
10. Możliwość konfiguracji interfejsów Layer 3 dla:

· Portów fizycznych przełącznika

· Interfejsów zagregowanych przy pomocy Link Aggregation (LAG)

· Interfejsów VLAN

· Interfejsów loopback

1. Obsługa UDP Relay (User Datagram Protocol Relay)
2. Obsługa funkcjonalności umożliwiającej powiadomienie przez przełącznik, z wykorzystaniem notyfikacji SYSLOG lub SNMP, nadrzędnego systemu monitorowania o wykryciu zaniku zasilania. Funkcjonalność umożliwia wysłanie komunikatu o zaniku zasilania przed całkowitą utratą zasilania przez urządzenie.

Mechanizmy związane z bezpieczeństwem sieci:

1. Trzy poziomy dostępu administracyjnego poprzez konsolę (3 poziomy uprawnień)
2. Autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN
3. Obsługa różnych trybów uwierzytelniania 802.1x na porcie:

· Tryb pojedynczego hosta, w którym tylko jeden host może być podłączony do portu;

· Tryb wielu hostów, w którym port jest uwierzytelniony wówczas gdyż podłączony jest do niego co najmniej jeden uwierzytelniony klient;

· Tryb wielu sesji, w którym status uwierzytelnienia nie jest przypisany do portu a wyłącznie do każdego z klientów podłączonych do portu;

1. Obsługa funkcji Guest VLAN umożliwiająca uzyskanie gościnnego dostępu do sieci dla użytkowników bez suplikanta 802.1X
2. Możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC
3. Możliwość uwierzytelniania użytkowników w oparciu o portal www dla klientów bez suplikanta 802.1X
4. Realizacja funkcji Change of Authorization (CoA) realizującej dynamiczną zmianę uwierzytelnienia dla sesji użytkownika podłączonego do danego portu
5. Obsługa funkcji Port Security, DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection i IP Source Guard
6. Obsługa funkcji IPv6 RA Guard, ND Inspection, DHCPv6 Guard
7. Możliwość autoryzacji prób logowania do urządzenia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS i TACACS+
8. Obsługa Private VLAN z możliwością definicji portów promiscuous, isolated i community
9. Obsługa list kontroli dostępu (ACL) – możliwość filtracji ruchu w oparciu adresy MAC (source/destination), VLAN ID, adresy IPv4 lub IPv6, TCP/UDP source/destination port, 802.1p priorty, TCP flag. Obsługa czasowych list ACL
10. Obsługa mechanizmów zapewaniających bezpieczną pracę urządzenia w tym ochronę procesów: Executable Space Protection [X-Space], Address Space Layout Randomization [ASLR], Built-In Object Size Checking [BOSC]
11. Bezpieczny proces bootowania urządzenia
12. Suplikant 802.1X - przełącznik można skonfigurować tak, aby działał jako suplikant do innego przełącznika

Mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:

1. Implementacja 8 kolejek dla ruchu wyjściowego na każdym porcie dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi
2. Implementacja algorytmu Weighted Round-Robin (WRR) dla obsługi kolejek
3. Możliwość obsługi jednej z powyżej wspomnianych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority)
4. Klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP
5. Możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi
6. Kontrola sztormów dla ruchu broadcast/multicast/unicast
7. Możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP
8. Optymalizacja ruchu iSCSI - mechanizm nadawania priorytetu ruchowi iSCSI w stosunku do innych typów ruchu
9. 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 i RSPAN
10. Obsługa funkcji port mirroring polegającej na kopiowaniu ruchu z danego portu i przesłanie go do innego portu. Obsługa do 8 portów źródłowych kopiujących swój ruch do jednego portu docelowego (monitorującego)
11. Obsługa funkcji VLAN mirroring polegającej na kopiowaniu ruchu z danej sieci VLAN i przesłanie go do innego portu. Obsługa do 8 źródłowych sieci VLAN kopiujących swój ruch do jednego portu docelowego (monitorującego)
12. ·Przełącznik posiada wzorce konfiguracji portów zawierające prekonfigurowane ustawienia rekomendowane zależnie od typu urządzenia dołączonego do portu (np. telefon IP, kamera itp.)
13. Obsługa protokołu sFlow
14. Obsługa standardów:

· IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet,

· IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet,

· IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet,

· IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol,

· IEEE 802.3z Gigabit Ethernet,

· IEEE 802.3ae 10 Gbps Ethernet over fiber for LAN,

· IEEE 802.3an 10GBASE-T 10 Gbps Ethernet over copper twisted pair cable,

· IEEE 802.3x Flow Control,

· IEEE 802.1D (STP, GARP, and GVRP),

· IEEE 802.1Q/p VLAN,

· IEEE 802.1w Rapid STP,

· IEEE 802.1s Multiple STP,

· IEEE 802.1X Port Access Authentication,

· IEEE 802.3af,

· IEEE 802.3at,

· IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol,

· IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet,

· RFC 768,

· RFC 783,

· RFC 791,

· RFC 792,

· RFC 793,

· RFC 813,

· RFC 826,

· RFC 879,

· RFC 896,

· RFC 854,

· RFC 855,

· RFC 856,

· RFC 858,

· RFC 894,

· RFC 919,

· RFC 920,

· RFC 922,

· RFC 950,

· RFC 951,

· RFC 1042,

· RFC 1071,

· RFC 1123,

· RFC 1141,

· RFC 1155,

· RFC 1157,

· RFC 1213,

· RFC 1215,

· RFC 1286,

· RFC 1350,

· RFC 1442,

· RFC 1451,

· RFC 1493,

· RFC 1533,

· RFC 1541,

· RFC 1542,

· RFC 1573,

· RFC 1624,

· RFC 1643,

· RFC 1700,

· RFC 1757,

· RFC 1867,

· RFC 1907,

· RFC 2011,

· RFC 2012,

· RFC 2013,

· RFC 2030,

· RFC 2131,

· RFC 2132,

· RFC 2233,

· RFC 2576,

· RFC 2616,

· RFC 2618,

· RFC 2665,

· RFC 2666,

· RFC 2674,

· RFC 2737,

· RFC 2819,

· RFC 2863,

· RFC 3164,

· RFC 3176,

· RFC 3411,

· RFC 3412,

· RFC 3413,

· RFC 3414,

· RFC 3415,

· RFC 3416,

· RFC 4330

Zarządzanie:

1. Port konsoli – USB typu C i RJ45
2. Port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych np. w celu uaktualnienia oprogramowania urządzenia
3. Obsługa protokołów SNMPv3, SSHv2, https, syslog, SCP
4. Aplikacja mobilna umożliwiająca łatwe zarządzania urządzeniami
5. Wbudowany graficzny interfejs zarządzania przełącznikiem dostępny z poziomu przeglądarki
6. Tekstowy plik konfiguracyjny – z możliwością edycji z pomocą edytora tekstu
7. Praca w szerokim zakresie temperatur: -5oC – +50oC
8. Możliwość przechowywania w szerokim zakresie temperatur: -25oC – +70oC
9. Głębokość urządzenia nie przekracza 35cm
10. Producent sprzętu posiada certyfikat ISO14001
11. **Przełącznik sieciowy 48 portowy (Typ B)**

1. Typ i liczba portów:

48 portów 10/100/1000BaseT RJ-45 + uplink 4x10G SFP

2. Porty SFP możliwe do obsadzenia następującymi rodzajami wkładek:

* Gigabit Ethernet 1000Base-T,
* Gigabit Ethernet 1000Base-SX,
* Gigabit Ethernet 1000Base-LX/LH,
* Gigabit Ethernet 1000Base-EX,
* Gigabit Ethernet 1000Base-ZX,
* Gigabit Ethernet 1000Base-BX-D/U,
* 10Gigabit Ethernet 10GBase-SR,
* 10Gigabit Ethernet 10GBase-LR,
* 10Gigabit Ethernet 10GBase-ER,
* 10Gigabit Ethernet 10GBase-ZR,
* 10Gigabit Ethernet typu twinax (SFP+ - SFP+)
* 10/25Gigabit Ethernet 10/25GBASE-LR (SMF)

4. Możliwość stackowania przełączników z zapewnieniem następujących funkcjonalności:

* Przepustowość w ramach stosu - 80Gb/s,
* 8 urządzeń w stosie,
* Zarządzanie poprzez jeden adres IP,
* Możliwość tworzenia połączeń cross-stack Link Aggregation (czyli dla portów należących do różnych jednostek w stosie) zgodnie z IEEE 802.3ad,
* Możliwość stackowania z posiadanymi przełącznikami Cisco 9200L
* Jeśli do stackowania niezbędny jest dodatkowy moduł, to należy go dostarczyć w ramach niniejszego postępowania

5. Zasilanie i chłodzenie:

* Możliwość instalacji zasilacza redundantnego AC 230V. Zasilacze wymienne (możliwość instalacji/wymiany „na gorąco” – ang. hot swap),
* Redundantne wentylatory,

6. Parametry wydajnościowe:

* Przepustowość przełącznika (switching capacity):
* 176 Gb/s (bez podłączenia do stosu), 256 Gb/s (z podłączeniem do stosu)
* Prędkość przesyłania (forwarding rate):

· 130,95 Mpps

* Bufor pakietów – 6MB
* Pamięć DRAM – 2GB
* Pamięć flash – 4GB
* Obsługa:
* 500 aktywnych sieci VLAN
* 16000 adresów MAC
* 3000 tras IPv4
* 1500 tras IPv6
* Ilość wpisów w listach kontroli dostępu Security ACL – 1000
* ilość wpisów w listach kontroli dostępu QoS ACL – 1000
* 512 interfejsów SVI L3
* Jumbo frame 9198B
* 48 połączeń zagregowanych typu „port channel”
* 16 linków w ramach jednego połączenia zagregowanego typu „port channel” LACP

