

## Specyfikacja przełącznika sieciowego

1. Przełącznik musi być dedykowanym, modułarnym urządzeniem sieciowym o wysokości nie większej niż 13U, przystosowanym do montowania w szafie rack 19 cali za pomocą zestawu dostarczonego z urządzeniem oraz standardowych narzędzi.
2. Urządzenie musi być konstrukcją wewnętrznie redundantną uwzględniającą:
  - 2.1. Redundantne zasilacze hot-swap dostosowane do napięcia przemiennego 230V. Wymagana jest redundancja w modelu w którym awaria pojedynczego zasilacza albo jednego z dwóch obwodów zasilających nie skutkuje degradacją funkcjonalną urządzenia.
  - 2.2. Redundantne wentylatory hot-swap zapewniające chłodzenie przepływem powietrza w schemacie od przodu do tyłu. Za przód urządzenia przyjmuje się stronę z zabudowanymi interfejsami tranzytowymi.
  - 2.3. Redundantne karty hot-swap zarządzające urządzeniem - routing engine, supervisor engine lub podobne – wg terminologii właściwej dla poszczególnych producentów. W szczególności karty zapewniające zarządzanie (management plane/control plane) muszą być fizycznie odrębne od kart przenoszących ruch.
  - 2.4. Karty przełączające hot-swap pomiędzy kartami interfejsów, zapewniające redundancję co najmniej na poziomie  $n+1$  bez straty przepustowości
  - 2.5. Karty liniowe interfejsów, hot-swap
3. Przełącznik musi mieć przepustowość całkowitą nie mniejszą niż 48 Tbps full duplex (co odpowiada 240 interfejsom 100GbE) oraz mieć możliwość obsługi nie mniej niż 16000 Mpps (miliardów pakietów na sekundę). Architektura przełącznika musi zapewniać jego nieblokowanie w pełnym zakresie przepustowości interfejsów.
4. Przełącznik musi umożliwiać instalację liniowych kart interfejsów dla uzyskania całkowitych pojemności nie mniejszych niż:
  - 4.1. 240 interfejsów 100 GbE QSFP28 (z możliwością obsługi MACsec)
  - 4.2. 288 interfejsów 40 GbE QSFP+
  - 4.3. 480 interfejsów 1/10 GbE SFP+
5. Przełącznik musi być wyposażony co najmniej w następujące interfejsy:
  - 32 porty QSFP28 100 Gigabit Ethernet obsługujące również moduły QSFP+ 40 Gigabit Ethernet. Co najmniej dwa porty QSFP28 100 Gigabit Ethernet muszą znajdować się na niezależnej karcie liniowej tak aby było możliwe w pełni redundantne połączenie dwóch przełączników.
  - 60 portów SFP+ 10 Gigabit Ethernet obsługujących również moduły SFP 1 Gigabit Ethernet
6. Powyższe obsadzenie przełącznika interfejsami musi zapewnić dalszą dostępność co najmniej połowy slotów urządzenia przeznaczonych na kolejne karty interfejsów.
7. Cztery porty muszą być wyposażone w kompatybilny moduł QSFP28 100 Gigabit Ethernet umożliwiający zestawienie połączenia pomiędzy przełącznikami na odległość co najmniej 2km po światłowodzie w standardzie G.652.D.
8. Wszystkie interfejsy urządzenia objęte powyższą specyfikacją muszą znajdować się po tej samej jego stronie zwanej dalej stroną przednią. Zastrzeżenie to nie obejmuje interfejsów dedykowanych do zarządzania urządzeniem.
9. Każda z kart zarządzających przełącznikiem musi być wyposażona w co najmniej jeden interfejs zarządzania Out-of-band GE oraz port szeregowy konsoli zarządzającej. Interfejs OOB GE musi mieć możliwość obsadzenia wymiennym modułem SFP.

