

## OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

### Rozbudowa sieci LAN

#### **Termin realizacji zamówienia:**

- 1) do 40 dni kalendarzowych od dnia zawarcia Umowy dla zamówienia gwarantowanego oraz opcjonalnego

#### **Przedmiot zamówienia:**

Zamówienie obejmuje:

- a. Dostawę Urządzeń opisanych szczegółowo w pkt. 1-4.
- b. Dostawa zostanie zrealizowana do ośrodków przetwarzania danych Zamawiającego zlokalizowanych na terenie Warszawy.
- c. Gwarancję na warunkach opisanych w pkt. 5.

#### **Wymagania ogólne:**

- a. Wszystkie dostarczone Urządzenia zasilane prądem przemiennym muszą być zasilane napięciem 230 V/50 Hz.
- b. Zamawiający wymaga, aby dostarczone Urządzenia były fabrycznie nowe (tzn. bez śladów użytkowania i uszkodzenia, wprowadzone na rynek zgodnie z przepisami obowiązującymi na terenie Rzeczypospolitej Polskiej).
- c. Oferowane Urządzenia w dniu składania ofert nie mogą być przeznaczone przez producenta do wycofania z produkcji lub sprzedaży.
- d. Wszystkie wymagane moduły SFP, SFP+, SFP28, QSFP muszą być producentów urządzeń.

## Przełącznik do styku z Internetem

Dostawa 2 urządzeń, każde o wymaganiach opisanych poniżej.

- 1.1. Przełącznik posiada:
  - a) 48 portów 1/10/25GE definiowanych za pomocą wkładek SFP/SFP+;
  - b) 6 portów 40/100GE definiowanych za pomocą wkładek QSFP, przy czym każdy z tych portów QSFP posiada możliwość pracy zarówno w trybie 40Gbps oraz w trybie 100Gbps na pojedynczej parze okablowania multi-mode (do 100m).
- 1.2. Parametry wydajnościowe:
  - a) Prędkość przełączania 1.8Tbps full duplex;
  - b) Urządzenie sprzętowo przełącza pakiety w warstwie L2 i L3.
- 1.3. Przełącznik posiada następującą funkcjonalność dla warstwy L2:
  - a) Trunking IEEE 802.1Q VLAN;
  - b) Wsparcie dla 3000 sieci VLAN;
  - c) Wsparcie sprzętowe dla 90 tysięcy adresów MAC;
  - d) IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree (RST);
  - e) IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree (MST);
  - f) Zabezpieczenie przeciwko incydentom w topologii Spanning Tree (min. ochrona Root-a, filtracja BPDU);
  - g) Internet Group Management Protocol (IGMP) wersje 2, 3;
  - h) Terminowanie pojedynczej wiązki EtherChannel na 2 niezależnych przełącznikach;
  - i) Link Aggregation Control Protocol (LACP): IEEE 802.3ad ;
  - j) Ramki Jumbo dla wszystkich portów (minimum 9216 bajtów);
  - k) Funkcjonalność izolowania portów znajdujących się w tym samym VLAN;
  - l) Wsparcie sprzętowe dla tunelowania QinQ i QinVNI.
- 1.4. Przełącznik posiada następującą funkcjonalność dla warstwy L3:
  - a) Sprzętowe przełączanie pakietów w warstwie L3;
  - b) Routing w oparciu o trasy statyczne;
  - c) Routing w oparciu o OSPF, BGP, ISIS dla protokołów IPv4 oraz IPv6;
  - d) Policy Based Routing (PBR);
  - e) VRRP;
  - f) Wsparcie dla BFD (Bidirectional Forwarding Protocol) w tym zarówno dla IPv4 jak i IPv6;
  - g) Tunele GRE;
  - h) Wsparcie sprzętowe dla minimum 700 tysięcy prefixów LPM/ wpisów hosta w tablicy routingu IP;
  - i) Wsparcie dla VRF;
  - j) Wybór do 64 jednoczesnych ścieżek o równej metryce (ECMP);
  - k) Wsparcie dla IPv4 multicast w oparciu o protokół PIMv2 Sparse Mode i tryb SSM (Source Specific Multicast);
  - l) Wsparcie dla IGMPv3 oraz MSDP;
  - m) Wsparcie sprzętowe dla minimum 32,000 tras multicastowych;