7. Obsługa protokołu NTP

8. Obsługa IGMPv1/2/3 i MLDv1/2 Snooping

9. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem ciągłości pracy sieci:

* IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree
* Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+)
* IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree
* Obsługa 64 instancji protokołu STP
* Wsparcie dla protokołu REP (Resilient Ethernet Protocol)
* Redundancja połączeń uplink bez używania protokołu spanning-tree lub funkcji portchannel umożliwiająca aktywację zapasowego łącza uplink po wykryciu awarii łącza podstawowego wraz z możliwością wskazania, dla których sieci VLAN pierwszy uplink jest łączem podstawowym a drugi uplink zapasowym a dla których przypisanie jest odwrotne. Realizacja funkcji automatycznego powrotu do ustawień sprzed awarii (preempt) po przywrócenia aktywności liku podstawowego

10. Obsługa protokołu LLDP i LLDP-MED

11. Realizacja funkcji 802.1Q tunneling (QinQ) wraz z obsługą tzw. selektywnego QinQ polegającego na możliwości zamapowania jednego lub kilku klienckich VLAN ID (C-VLAN ID) do VLAN ID (S-VLAN IS) używanego w sieci transportowej (operatora usługi QinQ)

12. Funkcjonalność Layer 2 traceroute umożliwiająca śledzenie fizycznej trasy pakietu o zadanym źródłowym i docelowym adresie MAC

13. Obsługa funkcji Voice VLAN umożliwiającej odseparowanie ruchu danych i ruchu głosowego

14. Możliwość uruchomienia funkcji serwera DHCP

15. Mechanizmy związane z bezpieczeństwem sieci:

* Wiele poziomów dostępu administracyjnego poprzez konsolę. Przełącznik umożliwia zalogowanie się administratora z konkretnym poziomem dostępu zgodnie z odpowiedzą serwera autoryzacji (privilege-level),
* Autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN,
* Autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania listy ACL,
* Obsługa funkcji Guest VLAN umożliwiająca uzyskanie gościnnego dostępu do sieci dla użytkowników bez suplikanta 802.1X,
* Możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC,
* Możliwość uwierzytelniania użytkowników w oparciu o portal www dla klientów bez suplikanta 802.1X,
* Możliwość uwierzytelniania wielu użytkowników na jednym porcie oraz możliwość jednoczesnego uwierzytelniania na porcie telefonu IP i komputera PC podłączonego za telefonem,
* Możliwość obsługi żądań Change of Authorization (CoA) zgodnie z RFC 5176,
* Funkcjonalność flexible authentication (możliwość wyboru kolejności uwierzytelniania – 802.1X/uwierzytelnianie w oparciu o MAC adres/uwierzytelnianie oparciu o portal www),
* Obsługa funkcji Port Security, DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection i IP Source Guard,
* 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),
* Możliwość autoryzacji prób logowania do urządzenia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS i TACACS+,
* 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 samem 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);
* 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) z mechanizmem MACsec Key Agreement (MKA),
* Wbudowane mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej przełącznika (CoPP – Control Plane Policing),
* Funkcja Private VLAN z obsługą dynamicznych sieci prywatnych VLAN tj. możliwość przypisania portu przełącznika do danej prywatnej sieci VLAN w wyniku uwierzytelnienia podłączonej stacji lub użytkownika w systemie RADIUS,
* Obsługa RADSEC czyli Radius over TLS dla zabezpieczenia komunikacji Radius w sieci,

16. Obsługa mechanizmów zapewaniających autentyczność uruchamianego oprogramowania oraz hardware urządzenia w tym:

* sprawdzanie autentyczności oprogramowania (w tym firmware, BIOS i system operacyjny urządzenia) przed uruchomieniem urządzenia,
* bezpieczna sekwencja uruchamiania,
* sprzętowy układ umożliwiający sprawdzenie autentyczności urządzenia.

17. Mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:

* Implementacja 8 kolejek dla ruchu wyjściowego na każdym porcie dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi,
* Implementacja algorytmu Shaped Round Robin dla obsługi kolejek,
* Możliwość obsługi jednej z powyżej wspomnianych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority),
* Klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP,
* Możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi z dokładnością do 8 Kbps (policing, rate limiting),
* Kontrola sztormów dla ruchu broadcast/multicast/unicast,
* Możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP;

18. Obsługa protokołów i mechanizmów routingu:

* Routing statyczny dla IPv4 i IPv6,
* Routing dynamiczny – RIP, OSPF do 1000 routes, PIM Stub do 1000 routes
* Policy-based routing (PBR),
* Obsługa protokołu redundancji bramy (VRRP) z obsługą 64 grup,
* Obsługa 10 tuneli GRE (Generic Routing Encapsulation);

19. 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,

20. Przełącznik posiada funkcjonalność umożliwiającą przechwytywanie ruchu z wybranych interfejsów fizycznych urządzenia i generowanie plików typu „pcap” do dalszej analizy przy pomocy oprogramowanie zewnętrznego,

