

Łódzka Regionalna Sieć Teleinformatyczna – 2 etap

Założenia techniczno-wykonawcze sieci



*Łódzka Regionalna
Sieć Teleinformatyczna*

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego
oraz budżetu Województwa Łódzkiego, realizowany przez

Metryka dokumentu

Projekt	Łódzka Regionalna Sieć Teleinformatyczna
Kierownik Projektu Zamawiającego	Tomasz Walczak vel Walczyk
Kierownik Projektu Wykonawcy	Jarosław Dankowski

Historia dokumentu

Wersja	Data	Autor	Komentarz / zmiany
1.0	06 lipca 2014	Jarosław Dankowski	pierwsza wersja dokumentu
2.0	31 lipca 2014	Jarosław Dankowski	druga wersja dokumentu uwzględniająca uwagi Zamawiającego
3.0	12 września 2014	Jarosław Dankowski	trzecia wersja dokumentu uwzględniająca uwagi Zamawiającego

Spis treści

1.	Informacje o dokumencie.....	5
1.1	Definicje	5
1.2	Cel powstania dokumentu	6
1.3	Przeznaczenie dokumentu	6
2.	Opis techniczny koncepcji utworzenia sieci szkieletowo-dystrybucyjnej ŁRST	7
2.1	Opis koncepcji sieci.....	7
2.2	Opis koncepcji sieci – IRU.....	7
2.3	Opis koncepcji sieci – Adaptacja	8
3.	Rysunek poglądowy ŁRST	8
3.1	Mapa poglądowa sieci ŁRST	10
4.	Rysunki poglądowe przyłączy na terenie nieruchomości węzłów szkieletowych.....	11
4.1	WS 1 Wieruszów.....	14
4.2	WS2 – Wieluń	15
4.3	WS3 – Pajęczno	16
4.4	WS4 – Radomsko	17
4.5	WS5 – Opoczno	18
4.6	WD1 – Lututów	19
4.7	WD2 – Osjaków	20
4.8	WD3 – Rząśnia.....	21
4.9	WD4 – Dworzowice Kościelne	22
4.10	WD5 – Siłnica.....	23
4.11	WD6 – Dmenin	24
4.12	WD7 – Żarnów.....	25
4.13	WD7 – Poświętne	26
5.	Wskazanie nazwy producenta rozwiązań technologicznych	27
5.1	Szczegółowe wymagania minimalne dla urządzeń aktywnych MPLS warstwy szkieletowej: 28	
5.2	Szczegółowe wymagania minimalne dla urządzeń aktywnych MPLS warstwy dystrybucyjnej 42	
6.	Ogólna koncepcja funkcjonowania sieci.....	47
7.	Schemat logiczny sieci szkieletowej ŁRST2 oraz koncepcja połączenia z siecią ŁRST1	49
7.1	Schemat logiczny sieci ŁRST2 oraz plan kanałów DWDM (λ)	49
7.2	Szczegółowa koncepcja połączenia sieci ŁRST2 i LRST1.....	51

7.3	Doposażenie urządzeń ŁRST1 w celu integracji z ŁRST2	52
8.	Opis testów po uruchomieniu sieci.....	53
8.1	Urządzenia Juniper	53
8.1.1	Test redundancji zasilaczy	53
8.1.2	Test redundancji modułów zarządzających.....	53
8.1.3	Test zarządzania CLI	54
8.1.4	Test zbieżności routingu.....	55
8.1.5	Test przenoszenia informacji QoS.....	55
8.1.6	Test zestawiania usługi MPLS L3VPN	56
8.1.7	Test zestawiania usługi MPLS L2VPN	57
8.1.8	Test MX-VPLS-07 Test poprawności zestawienia Usługi VPLS.....	57
8.2	Urządzenia ADVA.....	58
8.2.1	Sprawdzenie poprawności pracy redundantnych zasilaczy	58
8.2.2	Weryfikacja poziomów mocy interfejsów klienckich.....	59
8.2.3	Weryfikacja funkcjonalności pętli	59
8.2.4	Weryfikacja poziomów mocy optycznych na interfejsach liniowych.....	60
8.2.5	Pomiar stopy błędów na interfejsach liniowych dla poszczególnych zestawionych kanałów optycznych.....	60
8.3	Test Systemu Zarządzania	61
8.3.1	Test Systemu Zarządzania – urządzenia Juniper.....	62
8.3.2	Test Systemu Zarządzania – urządzenia ADVA.....	62
9.	Zakres rzeczowy zadania polegającego na utworzeniu sieci szkieletowej	66
9.1	Zakres rzeczowy – IRU	66
9.2	Zakres rzeczowy – adaptacja pomieszczeń	71
9.3	Zakres rzeczowy – urządzenia aktywne	71
10.	Harmonogram realizacji przedmiotu zamówienia	71
11.	Załączniki	72

1. Informacje o dokumencie

1.1 Definicje

Użyte w niniejszym dokumencie lub w którymkolwiek z załączników pojęcia należy rozumieć zgodnie z poniższymi definicjami:

- ZTW - Założenia techniczno-wykonawcze.
- HRF - harmonogram rzeczowo-finansowy.
- Wykonawca – konsorcjum spółek Integrated Solutions Sp. z o.o. oraz Orange Polska S.A.
- Zamawiający – Województwo Łódzkie.
- Umowa – Umowa nr 17/CF/ŁRST2/2014 z dnia 5 maja 2014 r.
- MPLS (ang. Multiprotocol Label Switching) – technika stosowana przez routery, w której trasowanie pakietów zostało zastąpione przez tzw. przełączanie etykiet
- DWDM (ang. Dense Wavelength Division Multiplexing) – technika multipleksacji wielu sygnałów cyfrowych w jednym łączu światłowodowym z przydzieleniem każdemu sygnałowi innej długości fali świetlnej, innego kanału
- RIP (ang. Routing Information Protocol – pol. Protokół Informowania o Trasach) – protokół bram wewnętrznych (IGP), oparty jest na zestawie algorytmów wektorowych, służących do obliczania najlepszej trasy do celu
- BGP (ang. Border Gateway Protocol) zewnętrzny protokół trasowania (routingu). BGP w wersji czwartej jest podstawą działania współczesnego internetu. Istnieje wiele rozszerzeń BGP stosowanych przy implementacji MPLS VPN, IPv6 czy Multicast VPN
- OSPF (ang. Open Shortest Path First), w wolnym tłumaczeniu: "pierwszeństwo ma najkrótsza ścieżka" ("open" oznacza otwartość, podobnie jak w Open Source) – protokół trasowania typu stanu łącza
- IS-IS (ang. Intermediate System to Intermediate System) – protokół trasowania typu stanu łącza (link-state) oparty na otwartych standardach.
- VPN (ang. Virtual Private Network, Wirtualna Sieć Prywatna) – tunel, przez który płynie ruch w ramach sieci prywatnej pomiędzy klientami końcowymi za pośrednictwem publicznej sieci (takiej jak Internet) w taki sposób, że węzły tej sieci są przezroczyste dla przesyłanych w ten sposób pakietów
- IGMP (ang. Internet Group Management Protocol) – jeden z rodziny protokołów TCP/IP. IGMP służy do zarządzania grupami multicastowymi w sieciach opartych na protokole IP.
- VRRP – (ang. Virtual Router Redundancy Protocol) protokół sieciowy pozwalających na automatyczne przypisanie jednego adresatu IP do grupy urządzeń.

-
- QoS (ang. Quality of Service – jakość usługi) to, zgodnie z zaleceniem ITU-T E.800[1], całość charakterystyk usługi telekomunikacyjnej stanowiących podstawę do wypełnienia wyrażonych i zaspokajanych potrzeb użytkownika tej usługi
 - VRF (ang. Virtual Routing and Forwarding) to technologia stosowana w sieciach komputerowych opartych o protokół IP pozwalająca na jednoczesne funkcjonowanie wielu tablic routigowych w jednym urządzeniu w tym samym czasie. Ponieważ instancje tablic routingowych są od siebie niezależne, możliwa jest obsługa bez konfliktów różnych sieci posiadających taką samą lub nakładającą się adresację IP (ruch pomiędzy sieciami zostaje odseparowany).
 - PE (ang. Provider's edge router) - router brzegowy sieci MPLS

1.2 Cel powstania dokumentu

Niniejszy dokument – Założenia techniczno-wykonawcze (ZTW) – został stworzony wedle wymagań Zamawiającego określonych w załączniku nr 1 i nr 2 do Umowy i zawiera w szczególności dane pozwalające na stworzenie wstępnego projektu technicznego sieci szkieletowo-dystrybucyjnej oraz określa podstawowe rozwiązania techniczne, budowlane, ekonomiczne oraz harmonogram rzeczowo-finansowy. W przypadku jakichkolwiek rozbieżności pomiędzy zapisami niniejszego dokumentu a zapisami Umowy wraz z załącznikami, wiążące są zapisy Umowy wraz z załącznikami z uwzględnieniem postanowień par 18 ust 8. Umowy.

1.3 Przeznaczenie dokumentu

Dokument przeznaczony jest dla:

- Zespołu projektowego Zamawiającego
- Zespołu projektowego Wykonawcy

2. Opis techniczny koncepcji utworzenia sieci szkieletowo-dystrybucyjnej ŁRST

2.1 Opis koncepcji sieci

Sieć szkieletowo-dystrybucyjna ŁRST zostanie zbudowana w oparciu o technologie DWDM oraz MPLS. Technologia DWDM będzie służyła jako warstwa transportowa pomiędzy poszczególnymi węzłami sieci w warstwie pakietowej (MPLS). Dzięki podziałowi na warstwy możliwe będzie stworzenie logicznej topologii każdy z każdym, co znacznie ułatwia wdrożenie szkieletu sieci MPLS. Dodatkowo warstwa DWDM może być wykorzystywana do przenoszenia sygnału pochodzącego bezpośrednio od klientów, w wybranych przez nich relacjach.

Szkielet sieci MPLS zostanie zbudowany w celu zapewnienia sieci o jak najwyższej dostępności, dzięki zastosowaniu mechanizmów, które pozwalają na przejście ruchu na ścieżkę zapasową już w ułamku sekundy po zaistnieniu awarii. MPLS pozwala również na zapewnienie usług zarówno warstwy drugiej (I2circuit, I2vpn, VPLS), jak i warstwy trzeciej (I3vpn, ng-mvpn).

2.2 Opis koncepcji sieci – IRU

Sieć w zakresie warstwy fizycznej została zaprojektowana z uwzględnieniem następujących wymagań:

- Wykonawca zapewnia dla potrzeb ŁRST dwie pary włókien w relacjach sieci szkieletowej (WS-WS) oraz jedną parę włókien w relacjach sieci dystrybucyjnej (WS-WD)
- Węzły sieci szkieletowo-dystrybucyjnej (WSD) mogą być połączone z jednym lub dwoma lub trzema lub czterema innymi WSD przy czym włókna dostarczone w ramach IRU będą dochodziły do nieruchomości danego węzła odpowiednio jednym lub dwoma lub trzema lub czterema różnymi kablami światłowodowymi..
- Dla WSD włókna powinny zostać doprowadzone odrębnymi drogami. Dopuszcza się doprowadzenie tą samą drogą, jednak w następujących przypadkach:
 1. musi to być pojedynczy odcinek dla danego węzła,
 2. długość wspólnej trasy nie przekroczy 5 km i zamyka się w tej samej miejscowości WS,
 3. włókna wchodzące i wychodzące zlokalizowane będą w dwóch różnych kablach światłowodowych.
- Poza granicami miejscowości WSD kable różnych relacji powinny być oddalone od siebie o minimum 2 km.
- Dodatkowo, w wybranych relacjach sieć przechodzi przez miejscowości „pośredniczące”.

Przy budowie infrastruktury światłowodowej poza terenem nieruchomości WSD Wykonawca będzie stosował się do następujących zaleceń:

- W studniach kablowych kabel światłowodowy należy trwale przymocować do ścian lub sufitu studni,
- W studniach kablowych kabel oznakować przywieszkami identyfikacyjnym (zgodne z ZN-96/TPSA-022) oraz opaskami metalowymi z wybitym numerem kabla.
- W budynkach kabel prowadzić w rurze karbowanej RKPE-25 posiadającej odpowiednie atesty. Do uszczelniania połączenia rury HDPE z rurą RKPE-25 stosować uszczelniacz Jackmoon Optic Fiber Simplex i rurę termokurczliwą.
- Otwory kanalizacji pierwotnej przy wejściach do budynków uszczelniać stosując uszczelki Jackmoon.
- Przewidzieć zapasy kabla w obiektach końcowych lub w studniach kablowych zlokalizowanych możliwie najbliżej tych obiektów, o długości, co najmniej 30m.

Przy budowie infrastruktury światłowodowej na terenie nieruchomości WSD i w budynkach WSD Wykonawca będzie stosował się do wymagań Programu Funkcjonalno-Użytkowego.

2.3 Opis koncepcji sieci – Adaptacja

Wykonawca dokona adaptacji poszczególnych pomieszczeń sieci zgodnie ze SIWZ, w szczególności Załącznikiem nr 2 – programem funkcjonalno-użytkowym. Zakres adaptacji dla każdego z pomieszczeń będzie różny i każdorazowo wraz wymaganymi dokumentami i projektami przekazywany do akceptacji Zamawiającego.