- n) Obsługa minimum 4000 wpisów dla ACL (access control list).
- 1.5. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z funkcjonalnością VXLAN:
- a) Zintegrowany, sprzętowy VXLAN Bridging/Routing;
  - b) Obsługa ruchu rozgłoszeniowego (multicast, broadcast, unknown) poprzez statyczną replikację (bez konieczności wykorzystania IP Multicast);
  - c) Implementacja VXLAN BGP EVPN (Ethernet VPN);
  - d) Obsługa routingu między VXLAN-ami (VXLAN Routing) z wykorzystaniem BGP EVPN oraz funkcjonalności Anycast Gateway (obsługą danego SVI na wszystkich VTEP w domenie VXLAN).
- 1.6. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:
- a) Layer 2 IEEE 802.1p (CoS) oraz DSCP;
  - b) Klasyfikacja QoS w oparciu o listy ACL (Access control list) dla warstwy drugiej i trzeciej (IPv4 i IPv6);
  - c) Kolejowanie bezwzględne (strict-priority) ;
  - d) Kolejowanie WRR (Weighted Round-Robin) lub WRED (Weighted Random Early Detection);
  - e) Ograniczanie ruchu (policing) do żądanej przepływności;
  - f) Dopasowywanie (shaping) ruchu do zadanej przepływności na interfejsach wyjściowych;
  - g) Protokół PFC (Priority Flow Control) IEEE 802.1Qbb.
- 1.7. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem bezpieczeństwa w sieci:
- a) Obsługa list kontroli dostępu (ACL);
    - ACL dla warstwy 2 w oparciu o: adresy MAC adresy, typ protokołu;
    - iACL dla warstw 3 oraz 4 w oparciu o: IPv4 i IPv6, Internet Control Message Protocol (ICMP), TCP, User Datagram Protocol (UDP);
    - ACL oparte o porty (PACL).
  - b) DHCP Snooping;
  - c) ARP Inspection;
  - d) IP Source Guard;
  - e) Unicast reverse path forwarding (uRPF);
  - f) Prewencja niekontrolowanego wzrostu ilości ruchu (storm control), dla ruchu unicast, multicast, broadcast.
- 1.8. Przełącznik wspiera następujące funkcjonalności dla obszaru zarządzania i zabezpieczenia przełącznika:
- a) Port zarządzający 100/1000 Mbps;
  - b) Port konsoli CLI;
  - c) Zarządzanie In-band;
  - d) SSHv2;
  - e) Authentication, authorization and accounting (AAA);
  - f) RADIUS;
  - g) TACACS/TACACS+;
  - h) Syslog;
  - i) SNMP v1, v2c, v3;

- j) Telemetria w oparciu o mechanizm subskrypcji (push out), zapewniający alternatywny do SNMP, szybszy mechanizm (min. co 30s) zbierania informacji z przełącznika poprzez protokoły gRPC lub GPB;
  - k) Role-Based Access Control RBAC;
  - l) IEEE 802.1ab LLDP;
  - m) Możliwość zachowania stanu (checkpoint) i powrotu do poprzedniej konfiguracji (rollback);
  - n) 802.1x;
  - o) Ograniczanie ruchu kierowanego do warstwy sterowania (control plane policing);
  - p) Kopiowanie ruchu ze źródłowych fizycznych portów Ethernet, wiązek PortChannel, sieci VLAN, na interfejs docelowy za pośrednictwem specjalnego mechanizmu (mirroring);
  - q) Network Time Protocol (NTP);
  - r) Precision Time Protocol IEEE 1588;
  - s) Diagnostyka procesu BOOT;
  - t) Ping;
  - u) Traceroute.
- 1.9. Narzędzia programowania i zarządzania przełącznikiem:
- a) Interpreter Python z możliwością lokalnego uruchamiania skryptów na przełączniku i konfiguracji przełącznika poprzez API;
  - b) Wbudowana powłoka Bash do zarządzania systemem Linux przełącznika;
  - c) Wsparcie dla kontenera LXC (Linux Container) lub runC wraz z możliwością instalowania na nim zewnętrznych aplikacji 32 i 64 bitowych w oparciu o narzędzie yum i paczki rpm, niezależnie od systemu operacyjnego przełącznika;
  - d) Interfejs programistyczny REST API wraz z upublicznionym SDK;
  - e) Wsparcie dla OpenStack Neutron plugin.
- 1.10. Przełącznik powinien być wyposażony w dwa zasilacze zmiennoprądowe pracujące w konfiguracji redundantnej.
- 1.11. Obudowa o rozmiarach maksymalnie 1RU (rack unit), przeznaczona do montażu w szafie rackowej 19”.
- 1.12. Wyposażenia przełącznika:
- a) 16 wkładek 10G SFP+ SR,
  - b) 16 wkładek 1G SFP SX,
  - c) 16 wkładek 1G RJ45.

### **Urządzenie typu router.**

Dostawa 2 urządzeń, każde o wymaganiach opisanych poniżej.