21. Przełącznik posiada wzorce konfiguracji portów zawierające prekonfigurowane ustawienia rekomendowane zależnie od typu urządzenia dołączonego do portu (np. telefon IP, radiowy punkt dostępowy WiFi, stacja sieciowa, router itp.),

22. Funkcjonalność sondy IP SLA Responder,

23. Zarządzanie

* Port konsoli,
* Dedykowany port Ethernet do zarządzania out-of-band,
* Możliwość realizacji dostępu do konsoli znakowej lub wbudowanego graficznego interfejsu zarządzającego poprzez połączenie bezprzewodowe Bluetooth przy pomocy dodatkowego adaptera usb Bluetooth podłączanego do portu USB przełącznika. Funkcjonalność umożliwia kontrolę dostępu do konsoli poprzez mechanizm lokalnego konta logowania lub mechanizm AAA,
* 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,
* Obsługa protokołów SNMPv3, SSHv2, SCP, sftp (SSH File Transfer Protocol), https, syslog,
* Możliwość konfiguracji za pomocą protokołu NETCONF (RFC 6241) i modelowania YANGa (RFC 6020) oraz eksportowania zdefiniowanych według potrzeb danych do zewnętrznych systemów,
* Wsparcie dla protokoły RESTCONF,
* Wsparcie dla protokołu gNMI,
* Przełącznik posiada diodę umożliwiającą identyfikację konkretnego urządzenia podczas akcji serwisowych,
* Przełącznik posiada wbudowany tag RFID w celu łatwiejszego zarządzania infrastrukturą,
* Port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych. Urządzenie ma możliwość uruchomienia z nośnika danych umieszczonego w porcie USB,
* Funkcja programowego resetu urządzenia do ustawień fabrycznych wraz z całkowitym i nieodwracalnym (3-krotne nadpisanie) wyczyszczeniem takich danych jak: konfiguracja urządzenia, pliki logów, zmienne bootowania (startowe), dane uwierzytelniające (tzw. credentials), obrazy oprogramowania, klucze szyfrujące,
* Wbudowany graficzny interfejs zarządzania przełącznikiem umożliwiający:

a. Monitoring pracy przełącznika w zakresie:

A. Użycie CPU, użycie pamięci, temperatura pracy,

B. Podstawowe informacje systemowe: nazwa urządzenia, rodzaj sprzętu, czas pracy, czas systemowy, wersja oprogramowania, data i czas ostatniej zmiany konfiguracji, numer seryjny,

C. Obraz wykorzystania poszczególnych portów w zakresie: aktywny / nieaktywny, prędkość pracy,

D. Informacji o urządzeniach sąsiednich podłączonych do przełącznika (w tym nazwa sąsiada, lokalny port przez który jest podłączony sąsiad, zdalny port przy pomocy którego łączy się do przełącznika sąsiad, typ urządzania sąsiada np. przełącznik, router)

E. Statystyki ruchu (Rx/Tx) na poszczególnych portach L2 oraz informacja o typie portu (trunk, access) oraz przypisanej sieci VLAN, liczniki błędów oraz informacja o dacie ostatniego restartu liczników, liczniki ruchu braodcast oraz multicast,

F. Statystyki ruchu (Rx/Tx) na poszczególnych portach L3 (SVI, vlan), liczniki błędów oraz informacja o dacie ostatniego restartu liczników, liczniki ruchu braodcast oraz multicast,

G. Informacje o ruchu aplikacyjnym przesyłanym przez przełącznik,

H. Protokół REP (Resilient Ethernet Protocol),

I. Protokół STP (Spanning Tree Protocol),

J. Lista klientów, którzy uzyskali adres IP poprzez protokół DHCP z serwera DHCP uruchomionego w przełączniku (w tym informacja o adresie IP, identyfikatorze klienta, czasie wygaśnięcia dzierżawy),

b. Konfigurację przełącznika w zakresie:

A. Konfiguracja interfejsów:

· Fizycznych:

- opis interfejsu, prędkość, tryb racy HDX/FDX/auto, status administracyjny (włączony / wyłączony), włączenie lub wyłączenie trybu L2/L3,

- w trybie L3: sposób przypisania adresu (statycznie lub dynamicznie), dla trybu statycznego adres IP / maska, parametry protokołu DHCP Relay (adres IP serwera DHCP),

- w trybie L2: typ dostępowy lub trunk, przypisana sieć VLAN dla portu dostępowego, natywna sieć VLAN, ograniczenie ilości adresów MAC które mogą być obsługiwane na porcie, statyczne przypisanie adresów MAC do portu (statyczna wpisy do tablicy MAC przełącznika), konfiguracja 802.1x,

- przypisanie listy kontroli dostępu w kierunku „do” oraz „z” urządzenia, przypisanie polityki QoS, konfiguracja poziomów dla kontroli sztormów braodcastowych, multicastowych i unicastowych)

· Logicznych typu „port channel”:

- opis interfejsu, status administracyjny (włączony / wyłączony), włączenie lub wyłączenie trybu L2/L3,