3. Rysunek poglądowy ŁRST

Plan lokalizacji i zakresu inwestycji został przedstawiony na poniższej mapie poglądowej przygotowanej w skali 1:50 000. Legenda dla użytych kolorów jest następująca:

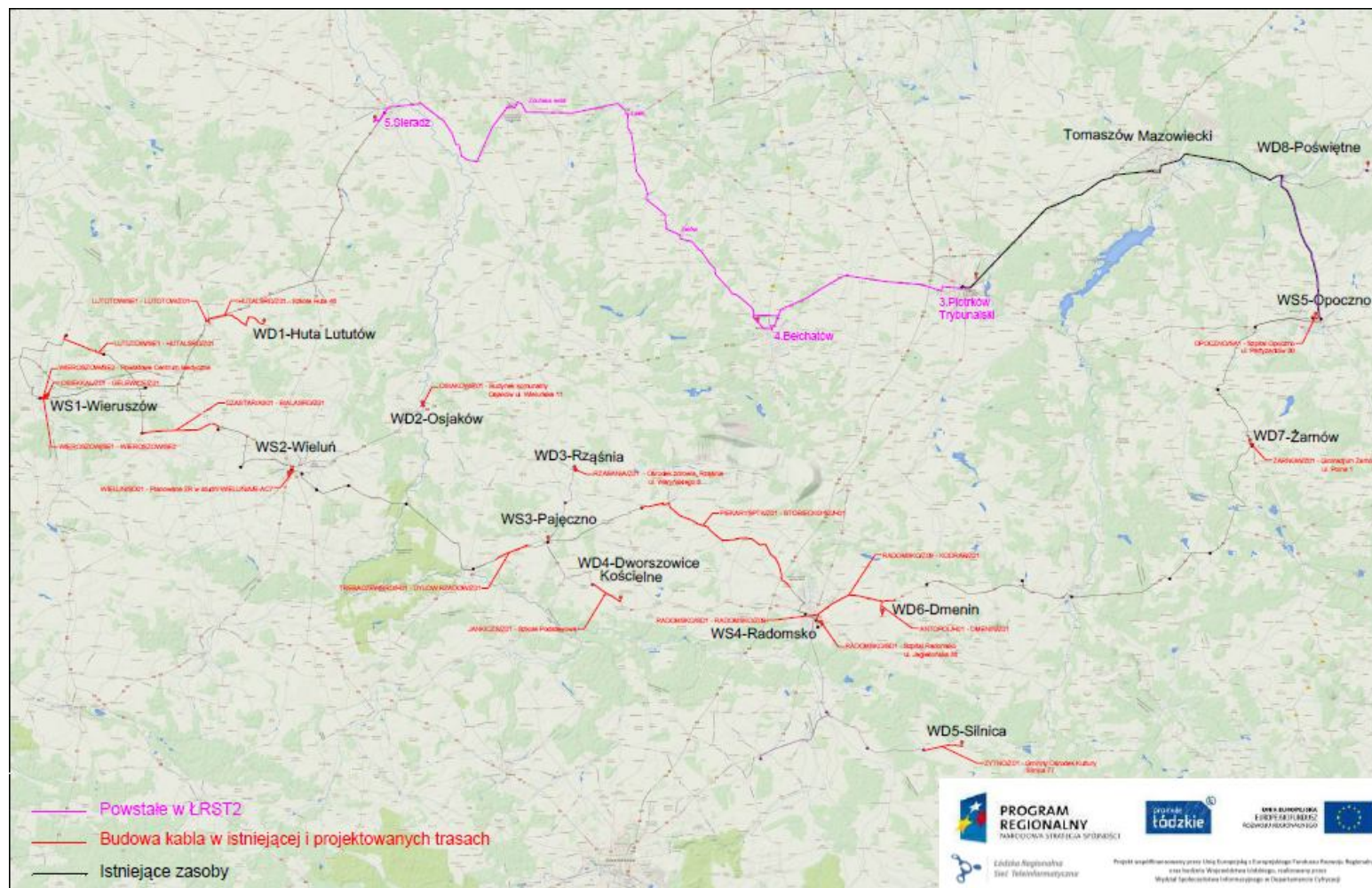
- czarny – istniejąca infrastruktura, która zostanie wykorzystana dla ŁRST,
- czerwony - istniejąca infrastruktura (kanalizacja, rurociągi), w której planowana jest budowa nowych kabli światłowodowych,
- niebieski – planowana budowa rurociągu lub kanalizacji, w celu budowy w nim kabla światłowodowego,

Wskazany przebieg sieci jest orientacyjny i w niewielkim zakresie może ulec zmianie, w szczególności na terenie samych miast w pobliżu WSD.

Istniejąca infrastruktura, która zostanie wykorzystana do budowy sieci ŁRST, jest własnością Wykonawcy.

Mapa pogładowa w wersji elektronicznej o większym rozmiarze (rozdzielczości) umieszczona została na płycie DVD dołączonej do dokumentu ZTW.

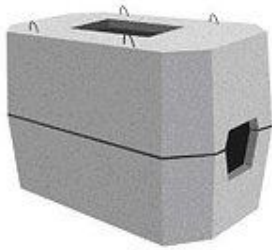
3.1 Mapa poglądowa sieci ŁRST



4. Rysunki poglądowe przyłączy na terenie nieruchomości węzłów szkieletowych

Przyłącze na terenie nieruchomości węzłów szkieletowych (MZW-IRU - miejsce zakończenia włókien IRU) zostanie wykonane w postaci studni kablowej typu SKMP-3 zlokalizowanej w granicach nieruchomości. MZW-IRU ze względu na wybrany sposób realizacji w dalszej części dokumentu oznaczane jest również jako „studnia 0”.

Studnia typu SKMP-3 występuje w wersji z dwuelementowym korpusem (tj. góra i dół korpusu), a w osi podłużnej posiada dwa otwory kanalizacji kablowej.



Rysunek: przykładowy korpus studni typu SKMP-3

W studni zlokalizowana zostanie mufa kablowa zapewniająca hermetyczne zamknięcie przy jednoczesnym elastycznym dostępie do włókien światłowodowych, np. MUF-3 firmy Optomer, posiadająca następujące cechy:

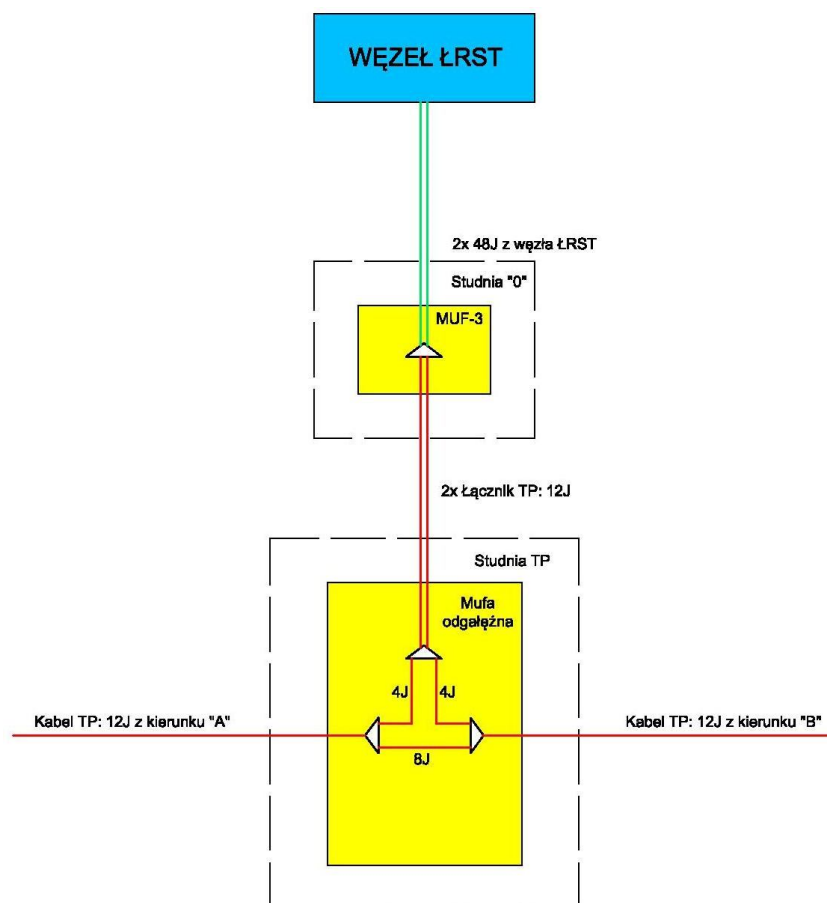
- mufa światłowodowa z możliwością komutacji, stosowana w sieciach podziemnych oraz napowietrznych
- umożliwia mocowanie do 36 kaset KSH
- maksymalnie 24 spawy w kasce z minimalnym promieniem gięcia włókna 38 mm
- obudowa kapturowa z tworzywa sztucznego, odpornego na UV
- listwa komutacyjna na 72 łączniki FC, ST, SC lub na 96 łączników E-2000, SC lub 144 LC
- możliwość gromadzenia zapasu pętli nieprzeciętych, luźnych tub kabla liniowego
- uszczelnienie hermetyczne kaptura - o-ring gumowy
- klamra umożliwiająca wielokrotny dostęp do wnętrza mufy
- hermetyzacja kabli za pomocą rękawów termokurczliwych lub przepustów gumowych Cablelok
- możliwość zamocowania mufy za pomocą obejmy OH-3

- zastosowanie rozdzielaczy R-06, umożliwia odpowiednie rozprowadzenie włókien do kaset
- duża pojemność - maks. 192 spawy



Rysunek: mufa MUF-3

Sposób realizacji MZW-IRU w sposób ideowy prezentuje poniższy schemat:



Rysunki poglądowe przedstawiające planowane wykonanie przyłączy na terenie poszczególnych nieruchomości węzłów szkieletowych i dystrybucyjnych wraz z opisem przedstawiono poniżej.

Lokalizacja „studni 0” na terenie nieruchomości WSD zostaną uzgodnione z administratorami nieruchomości (wskazane osoby kontaktowe).

I.p.	Oznaczenie w ramach SIWZ	Instytucja	Adres	Osoba do kontaktu
1	WS1	Powiatowe Centrum Medyczne Sp. z o.o. w Wieruszowie	ul. Warszawska 104, 98-400 Wieruszów Nr działki: 546/3, 547/3	Lucyna Skupień tel. 609-131-866
2	WS2	SP ZOZ w Wieluniu	ul. Szpitalna 16, 98-300 Wieluń Nr działki: 30/13	Jarosław Psipsiński tel. 043 843-81-39
3	WS3	SP ZOZ W Pajęcznie	ul. 1 Maja 13/15, 98-330 Pajęczno Nr działki: 4503/2	Tomasz Krzak tel. 664-012-900
4	WS4	Szpital Powiatowy w Radomsku	ul. Jagiellońska 36, 97-500 Radomsko Nr działki: 182/3	Ireneusz Owczarek Z-ca Dyr. ds. Technicznych tel. 044 685-47-00
5	WS5	SP ZOZ Szpital Powiatowy w Opocznie	ul. Partyzantów 30, 26-300 Opoczno Nr działki: 106	Włodzimierz Rek tel. 044 754-48-21

I.p.	Oznaczenie w ramach SIWZ	Instytucja	Adres	Osoba do kontaktu
1	WD1	Szkoła	Huta 46 98-360 Lututów Nr działki: 42	Agnieszka Sadowska tel. 043 871-40-52
2	WD2	Budynek komunalny	ul. Wieluńska 11, 98-320 Osjaków Nr działki: 218/3	Brak zgody
3	WD3	Gminny Ośrodek Zdrowia	ul. Waryńskiego 6, 98-332 Rząśnia Nr działki: 965/4, 957/4	Artur Ruka tel. 044 631-71-22 wew.233
4	WD4	Szkoła Podstawowa w Dworszowicach Kościelnych	ul. Kolonia 74, 98-331 Dworszowice Kościelne Nr działki: 361/2	Jacek Jarząbek Wójt Gminy tel. 034 311-96-70
5	WD5	Gminny Ośrodek Kultury	Silnica 77, 97-532 Silnica Nr działki: 794/1	Szymon Pietras tel. 034 327-70-02 wew. 40
6	WD6	Budynek po byłej szkole podstawowej w Dmieninie	Dmenin 124, 97-512 Dmienin Nr działki: 51	Paulina Lesiakowska tel. 044 681-93-25 wew. 48
7	WD7	Gimnazjum im. 25pp AK w Żarnowie	ul. Polna 1, 26-330 Żarnów Nr działki: 295	Bogdan Kubiszewski tel. 044 757-70-55
8	WD8	Zespół Szkół Samorządowych w Poświętnem	ul. Szkolna 2a, 26-315 Poświętne Nr działki: 670/2	Bogusław Fidelus Dyrektor tel. 044 754 70 12

4.1 WS 1 Wieruszów

Sposób wykonania MZW-IRU:

- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku (kontenera teletechnicznego) zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.2 WS2 – Wieluń

Sposób wykonania MZW-IRU:

- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku (kontenera teletechnicznego) zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) o długości ok. 73 m oraz kabel światłowodowy.