- 1.13. Urządzenie, wyposażone w 6 interfejsów Gigabit Ethernet przeznaczone dla min. modułów optycznych typu SFP lub równoważnych, a także w min 4 interfejsy 10 Gigabit Ethernet przeznaczone dla modułów optycznych typu SFP+ lub równoważnych. Interfejsy 10GB muszą być aktywne, jeżeli wymaga to licencji to musi być ona dostarczona.
- 1.14. Urządzenie musi być dostarczone wraz z następującymi modułami SFP/SFP+:
- a) 4x moduł 10GB SR;
  - b) 6x moduł 1GB SX;

- c) 6x moduł 1GB RJ45;
- 1.15. Urządzenie musi mieć możliwość instalacji przestrzeni dyskowej typu SSD o pojemności min. 100 GB.
  - 1.16. Urządzenie posiada zasoby sprzętowe pozwalające przełączać 8 Mpps.
  - 1.17. Urządzenie posiada dedykowany akcelerator kryptograficzny osiągający wydajność co najmniej 8 Gbps dla ruchu IMIX.
  - 1.18. Urządzenie posiada co najmniej 16 GB pamięci RAM.
  - 1.19. Urządzenie obsługuje co najmniej 3 000 000 prefiksów w tablicach routing IPv4.
  - 1.20. Urządzenie obsługuje co najmniej 2 000 000 prefiksów w tablicach routing IPv6.
  - 1.21. Urządzenie obsługuje następujące protokoły routingu dynamicznego dla IPv4: OSPF, ISIS, BGP.
  - 1.22. Urządzenie obsługuje następujące protokoły routingu dynamicznego dla IPv6: OSPFv3, ISIS, BGP.
  - 1.23. Urządzenie obsługuje Policy Based Routing, w tym także routing oparty o pomiar parametrów łącza (opóźnienie, obciążenie, jitter) z możliwością definiowania polityk per aplikacja.
  - 1.24. Urządzenie umożliwia uruchomienie wydzielonych wirtualnych instancji (przestrzeni) routingowych w oparciu o mechanizm VRF (Virtual Routing Forwarding), umożliwiając m.in. wykreowanie wydzielonej logicznej sieci na potrzebę obsługi ruchu określonej aplikacji lub wydzielonego fragmentu sieci.
  - 1.25. Urządzenie obsługuje funkcjonalność Bidirectional Forwarding Detection (BFD), zapewniając przy tym wsparcie dla protokołów BGP, OSPF, IS-IS, routingu statycznego.
  - 1.26. Urządzenie obsługuje funkcjonalność BFD dla interfejsów skonfigurowanych do współpracy z VRF.
  - 1.27. Urządzenie obsługuje multicast, w szczególności: PIM sparse/dense/SSM, IGMP, MLD, Multicast VPN.
  - 1.28. Urządzenie obsługuje protokół NHRP (ang. Next Hop Resolution Protocol).
  - 1.29. Urządzenie obsługuje protokół GDOI (RFC 3547).
  - 1.30. Funkcjonalności związane z niezawodnością pracy:
    - a) redundancja procesów routingowych realizowana poprzez uruchomienie dwóch kopii systemu operacyjnego, jeżeli do otrzymania tej funkcjonalności jest wymagana licencja to nie jest wymagane dostarczenie jej;
    - b) BFD dla OSPF, BGP, ISIS;
    - c) IP FRR;
    - d) BGP Prefix-Independent Convergence (PIC);
    - e) Graceful Restart dla OSPF, BGP, ISIS, LDP, RSVP;
    - f) funkcjonalność VRRP;
  - 1.31. Urządzenie obsługuje następujące mechanizmy jakości usług (QoS):
    - a) klasyfikacja, kolejkowanie, oznaczanie, policing, shaping per port/VLAN zarówno dla IPv4 jak i IPv6;
    - b) hierarchiczny QoS (H-QoS) - co najmniej 3 poziomy;
    - c) klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: adres MAC, adres IP, port TCP, VLAN ID, 802.1p (CoS), IP ToS/DSCP;
    - d) dynamiczna alokacja kolejek sprzętowych, dostępne min. 16 000 kolejek;
    - e) algorytm Round Robin (Shaped Round Robin) dla obsługi kolejek;
    - f) możliwość obsługi jednej kolejki z priorytetem w stosunku do innych;
    - g) mechanizm ograniczania ilości ruchu w kolejce priorytetowej;

