

## Dostawa przełączników do sieci LAN z możliwością pracy w stosie

### I. Przełącznik agregujący warstwy 3 z możliwością pracy w stosie

1. Przełącznik musi być dedykowanym urządzeniem sieciowym o maksymalnej wysokości 1U przystosowanym do montowania w szafie teletechnicznej 19 cali za pomocą zestawu dostarczonego z urządzeniem oraz standardowych narzędzi.
2. Przełącznik musi posiadać co najmniej 24 wbudowane porty SFP+ 10 Gigabit Ethernet (obsługujące również moduły SFP Gigabit Ethernet) oraz co najmniej 4 wbudowane porty QSFP+ 40 Gigabit Ethernet.
3. Przełącznik musi umożliwiać rozbudowę o nie mniej niż 8 portów QSFP+ 40 Gigabit Ethernet.
4. Musi istnieć możliwość wykorzystania interfejsu QSFP+ jako 4x10GbE. Warunek ten musi być spełniony zarówno dla interfejsów wbudowanych, jak również znajdujących się w dodatkowych modułach.
5. Przełącznik musi umożliwiać rozbudowę o co najmniej 16 interfejsów SFP+ (2 moduły po 8 interfejsów każdy) – zamiennie z modułami 40 GbE.
6. Przełącznik musi wspierać metodę przełączania cut-through i store-and-forward.
7. Przełącznik musi obsługiwać tworzenie stosu (w postaci pętli) liczącego nie mniej niż 10 urządzeń. Do łączenia w stos mogą zostać zastosowane wbudowane interfejsy 40 Gigabit Ethernet. Stos musi być widoczny z punktu widzenia zarządzania oraz innych urządzeń sieciowych jako jedno urządzenie. Stos musi być odporny na awarie, tzn. przełącznik kontrolujący pracę stosu (master) musi być automatycznie zastąpiony przełącznikiem pełniącym rolę backupu – wybór przełącznika backup nie może odbywać się w momencie awarii przełącznika master.
8. Razem z przełącznikiem musi być dostarczony kabel, pozwalający łączyć w stos, poprzez port o najwyższej przepustowości.
9. Przełącznik musi posiadać wymienne redundancjne zasilacze 230 VAC.
10. Przełącznik musi posiadać co najmniej 2 moduły wentylacji.
11. Zarówno zasilacz, jak i moduł wentylacji muszą posiadać możliwość wymiany podczas pracy urządzenia (hot swap).
12. Przełącznik musi być wyposażony w port szeregowy konsoli zarządzającej oraz dedykowany interfejs Ethernet do zarządzania OOB (out-of-band).
13. Zarządzanie urządzeniem musi odbywać się za pośrednictwem interfejsu linii komend (CLI) przez port konsoli, telnet oraz ssh.
14. Przełącznik musi pozwalać na zdefiniowanie wielu administratorów o różnych uprawnieniach. Uwierzytelnianie administratorów musi się odbywać za pomocą lokalnej bazy urządzenia oraz serwera RADIUS lub TACACS+.
15. Przełącznik musi posiadać architekturę non-blocking. Maksymalna wydajność przełączania w warstwie 2 nie może być niższa niż 1440 Gbps i 1000 Mpps.
16. Przełącznik musi posiadać możliwość obsługi co najmniej 250000 adresów MAC.
17. Przełącznik musi obsługiwać ramki Jumbo o wielkości nie mniejszej niż 9216 bajtów.
18. Przełącznik musi obsługiwać sieci VLAN zgodne z IEEE 802.1q w liczbie nie mniejszej niż 4090.
19. Przełącznik musi obsługiwać protokół MVRP.
20. Przełącznik musi obsługiwać standard Q-in-Q IEEE 802.1ad.
21. Przełącznik musi obsługiwać agregowanie połączeń zgodne z IEEE 802.3ad - nie mniej niż 128 grup LAG, nie mniej niż 32 porty w grupie.
22. Przełącznik musi obsługiwać protokół Spanning Tree i Rapid Spanning Tree, zgodnie z IEEE 802.1D, a także Multiple Spanning Tree zgodnie z IEEE 802.1s (nie mniej niż 64 instancje MSTP).
23. Przełącznik musi obsługiwać mechanizm Multichassis link aggregation (MC-LAG).
24. Przełącznik musi obsługiwać protokół LLDP i LLDP-MED.
25. Przełącznik musi posiadać możliwość obsługi co najmniej 100000 prefiksów unicast Ipv4.
26. Przełącznik musi obsługiwać ruting statyczny oraz protokoły routingu dynamicznego RIP, RIPng, OSPFv2/v3.
27. Przełącznik musi posiadać możliwość obsługi protokołu VRRP.
28. Przełącznik musi obsługiwać rutingu multicast w postaci PIM-SM, PIM-SSM, MSDP oraz IGMP i IGMP Snooping dla wersji IGMP v1, v2 i v3. Ponadto musi istnieć możliwość wyboru RP metodą anycast RP.
29. Przełącznik musi posiadać możliwość rozbudowy o funkcję MacSec.
30. Przełącznik musi posiadać możliwość rozbudowy funkcji o obsługę protokołów routingu dynamicznego IS-IS, BGP zarówno dla IPv4 i Ipv6.
31. Przełącznik musi posiadać mechanizmy priorytetyzowania i zarządzania ruchem sieciowym (QoS) w warstwie 2 i 3. Klasyfikacja ruchu musi odbywać się w zależności od co najmniej: interfejsu, typu ramki Ethernet, sieci VLAN, priorytetu w warstwie 2 (802.1p), adresów MAC, adresów IP, wartości