- w trybie L3: sposób przypisania adresu (statycznie lub dynamicznie), dla trybu statycznego adres IP / maska,

- w trybie L2: typ dostępowy lub trunk, przypisana sieć VLAN dla portu dostępowego, natywna sieć VLAN,

- przypisanie listy kontroli dostępu w kierunku „do” oraz „z” urządzenia, przypisanie polityki QoS, konfiguracja poziomów dla kontroli sztormów braodcastowych, multicastowych i unicastowych)

· Wirtualnych typu SVI:

- opis interfejsu, status administracyjny (włączony / wyłączony), MTU, sposób przypisania adresu (statycznie lub dynamicznie), dla trybu statycznego adres IP / maska, przypisanie listy kontroli dostępu w kierunku „do” oraz „z”, parametry protokołu DHCP Relay (adres IP serwera DHCP)

· Tworzenie i konfiguracja sieci VLAN: ID, nazwa, stan aktywna/nieaktywna, aktywacja/dezaktywacja, IGMP Snooping, porty dostępowe należące do danej sieci VLAN,

· Przypisane do portów wzorców konfiguracyjnych zawierające prekonfigurowane ustawienia rekomendowane zależnie od typu urządzenia dołączonego do portu (np. telefon IP, radiowy punkt dostępowy WiFi, stacja sieciowa, router itp.),

· Konfiguracja mechanizmów SPAN i RSPAN,

· Konfiguracja protokołu STP,

· Konfiguracja protokołu REP,

· Konfiguracja routingu statycznego i dynamicznego,

· 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,

· Konfiguracja polityk QoS,

· Administracja przełącznika w zakresie:

· Zdalne uruchamianie komend linii poleceń,

· Nazwa przełącznika,

· Tryb pracy L2/L3,

· Adres IP przełącznika do celów zarządzania zdalnego,

· Konfiguracja serwera DHCP,

· Konfiguracja DNS,

· Czas systemowy w tym protokół NTP,

· Konta administracyjne,

· Upgrade oprogramowania,

· Backup konfiguracji,

· Zdalny restart urządzenia,

· Konfiguracja i dostęp przez SNMP,

· Diagnostyka urządzenia:

· Narzędzie PING i TRACEROUTE,

· Przeglądanie logów systemowych,

· Przechwytywanie ruchu z wybranych interfejsów fizycznych urządzenia i generowanie plików typu „pcap” do dalszej analizy przy pomocy oprogramowanie zewnętrznego,

24. Parametry fizyczne:

* Możliwość montażu w szafie rack 19”,
* Wysokość urządzenia 1 RU,
* Głębokość chassis urządzenia z wentylatorami i zasilaczami mniejsza niż 33 cm

25. Możliwość próbkowania (bez samplowania) i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych ze wsparciem sprzętowym dla protokołu NetFlow – obsługa 16000 strumieni (flow),

26. Realizacja rozszerzenia protokołu NetFlow w postaci tzw. Flexible NetFlow, który umożliwia monitorowanie większej ilości informacji zawartej w pakiecie danych od warstw 2 do 7, bardziej granularne monitorowanie ruchu i definiowanie monitorowanych przepływów (flow) poprzez elastyczne definiowanie pól kluczowych,

27. Możliwość tworzenia skryptów celem obsługi zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie,

28. Przełącznik musi mieć możliwość obsługi zaawansowanych protokołów routingu:

* IS-IS dla IPv4 i IPv6,
* OSPF,
* EIGRP (rfc7868),
* Routing multicastów - PIM-SM, PIM-SSM,
* Multicast Source Discovery Protocol (MSDP),

29. Możliwość enkapsulacji ruchu w pakiety VXLAN,

30. Możliwość tworzenia bezpośrednio na przełączniku polityki kontroli ruchu i segmentacji logicznej w oparciu o znaczniki bezpieczeństwa (secure tag) z możliwością przypisywania znaczników:

* Statycznie w oparciu o port do którego podłączona jest stacja,
* Statycznie w oparciu o VLAN, w którym pracuje stacja,
* Statycznie w oparciu o adres IP stacji,
* Dynamicznie w oparciu o autoryzację użytkownika / stacji przy pomocy 802.1X;

Jeżeli do zapewnienia funkcjonalności wymienionych w punktach 28-30 niezbędne jest wykupienie dodatkowej licencji, to nie ma konieczności jej dostarczania na etapie postępowania.