- h) możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP;
  - i) możliwość ograniczania pasma wejściowego dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi (ingress policing, rate limiting);
  - j) mechanizm WRED;
  - k) możliwość wykorzystania rodzajów aplikacji/ruchu aplikacyjnego w tworzeniu polityk QoS.
- 1.32. Urządzenie obsługuje następujące funkcje i elementy bezpieczeństwa:
- a) sprzętowa ochrona warstwy zarządzającej (Control Plane Policing), ze wsparciem dla list kontroli dostępu;
  - b) Unicast RPF (Reverse Path Forwarding);
  - c) listy kontroli dostępu w oparciu o adresy IP źródłowe i docelowe, protokoły IP, porty TCP/UDP, opcje IP, flagi TCP, oraz o wartości TTL;
  - d) 50 000 wpisów IPv4 na wszystkich listach kontroli dostępu (ACL), a także 4 000 list kontroli dostępu (ACL);
  - e) dostęp administracyjny oparty o role z przypisanymi uprawnieniami ;
  - f) zasoby sprzętowe umożliwiające uruchomienie funkcjonalności zapory ogniowej typu statefull (ang. statefull firewall), przy czym zaporę ogniową:
    - umożliwia definicję stref bezpieczeństwa (zone-based firewall) z elastyczną definicją scenariuszy przesyłu ruchu pomiędzy różnymi strefami (inspekcja ruchu, odrzucanie ruchu, brak inspekcji),
    - obsługuje ruch IPv4 oraz IPv6,
    - umożliwia konfigurację polityk per wirtualna tablica routingu (VRF),
    - umożliwia obsługę 2 000 000 równoczesnych sesji,
    - Jeżeli do otrzymania tej funkcjonalności jest wymagana licencja to nie jest wymagane dostarczenie jej.
  - g) zasoby sprzętowe realizujące funkcjonalności szyfrowania VPN z wydajnością 5 Gbps (AES256) z obsługą 4 000 tuneli IPsec;
  - h) sieci VPN typu site-2-site oparte o IPsec;
  - i) dynamiczne zestawianie VPN z wykorzystaniem protokołu NHRP w relacji spoke to spoke w celu optymalizacji transmisji danych pomiędzy oddziałami;
  - j) bez-tunelowe sieci VPN w relacji każdy z każdym w celu zapewnienia optymalnej transmisji pomiędzy dowolnymi węzłami oraz optymalnej realizacji polityk jakości usług (QoS) i transmisji multicast;
  - k) algorytmy IPsec następnej generacji oparte o krzywe eliptyczne (RFC 4869), w szczególności:
    - Elliptic Curve Diffie-Hellman (ECDH),
    - Galois Counter Mode Advanced Encryption Standard (GCM-AES) - 128/256 bitów,
    - Galois Message Authentication Code (GMAC-AES) - 128/256 bitów,
    - Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) dla IKEv2,
    - konfiguracja tuneli IPsec VPN w oparciu o protokół IKEv2,
    - IKEv2 zarówno dla VPN typu site-2-site jak i dynamicznych,
    - IKEv2 zarówno dla ruchu IPv4 jak i IPv6.

- l) funkcjonalność VPN per VRF;
  - m) Jeżeli do otrzymania funkcjonalności VPN IPsec jest wymagana licencja to nie jest wymagane dostarczenie jej;
  - n) ochrona centralnego procesora urządzenia (CPU) przed atakiem Denial of Service (DoS) poprzez możliwość klasyfikowania i limitowania ruchu docierającego do CPU;
  - o) logowanie pakietów przekraczających skonfigurowane limity ruchu docierającego do CPU;
  - p) możliwość uruchomienia funkcjonalności analizy i klasyfikacji pakietów w warstwie 2-7 polegającej na przeszukiwaniu pakietów pod kątem zawierania specyficznych ciągów znaków i wykrywania na tej podstawie ataków.
- 1.33. Urządzenie umożliwia uruchomienie usługi klasyfikacji ruchu w oparciu o głęboką analizę pakietów, przy czym klasyfikacja ta:
- a) opiera się na kilku mechanizmach gwarantujących poprawne rozpoznawanie wielu aplikacji / protokołów;
  - b) udostępnia 3 atrybuty opisujące daną aplikację / protokół (atrybuty ułatwiają konfigurowanie QoS na urządzeniu poprzez grupowanie podobnych aplikacji / protokołów - na przykład wszystkie aplikacje typu p2p mają taką samą wartość atrybutu określającego typ aplikacji);
  - c) nie wymaga rozbudowy sprzętowej urządzenia, jedynie zakup licencji .
- 1.34. Urządzenie obsługuje 4000 tuneli GRE.
- 1.35. Urządzenie posiada możliwość tunelowania przesyłanych danych w postaci tuneli GRE typu punkt-punkt oraz punkt-wielopunkt z możliwością uruchomienia protokołów routingu dynamicznego pomiędzy urządzeniami połączonymi za pomocą tuneli GRE.
- 1.36. Urządzenie umożliwia ochronę kryptograficzną tuneli GRE.
- 1.37. W ramach funkcjonalności zarządzania, urządzenie:
- a) umożliwia zarządzanie poprzez: CLI (Telnet, SSHv2, port konsoli), SNMPv3;
  - b) umożliwia pisanie skryptów konfiguracyjnych;
  - c) obsługuje protokół Netflow ze wsparciem dla multicast oraz IPv4/IPv6;
  - d) posiada narzędzia IP SLA umożliwiające pomiar parametrów jakościowych łącza (np. czas odpowiedzi aplikacji/serwera, opóźnienie, jitter, straty pakietów) i dostęp do tych informacji za pomocą SNMP;
  - e) posiada obsługę mechanizmów uwierzytelniania, autoryzacji i rozliczania (AAA) z wykorzystaniem protokołów RADIUS lub TACACS+;
  - f) posiada dedykowane porty do zarządzania urządzeniem: port konsoli (RJ45), port Ethernet 10/100/1000 oraz port AUX;
  - g) posiada port USB;
  - h) posiada możliwość pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej;
    - konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona
  - i) urządzenie posiada możliwość wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów;
- 1.38. Urządzenie posiada redundantne zasilacze AC 230V zintegrowane w obudowie urządzenia.
- 1.39. Urządzenie umożliwia montaż w szafie 19”.