- pola ToS/DSCP w nagłówkach IP, portów TCP i UDP. Urządzenie musi obsługiwać sprzętowo nie mniej niż 12 kolejek per port fizyczny (8 unicast i 4 multicast).
32. Przełącznik musi obsługiwać mechanizm Weighted Random Early Detection (WRED).
  33. Przełącznik musi obsługiwać filtrowanie ruchu co najmniej na poziomie portu i sieci VLAN dla kryteriów z warstw 2-4 modelu ISO/OSI. Urządzenie musi realizować sprzętowo nie mniej niż 4000 reguł filtrowania ruchu. W regułach filtrowania ruchu musi być dostępny mechanizm zliczania dla zaakceptowanych lub zablokowanych pakietów. Musi być dostępna funkcja edycji reguł filtrowania ruchu na samym urządzeniu.
  34. Przełącznik musi obsługiwać takie mechanizmy bezpieczeństwa jak limitowanie adresów MAC, Dynamic ARP Inspection, DHCP snooping, IP Source Guard.
  35. Przełącznik musi obsługiwać protokół SNMP (wersje 2c i 3), oraz grupy RMON 1, 2, 3, 9. Musi być dostępna funkcja kopiowania (mirroring) ruchu na poziomie portu i sieci VLAN.
  36. Architektura systemu operacyjnego urządzenia musi posiadać budowę modułową (poszczególne moduły muszą działać w odseparowanych obszarach pamięci), m.in. moduł przekazywania pakietów, odpowiedzialny za przełączanie pakietów musi być oddzielony od modułu routingu IP, odpowiedzialnego za ustalanie tras routingu i zarządzanie urządzeniem.
  37. Przełącznik musi posiadać możliwość weryfikacji konfiguracji kandydackiej pod kątem zgodności i braku błędów przed jej zatwierdzeniem oraz możliwość automatycznego powrotu po jej zatwierdzeniu.
  38. Urządzenie musi posiadać mechanizm szybkiego odtwarzania systemu i przywracania konfiguracji. W urządzeniu musi być przechowywanych nie mniej niż 20 poprzednich kompletnych konfiguracji.