4.3 WS3 – Pajęczno

Sposób wykonania MZW-IRU:

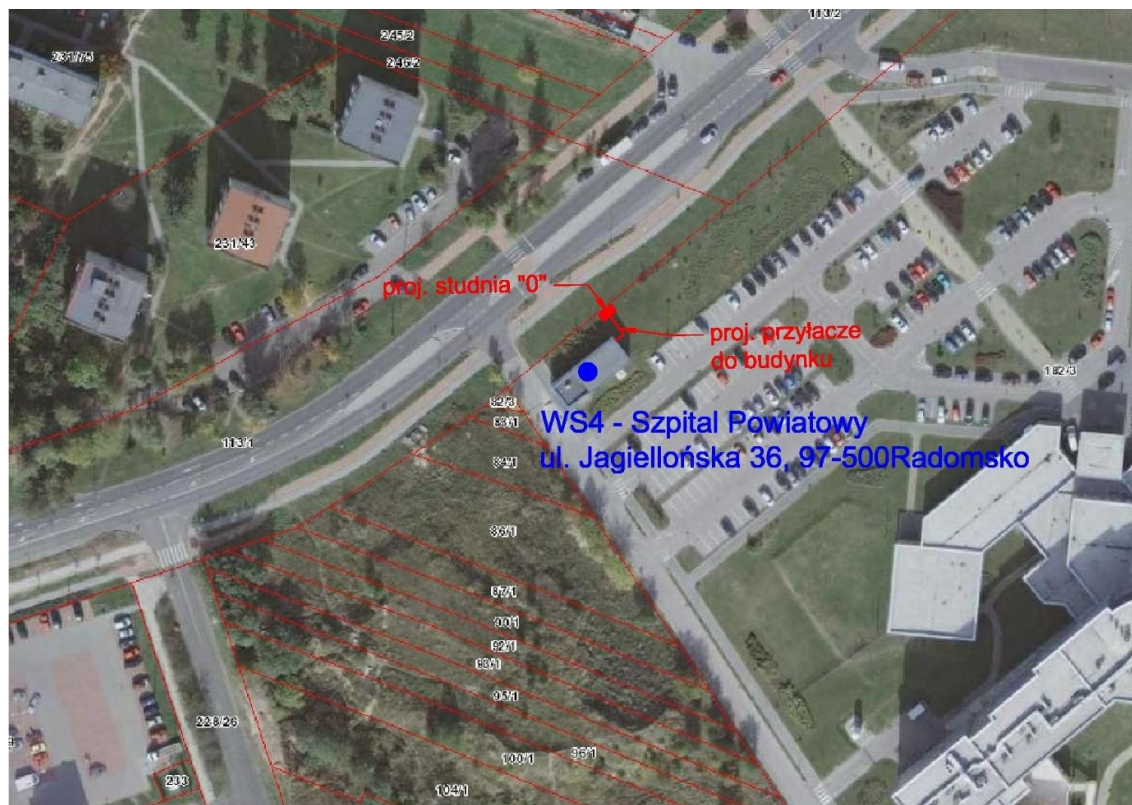
- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku (kontenera teletechnicznego) zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.4 WS4 – Radomsko

Sposób wykonania MZW-IRU:

- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.6 WD1 – Lututów

Sposób wykonania MZW-IRU:

- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku (kontenera teletechnicznego) zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.7 WD2 – Osjaków

Sposób wykonania MZW-IRU:

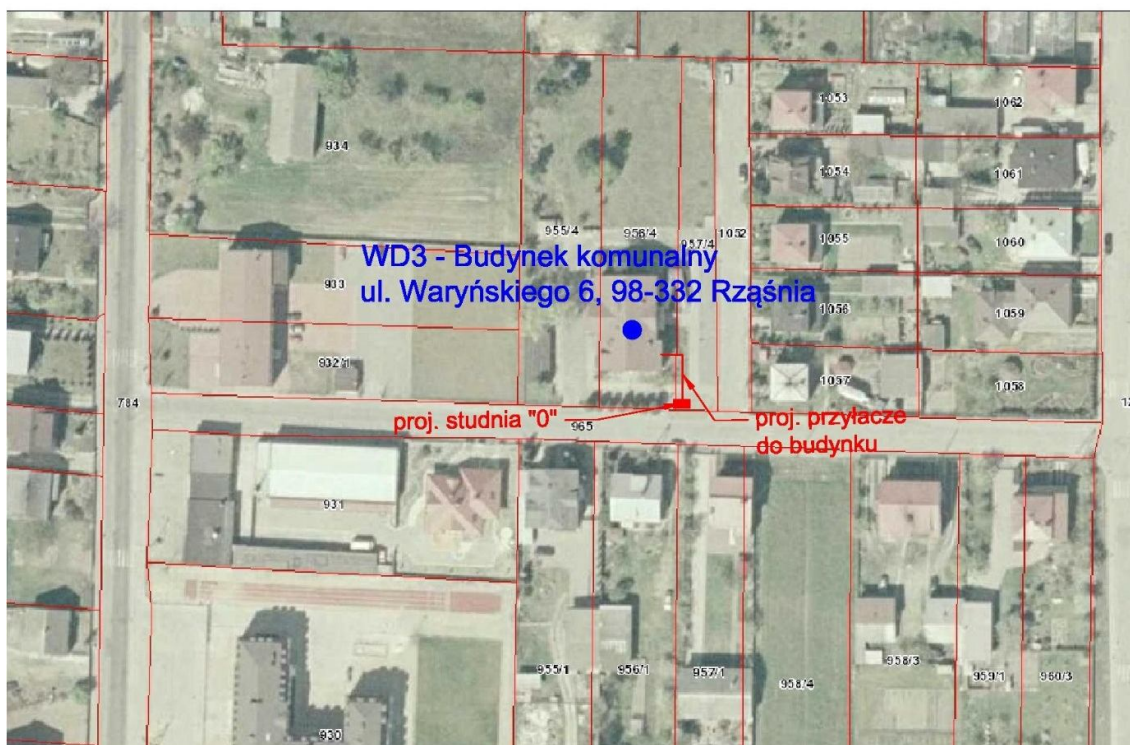
- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.8 WD3 – Rząśnia

Sposób wykonania MZW-IRU:

- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.9 WD4 – Dworszowice Kościelne

Sposób wykonania MZW-IRU:

- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do kontenera teletechnicznego zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.10 WD5 – Silnica

Sposób wykonania MZW-IRU:

- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.11 WD6 – Dmenin

Sposób wykonania MZW-IRU:

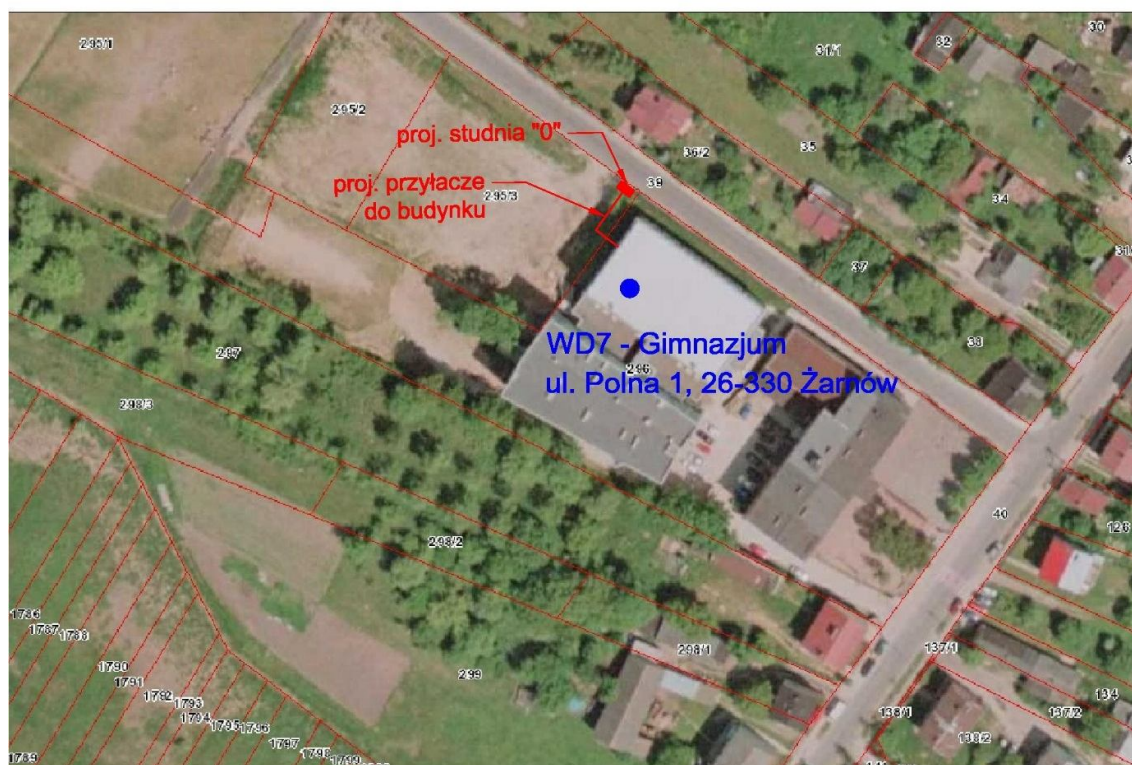
- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.12 WD7 – Żarnów

Sposób wykonania MZW-IRU:

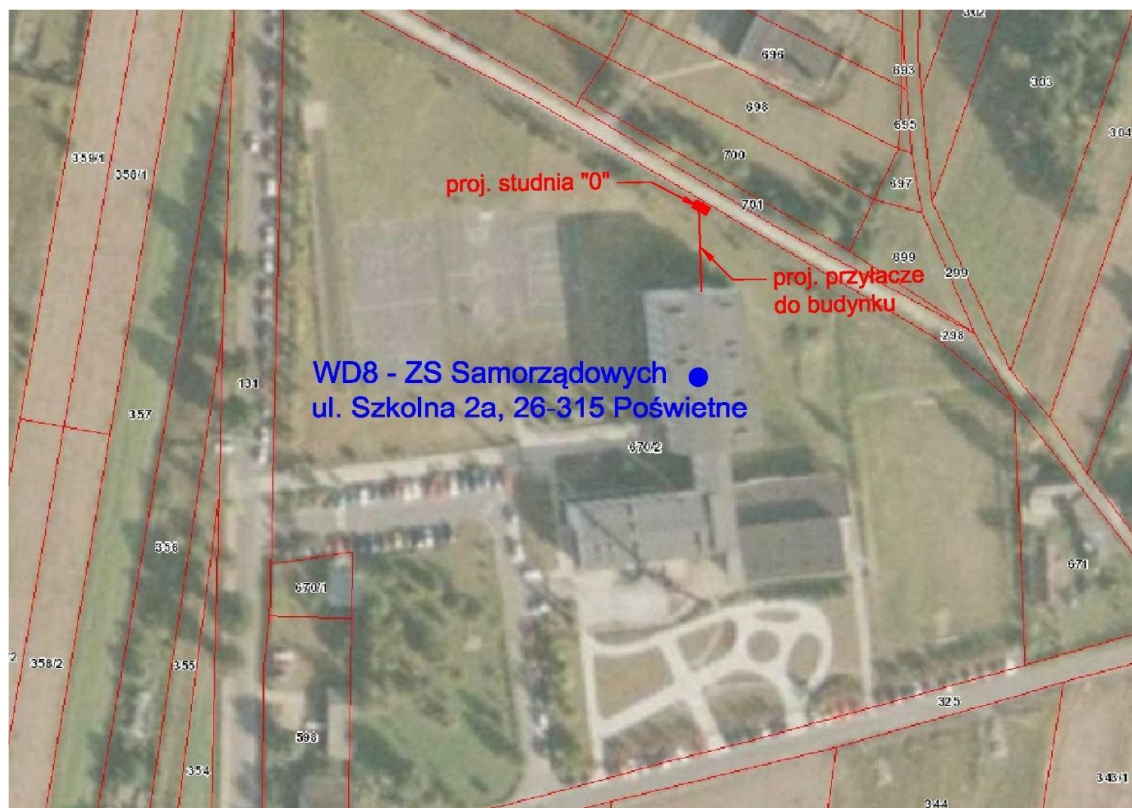
- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



4.13 WD7 – Poświętne

Sposób wykonania MZW-IRU:

- „studnia 0” zostanie posadowiona na terenie szpitala przy granicy działki,
- od „studni 0” do budynku zostanie wybudowana kanalizacja kablowa (teletechniczna dwu-
otworowa z PCV 110/5 mm) oraz kabel światłowodowy.



5. Wskazanie nazwy producenta rozwiązań technologicznych

Warstwa szkieletowa DWDM zostanie zrealizowana w oparciu o urządzenia aktywne firmy **ADVA Optical Networking**. Firma ta rozpoczęła działalność w 1994 roku (19 lat doświadczenia z technologią WDM - Wavelength Division Multiplexing, z ang. zwielokrotnianie w dziedzinie długości fali) i aktualnie zatrudnia ponad 1200 osób w 19 krajach na pięciu kontynentach. W Polsce urządzenia ADVA zastosowane są m.in. w liczącym ponad 6500 km szkielecie sieci PIONIEER, zarządzanej przez Poznańskie Centrum Superkomputerowo Sieciowe (<http://www.pionier.net.pl>).

Warstwa szkieletowa MPLS zostanie zrealizowana w oparciu o urządzenia aktywne firmy **Juniper Networks**, jednego z największych na świecie producentów sprzętu sieciowego. Siedziba firmy mieści się w Sunnyvale w stanie Kalifornia, USA. Jej portfolio obejmuje niemal wszystkie obszary rynku produktów przewodowej transmisji danych. Produkty firmy przeznaczone są zarówno dla operatorów telekomunikacyjnych, jak i przedsiębiorstw.

Adva Optical oraz Juniper Networks współpracują w ramach zawartego aliansu technologicznego, którego celem jest dostarczanie konwergentnych rozwiązań dla sieci szkieletowych. Rozwiązania IP/MPLS Juniper bezproblemowo integrują się z rozwiązaniami optycznymi Adva również na poziomie systemów zarządzania.