## Przełącznik MGMT

Dostawa 4 urządzeń, każde o wymaganiach opisanych poniżej.

Zamawiający gwarantuje realizację przedmiotu zamówienia w liczbie 2 przełączników, a 2 przełączniki jako zamówienie opcjonalne

### 1.40. Przełącznik posiada:

- a) 48 portów 1/10/25GE definiowanych za pomocą wkładek SFP/SFP+;
- b) 6 portów 40/100GE definiowanych za pomocą wkładek QSFP, przy czym każdy z tych portów QSFP posiada możliwość pracy zarówno w trybie 40Gbps oraz w trybie 100Gbps na pojedynczej parze okablowania multi-mode (do 100m).

### 1.41. Parametry wydajnościowe:

- a) Prędkość przełączania 1.8Tbps full duplex;
- b) Urządzenie sprzętowo przełącza pakiety w warstwie L2 i L3.

### 1.42. Przełącznik posiada następującą funkcjonalność dla warstwy L2:

- a) Trunking IEEE 802.1Q VLAN;
- b) Wsparcie dla 3000 sieci VLAN;
- c) Wsparcie sprzętowe dla 90 tysięcy adresów MAC;
- d) IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree (RST);
- e) IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree (MST);
- f) Zabezpieczenie przeciwko incydentom w topologii Spanning Tree (min. ochrona Root-a, filtracja BPDU);
- g) Internet Group Management Protocol (IGMP) wersje 2, 3;
- h) Terminowanie pojedynczej wiązki EtherChannel na 2 niezależnych przełącznikach;
- i) Link Aggregation Control Protocol (LACP): IEEE 802.3ad ;
- j) Ramki Jumbo dla wszystkich portów (minimum 9216 bajtów);
- k) Funkcjonalność izolowania portów znajdujących się w tym samym VLAN;
- l) Wsparcie sprzętowe dla tunelowania QinQ i QinVNI.

### 1.43. Przełącznik posiada następującą funkcjonalność dla warstwy L3:

- a) Sprzętowe przełączanie pakietów w warstwie L3;
- b) Routing w oparciu o trasy statyczne;
- c) Routing w oparciu o OSPF, BGP, ISIS dla protokołów IPv4 oraz IPv6;
- d) Policy Based Routing (PBR);
- e) VRRP;
- f) Wsparcie dla BFD (Bidirectional Forwarding Protocol) w tym zarówno dla IPv4 jak i IPv6;
- g) Tunele GRE;
- h) Wsparcie sprzętowe dla minimum 700 tysięcy prefixów LPM/ wpisów hosta w tablicy routingu IP;
- i) Wsparcie dla VRF;
- j) Wybór do 64 jednoczesnych ścieżek o równej metryce (ECMP);
- k) Wsparcie dla IPv4 multicast w oparciu o protokół PIMv2 Sparse Mode i tryb SSM (Source Specific Multicast);
- l) Wsparcie dla IGMPv3 oraz MSDP;