## II. Przełącznik warstwy 3 z możliwością pracy w stosie:

1. Przełącznik musi być dedykowanym urządzeniem sieciowym o maksymalnej wysokości 1U przystosowanym do montowania w szafie teletechnicznej 19 cali za pomocą zestawu dostarczonego z urządzeniem oraz standardowych narzędzi.
2. Przełącznik musi posiadać nie mniej niż 48 wbudowanych portów dostępnych Ethernet 10/100/1000 Auto-MDI/MDIX.
3. Przełącznik musi posiadać nie mniej niż 4 porty 10 Gigabit Ethernet SFP+. Korzystanie z portów nie może powodować wyłączenia portów dostępnych 10/100/1000. Porty muszą akceptować również wkładki SFP umożliwiając obsługę połączeń Gigabit Ethernet.
4. Przełącznik musi posiadać nie mniej niż 2 porty o prędkości 40 Gb/s na wkładki typu QSFP+.
5. Przełącznik musi obsługiwać tworzenie stosu (w postaci pętli) liczącego nie mniej niż 10 urządzeń. Dopuszczalne jest podłączanie do stosu portami uplink 10 Gb/s lub 40 Gb/s. Stos musi być widoczny z punktu widzenia zarządzania oraz innych urządzeń sieciowych jako jedno urządzenie. Stos musi być odporny na awarie, tzn. przełącznik kontrolujący pracę stosu (master) musi być automatycznie zastąpiony przełącznikiem pełniącym rolę backupu – wybór przełącznika backup nie może odbywać się w momencie awarii przełącznika master. Przełącznik musi obsługiwać tworzenie stosu z przełącznikiem z punktu III.
6. Razem z przełącznikiem musi być dostarczony kabel, pozwalający łączyć w stos, poprzez port o najwyższej przepustowości.
7. Przełącznik musi posiadać wymienne podczas pracy urządzenia (hot swap) redundantne zasilacze 230 VAC.
8. Przełącznik musi być wyposażony w port szeregowy konsoli zarządzającej oraz dedykowany interfejs Ethernet do zarządzania OOB (out-of-band).
9. Zarządzanie urządzeniem musi odbywać się za pośrednictwem interfejsu linii komend (CLI) przez port konsoli, telnet oraz ssh (zarówno po ipv4 jak ipv6).
10. Przełącznik musi pozwalać na zdefiniowanie wielu administratorów o różnych uprawnieniach. Uwierzytelnianie administratorów musi się odbywać za pomocą lokalnej bazy urządzenia oraz serwera RADIUS lub TACACS+.
11. Przełącznik musi być wyposażony w nie mniej niż 2 GB pamięci flash zdolnej pomieścić co najmniej trzy pliki instalacyjne z obrazem systemu w dedykowanym katalogu oraz nie mniej niż 2 GB pamięci DRAM.
12. Przełącznik musi posiadać architekturę non-blocking. Maksymalna wydajność przełączania w warstwie 2 nie może być niższa niż 336 Gbps i 250 Mpps.
13. Przełącznik nie może obsługiwać mniej niż 32000 adresów MAC.
14. Przełącznik musi obsługiwać ramki Jumbo o wielkości nie mniejszej niż 9216 bajtów.
15. Przełącznik musi obsługiwać sieci VLAN zgodne z IEEE 802.1q w liczbie nie mniejszej niż 4090.
16. Przełącznik musi obsługiwać protokół MVRP.
17. Przełącznik musi obsługiwać standard Q-in-Q IEEE 802.1ad.
18. Przełącznik musi obsługiwać agregowanie połączeń zgodne z IEEE 802.3ad - nie mniej niż 128 grup LAG, maksymalnie nie mniej niż 16 linków w grupie.