Dla realizacji sieci ŁRST wybrane zostały następujące urządzenia spełniające wszystkie wymagania minimalne określone w Programie Funkcjonalno-Użytkowym:

Warstwa szkieletowa

- | | | |
|------------------------------------|----------|-------|
| • urządzenia MPLS Juniper Networks | MX480 | 5 szt |
| • urządzenia DWDM ADVA | FSP 3000 | 5 szt |

Warstwa dostępową

- | | | |
|------------------------------------|----------|-------|
| • urządzenia MPLS Juniper Networks | MX104 | 8 szt |
| • urządzenia DWDM ADVA | FSP 3000 | 8 szt |

Potwierdzenie spełniania przez wybrane urządzenia wymagań PFU znajdują się w poniższych tabelach:

5.1 Szczegółowe wymagania minimalne dla urządzeń aktywnych MPLS warstwy szkieletowej:

Wymaganie	Realizacja	Spełnia/nie spełnia
Urządzenie modularne – dostępne min. 6 slotów do instalacji kart liniowych, tym co najmniej 2 wolne sloty w celu przyszłej rozbudowy	Urządzenie modularne – dostępne sa min. slotów do instalacji kart liniowych, tym co najmniej 2 wolne sloty w celu przyszłej rozbudowy	Spełnia
Urządzenia MPLS muszą działać z pełną prędkością portów (<i>wire speed switching & forwarding</i>)	Urządzenia MPLS działają z pełną prędkością portów (<i>wire speed switching & forwarding</i>)	Spełnia
Obudowa przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	Obudowa urządzenia MPLS przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	Spełnia
Architektura urządzenia:	Architektura urządzenia:	Spełnia
rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone są funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	Spełnia
karty liniowe muszą autonomicznie przełączać ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	karty liniowe autonomicznie przełączają ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	Spełnia
redundancja wszystkich elementów urządzenia (karty zarządzające, matryca przełączająca, zasilacze, wentylatory),	redundancja dla wszystkich elementów urządzenia (karty zarządzające, matryca przełączająca, zasilacze, wentylatory),	Spełnia
przełączenie na zapasową kartę zarządzającą lub matrycę przełączającą w trakcie awarii lub uaktualnienia oprogramowania nie powinno spowodować przerwy w ruchu dłuższej niż 100ms jak również nie powinno powodować zerwania sesji protokołów sterujących sieć (routingowych, dystrybucji etykiet MPLSs itd.), awaria pojedynczej karty zarządzającej lub matrycy nie może ograniczać wydajności urządzenia poniżej progów określonych w pkt 5	przełączenie na zapasową kartę zarządzającą lub matrycę przełączającą w trakcie awarii lub uaktualnienia oprogramowania nie powoduje przerwy w ruchu dłuższej niż 100ms jak również nie powoduje zerwania sesji protokołów sterujących sieć (routingowych, dystrybucji etykiet MPLSs itd.), awaria pojedynczej karty zarządzającej lub matrycy nie ohranicza ograniczać wydajności urządzenia poniżej progów określonych w pkt 5	Spełnia
wymiana wszystkich modułów „na gorąco” (hot swap),	wszystkich modułów są wymieniane „na gorąco” (hot swap),	Spełnia
zasilanie 48V DC.	urządzenie jest zasilanie z 48V DC	Spełnia
Wydajność urządzenia	Wydajność urządzenia	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum czterech interfejsów 10GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum czterech interfejsów 10GE,	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 40GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 40GE	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 100GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 100GE,	Spełnia
obsługa min. 1 mln tras IPv4 (FIB) oraz min. 0,4 mln tras IPv6 (FIB),	Urządzenie obsługuje min. 1 mln tras IPv4 (FIB) oraz min. 0,4 mln tras IPv6 (FIB),	Spełnia
nieulotna pamięć flash umożliwiającą przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	Urządzenie posiada nieulotna pamięć flash umożliwiającą przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	Spełnia
Obsługiwane interfejsy, co najmniej:	Obsługiwane interfejsy, co najmniej:	Spełnia

Ethernet	Ethernet	Spełnia
- 10 Gigabit Ethernet,	- 10 Gigabit Ethernet,	Spełnia
-1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	- 1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	Spełnia
- wszystkie interfejsy liniowe muszą mieć styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	- wszystkie interfejsy liniowe mają styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	Spełnia
- wszystkie interfejsy muszą obsługiwać funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	- wszystkie interfejsy obsługują funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	Spełnia
funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	Spełnia
obsługa LDP	obsługa LDP	Spełnia
MPLS-TE	MPLS-TE	Spełnia
MPLS L2 VPN	MPLS L2 VPN	Spełnia
obsługa VPLS i H-VPLS,	obsługa VPLS i H-VPLS,	Spełnia
MPLS L3 VPN,	MPLS L3 VPN,	Spełnia
MPLS L3 multicast VPN,	MPLS L3 multicast VPN,	Spełnia
MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	Spełnia
funkcjonalności routingu IP	funkcjonalności routingu IP	Spełnia
obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	Spełnia
obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	Spełnia
multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3, PIM SM, SSM, mBGP),	multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3, PIM SM, SSM, mBGP),	Spełnia
obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	Spełnia
obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	Spełnia
obsługa VRRP,	obsługa VRRP,	Spełnia
obsługa 4-bajтового identyfikatora AS.	obsługa 4-bajтового identyfikatora AS.	Spełnia
Porty urządzeń muszą mieć uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Porty urządzeń mają uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Spełnia
System musi obsługiwać min.750 tys. adresów MAC	System obsługuje min.750 tys. adresów MAC	Spełnia
funkcjonalności przełączania Ethernet	funkcjonalności przełączania Ethernet	Spełnia
obsługa 802.1ad, QinQ,	obsługa 802.1ad, QinQ,	Spełnia
obsługa 802.1Q,	obsługa 802.1Q,	Spełnia
obsługa 802.3ah,	obsługa 802.3ah,	Spełnia
obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	Spełnia
mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	Spełnia
obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	Spełnia
funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	Spełnia
listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	Spełnia
DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	Spełnia
Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Spełnia
mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	Spełnia
mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczenie ruchu kierowanego do urządzenia),	mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczenie ruchu kierowanego do urządzenia),	Spełnia

obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	Spełnia
Możliwość rozbudowy o funkcjonalność eksportu danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow)	Urządzenie umożliwia rozbudowy o funkcjonalność eksportu danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow)	Spełnia
funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejowanie, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN na portach dostępowych	- obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejowanie, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN na portach dostępowych	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) na portach dostępowych	- obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) na portach dostępowych	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	- klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> obsługa RSVP,	- obsługa RSVP,	Spełnia
funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	Spełnia
obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	Spełnia
obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	Spełnia
kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	Spełnia
funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnienia, jego zmian, strat pakietów.	funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnienia, jego zmian, strat pakietów.	Spełnia
funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	Spełnia
funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	Spełnia
funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	Spełnia
zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	Spełnia
syslog,	- syslog,	Spełnia
dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	- dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	Spełnia
port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	Spełnia
interfejsy transportowe:	interfejsy transportowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
min.8 kolejek sprzętowych dla każdego portu,	min.8 kolejek sprzętowych dla każdego portu,	Spełnia
obsługa LAN PHY,	obsługa LAN PHY,	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
obsługa :	obsługa :	Spełnia
- L2 MPLS VPN,	- L2 MPLS VPN,	Spełnia
- IPv4 MPLS VPN	- IPv4 MPLS VPN	Spełnia
- IPv6 MPLS VPN	- IPv6 MPLS VPN	Spełnia

interfejsy usługowe:	interfejsy usługowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
dostępne min. 3 tys kolejek na kartę	dostępne min. 3 tys kolejek na kartę	Spełnia
obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
interfejsy muszą zapewniać jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	interfejsy zapewniają jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	Spełnia
obsługa:	obsługa:	Spełnia
- L2 MPLS VPN,	- L2 MPLS VPN,	Spełnia
- IPv4 MPLS VPN	- IPv4 MPLS VPN	Spełnia
- IPv6 MPLS VPN	- IPv6 MPLS VPN	Spełnia
wyposażenie urządzenia:	wyposażenie urządzenia:	Spełnia
interfejsy muszą być rozłożone w sposób zabezpieczający przed występowaniem pojedynczego punktu awarii – dołączenie do pierścienia rdzeniowego musi być realizowane za pomocą interfejsów umieszczonych na rozdzielnych kartach liniowych,	interfejsy będą rozłożone w sposób zabezpieczający przed występowaniem pojedynczego punktu awarii – dołączenie do pierścienia rdzeniowego musi być realizowane za pomocą interfejsów umieszczonych na rozdzielnych kartach liniowych,	Spełnia
co najmniej 8 wymiennych interfejsów modularnych (np. XFP, SFP lub SFP+ lub Xenpak lub X2 lub GBIC) umożliwiających transmisję z prędkością 10Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług,	co najmniej 8 wymiennych interfejsów modularnych (np. XFP, SFP lub SFP+ lub Xenpak lub X2 lub GBIC) umożliwiających transmisję z prędkością 10Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług,	Spełnia
co najmniej 20 wymiennych modularnych interfejsów usługowych (np. SFP, GBIC) umożliwiających transmisję 1Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług (zasięg co najmniej 10 km)..	co najmniej 20 wymiennych modularnych interfejsów usługowych (np. SFP, GBIC) umożliwiających transmisję 1Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług (zasięg co najmniej 10 km)..	Spełnia
Wymaganie	Realizacja	Spełnia/nie spełnia
Urządzenia MPLS muszą działać z pełną prędkością portów (<i>wire speed switching & forwarding</i>)	Urządzenia MPLS działają z pełną prędkością portów (<i>wire speed switching & forwarding</i>)	Spełnia
Obudowa przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	Obudowa urządzenia MPLS przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	Spełnia
Architektura urządzenia:	Architektura urządzenia:	Spełnia
rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone są funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	Spełnia
karty liniowe muszą autonomicznie przełączać ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	karty liniowe autonomicznie przełączają ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	Spełnia

redundancja wszystkich elementów urządzenia (karty zarządzające, matryca przełączająca, zasilacze, wentylatory),	redundancja dla wszystkich elementów urządzenia (karty zarządzające, matryca przełączająca, zasilacze, wentylatory),	Spełnia
przełączenie na zapasową kartę zarządzającą lub matrycę przełączającą nie powinno zająć więcej niż 2s; awaria pojedynczej karty zarządzającej lub matrycy nie może ograniczać wydajności urządzenia,	przełączenie na zapasową kartę zarządzającą lub matrycę przełączającą nie zajmuje więcej niż 2s; awaria pojedynczej karty zarządzającej lub matrycy nie ogranicza wydajności urządzenia	Spełnia
wymiana wszystkich modułów „na gorąco” (hot swap),	wszystkich modułów są wymieniane „na gorąco” (hot swap),	Spełnia
zasilanie 48V DC.	urządzenie jest zasilane z 48V DC	Spełnia
Wydajność urządzenia	Wydajność urządzenia	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum czterech interfejsów 10GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum czterech interfejsów 10GE,	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 40GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 40GE	Spełnia
urządzenie ma być gotowe do obsłużenia w przyszłości z pełną prędkością co najmniej jednego interfejsu 100GE bez konieczności wymiany chassis,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w przyszłości z pełną prędkością co najmniej jednego interfejsu 100GE bez konieczności wymiany chassis,	Spełnia
transmisja pojedynczych strumieni IP: unicast z przepływnością na poziomie min. 5 Gbps per strumień oraz multicast z przepływnością na poziomie min. 1 Gbps per strumień,	transmisja pojedynczych strumieni IP: unicast z przepływnością na poziomie min. 5 Gbps per strumień oraz multicast z przepływnością na poziomie min. 1 Gbps per strumień,	Spełnia
możliwość replikacji strumieni multicast min. 1:5 (jeden wejściowy, pięć wyjściowych) przy założeniach z punktu poprzedniego,	możliwość replikacji strumieni multicast min. 1:5 (jeden wejściowy, pięć wyjściowych) przy założeniach z punktu poprzedniego,	Spełnia
obsługa min.5 mln tras IPv4	obsługa min.5 mln tras IPv4	Spełnia
obsługa min. 2mln tras IPv6	obsługa min. 2mln tras IPv6	Spełnia
min. 2GB pamięci RAM,	min. 2GB pamięci RAM,	Spełnia
nieulotna pamięć flash umożliwiająca przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	nieulotna pamięć flash umożliwiająca przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	Spełnia
Obsługiwane interfejsy, co najmniej:	Obsługiwane interfejsy, co najmniej:	Spełnia
Ethernet	Ethernet	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> 10 Gigabit Ethernet,	- 10 Gigabit Ethernet,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> 1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	- 1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> wszystkie interfejsy liniowe muszą mieć styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	- wszystkie interfejsy liniowe mają styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> wszystkie interfejsy muszą obsługiwać funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	- wszystkie interfejsy obsługują funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	Spełnia
Channelized	Channelized	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> STM-4c,	- STM-4c,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> STM-16c,	- STM-16c,	Spełnia
PoS	PoS	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> STM-1,	- STM-1,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> STM-4,	- STM-4,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> STM-16,	- STM-16,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> STM-64.	- STM-64.	Spełnia

funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	Spełnia
obsługa LDP	obsługa LDP	Spełnia
MPLS-TE	MPLS-TE	Spełnia
MPLS L2 VPN	MPLS L2 VPN	Spełnia
obsługa VPLS i H-VPLS,	obsługa VPLS i H-VPLS,	Spełnia
MPLS L3 VPN,	MPLS L3 VPN,	Spełnia
MPLS L3 multicast VPN,	MPLS L3 multicast VPN,	Spełnia
MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	Spełnia
funkcjonalności routingu IP	funkcjonalności routingu IP	Spełnia
obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	Spełnia
obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	Spełnia
multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3, PIM SM, SSM, mBGP),	multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3, PIM SM, SSM, mBGP),	Spełnia
obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	Spełnia
obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	Spełnia
obsługa VRRP,	obsługa VRRP,	Spełnia
obsługa 4-bajтового identyfikatora AS.	obsługa 4-bajтового identyfikatora AS.	Spełnia
Porty urządzeń muszą mieć uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Porty urządzeń mają uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Spełnia
funkcjonalności przełączania Ethernet	funkcjonalności przełączania Ethernet	Spełnia
obsługa 802.1ad, QinQ,	obsługa 802.1ad, QinQ,	Spełnia
obsługa 802.1Q,	obsługa 802.1Q,	Spełnia
obsługa 802.3ah,	obsługa 802.3ah,	Spełnia
obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	Spełnia
mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	Spełnia
obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	Spełnia
funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	Spełnia
listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	Spełnia
DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	Spełnia
Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Spełnia
mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	Spełnia
mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczanie ruchu kierowanego do urządzenia),	mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczanie ruchu kierowanego do urządzenia),	Spełnia
obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	Spełnia
eksport danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow) – wymagana obsługa lokalnego cache, umożliwiającego przechowanie min. 250 000 wpisów,	eksport danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow) – zapewniona obsługa lokalnego cache, umożliwiającego przechowanie min. 250 000 wpisów,	Spełnia
obsługa translacji adresów NAT.	obsługa translacji adresów NAT.	Spełnia
funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	Spełnia