31. Możliwość dynamicznego załadowania do przełącznika polityki kontroli ruchu pracującej w oparciu o znaczniki bezpieczeństwa (secure tag) z centralnego systemu zarządzania kontrolą dostępu,

32. Propagacja informacji o przypisaniu stacji danego znacznika bezpieczeństwa (secure tag) bezpośrednio w ramce Ethernet (metoda in-line) lub za pomocą mechanizmu out-of-band, który przekazuje do urządzeń dokonujących wymuszenia polityki mapowania aktualnych adresów IP stacji i przypisanego im znacznika bezpieczeństwa,

33. Wyposażenie urządzenia

· Przełącznik wyposażony w redundantne zasilacze

34. Producent sprzętu posiada certyfikat ISO14001

1. **Przełącznik szkieletowy 48 portowy (Typ C)**

***Dane techniczne i funkcjonalne urządzenia:***

Przełącznik typu standalone wyposażony w 48 portów 1/10/25 Gigabit Ethernet SFP/SFP+/SFP28 oraz 4 porty uplink 40/100 Gigabit Ethernet QSFP,

Porty SFP/SFP+/SFP28 umożliwiają zastosowanie następujących wkładek interfejsowych:

* Gigabit Ethernet 1000Base-T,
* Gigabit Ethernet 1000Base-SX,
* Gigabit Ethernet 1000Base-LX/LH,
* Gigabit Ethernet 1000Base-EX,
* Gigabit Ethernet 1000Base-ZX,
* Gigabit Ethernet 1000Base-BX-D/U,
* 10Gigabit Ethernet 10GBase-SR,
* 10Gigabit Ethernet 10GBase-LR,
* 10Gigabit Ethernet 10GBase-ER,
* 10Gigabit Ethernet 10GBase-ZR,
* 10Gigabit Ethernet 10GBase-BX-D/U,
* 10Gigabit Ethernet typu twinax (SFP+ - SFP+),
* 25Gigabit Ethernet 25GBASE-SR,
* 25Gigabit Ethernet typu twinax (SFP28 – SFP28),
* 10/25Gigabit Ethernet 10/25GBASE-CSR (MMF),
* 10/25Gigabit Ethernet 10/25GBASE-LR (SMF);

Porty QSFP umożliwiają zastosowanie następujących modułów interfejsowych:

Dla transmisji 40Gb/s:

* + 40G-SR4,
  + 40G-LR4,
  + 40G-ER4,
  + 40G-SR-BD,
  + 40G-CSR,
  + 40G-CSR4,
  + 40G-LR4-Lite (zasięg 2 km dla światłowodu SMF G.652),
  + adapter 40G QSFP->10G SFP+,
* 40Gigabit Ethernet typu twinax (QSFP - QSFP);

Dla transmisji 100Gb/s:

* 100GBASE-SR4,
* 100GBASE-LR4,
* 100Gigabit Ethernet typu twinax (QSFP - QSFP);

***Architektura:***

Urządzenie jest wyposażone w wymienne moduły wentylatorów,

Urządzenie może zostać wyposażone w zasilacz redundantny do pracy w trybie 1:1;

***Wydajność:***

Urządzenie posiadana 32MB bufor pamięci,

16GB pamięci DRAM i 16GB pamięci flash,

Przepustowość przełącznika (switching capacity) wynosi 3.2 Tbps,

Prędkość przesyłania (forwarding rate) wynosi 1 miliard pps (1Bpps),

Obsługa:

* 1000 aktywnych sieci VLAN,
* 80 000 adresów MAC,
* 212 000 tras IPv4,
* 212 000 tras IPv6,
* Ilość wpisów w listach kontroli dostępu Security ACL – 27 000,
* ilość wpisów w listach kontroli dostępu QoS ACL – 16 000,
* 1000 interfejsów SVI L3,
* Jumbo frame 9198B,
* 128 połączeń zagregowanych typu „port channel”,
* 16 linków w ramach jednego połączenia zagregowanego typu „port channel” LACP;

***Oprogramowanie/funkcjonalność:***

Obsługa protokołu NTP,

Obsługa IGMPv1/2/3,

Obsługa standardu IEEE 802.1ae (MACSec) szyfrowanie ruchu z kluczami o długości 256-bitów dla wszystkich interfejsów przełącznika. Wsparcie dla uruchomienia MACsec na portach tworzących połączenia zaagregowane L2 i L3,

System operacyjny przełącznika umożliwia wgrywanie poprawek bez konieczności restartowania platformy,

System operacyjny przełącznika jest konfigurowalny poprzez API za pomocą m.in protokołu NETCONF (RFC 6241) i modelów danych YANG (RFC 6020) oraz umożliwia eksportowanie zdefiniowanych według potrzeb danych do zewnętrznych systemów,

Wsparcie dla protokołu RESTCONF,

Możliwość uruchamiania zdefiniowanych w Pythonie skryptów w chwili zaistnienia określonego zdarzenia,

Przełącznik realizuje następujące mechanizmy związane z zapewnieniem ciągłości pracy sieci:

* IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree,
* Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+),
* IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree,
* Obsługa 1000 instancji protokołu STP;

Obsługa protokołu IEEE 802.1ab LLDP i LLDP-MED,

Realizacja funkcji 802.1Q tunneling (QinQ)

Funkcja serwera DHCP,

Obsługa 5 poziomów dostępu administracyjnego poprzez konsolę. Przełącznik umożliwia zalogowanie się administratora z konkretnym poziomem dostępu zgodnie z odpowiedzą serwera autoryzacji (privilege-level),

Autoryzacja prób logowania do urządzenia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS lub TACACS+,