- m) Wsparcie sprzętowe dla minimum 32,000 tras multicastowych;
  - n) Obsługa minimum 4000 wpisów dla ACL (access control list).
- 1.44. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z funkcjonalnością VXLAN:
- a) Zintegrowany, sprzętowy VXLAN Bridging/Routing;
  - b) Obsługa ruchu rozgłoszeniowego (multicast, broadcast, unknown) poprzez statyczną replikację (bez konieczności wykorzystania IP Multicast);
  - c) Implementacja VXLAN BGP EVPN (Ethernet VPN);
  - d) Obsługa routingu między VXLAN-ami (VXLAN Routing) z wykorzystaniem BGP EVPN oraz funkcjonalności Anycast Gateway (obsługą danego SVI na wszystkich VTEP w domenie VXLAN).
- 1.45. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:
- a) Layer 2 IEEE 802.1p (CoS) oraz DSCP;
  - b) Klasyfikacja QoS w oparciu o listy ACL (Access control list) dla warstwy drugiej i trzeciej (IPv4 i IPv6);
  - c) Kolejowanie bezwzględne (strict-priority) ;
  - d) Kolejowanie WRR (Weighted Round-Robin) lub WRED (Weighted Random Early Detection);
  - e) Ograniczanie ruchu (policing) do żądanej przepływności;
  - f) Dopasowywanie (shaping) ruchu do zadanej przepływności na interfejsach wyjściowych;
  - g) Protokół PFC (Priority Flow Control) IEEE 802.1Qbb.
- 1.46. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem bezpieczeństwa w sieci:
- a) Obsługa list kontroli dostępu (ACL);
    - ACL dla warstwy 2 w oparciu o: adresy MAC adresy, typ protokołu;
    - iACL dla warstw 3 oraz 4 w oparciu o: IPv4 i IPv6, Internet Control Message Protocol (ICMP), TCP, User Datagram Protocol (UDP);
    - ACL oparte o porty (PACL).
  - b) DHCP Snooping;
  - c) ARP Inspection;
  - d) IP Source Guard;
  - e) Unicast reverse path forwarding (uRPF);
  - f) Prewencja niekontrolowanego wzrostu ilości ruchu (storm control), dla ruchu unicast, multicast, broadcast.
- 1.47. Przełącznik wspiera następujące funkcjonalności dla obszaru zarządzania i zabezpieczenia przełącznika:
- a) Port zarządzający 100/1000 Mbps;
  - b) Port konsoli CLI;
  - c) Zarządzanie In-band;
  - d) SSHv2;
  - e) Authentication, authorization and accounting (AAA);
  - f) RADIUS;
  - g) TACACS/TACACS+;
  - h) Syslog;
  - i) SNMP v1, v2c, v3;

- j) Telemetria w oparciu o mechanizm subskrypcji (push out), zapewniający alternatywny do SNMP, szybszy mechanizm (min. co 30s) zbierania informacji z przełącznika poprzez protokoły gRPC lub GPB;
  - k) Role-Based Access Control RBAC;
  - l) IEEE 802.1ab LLDP;
  - m) Możliwość zachowania stanu (checkpoint) i powrotu do poprzedniej konfiguracji (rollback);
  - n) 802.1x;
  - o) Ograniczanie ruchu kierowanego do warstwy sterowania (control plane policing);
  - p) Kopiowanie ruchu ze źródłowych fizycznych portów Ethernet, wiązek PortChannel, sieci VLAN, na interfejs docelowy za pośrednictwem specjalnego mechanizmu (mirroring);
  - q) Network Time Protocol (NTP);
  - r) Precision Time Protocol IEEE 1588;
  - s) Diagnostyka procesu BOOT;
  - t) Ping;
  - u) Traceroute.
- 1.48. Narzędzia programowania i zarządzania przełącznikiem:
- a) Interpreter Python z możliwością lokalnego uruchamiania skryptów na przełączniku i konfiguracji przełącznika poprzez API;
  - b) Wbudowana powłoka Bash do zarządzania systemem Linux przełącznika;
  - c) Wsparcie dla kontenera LXC (Linux Container) lub runC wraz z możliwością instalowania na nim zewnętrznych aplikacji 32 i 64 bitowych w oparciu o narzędzie yum i paczki rpm, niezależnie od systemu operacyjnego przełącznika;
  - d) Interfejs programistyczny REST API wraz z upublicznionym SDK;
  - e) Wsparcie dla OpenStack Neutron plugin.
- 1.49. Przełącznik powinien być wyposażony w dwa zasilacze zmiennoprądowe pracujące w konfiguracji redundantnej.
- 1.50. Obudowa o rozmiarach maksymalnie 1RU (rack unit), przeznaczona do montażu w szafie rackowej 19”.
- 1.51. Wyposażenia przełącznika:
- a) 16 wkładek 10/25G SFP+ CSR,
  - b) 24 wkładki 1G RJ45.
  - c) Kabel 100GBASE-CR4 Passive Copper Cable, 1m

### **Przełącznik sieciowy**

Dostawa 2 Urządzeń, każde o wymaganiach opisanych poniżej, Typ i liczba portów:

- a) Przełącznik dostępowy posiadający 48 portów 10/100/1000BaseT RJ-45 z obsługą PoE+ (zgodne z IEEE 802.3at) oraz cztery porty uplink 10G SFP
- 1.52. Przełącznik ma zapewniać moc dostępną dla PoE:
- a) 740W (przy pracy z jednym zasilaczem o mocy 1KW),
  - b) 740W (przy pracy z dwoma zasilaczami o mocy 1KW pracującymi w układzie redundantnym),