☑ obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejkowanie, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN,	- obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejkowanie, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN,	Spełnia
☑ obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) ,	- obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) ,	Spełnia
☑ klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	- klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	Spełnia
☑ obsługa RSVP,	- obsługa RSVP,	Spełnia
funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	Spełnia
obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	Spełnia
obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	Spełnia
kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	Spełnia
funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnienia, jego zmian, strat pakietów.	funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnienia, jego zmian, strat pakietów.	Spełnia
funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	Spełnia
funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	Spełnia
funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	Spełnia
zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	Spełnia
syslog,	- syslog,	Spełnia
dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	- dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	Spełnia
port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	Spełnia
interfejsy transportowe:	interfejsy transportowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
min.8 kolejek sprzętowych dla każdego portu,	min.8 kolejek sprzętowych dla każdego portu,	Spełnia
obsługa LAN PHY,	obsługa LAN PHY,	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
obsługa lub możliwość rozbudowy o:	obsługa lub możliwość rozbudowy o:	Spełnia
☑ L2 MPLS VPN,	- L2 MPLS VPN,	Spełnia
☑ IPv4 MPLS VPN	- IPv4 MPLS VPN	Spełnia
☑ IPv6 MPLS VPN	- IPv6 MPLS VPN	Spełnia
interfejsy usługowe:	interfejsy usługowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
dynamiczna alokacja kolejek sprzętowych, dostępne min. 48.000 kolejek per karta,	dynamiczna alokacja kolejek sprzętowych, dostępne min. 48.000 kolejek per karta,	Spełnia
obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	Spełnia

obsługa min.128000 adresów MAC per karta,	obsługa min.128000 adresów MAC per karta,	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
interfejsy muszą zapewniać jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	interfejsy zapewniają jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	Spełnia
obsługa:	obsługa:	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> L2 MPLS VPN,	- L2 MPLS VPN,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> IPv4 MPLS VPN	- IPv4 MPLS VPN	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> IPv6 MPLS VPN	- IPv6 MPLS VPN	Spełnia
Wymaganie	Realizacja	Spełnia/nie spełnia
Urządzenie modularne – dostępne min. 6 slotów do instalacji kart liniowych, tym co najmniej 2 wolne sloty w celu przyszłej rozbudowy	Urządzenie modularne – dostępne są min. slotów do instalacji kart liniowych, tym co najmniej 2 wolne sloty w celu przyszłej rozbudowy	Spełnia
Urządzenia MPLS muszą działać z pełną prędkością portów (<i>wire speed switching & forwarding</i>)	Urządzenia MPLS działają z pełną prędkością portów (<i>wire speed switching & forwarding</i>)	Spełnia
Obudowa przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	Obudowa urządzenia MPLS przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	Spełnia
Architektura urządzenia:	Architektura urządzenia:	Spełnia
rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone są funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	Spełnia
karty liniowe muszą autonomicznie przełączać ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	karty liniowe autonomicznie przełączają ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	Spełnia
redundancja wszystkich elementów urządzenia (karty zarządzające, matryca przełączająca, zasilacze, wentylatory),	redundancja dla wszystkich elementów urządzenia (karty zarządzające, matryca przełączająca, zasilacze, wentylatory),	Spełnia
przełączenie na zapasową kartę zarządzającą lub matrycę przełączającą w trakcie awarii lub uaktualnienia oprogramowania nie powinno spowodować przerwy w ruchu dłuższej niż 100ms jak również nie powinno powodować zerwania sesji protokołów sterujących sieć (routingowych, dystrybucji etykiet MPLSs itd.), awaria pojedynczej karty zarządzającej lub matrycy nie może ograniczać wydajności urządzenia poniżej progów określonych w pkt 5	przełączenie na zapasową kartę zarządzającą lub matrycę przełączającą w trakcie awarii lub uaktualnienia oprogramowania nie powoduje przerwy w ruchu dłuższej niż 100ms jak również nie powoduje zerwania sesji protokołów sterujących sieć (routingowych, dystrybucji etykiet MPLSs itd.), awaria pojedynczej karty zarządzającej lub matrycy nie ogranicza ograniczać wydajności urządzenia poniżej progów określonych w pkt 5	Spełnia
wymiana wszystkich modułów „na gorąco” (hot swap),	wszystkich modułów są wymieniane „na gorąco” (hot swap),	Spełnia
zasilanie 48V DC.	urządzenie jest zasilane z 48V DC	Spełnia
Wydajność urządzenia	Wydajność urządzenia	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum czterech interfejsów 10GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum czterech interfejsów 10GE,	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 40GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 40GE	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 100GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 100GE,	Spełnia

obsługa min. 1 mln tras IPv4 (FIB) oraz min. 0,4 mln tras IPv6 (FIB),	Urządzenie obsługuje min. 1 mln tras IPv4 (FIB) oraz min. 0,4 mln tras IPv6 (FIB),	Spełnia
nieulotna pamięć flash umożliwiająca przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	Urządzenie posiada nieulotną pamięć flash umożliwiającą przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	Spełnia
Obsługiwane interfejsy, co najmniej:	Obsługiwane interfejsy, co najmniej:	Spełnia
Ethernet	Ethernet	Spełnia
- 10 Gigabit Ethernet,	- 10 Gigabit Ethernet,	Spełnia
- 1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	- 1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	Spełnia
- wszystkie interfejsy liniowe muszą mieć styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	- wszystkie interfejsy liniowe mają styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	Spełnia
- wszystkie interfejsy muszą obsługiwać funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	- wszystkie interfejsy obsługują funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	Spełnia
funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	Spełnia
obsługa LDP	obsługa LDP	Spełnia
MPLS-TE	MPLS-TE	Spełnia
MPLS L2 VPN	MPLS L2 VPN	Spełnia
obsługa VPLS i H-VPLS,	obsługa VPLS i H-VPLS,	Spełnia
MPLS L3 VPN,	MPLS L3 VPN,	Spełnia
MPLS L3 multicast VPN,	MPLS L3 multicast VPN,	Spełnia
MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	Spełnia
funkcjonalności routingu IP	funkcjonalności routingu IP	Spełnia
obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	Spełnia
obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	Spełnia
multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3, PIM SM, SSM, mBGP),	multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3, PIM SM, SSM, mBGP),	Spełnia
obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	Spełnia
obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	Spełnia
obsługa VRRP,	obsługa VRRP,	Spełnia
obsługa 4-bajtowego identyfikatora AS.	obsługa 4-bajtowego identyfikatora AS.	Spełnia
Porty urządzeń muszą mieć uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Porty urządzeń mają uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Spełnia
System musi obsługiwać min.750 tys. adresów MAC	System obsługuje min.750 tys. adresów MAC	Spełnia
funkcjonalności przełączania Ethernet	funkcjonalności przełączania Ethernet	Spełnia
obsługa 802.1ad, QinQ,	obsługa 802.1ad, QinQ,	Spełnia
obsługa 802.1Q,	obsługa 802.1Q,	Spełnia
obsługa 802.3ah,	obsługa 802.3ah,	Spełnia

obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	Spełnia
mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	Spełnia
obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	Spełnia
funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	Spełnia
listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	Spełnia
DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	Spełnia
Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Spełnia
mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	Spełnia
mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczanie ruchu kierowanego do urządzenia),	mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczanie ruchu kierowanego do urządzenia),	Spełnia
obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	Spełnia
Możliwość rozbudowy o funkcjonalność eksportu danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow)	Urządzenie umożliwia rozbudowy o funkcjonalność eksportu danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow)	Spełnia
funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejkovanie, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN na portach dostepowych	- obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejkovanie, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN na portach dostepowych	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) na portach dostepowych	- obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) na portach dostepowych	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	- klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> obsługa RSVP,	- obsługa RSVP,	Spełnia
funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	Spełnia
obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	Spełnia
obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	Spełnia
kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	Spełnia
funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnień, jego zmian, strat pakietów.	funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnień, jego zmian, strat pakietów.	Spełnia
funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	Spełnia
funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	Spełnia
funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	Spełnia
zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	Spełnia
syslog,	- syslog,	Spełnia
dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	- dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	Spełnia
port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	Spełnia

interfejsy transportowe:	interfejsy transportowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
min.8 kolejek sprzętowych dla każdego portu,	min.8 kolejek sprzętowych dla każdego portu,	Spełnia
obsługa LAN PHY,	obsługa LAN PHY,	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
obsługa :	obsługa :	Spełnia
- L2 MPLS VPN,	- L2 MPLS VPN,	Spełnia
- IPv4 MPLS VPN	- IPv4 MPLS VPN	Spełnia
- IPv6 MPLS VPN	- IPv6 MPLS VPN	Spełnia
interfejsy usługowe:	interfejsy usługowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
dostępne min. 3 tys kolejek na kartę	dostępne min. 3 tys kolejek na kartę	Spełnia
obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
interfejsy muszą zapewniać jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	interfejsy zapewniają jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	Spełnia
obsługa:	obsługa:	Spełnia
- L2 MPLS VPN,	- L2 MPLS VPN,	Spełnia
- IPv4 MPLS VPN	- IPv4 MPLS VPN	Spełnia
- IPv6 MPLS VPN	- IPv6 MPLS VPN	Spełnia
wyposażenie urządzenia:	wyposażenie urządzenia:	Spełnia
interfejsy muszą być rozłożone w sposób zabezpieczający przed występowaniem pojedynczego punktu awarii – dołączenie do pierścienia rdzeniowego musi być realizowane za pomocą interfejsów umieszczonych na rozdzielnych kartach liniowych,	interfejsy będą rozłożone w sposób zabezpieczający przed występowaniem pojedynczego punktu awarii – dołączenie do pierścienia rdzeniowego musi być realizowane za pomocą interfejsów umieszczonych na rozdzielnych kartach liniowych,	Spełnia
co najmniej 8 wymiennych interfejsów modularnych (np. XFP, SFP lub SFP+ lub Xenpak lub X2 lub GBIC) umożliwiających transmisję z prędkością 10Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług,	co najmniej 8 wymiennych interfejsów modularnych (np. XFP, SFP lub SFP+ lub Xenpak lub X2 lub GBIC) umożliwiających transmisję z prędkością 10Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług,	Spełnia
co najmniej 20 wymiennych modularnych interfejsów usługowych (np. SFP, GBIC) umożliwiających transmisję 1Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług (zasięg co najmniej 10 km)..	co najmniej 20 wymiennych modularnych interfejsów usługowych (np. SFP, GBIC) umożliwiających transmisję 1Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług (zasięg co najmniej 10 km)..	Spełnia

Wymaganie	Realizacja	Spełnia/nie spełnia
Urządzenia MPLS muszą działać z pełną prędkością portów (<i>wire speed switching & forwarding</i>)	Urządzenia MPLS działają z pełną prędkością portów (<i>wire speed switching & forwarding</i>)	Spełnia
Obudowa przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	Obudowa urządzenia MPLS przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	Spełnia
Architektura urządzenia:	Architektura urządzenia:	Spełnia
rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone są funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	Spełnia
karty liniowe muszą autonomicznie przełączać ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	karty liniowe autonomicznie przełączają ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	Spełnia
redundancja wszystkich elementów urządzenia (karty zarządzające, matryca przełączająca, zasilacze, wentylatory),	redundancja dla wszystkich elementów urządzenia (karty zarządzające, matryca przełączająca, zasilacze, wentylatory),	Spełnia
przełączenie na zapasową kartę zarządzającą lub matrycę przełączającą nie powinno zająć więcej niż 2s; awaria pojedynczej karty zarządzającej lub matrycy nie może ograniczać wydajności urządzenia,	przełączenie na zapasową kartę zarządzającą lub matrycę przełączającą nie zajmuje więcej niż 2s; awaria pojedynczej karty zarządzającej lub matrycy nie ogranicza wydajności urządzenia	Spełnia
wymiana wszystkich modułów „na gorąco” (hot swap),	wszystkich modułów są wymieniane „na gorąco” (hot swap),	Spełnia
zasilanie 48V DC.	urządzenie jest zasilane z 48V DC	Spełnia
Wydajność urządzenia	Wydajność urządzenia	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum czterech interfejsów 10GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum czterech interfejsów 10GE,	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 40GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym slotcie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 40GE	Spełnia
urządzenie ma być gotowe do obsłużenia w przyszłości z pełną prędkością co najmniej jednego interfejsu 100GE bez konieczności wymiany chassis,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w przyszłości z pełną prędkością co najmniej jednego interfejsu 100GE bez konieczności wymiany chassis,	Spełnia
transmisja pojedynczych strumieni IP: unicast z przepływnością na poziomie min. 5 Gbps per strumień oraz multicast z przepływnością na poziomie min. 1 Gbps per strumień,	transmisja pojedynczych strumieni IP: unicast z przepływnością na poziomie min. 5 Gbps per strumień oraz multicast z przepływnością na poziomie min. 1 Gbps per strumień,	Spełnia
możliwość replikacji strumieni multicast min. 1:5 (jeden wejściowy, pięć wyjściowych) przy założeniach z punktu poprzedniego,	możliwość replikacji strumieni multicast min. 1:5 (jeden wejściowy, pięć wyjściowych) przy założeniach z punktu poprzedniego,	Spełnia
obsługa min.5 mln tras IPv4	obsługa min.5 mln tras IPv4	Spełnia
obsługa min. 2mln tras IPv6	obsługa min. 2mln tras IPv6	Spełnia
min. 2GB pamięci RAM,	min. 2GB pamięci RAM,	Spełnia
nieulotna pamięć flash umożliwiająca przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	nieulotna pamięć flash umożliwiająca przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	Spełnia
Obsługiwane interfejsy, co najmniej:	Obsługiwane interfejsy, co najmniej:	Spełnia
Ethernet	Ethernet	Spełnia
☑ 10 Gigabit Ethernet,	- 10 Gigabit Ethernet,	Spełnia