10. Urządzenie musi pozwalać na zdefiniowanie wielu administratorów o różnych uprawnieniach. Uwierzelnianie administratorów musi się odbywać za pomocą lokalnej bazy urządzenia oraz serwera RADIUS lub TACACS+.
11. Zarządzanie urządzeniem musi odbywać się przy pomocy tekstowego interfejsu użytkownika dostępnego przez port konsoli, telnet, ssh. Nie może być oparte o rozwiązania wykorzystujące menu.
12. Urządzenie musi posiadać możliwość weryfikacji konfiguracji kandydackiej pod kątem zgodności i braku błędów przed jej zatwierdzeniem oraz możliwość automatycznego powrotu po jej zatwierdzeniu.
13. Administratorzy muszą mieć do dyspozycji mechanizm szybkiego odtwarzania systemu i przywracania konfiguracji. W urządzeniu musi być przechowywanych nie mniej niż 5 poprzednich, kompletnych konfiguracji.
14. Na każdej karcie zarządzającej musi być zainstalowane min. 32GB pamięci RAM oraz min. 50GB pamięci nieulotnej (np. SSD, Flash, itp.).
15. Karty zarządzające urządzeniem mają działać w systemie active/standby; przełączenie karty aktywnej nie może prowadzić do przerwy w transmisji pakietów między interfejsami kart liniowych, L2 ani L3.
16. Przełącznik musi obsługiwać ramki Jumbo o wielkości co najmniej 9KB
17. Urządzenie musi obsługiwać sprzętowo ruting IPv4 oraz IPv6: pakiety muszą być przełączane w warstwie drugiej i trzeciej modelu OSI bez udziału procesorów karty zarządzającej.
18. Urządzenie musi obsługiwać ruting statyczny IPv4 oraz ruting dynamiczny IPv4 – co najmniej dla protokołów rutingu OSPF, IS-IS i BGP.
19. Urządzenie musi obsługiwać ruting statyczny IPv6 oraz ruting dynamiczny IPv6 – co najmniej dla protokołów OSPFv3, IS-IS i BGP.
20. Urządzenie musi obsługiwać agregację linków Ethernet, statyczną oraz z wykorzystaniem protokołu LACP, min. 64 porty per grupa oraz minimum 120 różnych grup per urządzenie.
21. Urządzenie musi obsługiwać technologię MC-LAG/MLAG (Multi-chassis link aggregation group)
22. Urządzenie musi jednocześnie obsługiwać sprzętowo nie mniej niż:
  - 22.1. 1 milion wpisów w tablicy adresów MAC.
  - 22.2. 1 milion wpisów w tablicy rutingu IPv4 unicast.
  - 22.3. 1 milion wpisów w tablicy rutingu IPv6 unicast.
23. Urządzenie musi obsługiwać mechanizm tworzenia logicznych systemów (kontekstów, ruterów) umożliwiający ruting pakietów w oparciu o niezależne tablice rutingu. Urządzenie musi obsługiwać także możliwość tworzenia wirtualnych przełączników z separacją tablic adresów MAC oraz numeracji VLAN.
24. Urządzenie musi obsługiwać tunelowanie VXLAN.
25. Urządzenie musi obsługiwać EVPN/VXLAN z sygnalizacją przez Multiprotocol BGP. Implementacja musi obejmować:
  - 25.1. Lokalną replikację broadcastów / unknown unicastów / multicastów,
  - 25.2. Obsługę zapytań arp w trybie proxy
  - 25.3. Obsługę ESI dla implementacji redundantnego połączenia urządzeń końcowych do 2 różnych przełączników wraz ze wsparciem LACP
  - 25.4. Możliwość konfiguracji dynamicznego rutingu wewnątrz VXLAN z wykorzystaniem protokołu BGP
  - 25.5. Obsługę tunelowania tagów dot1q wewnątrz tunelu (funkcjonalny odpowiednik Q-in-Q, równoważnie znany jako Q-in-VNI).