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 samem 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);

Przełącznik realizuje następujące mechanizmy związane z zapewnieniem, jakości usług w sieci:

* 8 kolejek dla ruchu wyjściowego na każdym porcie dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi,
* Implementacja algorytmu Shaped Round Robin lub podobnego dla obsługi kolejek,
* Możliwość obsługi jednej z powyżej wspomnianych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority),
* Klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP,
* Możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi z dokładnością do 8 Kbps (policing, rate limiting),
* Kontrola sztormów dla ruchu broadcast/multicast/unicast,
* Możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP;

Przełącznik posiada wbudowane mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej przełącznika (CoPP – Control Plane Policing),

Realizacja funkcji Private VLAN zarówno na portach dostępowych oraz portach trunk (obsługa wielu sieci primary VLAN na jednym porcie trunk oraz wielu sieci secondary vlan na jednym porcie trunk),

Urządzenie realizuje routing statyczny i dynamiczny dla IPv4 i IPv6 w zakresie:

* Routing statyczny dla IPv4 i IPv6,
* Routing dynamiczny dla IPv4: BGP, ISIS,
* Routing dynamiczny dla IPv4: OSPF, EIGRP (rfc7868) wraz z obsługą mechanizmu IP FRR (Fast Reroute) Loop Free Alternate (LFA),
* Routing dynamiczny dla IPv6: OSPFv3,
* Funkcjonalności Policy-based routing,
* multicast routing (PIM-SM, PIM-SSM) ,
* Obsługa protokołu redundancji bramy (VRRP) z obsługą 255 grup,
* Obsługa 200 tuneli GRE (Generic Routing Encapsulation),
* Obsługa 1000 wirtualnych instancji routingu (VRF),

Obsługa protokołu BFD (Bidirectional Forwarding Detection) umożliwiającego szybkie wykrywanie awarii połączeń w sieci dla potrzeb protokołów routingu, obsługa 100 sesji BFD,

Realizacja funkcjonalności translacji adresów IP NAT (Network Address Translation) z obsługą do 3000 translacji,

Urządzenie realizuje protokołu LISP zgodnie z RFC 6830,

Urządzenie umożliwia enkapsulację ruchu przy pomocy VXLAN’ów,

Wsparcie dla BGP EVPN z wykorzystaniem VXLAN w zakresie min. funkcjonalności węzłów leaf / spine / border,

Obsługa mechanizmów zapewniających autentyczność uruchamianego oprogramowania oraz hardware urządzenia w tym: sprawdzanie autentyczności oprogramowania (w tym firmware, BIOS i system operacyjny urządzenia) przed uruchomieniem urządzenia, bezpieczna sekwencja uruchamiania, sprzętowy układ umożliwiający sprawdzenie autentyczności urządzenia,

Urządzenie jest przygotowane sprzętowo do łączenia w klaster z drugim takim samym urządzeniem (tzw. wirtualne stakowanie). Urządzenia w klastrze będą zachowywać się jak jedno urządzenie w punktu widzenia protokołów L2 i L3. Jeżeli do zapewnienia funkcjonalności wymagana jest licencja, to Zamawiający wymaga jej dostarczenia na okres min 3 lat.

Klastrowanie wspiera funkcję eliminacji przesyłania ruchu BUM (Broadcast, unknown-unicast and multicast traffic) poprzez połączenie realizujące klaster pomiędzy przełącznikami,

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,

Możliwość zdalnej obserwacji ruchu z określonych portów lub sieci VLAN polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego poprzez sieć IP (ERSPAN),

Funkcjonalność sondy IP SLA do aktywnego generowania ruchu testowego i mierzenia parametrów ruchu w celu oceny jakości działania sieci dla następujących protokołów sieciowych: dhcp, dns, ftp, http, icmp-echo, icmp-jitter, tcp-connect, udp-echo, udp-jitter,

Przełącznik posiada funkcjonalność umożliwiającą przechwytywanie ruchu z wybranych interfejsów fizycznych urządzenia i generowanie plików typu „pcap” do dalszej analizy przy pomocy oprogramowanie zewnętrznego,

Wbudowany analizator pakietów,

Możliwość tworzenia bezpośrednio na przełączniku polityki kontroli ruchu i segmentacji logicznej w oparciu o znaczniki bezpieczeństwa (secure tag) z możliwością przypisywania znaczników:

* Statycznie w oparciu o port, do którego podłączona jest stacja,
* Statycznie w oparciu o VLAN, w którym pracuje stacja,
* Statycznie w oparciu o adres IP stacji,
* Dynamicznie w oparciu o autoryzację użytkownika / stacji przy pomocy 802.1X;

Możliwość dynamicznego załadowania do przełącznika polityki kontroli ruchu pracującej w oparciu o znaczniki bezpieczeństwa (secure tag) z centralnego systemu zarządzania kontrolą dostępu,