☑ 1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	- 1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	Spełnia
☑ wszystkie interfejsy liniowe muszą mieć styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	- wszystkie interfejsy liniowe mają styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	Spełnia
☑ wszystkie interfejsy muszą obsługiwać funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	- wszystkie interfejsy obsługują funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	Spełnia
Channelized	Channelized	Spełnia
☑ STM-4c,	- STM-4c,	Spełnia
☑ STM-16c,	- STM-16c,	Spełnia
PoS	PoS	Spełnia
☑ STM-1,	- STM-1,	Spełnia
☑ STM-4,	- STM-4,	Spełnia
☑ STM-16,	- STM-16,	Spełnia
☑ STM-64.	- STM-64.	Spełnia
funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	Spełnia
obsługa LDP	obsługa LDP	Spełnia
MPLS-TE	MPLS-TE	Spełnia
MPLS L2 VPN	MPLS L2 VPN	Spełnia
obsługa VPLS i H-VPLS,	obsługa VPLS i H-VPLS,	Spełnia
MPLS L3 VPN,	MPLS L3 VPN,	Spełnia
MPLS L3 multicast VPN,	MPLS L3 multicast VPN,	Spełnia
MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	Spełnia
funkcjonalności routingu IP	funkcjonalności routingu IP	Spełnia
obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	Spełnia
obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	Spełnia
multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3, PIM SM, SSM, mBGP),	multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3, PIM SM, SSM, mBGP),	Spełnia
obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	Spełnia
obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	Spełnia
obsługa VRRP,	obsługa VRRP,	Spełnia
obsługa 4-bajtowego identyfikatora AS.	obsługa 4-bajtowego identyfikatora AS.	Spełnia
Porty urządzeń muszą mieć uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Porty urządzeń mają uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Spełnia
funkcjonalności przełączania Ethernet	funkcjonalności przełączania Ethernet	Spełnia
obsługa 802.1ad, QinQ,	obsługa 802.1ad, QinQ,	Spełnia
obsługa 802.1Q,	obsługa 802.1Q,	Spełnia
obsługa 802.3ah,	obsługa 802.3ah,	Spełnia
obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	Spełnia
mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	Spełnia
obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	Spełnia
funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	Spełnia
listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	Spełnia
DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	Spełnia

Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Spełnia
mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	Spełnia
mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczanie ruchu kierowanego do urządzenia),	mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczanie ruchu kierowanego do urządzenia),	Spełnia
obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	Spełnia
eksport danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow) – wymagana obsługa lokalnego cache, umożliwiającego przechowanie min. 250 000 wpisów,	eksport danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow) – zapewniona obsługa lokalnego cache, umożliwiającego przechowanie min. 250 000 wpisów,	Spełnia
obsługa translacji adresów NAT.	obsługa translacji adresów NAT.	Spełnia
funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejki, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN,	- obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejki, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) ,	- obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) ,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	- klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> obsługa RSVP,	- obsługa RSVP,	Spełnia
funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	Spełnia
obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	Spełnia
obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	Spełnia
kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	Spełnia
funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnienia, jego zmian, strat pakietów.	funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnienia, jego zmian, strat pakietów.	Spełnia
funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	Spełnia
funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	Spełnia
funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	Spełnia
zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	Spełnia
syslog,	- syslog,	Spełnia
dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	- dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	Spełnia
port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	Spełnia
interfejsy transportowe:	interfejsy transportowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
min.8 kolejek sprzętowych dla każdego portu,	min.8 kolejek sprzętowych dla każdego portu,	Spełnia

obsługa LAN PHY,	obsługa LAN PHY,	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
obsługa lub możliwość rozbudowy o:	obsługa lub możliwość rozbudowy o:	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> L2 MPLS VPN,	- L2 MPLS VPN,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> IPv4 MPLS VPN	- IPv4 MPLS VPN	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> IPv6 MPLS VPN	- IPv6 MPLS VPN	Spełnia
interfejsy usługowe:	interfejsy usługowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
dynamiczna alokacja kolejek sprzętowych, dostępne min. 48.000 kolejek per karta,	dynamiczna alokacja kolejek sprzętowych, dostępne min. 48.000 kolejek per karta,	Spełnia
obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	Spełnia
obsługa min.128000 adresów MAC per karta,	obsługa min.128000 adresów MAC per karta,	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet (IEEE 1588v2),	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
interfejsy muszą zapewniać jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	interfejsy zapewniają jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	Spełnia
obsługa:	obsługa:	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> L2 MPLS VPN,	- L2 MPLS VPN,	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> IPv4 MPLS VPN	- IPv4 MPLS VPN	Spełnia
<input checked="" type="checkbox"/> IPv6 MPLS VPN	- IPv6 MPLS VPN	Spełnia

5.2 Szczegółowe wymagania minimalne dla urządzeń aktywnych MPLS warstwy dystrybucyjnej

Urządzenie modułowe – dostępne min. 4 sloty do instalacji kart liniowych.	Urządzenie modułowe – dostępne min. 4 sloty do instalacji kart liniowych.	Spełnia
Urządzenia MPLS muszą działać z pełną prędkością portów (wire speed switching & forwarding)	Urządzenia MPLS działają z pełną prędkością portów (wire speed switching & forwarding)	Spełnia
obudowa przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	obudowa przeznaczona do instalacji w szafie telekomunikacyjnej	Spełnia
architektura urządzenia:	architektura urządzenia:	Spełnia
rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	rozproszone przetwarzanie pakietów - rozdzielone funkcje kontrolne (routing engine, control plane) od przełączania (forwarding engine, data plane) ruchu,	Spełnia
karty liniowe muszą autonomicznie przełączać ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	karty liniowe autonomicznie przełączają ruch, bez udziału warstwy zarządzającej,	Spełnia
redundancja następujących elementów urządzenia: zasilacze, wentylatory, karty zarządzające.	redundancja następujących elementów urządzenia: zasilacze, wentylatory, karty zarządzające.	Spełnia
przełączenie na zapasową kartę zarządzającą nie powinno zająć więcej niż 2s; awaria pojedynczej karty zarządzającej nie może ograniczać wydajności urządzenia poniżej progów określonych w pkt 5,	przełączenie na zapasową kartę zarządzającą nie zajmuje więcej niż 2s; awaria pojedynczej karty zarządzającej nie ogranicza wydajności urządzenia poniżej progów określonych w pkt 5,	Spełnia
wymiana wszystkich modułów „na gorąco” (hot	wymiana wszystkich modułów „na gorąco” (hot swap),	Spełnia

swap),		
zasilanie 48V DC.	zasilanie 48V DC.	Spełnia
wydajność urządzenia	wydajność urządzenia	Spełnia
urządzenie musi być gotowe do obsłużenia w dowolnym słocie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 10GE,	urządzenie jest gotowe do obsłużenia w dowolnym słocie z pełną prędkością (wirespeed) minimum jednego interfejsu 10GE,	Spełnia
obsługa min. 1 mln tras IPv4 (FIB) oraz min. 0,4 mln tras IPv6 (FIB),	obsługa min. 1 mln tras IPv4 (FIB) oraz min. 0,4 mln tras IPv6 (FIB),	Spełnia
nieulotna pamięć flash umożliwiająca przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	nieulotna pamięć flash umożliwiająca przechowywanie min. 2-ch obrazów systemu operacyjnego i min. 5-ciu wersji konfiguracji,	Spełnia
obsługiwane interfejsy, co najmniej Ethernet	obsługiwane interfejsy, co najmniej Ethernet	Spełnia
10 Gigabit Ethernet,	10 Gigabit Ethernet,	Spełnia
1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	1 Gigabit Ethernet (1000BaseX),	Spełnia
wszystkie interfejsy liniowe muszą mieć styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	wszystkie interfejsy liniowe mają styk definiowany przez konwertery typu GBIC, SFP, XFP, SFP+ lub podobne,	Spełnia
wszystkie interfejsy muszą obsługiwać funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	wszystkie interfejsy obsługują funkcjonalność zdalnej diagnostyki połączeń optycznych zgodna z SFF-8472 (Digital Diagnostics Monitoring lub Digital Optical Monitoring),	Spełnia
funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	funkcjonalności przełączania MPLS, co najmniej:	Spełnia
obsługa LDP	obsługa LDP	Spełnia
MPLS-TE	MPLS-TE	Spełnia
MPLS L2 VPN	MPLS L2 VPN	Spełnia
obsługa VPLS i H-VPLS,	obsługa VPLS i H-VPLS,	Spełnia
MPLS L3 VPN,	MPLS L3 VPN,	Spełnia
MPLS L3 multicast VPN,	MPLS L3 multicast VPN,	Spełnia
MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	MPLS FRR (szybkie przekierowanie ruchu)	Spełnia
funkcjonalności routingu IP	funkcjonalności routingu IP	Spełnia
obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	obsługa IPv4 (statyczny, RIPv2, BGP, OSPF, IS-IS),	Spełnia
obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	obsługa IPv6 (statyczny, OSPFv3, IS-IS, BGP),	Spełnia
multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3 lub PIM SM lub PIM SSM lub mBGP),	multicast IPv4 i IPv6 (IGMPv2/3 lub PIM SM lub PIM SSM lub mBGP),	Spełnia
obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	obsługa Bidirectional Forwarding Detection (BFD) min dla OSPFv2, IS-IS, BGP, tras statycznych, RSVP,	Spełnia
obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	obsługa NonStop Forwarding (BGP, OSPF, IS-IS,, MPLS VPN, LDP, VPLS, multicast),	Spełnia
obsługa VRRP,	obsługa VRRP,	Spełnia
obsługa 4-bajtowego identyfikatora AS.	obsługa 4-bajtowego identyfikatora AS.	Spełnia
Porty urządzeń muszą mieć uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Porty urządzeń mają uniwersalne zastosowanie, tzn. bez zmian sprzętowych obsługiwać w zakresie funkcjonalności MPLS zarówno interfejs LAN jak i interfejs WAN.	Spełnia
Obsługa min.30 tys. adresów MAC	Obsługa min.30 tys. adresów MAC	Spełnia
funkcjonalności przełączania Ethernet	funkcjonalności przełączania Ethernet	Spełnia
obsługa 802.1ad, QinQ,	obsługa 802.1ad, QinQ,	Spełnia
obsługa 802.1Q,	obsługa 802.1Q,	Spełnia
obsługa 802.3ah,	obsługa 802.3ah,	Spełnia
obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	obsługa agregacji 802.3ad (LACP),	Spełnia
mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	mapowanie (translacja) tagów 802.1Q	Spełnia
obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	obsługa Spanning Tree – 802.1w (RSTP),	Spełnia
funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	funkcjonalności bezpieczeństwa sieciowego	Spełnia
listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	listy kontroli dostępu (ACL) L2 i L3 (IPv4 i IPv6),	Spełnia
DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	DHCP snooping lub DHCP Proxy, DHCP relay,	Spełnia
Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF),	Spełnia
mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	mechanizmy ochrony przed natłokiem ruchu rozgłoszeniowego i multicast (broadcast/multicast storm),	Spełnia
mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczanie ruchu kierowanego do urządzenia),	mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej urządzenia przed atakami kierowanymi do niego (ograniczanie ruchu kierowanego do urządzenia),	Spełnia
obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	obsługa autoryzacji administratorów za pośrednictwem RADIUS lub TACACS,	Spełnia
możliwość rozbudowy o funkcjonalność eksportu danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow),	możliwość rozbudowy o funkcjonalność eksportu danych o przepływach zgodnie z protokołem IPFIX lub równoważnym (np. netFlow, sFlow, jFlow, cflow),	Spełnia
funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	funkcjonalności zapewnienia jakości ruchu (QoS):	Spełnia

obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejkovanie, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN na portach dostępowych,	obsługa mechanizmów QoS (klasyfikacja, kolejkovanie, oznaczanie, policing, shaping) per port/VLAN na portach dostępowych,	Spełnia
obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) na interfejsach dostępowych,	obsługa hierarchicznego QoS (H-QoS) na interfejsach dostępowych,	Spełnia
klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	klasyfikacja ruchu w oparciu o: MPLS EXP, IP DSCP, adresy IP, protokół IP	Spełnia
obsługa RSVP,	obsługa RSVP,	Spełnia
funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	funkcjonalności związane z zarządzaniem urządzeniem:	Spełnia
obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	obsługa E-OAM 802.1ag CFM, 802.3ah, Y.1731,	Spełnia
obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	obsługa MPLS OAM (LSP ping, LSP traceroute),	Spełnia
kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	kopiowanie ruchu z określonego portu/VLANu na inny port/VLAN urządzenia (mirror),	Spełnia
funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnienia, jego zmian, strat pakietów.	funkcjonalność monitorowania jakości usług na bazie aktywnych próbników ruchu – pomiar min. dostępności, opóźnienia, jego zmian, strat pakietów.	Spełnia
funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	funkcjonalność definicji uprawnień poszczególnych administratorów urządzenia,	Spełnia
funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	funkcjonalność pobrania konfiguracji do zewnętrznego komputera typu PC, w formie tekstowej. Konfiguracja po dokonaniu edycji poza urządzeniem może być ponownie zaimportowana do urządzenia i uruchomiona,	Spełnia
funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	funkcjonalność wyszukiwania fragmentów konfiguracji z linii poleceń urządzenia, dzięki stosowaniu wyrażeń-filtrów,	Spełnia
zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	zarządzanie przez CLI oraz system zarządzania	Spełnia
syslog,	syslog,	Spełnia
dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	dedykowany port szeregowy na potrzeby dostępu do konsoli urządzenia oraz zdalnego zarządzania (modem),	Spełnia
port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	port Ethernet 10/100 do celów zarządzania urządzeniem.	Spełnia
interfejsy transportowe:	interfejsy transportowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
obsługa LAN PHY,	obsługa LAN PHY,	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet oraz IEEE 1588v2,	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet oraz IEEE 1588v2,	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
obsługa:	obsługa:	Spełnia
L2 MPLS VPN,	L2 MPLS VPN,	Spełnia
IPv4 MPLS VPN	IPv4 MPLS VPN	Spełnia
IPv6 MPLS VPN	IPv6 MPLS VPN	Spełnia
interfejsy usługowe:	interfejsy usługowe:	Spełnia
przełączanie z prędkością łącza (line rate),	przełączanie z prędkością łącza (line rate),	Spełnia
dostępne min. 3 tys kolejek na kartę,	dostępne min. 3 tys kolejek na kartę,	Spełnia
obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	obsługa min. 4000 identyfikatorów VLAN per karta	Spełnia
obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	obsługa ramek o wielkości co najmniej 9000B,	Spełnia
sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet oraz IEEE 1588v2,	sprzętowo przygotowane do obsługi Synchronous Ethernet oraz IEEE 1588v2,	Spełnia
bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	bufory pakietów umożliwiające buforowanie min. 50 ms ruchu,	Spełnia
interfejsy muszą zapewniać jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	interfejsy muszą zapewniać jednoczesną obsługę ruchu MPLS i terminowania usług IP/MetroE (L2 i L3 – na pojedynczym interfejsie fizycznym),	Spełnia
obsługa:	obsługa:	Spełnia
L2 MPLS VPN,	L2 MPLS VPN,	Spełnia
IPv4 MPLS VPN	IPv4 MPLS VPN	Spełnia
IPv6 MPLS VPN	IPv6 MPLS VPN	Spełnia
wyposażenie urządzenia:	wyposażenie urządzenia:	Spełnia
interfejsy muszą być rozłożone w sposób zabezpieczający przed występowaniem pojedynczego punktu awarii – dołączenie do pierścienia rdzeniowego musi być realizowane za pomocą interfejsów umieszczonych na rozdzielnych kartach	interfejsy będą rozłożone w sposób zabezpieczający przed występowaniem pojedynczego punktu awarii – dołączenie do pierścienia rdzeniowego musi być realizowane za pomocą interfejsów umieszczonych na rozdzielnych kartach liniowych,	Spełnia