19. Przełącznik musi obsługiwać protokół Spanning Tree i Rapid Spanning Tree, zgodnie z IEEE 802.1D i 802.1w, a także Multiple Spanning Tree zgodnie z IEEE 802.1s (nie mniej niż 64 instancje MSTP).
20. Przełącznik musi obsługiwać protokół LLDP i LLDP-MED.
21. Urządzenie musi obsługiwać routing między sieciami VLAN – routing statyczny, oraz protokół routingu dynamicznego RIP. Ilość tras obsługiwanych sprzętowo nie może być mniejsza niż 14000.
22. Przełącznik musi posiadać możliwość uruchomienia protokołów routingu dynamicznego, dla IPv4 (OSPF i BGP) oraz dla IPv6 (OSPFv3 i RIPng).
23. Urządzenie musi posiadać możliwość obsługi funkcji PIM sparse mode, PIM source specific mode (PIM-SSM), IGMP v1, v2, v3, oraz MLD v1 i v2.
24. Urządzenie musi posiadać mechanizmy priorytetyzowania dla ruchu wchodzącego i zarządzania ruchem sieciowym (QoS) w warstwie 2 i 3 dla ruchu wychodzącego. Klasyfikacja ruchu musi odbywać się w zależności od co najmniej: interfejsu, typu ramki Ethernet, sieci VLAN, priorytetu w warstwie 2 (802.1p), adresów MAC, adresów IP, wartości pola ToS/DSCP w nagłówkach IP, portów TCP i UDP. Urządzenie musi obsługiwać sprzętowo nie mniej niż 8 kolejek per port fizyczny.
25. Urządzenie musi obsługiwać filtrowanie ruchu na co najmniej na poziomie portu i sieci VLAN dla kryteriów z warstw 2-4 ISO/OSI. Urządzenie musi realizować sprzętowo nie mniej niż 1500 reguł filtrowania ruchu. W regułach filtrowania ruchu musi być dostępny mechanizm zliczania dla zaakceptowanych lub zablokowanych pakietów. Musi być dostępna funkcja edycji reguł filtrowania ruchu na samym urządzeniu.
26. Przełącznik musi obsługiwać takie mechanizmy bezpieczeństwa jak limitowanie adresów MAC, Dynamic ARP Inspection, DHCP snooping.
27. Przełącznik musi obsługiwać IEEE 802.1x zarówno dla pojedynczego, jak i wielu suplikantów na porcie. Przełącznik musi przypisywać ustawienia dla użytkownika na podstawie atrybutów zwracanych przez serwer RADIUS (co najmniej VLAN oraz reguła filtrowania ruchu). Musi istnieć możliwość pominięcia uwierzytelnienia 802.1x dla zdefiniowanych adresów MAC. Przełącznik musi obsługiwać co najmniej następujące typy EAP: MD5, TLS, TTLS, PEAP.
28. Przełącznik musi obsługiwać protokół SNMP (wersje 2 i 3), oraz grupy RMON 1, 2, 3, 9. Musi być dostępna funkcja kopiowania (mirroring) ruchu na poziomie portu i sieci VLAN.
29. Architektura systemu operacyjnego urządzenia musi posiadać budowę modułową (poszczególne moduły muszą działać w odseparowanych obszarach pamięci), m.in. moduł przekazywania pakietów, odpowiedzialny za przełączanie pakietów musi być oddzielony od modułu routingu IP, odpowiedzialnego za ustalanie tras routingu i zarządzanie urządzeniem.
30. Przełącznik musi posiadać możliwość weryfikacji konfiguracji kandydackiej pod kątem zgodności i braku błędów przed jej zatwierdzeniem oraz możliwość automatycznego powrotu po jej zatwierdzeniu.
31. Urządzenie musi posiadać mechanizm szybkiego odtwarzania systemu i przywracania konfiguracji. W urządzeniu musi być przechowywanych nie mniej niż 20 poprzednich, kompletnych konfiguracji.