- c) 1440W (przy pracy z dwoma zasilaczami o mocy 1KW pracującymi w układzie współdzielenia mocy),
- 1.53. Przełącznik ma posiadać 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-EX,
  - e) Gigabit Ethernet 1000Base-ZX,
  - f) Gigabit Ethernet 1000Base-BX-D/U,
  - g) 10Gigabit Ethernet 10GBase-SR,
  - h) 10Gigabit Ethernet 10GBase-LR,
  - i) 10Gigabit Ethernet 10GBase-ER,
  - j) 10Gigabit Ethernet 10GBase-ZR,
  - k) 10Gigabit Ethernet typu twinax (SFP+ - SFP+)
- 1.54. Ma być zapewniona możliwość łączenia przełączników w stos z zapewnieniem następujących funkcjonalności:
- a) Przepustowość w ramach stosu – przynajmniej 80Gb/s,
  - b) Przynajmniej 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) Jeżeli Urządzenie tego wymaga należy dostarczyć wszystkie elementy niezbędne do połączenia Urządzenia w stos.
- 1.55. Zasilanie i chłodzenie
- a) Przełącznik musi być wyposażony w redundantne wbudowane zasilacze AC 230V. Zasilacze wymienne muszą mieć możliwość instalacji/wymiany „na gorąco” – ang. hot swap,
  - b) Przełącznik musi umożliwiać podtrzymanie zasilania z portów PoE podczas restartu urządzenia,
  - c) Przełącznik musi posiadać redundantne wentylatory,
- 1.56. Parametry wydajnościowe:
- a) Przepustowość przełącznika (switching capacity): Przynajmniej 175 Gb/s (bez podłączenia do stosu), 255 Gb/s (z podłączeniem do stosu)
  - b) Prędkość przesyłania (forwarding rate): Przynajmniej 130 Mpps
  - c) Bufor pakietów przynajmniej 6MB
  - d) Pamięć DRAM przynajmniej 2GB
  - e) Pamięć flash przynajmniej 4GB
  - f) Obsługa:
    - a. przynajmniej 1000 aktywnych sieci VLAN
    - b. przynajmniej 16000 adresów MAC
    - c. przynajmniej 3000 tras IPv4
    - d. przynajmniej 1500 tras IPv6
  - g) Ilość wpisów w listach kontroli dostępu Security ACL przynajmniej 1000

- h) Ilość wpisów w listach kontroli dostępu QoS ACL przynajmniej 1000
  - i) Przynajmniej 512 interfejsów SVI L3
  - j) Obsługa Jumbo frame 9198B
  - k) Obsługa przynajmniej do 48 połączeń zagregowanych typu „port channel”
  - l) Obsługa przynajmniej 16 linków w ramach jednego połączenia zagregowanego typu „port channel” LACP
- 1.57. Obsługa protokołu NTP
- 1.58. Obsługa IGMPv1/2/3 i MLDv1/2 Snooping
- 1.59. Przełącznik musi wspierać przynajmniej poniższe mechanizmy związane z zapewnieniem ciągłości pracy sieci:
- a) IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree
  - b) Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+)
  - c) IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree
  - d) Obsługa 64 instancji protokołu STP
- 1.60. Obsługa protokołu LLDP i LLDP-MED.
- 1.61. Przełącznik musi mieć funkcjonalność Layer 2 traceroute umożliwiającą śledzenie fizycznej trasy pakietu o zadanym źródłowym i docelowym adresie MAC
- 1.62. Przełącznik musi zapewnić obsługę funkcji Voice VLAN umożliwiającą odseparowanie ruchu danych i ruchu głosowego
- 1.63. Przełącznik musi mieć możliwość uruchomienia funkcji serwera DHCP
- 1.64. Przełącznik musi obsługiwać przynajmniej wymienione poniżej mechanizmy związane z bezpieczeństwem sieci:
- a) Wiele poziomów dostępu administracyjnego poprzez konsolę. Przełącznik ma umożliwiać 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 i 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 Urzędnia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS i TACACS+,
  - m) Obsługa list kontroli dostępu (ACL) przynajmniej wymienionych poniżej typów:
  - n) Port ACL umożliwiające kontrolę ruchu wchodzącego (inbound) na poziomie portów L2 przełącznika,
  - o) VLAN ACL umożliwiające kontrolę ruchu pomiędzy stacjami znajdującymi się w tej samej sieci VLAN w obrębie przełącznika,
  - p) Routed ACL umożliwiające kontrolę ruchu routowanego pomiędzy sieciami VLAN,
  - q) Możliwość konfiguracji tzw. czasowych list ACL (aktywnych w określonych godzinach i dniach tygodnia);
  - r) Obsługę 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),
  - s) Wbudowane mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej przełącznika (CoPP – Control Plane Policing),
  - t) Funkcja Private VLAN;
- 1.65. Przełącznik musi obsługiwać przynajmniej wymienione poniżej mechanizmy zapewniające 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.
- 1.66. Przełącznik musi obsługiwać przynajmniej wymienione poniżej 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 powyżej wspomnianych 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;
- 1.67. Obsługa przynajmniej wymienionych poniżej protokołów i mechanizmów routingu:
- a) Routing statyczny dla IPv4 i IPv6,
  - b) Routing dynamiczny – RIP, OSPF do 1000 routes, PIM Stub do 1000 routes ,
  - c) Policy-based routing (PBR),