liniowych, co najmniej 2 wymiennych interfejsów modularnych (np. XFP, SFP lub SFP+ lub Xenpak lub X2 lub GBIC) umożliwiających transmisję z prędkością 10Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług,	co najmniej 2 wymiennych interfejsów modularnych (np. XFP, SFP lub SFP+ lub Xenpak lub X2 lub GBIC) umożliwiających transmisję z prędkością 10Gbps - typ wkładek optycznych jest dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług,	Spełnia
co najmniej 20 wymiennych modularnych interfejsów usługowych (np. SFP, GBIC) umożliwiających transmisję 1Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług (zasięg co najmniej 10 km).	co najmniej 20 wymiennych modularnych interfejsów usługowych (np. SFP, GBIC) umożliwiających transmisję 1Gbps - typ wkładek optycznych powinien być dostosowany do topologii sieci i umożliwiać podłączanie do węzłów szkieletowych i odbiorców usług (zasięg co najmniej 10 km).	Spełnia
wyposażenie urządzenia:	wyposażenie urządzenia:	Spełnia
interfejsy muszą być rozłożone w sposób zabezpieczający przed występowaniem pojedynczego punktu awarii – dołączenie do pierścienia rdzeniowego musi być realizowane za pomocą interfejsów umieszczonych na rozdzielnych kartach liniowych,	interfejsy są rozłożone w sposób zabezpieczający przed występowaniem pojedynczego punktu awarii – dołączenie do pierścienia rdzeniowego będzie realizowane za pomocą interfejsów umieszczonych na rozdzielnych kartach liniowych,	Spełnia
co najmniej 8 wymiennych interfejsów modularnych (np. XFP, SFP lub SFP+ lub Xenpak lub X2 lub GBIC) umożliwiających transmisję z prędkością 10Gbps - w każdym węźle DWDM minimum 4 interfejsy o zasięgu 300 m, 2 interfejsy 10km oraz 2 interfejsy o zasięgu 40km (jeśli w danym węźle jest więcej interfejsów, kolejne dostarczone interfejsy mają mieć zasięg 10km),	co najmniej 8 wymiennych interfejsów modularnych (np. XFP, SFP lub SFP+ lub Xenpak lub X2 lub GBIC) umożliwiających transmisję z prędkością 10Gbps - w każdym węźle DWDM minimum 4 interfejsy o zasięgu 300 m, 2 interfejsy 10km oraz 2 interfejsy o zasięgu 40km (jeśli w danym węźle jest więcej interfejsów, kolejne dostarczone interfejsy mają mieć zasięg 10km),	Spełnia
co najmniej 20 wymiennych modularnych interfejsów usługowych (np. SFP, GBIC) umożliwiających transmisję 1Gbps - należy zastosować wkładki o zasięgu 10km.	co najmniej 20 wymiennych modularnych interfejsów usługowych (np. SFP, GBIC) umożliwiających transmisję 1Gbps - należy zastosować wkładki o zasięgu 10km.	Spełnia

W każdej z poniższych lokalizacji zostanie zainstalowana i uruchomiona para urządzeń tj. MX480 i Adva FSP 3000. W lokalizacji centralnej tj. WS1 zainstalowany zostanie system zarządzania:

- dla urządzeń Juniper Junos Space.
- dla urządzeń Adva FSP Network Manager

Zestawienie lokalizacji węzłów szkieletowych:

I.p.	Oznaczenie w ramach SIWZ	Instytucja	Adres
1	WS1	Powiatowe Centrum Medyczne Sp. z o.o. w Wieruszowie	ul. Wieruszowska 104, 98-400 Wieruszów
2	WS2	SP ZOZ w Wieluniu	ul. Szpitalna 16, 98-300 Wieluń
3	WS3	SP ZOZ w Pajęcznie	ul. 1 Maja 13/15, 98-330 Pajęczno
4	WS4	Szpital Powiatowy w Radomsku	ul. Jagiellońska 36, 97-500 Radomsko
5	WS5	SP ZOZ Szpital Powiatowy w Opocznie	ul. Partyzantów 30, 26-300 Opoczno

Zestawienie lokalizacji węzłów dystrybucyjnych:

I.p.	Oznaczenie w ramach SIWZ	Instytucja	Adres
1	WD1	Szkoła Podstawowa w Hucie im. Adama Mickiewicza	Huta 46, 98-360 Lututów
2	WD2	Kontener telekomunikacyjny na terenie za gminnym budynkiem komunalnym	ul. Wieluńska 11, 98-320 Osjaków
3	WD3	Gminny Ośrodek Zdrowia	ul. Waryńskiego 6, 98-332 Rząśnia
4	WD4	Szkoła Podstawowa w Dworszowicach Kościelnych	Kolonia 74, 98-331 Dworszowice Kościelne
5	WD5	Gminny Ośrodek Kultury	Silnica 77, 97-532 Silnica
6	WD6	Budynek po byłej szkole podstawowej w Dmeninie	Dmenin 124, 97-512 Dmenin
7	WD7	Kontener telekomunikacyjny na terenie działki nr 78 w Żarnowie	ul. Strażacka, 26-330 Żarnów
8	WD8	Kontener telekomunikacyjny w pobliżu budynku Urzędu Gminy Poświętne na terenie działki nr 505 lub 506	ul. Akacyjowa 4, 26-315 Poświętne

6. Ogólna koncepcja funkcjonowania sieci

W warstwie transportowej wykorzystanych zostanie 5 urządzeń ADVA FSP 3000. Węzły te będą stanowić szkielet całej sieci ŁRST2. Na obu końcach sieci ŁRST2 nastąpi integracja z siecią szkieletową ŁRST1. Do warstwy transportowej ŁRST2 zostanie dołączonych 8 węzłów w warstwie dystrybucyjnej.

Każdy z węzłów warstwy transportowej oraz dystrybucyjnej zostanie zbudowany w oparciu o rozwiązanie FOADM (Fixed Optical Add Drop Multiplexer). Każdy węzeł dystrybucyjny zostanie wyposażony w filtr 40CSM do realizacji kierunków lokalnych, natomiast każdy węzeł szkieletowy zostanie wyposażony w trzy lub cztery filtry 40CSM, odpowiednio dwa takie elementy do realizacji kierunków liniowych oraz jeden lub dwa, jako kierunek lokalny.

W celu integracji sieci ŁRST1 i ŁRST2, 2 węzły ŁRST1 Sieradz i Piotrków zostały wyposażone w kolejny kierunek liniowy, każdy z jednym modułem ROADM (Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexer) i dołączone odpowiednio do węzłów Wieruszów i Opoczno sieci ŁRST2.

Ten sposób integracji nie wymaga dalszych rozbudów węzłów Sieradz i Piotrków w przypadku uruchamiania usług pomiędzy sieciami ŁRST1 i ŁRST2.

Węzły ŁRST1 Sieradz i Piotrków w celu zaterminowania usług z kierunków ŁRST2 Wieruszów i Opoczno zostaną rozbudowane o dodatkowe przestrajalne filtry CCM-C80/8 oraz moduły transponderów 2WCC-PCN-10G.

Dzięki takiej budowie system umożliwia ręczne zestawienie usług z każdego na każdy kierunek transmisji (zarówno lokalny jak i liniowy) w zakresie 40 długości fal. Urządzenia są dodatkowo wyposażone w moduły umożliwiające dołączenie filtrów 40CSM, które zapewnią zestawienie usług dla każdego z 80 kanałów w paśmie C.

Do terminowania usług przewidziano moduły transponderów 2WCC-PCN-10G. Każda usługa będzie podłączona do obu portów klienckich pojedynczego transpondera co zapewni protekcję wszystkich usług. Moduł ten umożliwia realizację jednej usługi z protekcją o przepływności 10G z czasem przełączania w przypadku awarii poniżej 50ms. Protekcja wszystkich usług ŁRST2 zostanie zrealizowana przy wykorzystaniu rozbudowanych w punktach styku (Sieradz i Piotrków) oraz zasobów systemu DWDM ADVA FSP3000 z sieci ŁRST1 na odcinku Sieradz-Bełchatów-Piotrków

Strona kliencka tego transpondera zostanie wyposażona w moduły typu XFP multimode. Strona sieciowa transpondera w węzłach dystrybucyjnych będzie wyposażona w moduły typu XFP na stałą długość fali, natomiast w węzłach szkieletowych w przestrajalne moduły XFP (80 λ z pasma C). Dzięki przestrajalności modułów XFP, możliwy jest wybór dowolnej długości fali na drodze sygnału pomiędzy węzłami szkieletowymi.

W celu zapewnienia wysokiej niezawodności działania systemu przewidziano redundancję (nadmiarowość) zasilaczy.

Dzięki podziałowi na warstwy, warstwa pakietowa będzie w stanie korzystać ze wszystkich dostępnych dla niej funkcjonalności. Wykorzystane w niej zostanie 8 routerów Juniper MX480, wyposażonych w odpowiednie karty i interfejsy. Routery w poszczególnych relacjach będą połączone

interfejsami o przepustowości 4x10G, które będą przenoszone lambdami systemu DWDM. W sieci wykorzystane zostaną protokoły:

- LDP lub RSVP, w celu zapewnienia dystrybucji informacji o etykietach MPLS i usługach warstwy drugiej (I2circuit w przypadku LDP),
- OSPF lub IS-IS, w celu zapewnienia podłoża dla inżynierii ruchu w sieci MPLS oraz dostępności dla protokołu MP-BGP,
- MP-BGP, w celu zapewnienia dystrybucji informacji o prefiksach warstwy trzeciej i usługach warstwy drugiej.

Zastosowanie powyższych protokołów pozwoli na zapewnienie następujących funkcjonalności w sieci MPLS:

- I3vpn – VPN warstwy trzeciej, który pozwala na pełną izolację od siebie poszczególnych klientów, jak też i zapewnienie dostępu do Internetu,
- ng-mvpn – VPN warstwy trzeciej pozwalający na przenoszenie ruchu multicast,
- I2circuit – łączy punkt-punkt, sygnalizowane przez protokół LDP, pozwalające przenosić nie tylko technologię Ethernet,
- I2vpn – łączy punkt-punkt, sygnalizowane przez protokół BGP, pozwalające przenosić nie tylko technologię Ethernet,
- vpls – technologia symulująca zachowanie wirtualnego przełącznika w całej sieci MPLS, może być sygnalizowana przez protokoły LDP lub BGP, ograniczona tylko do Ethernet.

Dodatkowo w sieci MPLS wykorzystane zostaną technologie pozwalające na zachowanie wysokiej dostępności usług, takie jak FastReroute, Link Protection i NodeProtection.

Wszystkie szczegóły wdrożenia, również takie jak grupy administracyjne, przepustowości poszczególnych ścieżek, itp. zostaną ustalone na etapie projektu technicznego sieci.

Jako urządzenia w węzłach dystrybucyjnych zastosowane będą urządzenia Juniper typu MX104.