### III. Przełącznik PoE warstwy 3 z możliwością pracy w stosie:

1. Przełącznik musi być dedykowanym urządzeniem sieciowym o maksymalnej wysokości 1U przystosowanym do montowania w szafie teletechnicznej 19 cali za pomocą zestawu dostarczonego z urządzeniem oraz standardowych narzędzi.
2. Przełącznik musi posiadać nie mniej niż 24 wbudowanych portów dostępowych Ethernet 10/100/1000 Auto-MDI/MDIX z obsługą Power over Ethernet (IEEE 802.3af PoE, IEEE 802.3at PoE+).
3. Przełącznik musi posiadać nie mniej niż 4 porty 10 Gigabit Ethernet SFP+. Korzystanie z portów nie może powodować wyłączenia portów dostępowych 10/100/1000. Porty muszą akceptować również wkładki SFP umożliwiając obsługę połączeń Gigabit Ethernet.
4. Przełącznik musi posiadać nie mniej niż 2 porty o prędkości 40 Gb/s na wkładki typu QSFP+.
5. Przełącznik musi obsługiwać stworzenie stosu (w postaci pętli) liczącego nie mniej niż 10 urządzeń. Dopuszczalne jest podłączanie do stosu portami uplink 10 Gb/s lub 40 Gb/s. Stos musi być widoczny z punktu widzenia zarządzania oraz innych urządzeń sieciowych jako jedno urządzenie. Stos musi być odporny na awarie, tzn. przełącznik kontrolujący pracę stosu (master) musi być automatycznie zastąpiony przełącznikiem pełniącym rolę backupu – wybór przełącznika backup nie może odbywać się w momencie awarii przełącznika master. Przełącznik musi obsługiwać tworzenie stosu z przełącznikiem z punktu II.
6. Razem z przełącznikiem musi być dostarczony kabel, pozwalający łączyć w stos, poprzez port o najwyższej przepustowości.
7. Przełącznik musi posiadać wymienne podczas pracy urządzenia (hot swap) redundantne zasilacze 230 VAC.
8. Przełącznik musi być wyposażony w port szeregowy konsoli zarządzającej oraz dedykowany interfejs Ethernet do zarządzania OOB (out-of-band).