Propagacja informacji o przypisaniu stacji danego znacznika bezpieczeństwa (secure tag) bezpośrednio w ramce Ethernet (metoda in-line) lub za pomocą mechanizmu out-of-band, który przekazuje do urządzeń dokonujących wymuszenia polityki mapowania aktualnych adresów IP stacji i przypisanego im znacznika bezpieczeństwa,

Urządzenie umożliwia uruchamianie dodatkowych aplikacji w kontenerach Docker,

Urządzenie może zostać wyposażone w zewnętrzną pamięć przeznaczoną np. do wykorzystania przez aplikacje uruchomiane w kontenerach Docker w postaci dysku M2 SATA o pojemności 240/480/960GB,

Możliwość modyfikacji programowej takich parametrów urządzenia jak: ilości pozycji w tablicy MAC, ilość tras routingowych unicast i multicast, ilości tras w sieci MPLS VPN, ilości obsługiwanych sesji netflow,

Jeśli zapewnienie którejś z w/w funkcjonalności wiąże się z wykupieniem dodatkowej licencji, to należy ja dostarczyć na okres minimum 3 lat.

***Funkcjonalności z zakresu MPLS:***

Urządzenie realizuje następujące funkcjonalności z zakresu MPLS:

* L2VPN - Ethernet over MPLS (EoMPLS) – obsługa do 1000 połączeń wirtualnych VC,
* L2VPN - Virtual Private LAN Services (VPLS) - obsługa 1000 wirtualnych instancji (VFI), 32 sąsiadów w ramach jednej instancji,
* L3 VPN - MPLS Virtual Private Network (VPN),
* Multicast VPN (MVPN);
* Inter AS Option A i B,
* EoMPLS wraz z obsługa MACSec (MACsec over EoMPLS),
* MPLS over GRE,

***Zarządzanie i konfiguracja:***

Urządzenie realizuje sprzętowo tworzenie statystyk ruchu w oparciu o pełen NetFlow (bez próbkowania), wielkość tablicy monitorowanych strumieni wynosi 98 000,

Realizacja rozszerzenia protokołu NetFlow w postaci tzw. Flexible NetFlow, który umożliwia monitorowanie większej ilości informacji zawartej w pakiecie danych od warstw 2 do 7, bardziej granularne monitorowanie ruchu i definiowanie monitorowanych przepływów (flow) poprzez elastyczne definiowanie pól kluczowych,

Urządzenie posiada dedykowany port Ethernet do zarządzania out-of-band,

Możliwość realizacji dostępu do konsoli znakowej lub wbudowanego graficznego interfejsu zarządzającego poprzez połączenie bezprzewodowe Bluetooth przy pomocy dodatkowego adaptera usb Bluetooth podłączanego do portu USB przełącznika. Funkcjonalność umożliwia kontrolę dostępu do konsoli poprzez mechanizm lokalnego konta logowania lub mechanizm AAA,

Urządzenie posiada port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych. Urządzenie ma możliwość uruchomienia z nośnika danych umieszczonego w porcie USB,

Urządzenie jest wyposażone w port konsoli USB,

Urządzenie umożliwia tworzenie skryptów celem obsługi zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie,

Obsługa protokołów SNMPv3, SSHv2, SCP, https, syslog – z wykorzystaniem protokołów IPv4 i IPv6,

Przełącznik posiada wbudowany tag RFID w celu łatwiejszego zarządzania infrastrukturą i identyfikacji konkretnego urządzenia,

Przełącznik posiada diodę umożliwiającą identyfikację konkretnego urządzenia podczas akcji serwisowych,

Funkcja programowego resetu urządzenia do ustawień fabrycznych wraz z całkowitym i nieodwracalnym (3-krotne nadpisanie) wyczyszczeniem takich danych jak: konfiguracja urządzenia, pliki logów, zmienne bootowania (startowe), dane uwierzytelniające (tzw. credentials), obrazy oprogramowania, klucze szyfrujące,

***Obudowa:***

Możliwość montażu w szafie rack 19”. Wysokość urządzenia 1 RU. Głębokość chassis urządzenia z wentylatorami, i zasilaczami mniejsza niż 50 cm,

***Wyposażenie urządzenia:***

Przełącznik wyposażony w zasilacz redundantny identyczny jak zasilacz podstawowy,

**Ochrona środowiska**

Producent sprzętu posiada certyfikat ISO14001

1. **Moduły dodatkowe:**
2. Wraz z przełącznikami należy dostarczyć:

* 4 sztuki Licencja do posiadanych przez zamawiającego przełączników 9500 rozszerzająca funkcjonalność urządzenia o możliwość Stack’owania
* 150 wkładek SFP+ 10Gb/s kompatybilnych zdostarczonymi przełacznikami. Transceivery muszą zapewnić komunikację typu duplex, w technologii MultiMode i zapewnić wtyk LC.
* 6 szt modułów pochodzących z oferty producenta 100Gigabit Ethernet typu twinax (QSFP - QSFP) o długości 5 metrów;
* 2 szt Moduły statkujące umożliwiające łączenie dostarczonych przełączników z posiadanymi przez zamawiającego przełącznikami Cisco 9200L