- d) Obsługa protokołu redundancji bramy (VRRP) z obsługą 64 grup,
  - e) Obsługa 10 tuneli GRE (Generic Routing Encapsulation);
- 1.68. Przełącznik ma umożliwiać 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
- 1.69. Funkcjonalność sondy IP SLA Responder,
- 1.70. Zarządzanie przełącznikiem przynajmniej poprzez:
- 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 YANGa (RFC 6020) oraz eksportowania zdefiniowanych według potrzeb danych do zewnętrznych systemów,
  - f) Wsparcie dla protokołu RESTCONF,
  - g) Przełącznik ma posiadać diodę umożliwiającą identyfikację konkretnego urządzenia podczas akcji serwisowych,
  - h) Przełącznik ma posiadać wbudowany tag RFID w celu łatwiejszego zarządzania infrastrukturą,
  - i) Port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych. Urządzenie ma możliwość uruchomienia z nośnika danych umieszczonego w porcie USB,
  - j) Wbudowany graficzny interfejs zarządzania przełącznikiem dostępny z poziomu przeglądarki;
- 1.71. Montaż – przełącznik ma mieć możliwość montażu w szafie rack 19". Wysokość Urządzenia ma być nie większa niż 1 RU,
- 1.72. Przełącznik ma mieć możliwość próbkowania (bez samplowania) i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych ze wsparciem sprzętowym dla protokołu NetFlow – obsługa 16000 strumieni (flow),
- 1.73. Przełącznik ma mieć możliwość realizacji 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,
- 1.74. Przełącznik ma mieć możliwość tworzenia skryptów celem obsługi zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie,
- 1.75. Wyposażenie Urządzenia
- a) Przełącznik ma być wyposażony w zasilacz podstawowy,
  - b) Przełącznik wyposażony ma być w moduł do łączenia w stos wraz z kablem stakującym o długości przynajmniej 1m,
  - c) Przełącznik ma być wyposażony w następujące wkładki interfejsowe:
    - a. cztery moduły światłowodowe SFP+ 10Gb/s przystosowane do współpracy ze światłowodami multimodowymi typu OM3 na dystansie do przynajmniej 300 metrów. Moduły muszą być kompatybilne z IEEE 802.3ae.

- b. moduły SFP powinny być od tego samego producenta, co oferowany przełącznik, dopuszcza się jednak moduły innych producentów, kompatybilne z oferowanymi przełącznikami,
- d) Jeżeli jest to wymagane Urządzenie ma być wyposażone w licencje subskrypcyjne na wymienione powyżej funkcjonalności na okres 3 lat,

### **Gwarancja**

- 1.76. Dostawca gwarantuje, że każdy produkt, który zostanie dostarczony jest fabrycznie nowy i pochodzi bezpośrednio od producenta lub autoryzowanego sprzedawcy.
- 1.77. Urządzenia muszą być objęte przynajmniej 36 miesięczną gwarancją od dnia podpisania Protokołu Odbioru wniosku o rozliczenie finansowe. Zamawiający dopuszcza świadczenie gwarancji bezpośrednio przez producenta lub partnera producenta przy wsparciu producenta w reżimie 8x5xNBD (tj. 8 godzin w dni robocze) uprawniającym do wsparcia telefonicznego i mailowego w zakresie konfiguracji Urządzenia oraz dającym prawo do aktualizacji oprogramowania, a w przypadku ujawnienia wad w okresie gwarancji Wykonawca w ramach gwarancji zobowiązuje się w terminie nie dłuższym niż 5 dni roboczych od dnia zgłoszenia tego faktu przez Zamawiającego (reklamacja) do:
  - a) usunięcia wad Urządzenia w siedzibie Zamawiającego lub, jeżeli usunięcie wady w siedzibie nie jest możliwe, usunięcia wady poza siedzibą Zamawiającego. W przypadku, gdy Wykonawca wykonuje naprawę poza siedzibą Zamawiającego, jest on zobowiązany na czas naprawy udostępnić Zamawiającemu i dostarczyć na własny koszt sprzęt zastępczy o parametrach nie gorszych od Urządzenia naprawianego. Koszty związane z dostarczeniem urządzenia zastępczego ponosi Wykonawca; wymiany Urządzenia na nowe, wolne od wad.