26. Urządzenie musi obsługiwać protokół VRRP.
27. Urządzenie musi obsługiwać mechanizm BFD.
28. Urządzenie musi posiadać funkcję filtrowania ruchu wchodzącego i wychodzącego z wszystkich interfejsów (ACL). Filtrowanie musi odbywać się co najmniej na podstawie adresów MAC oraz IPv4/IPv6 łącznie, tzn. pojedyncza definicja ACE (access control entry) może objąć zarówno nagłówki L2 jak i L3. Urządzenie musi obsługiwać nie mniej niż 32000 reguł ruchu wchodzącego oraz 32000 reguł wychodzących. Włączenie filtrowania nie może powodować degradacji wydajności urządzenia, tzn. musi być realizowane sprzętowo z prędkością łącza.
29. Urządzenie musi obsługiwać protokół SNMP w wersjach 2c i 3. Urządzenie musi udostępniać za pomocą protokołu SNMP co najmniej 64 bitowe liczniki ramek i bajtów wysłanych i odebranych na poszczególnych interfejsach tranzytowych. Urządzenie musi udostępniać za pomocą protokołu SNMP liczniki odebranych ramek zawierających błędy na poszczególnych interfejsach tranzytowych. Urządzenie musi udostępniać za pomocą CLI liczniki ramek wysłanych, odebranych oraz zawierających błędy na poszczególnych interfejsach tranzytowych. Ponadto po SNMP muszą być dostępne liczniki pakietów i bajtów przechwyconych przez poszczególne filtry ruchu (ACL).
30. Urządzenie musi obsługiwać raportowanie danych telemetrycznych, co najmniej jako statystyki interfejsów, stan interfejsów optycznych, wykorzystanie kolejek sprzętowych, zajętość pamięci, użycie procesora, temperatura pracy. Wymagana częstotliwość raportowania co 5 sekund.
31. Urządzenie musi obsługiwać funkcjonalność SPAN /RSPAN/ERSPAN, tzn. wysłanie kopii ruchu na porcie/vlanie na inny port fizyczny bądź wskazany adres IP.
32. Urządzenie musi obsługiwać funkcjonalność sFlow v5
33. Urządzenie musi posiadać mechanizmy pozwalające na ograniczanie pasma dla ruchu wyjściowego i wejściowego na wszystkich interfejsach tranzytowych (z uwzględnieniem filtrów ruchu – ACL) oraz dla poszczególnych sieci VLAN.
34. Urządzenie musi posiadać mechanizmy klasyfikowania i znakowania ruchu w oparciu co najmniej 802.1p, DSCP, ToS, oraz adresację z nagłówków L2/L3 na wszystkich portach tranzytowych oraz dla poszczególnych sieci VLAN.
35. Urządzenie musi obsługiwać co najmniej 8 kolejek wyjściowych dla każdego portu tranzytowego, mechanizm WRED, oraz mechanizmy klasy datacenter bridging z uwzględnieniem priority-based flow control (802.1Qbb), oraz Enhanced Transmission Selection (802.1Qaz).
36. Bufor pamięci urządzenia przeznaczony na kolejki pakietów musi umożliwiać przechowanie min. 100ms ruchu. Minimalna wielkość pamięci bufora musi wynosić nie mniej niż 1GB na każdy port 100GE, 300MB na każdy port 40GE oraz 80MB na każdy port 1/10GE.
37. Urządzenie musi obsługiwać mechanizmy wykrywania i raportowania zjawisk microburst tzn. gubienia pakietów w wyniku przekroczenia pojemności bufora w poszczególnych klasach ruchu.
38. Urządzenie musi obsługiwać sieci VLAN zgodnie z IEEE 802.1q. Urządzenie musi pozwalać na skonfigurowanie i uruchomienie nie mniej niż 4090 sieci VLAN jednocześnie.
39. Urządzenie musi obsługiwać standard Q-in-Q IEEE 802.1ad.
40. Urządzenie musi obsługiwać protokół LLDP.
41. Urządzenie musi obsługiwać ruting pakietów przychodzących/wychodzących na pojedynczym interfejsie fizycznym.

42. Urządzenie musi obsługiwać protokoły Spanning Tree – zgodnie z co najmniej IEEE 802.1d, 802.1w i 802.1s.
43. Wszystkie licencje aktywujące wymagane funkcjonalności urządzenia muszą być permanentne.
44. Sprzęt musi być fabrycznie nowy.
45. Pomoc techniczna oraz szkolenia z produktu muszą być dostępne w Polsce. Usługi te muszą być świadczone w języku polskim.
46. Całość dostarczanego sprzętu i oprogramowania musi pochodzić z autoryzowanego przez producenta kanału sprzedaży, na terenie Unii Europejskiej.
47. Wraz z urządzeniem wymagane jest dostarczenie opieki technicznej ważnej przez okres co najmniej 5 lat (kryterium oceny ofert). Opieka powinna zawierać wsparcie techniczne świadczone telefonicznie oraz pocztą elektroniczną przez producenta lub polskiego partnera serwisowego, wymianę uszkodzonego sprzętu (następnego dnia roboczego), dostęp do nowych wersji oprogramowania, a także dostęp do baz wiedzy, przewodników konfiguracyjnych i narzędzi diagnostycznych.
48. Wymagane jest przeprowadzenie szkolenia z zakresu konfiguracji i zarządzania urządzeniem przez wykonawcę lub autoryzowanego partnera.