9. Zarządzanie urządzeniem musi odbywać się za pośrednictwem interfejsu linii komend (CLI) przez port konsoli, telnet oraz ssh (zarówno po ipv4 jak ipv6)
10. Przełącznik musi pozwalać na zdefiniowanie wielu administratorów o różnych uprawnieniach. Uwierzytelnianie administratorów musi się odbywać za pomocą lokalnej bazy urządzenia oraz serwera RADIUS lub TACACS+.
11. Przełącznik musi być wyposażony w nie mniej niż 2 GB pamięci flash zdolnej pomieścić co najmniej trzy pliki instalacyjne z obrazem systemu w dedykowanym katalogu oraz nie mniej niż 2 GB pamięci DRAM.
12. Przełącznik musi posiadać architekturę non-blocking. Maksymalna wydajność przełączania w warstwie 2 nie może być niższa niż 288 Gbps i 214 Mpps.
13. Przełącznik nie może obsługiwać mniej niż 32000 adresów MAC.
14. Przełącznik musi obsługiwać ramki Jumbo o wielkości nie mniejszej niż 9216 bajtów.
15. Przełącznik musi obsługiwać sieci VLAN zgodne z IEEE 802.1q w liczbie nie mniejszej niż 4090.
16. Przełącznik musi obsługiwać protokół MVRP.
17. Przełącznik musi obsługiwać standard Q-in-Q IEEE 802.1ad.
18. Przełącznik musi obsługiwać agregowanie połączeń zgodne z IEEE 802.3ad - nie mniej niż 128 grup LAG, maksymalnie nie mniej niż 16 linków w grupie.
19. Przełącznik musi obsługiwać protokół Spanning Tree i Rapid Spanning Tree, zgodnie z IEEE 802.1D i 802.1w, a także Multiple Spanning Tree zgodnie z IEEE 802.1s (nie mniej niż 64 instancje MSTP).
20. Przełącznik musi obsługiwać protokół LLDP i LLDP-MED.
21. Urządzenie musi obsługiwać ruting między sieciami VLAN – routing statyczny, oraz protokół routingu dynamicznego RIP. Ilość tras obsługiwanych sprzętowo nie może być mniejsza niż 14000.
22. Przełącznik musi posiadać możliwość uruchomienia protokołów routingu dynamicznego, dla IPv4 (przynajmniej OSPF i BGP) oraz dla IPv6 (przynajmniej OSPFv3 i RIPng).
23. Urządzenie musi posiadać możliwość obsługi funkcji PIM sparse mode, PIM source specific mode (PIM-SSM), IGMP v1, v2, v3, oraz MLD v1 i v2.
24. Urządzenie musi posiadać mechanizmy priorytetyzowania dla ruchu wchodzącego i zarządzania ruchem sieciowym (QoS) w warstwie 2 i 3 dla ruchu wychodzącego. Klasyfikacja ruchu musi odbywać się w zależności od co najmniej: interfejsu, typu ramki Ethernet, sieci VLAN, priorytetu w warstwie 2 (802.1p), adresów MAC, adresów IP, wartości pola ToS/DSCP w nagłówkach IP, portów TCP i UDP. Urządzenie musi obsługiwać sprzętowo nie mniej niż 8 kolejek per port fizyczny.
25. Urządzenie musi obsługiwać filtrowanie ruchu na co najmniej na poziomie portu i sieci VLAN dla kryteriów z warstw 2-4 ISO/OSI. Urządzenie musi realizować sprzętowo nie mniej niż 1500 reguł filtrowania ruchu. W regułach filtrowania ruchu musi być dostępny mechanizm zliczania dla zaakceptowanych lub zablokowanych pakietów. Musi być dostępna funkcja edycji reguł filtrowania ruchu na samym urządzeniu.
26. Przełącznik musi obsługiwać takie mechanizmy bezpieczeństwa jak limitowanie adresów MAC, Dynamic ARP Inspection, DHCP snooping.
27. Przełącznik musi obsługiwać IEEE 802.1x zarówno dla pojedynczego, jak i wielu suplikantów na porcie. Przełącznik musi przypisywać ustawienia dla użytkownika na podstawie atrybutów zwracanych przez serwer RADIUS (co najmniej VLAN oraz reguła filtrowania ruchu). Musi istnieć możliwość pominięcia uwierzytelnienia 802.1x dla zdefiniowanych adresów MAC. Przełącznik musi obsługiwać co najmniej następujące typy EAP: MD5, TLS, TTLS, PEAP.
28. Przełącznik musi obsługiwać protokół SNMP (wersje 2 i 3), oraz grupy RMON 1, 2, 3, 9. Musi być dostępna funkcja kopiowania (mirroring) ruchu na poziomie portu i sieci VLAN.
29. Architektura systemu operacyjnego urządzenia musi posiadać budowę modułową (poszczególne moduły muszą działać w odseparowanych obszarach pamięci), m.in. moduł przekazywania pakietów, odpowiedzialny za przełączanie pakietów musi być oddzielony od modułu routingu IP, odpowiedzialnego za ustalanie tras routingu i zarządzanie urządzeniem.
30. Przełącznik musi posiadać możliwość weryfikacji konfiguracji kandydackiej pod kątem zgodności i braku błędów przed jej zatwierdzeniem oraz możliwość automatycznego powrotu po jej zatwierdzeniu.
31. Urządzenie musi posiadać mechanizm szybkiego odtwarzania systemu i przywracania konfiguracji. W urządzeniu musi być przechowywanych nie mniej niż 20 poprzednich, kompletnych konfiguracji.

#### **Warunki dla wszystkich urządzeń:**

1. Pomoc techniczna oraz szkolenia z produktu muszą być dostępne w Polsce. Usługi te świadczone muszą być w języku polskim.
2. Całość dostarczanego sprzętu i oprogramowania musi pochodzić z autoryzowanego przez producenta kanału sprzedaży, na terenie Unii Europejskiej – do oferty należy dołączyć oświadczenie producenta lub autoryzowanego dystrybutora sprzętu i oprogramowania poświadczające pochodzenie sprzętu z autoryzowanego kanału sprzedaży.

3. Wraz z urządzeniem wymagane jest dostarczenie opieki technicznej ważnej przez okres 1 roku. Opieka musi zawierać wsparcie techniczne świadczone telefonicznie oraz pocztą elektroniczną przez producenta lub autoryzowanego partnera serwisowego, wymianę uszkodzonego sprzętu w ciągu jednego dnia roboczego, dostęp do nowych wersji oprogramowania, a także dostęp do baz wiedzy, przewodników konfiguracyjnych i narzędzi diagnostycznych.
4. Wymagane jest przeprowadzenie szkolenia z zakresu konfiguracji i zarządzania urządzeniem przez wykonawcę lub autoryzowanego partnera.