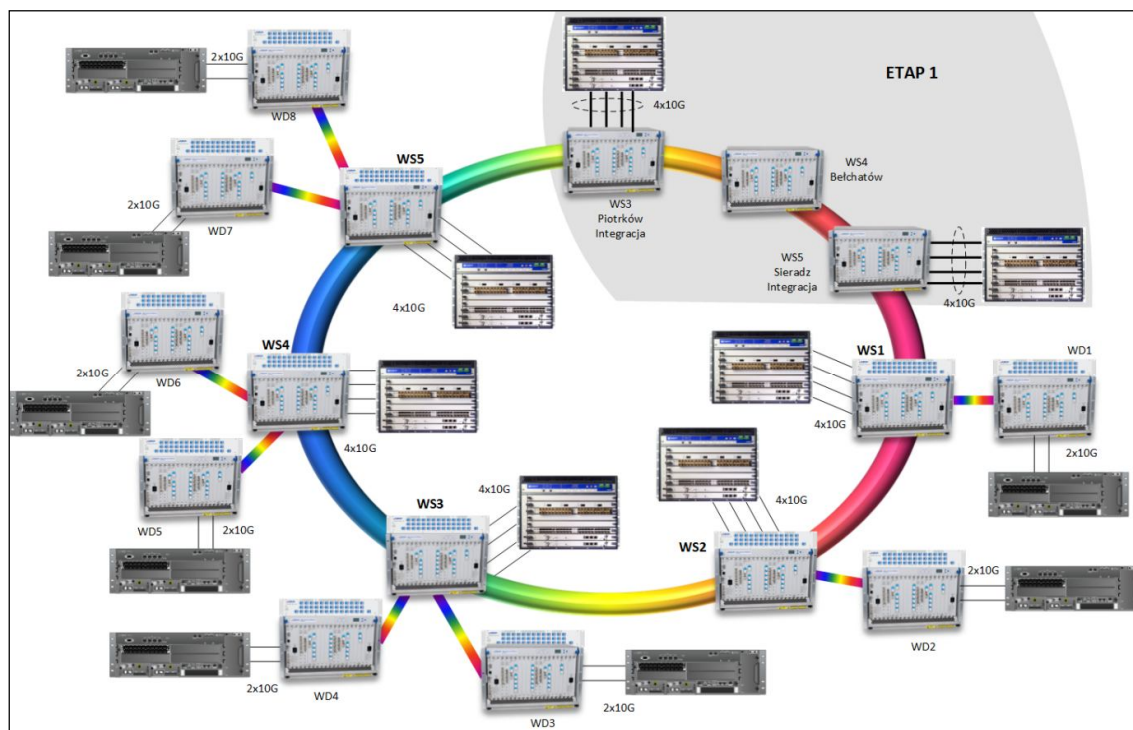
Połączenie do urządzeń DWDM będzie realizowane poprzez linki 2x10G.

Koncepcja systemu zarządzania opiera się na specjalizowanych narzędziach wzajemnie współpracujących i zintegrowanych pod szyldem wspólnej konsoli oprogramowania ADVA NMS (Network Management System – ADVA FSP NM). Z poziomu ADVA FSP NM dostępne są podstawowe funkcjonalności wspólne dla wszystkich modeli urządzeń dostarczanych w projekcie – urządzeń optycznych DWDM i rutujących IP/MPLS. Do tych elementów należą m.in. wykrywanie urządzeń, inwentaryzacja urządzeń i ich wyposażenia, prezentacja urządzeń na schemacie graficznym, alarmy i zdarzenia z urządzeń, raporty etc. Dodatkowo z poziomu FSP NM można wywołać kolejne moduły narzędzi konsol CLI, web czy specjalizowanych do realizacji konkretnych zadań jak np. zestawianie serwisów czy połączeń.

7. Schemat logiczny sieci szkieletowej ŁRST2 oraz koncepcja połączenia z siecią ŁRST1

7.1 Schemat logiczny sieci ŁRST2 oraz plan kanałów DWDM (lambd)

Schemat logiczny sieci szkieletowej ŁRST2:



Szczegółowy plan kanałów DWDM(lambd)

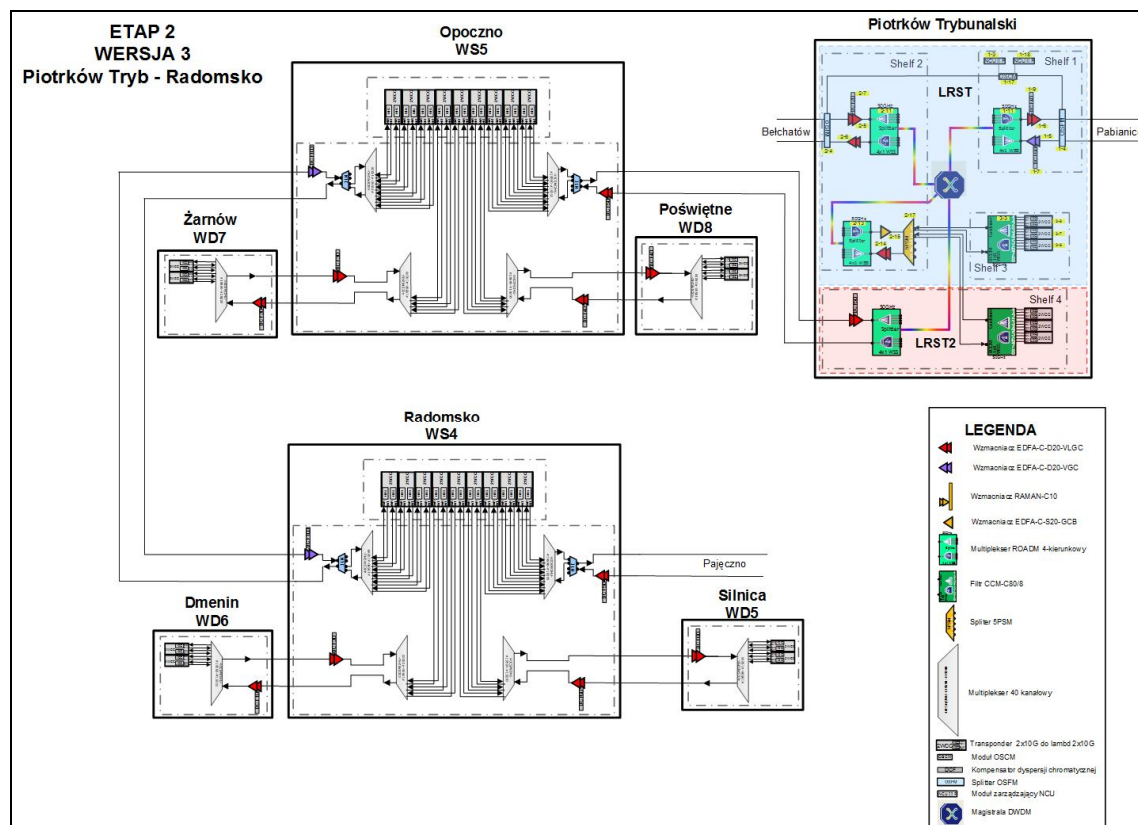
lp	skąd	dokąd	długość fali	ścieżka podstawowa	protekcja
1	WD1	WS1	1530.33nm	bezpośrednio	-
2	WD1	WS1	1531.12nm	bezpośrednio	-
3	WD1	WS1	1531.90nm	bezpośrednio	-
4	WD2	WS2	1530.33nm	bezpośrednio	-
5	WD2	WS2	1531.12nm	bezpośrednio	-
6	WD2	WS2	1531.90nm	bezpośrednio	-
7	WD3	WS3	1530.33nm	bezpośrednio	-
8	WD3	WS3	1531.12nm	bezpośrednio	-
9	WD3	WS3	1531.90nm	bezpośrednio	-
10	WD4	WS3	1530.33nm	bezpośrednio	-
11	WD4	WS3	1531.12nm	bezpośrednio	-
12	WD4	WS3	1531.90nm	bezpośrednio	-

13	WD5	WS4	1530.33nm	bezpośrednio	-
14	WD5	WS4	1531.12nm	bezpośrednio	-
15	WD5	WS4	1531.90nm	bezpośrednio	-
16	WD6	WS4	1530.33nm	bezpośrednio	-
17	WD6	WS4	1531.12nm	bezpośrednio	-
18	WD6	WS4	1531.90nm	bezpośrednio	-
19	WD7	WS5	1530.33nm	bezpośrednio	-
20	WD7	WS5	1531.12nm	bezpośrednio	-
21	WD7	WS5	1531.90nm	bezpośrednio	-
22	WD8	WS5	1530.33nm	bezpośrednio	-
23	WD8	WS5	1531.12nm	bezpośrednio	-
24	WD8	WS5	1531.90nm	bezpośrednio	-
25	WS1	WS5-ŁRST1	1532.68nm	bezpośrednio	Bełchatów
26	WS1	WS5-ŁRST1	1533.47nm	bezpośrednio	Bełchatów
27	WS1	WS5-ŁRST1	1534.25nm	bezpośrednio	Bełchatów
28	WS1	WS2	1535.04nm	bezpośrednio	Bełchatów
29	WS1	WS2	1535.82nm	bezpośrednio	Bełchatów
30	WS1	WS2	1536.22nm	bezpośrednio	Bełchatów
31	WS2	WS3	1536.61nm	bezpośrednio	Bełchatów
32	WS2	WS3	1537.40nm	bezpośrednio	Bełchatów
33	WS2	WS3	1538.19nm	bezpośrednio	Bełchatów
34	WS3	WS4	1538.98nm	bezpośrednio	Bełchatów
35	WS3	WS4	1539.77nm	bezpośrednio	Bełchatów
36	WS3	WS4	1540.56nm	bezpośrednio	Bełchatów
37	WS4	WS5	1541.35nm	bezpośrednio	Bełchatów
38	WS4	WS5	1542.14nm	bezpośrednio	Bełchatów
39	WS4	WS5	1542.94nm	bezpośrednio	Bełchatów
40	WS5	WS1	1543.73nm	Radomsko	Bełchatów
41	WS5	WS1	1544.53nm	Radomsko	Bełchatów
42	WS5	WS1	1545.32nm	Radomsko	Bełchatów
43	WS5	WS3-ŁRST1	1546.12nm	bezpośrednio	Bełchatów
44	WS5	WS3-ŁRST1	1546.92nm	bezpośrednio	Bełchatów
45	WS5	WS3-ŁRST1	1547.72nm	bezpośrednio	Bełchatów

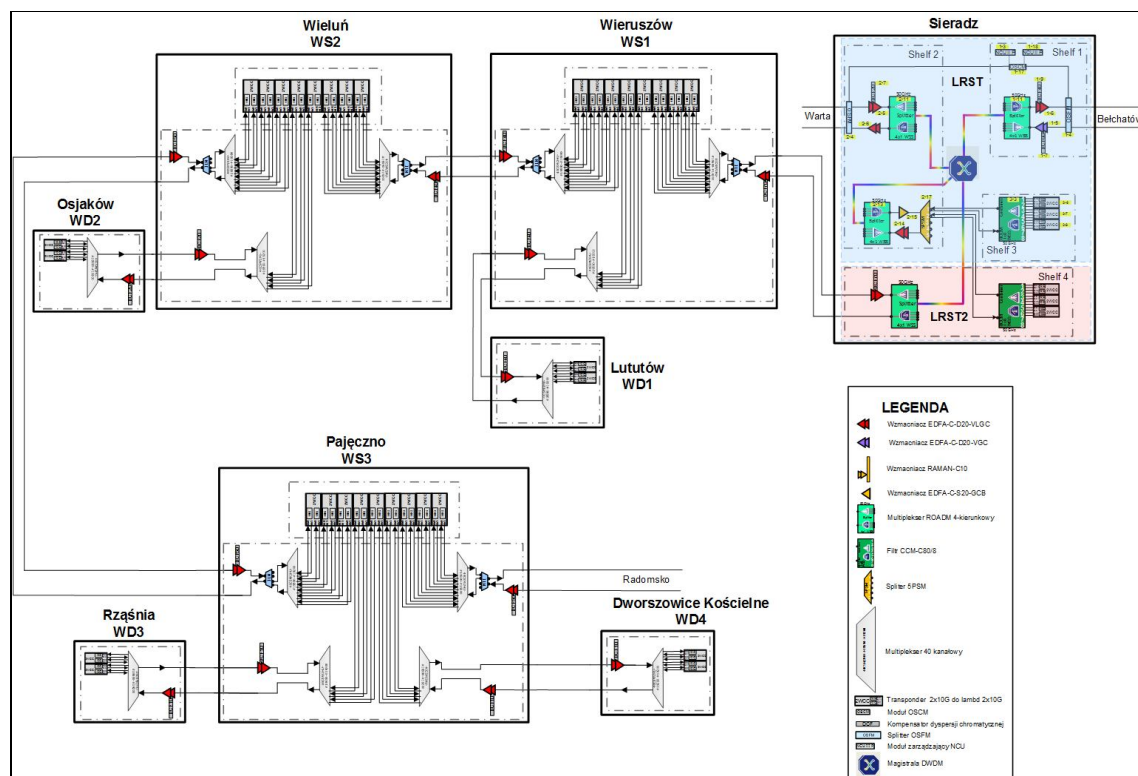
7.2 Szczegółowa koncepcja połączenia sieci ŁRST2 i LRST1

Poniżej przedstawiono szczegółowy schemat doposażenia urządzeń ŁRST1 i ich połączenia do węzłów LRST2

Podłączenie ŁRST2 do węzła WS3 ŁRST1 – Piotrków Trybunalski



Podłączenie ŁRTS2 do węzła WS5 ŁRTS1 – Sieradz



7.3 Doposażenie urządzeń ŁRST1 w celu integracji z ŁRST2

Węzły ŁRST1 – Piotrków Trybunalski i Sieradz zostaną rozbudowane o kolejny kierunek liniowy w oparciu o nową krotnicę ROADM, która zapewni integrację sieci ŁRST1 z siecią ŁRST2.

Dodatkowo zostanie zainstalowany przestrajalny filtr CCM-C80/8 z kartami 2WCC-PCN-10G, które będą terminowały ruch z kierunku ŁRST2.

8. Opis testów po uruchomieniu sieci

Opis testów, które zostaną przeprowadzone po uruchomieniu sieci zostały podzielone odpowiednio dla urządzeń Juniper, urządzeń Adva oraz systemu zarządzania.

8.1 Urządzenia Juniper

8.1.1 Test redundancji zasilaczy

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poprawności podpięcia urządzeń do źródła zasilania oraz poprawności działania systemu w przypadku zaniku zasilania na dowolnym (ale tylko jednym) obwodzie zasilania. Urządzenia muszą być podpięte do dwóch niezależnych obwodów zasilania celem zapewnienia redundancji zasilania.

Procedura

Dokonyjemy kontrolowanego wyłączenia jednego obwodu zasilania.

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe zadziałanie testowanego systemu oznacza spełnienie następujących warunków:

- Urządzenie nie przestaje działać.
- Nie zaistnieje widoczna przerwa w dostępności usług świadczonych przez Urządzenie.
- System zaalarmuje awarię zasilaczy
- W logach systemu pojawi się informacja o braku zasilania
- Wszystkie moduły (np. RE, SF i LC) pozostaną ONLINE
- System wykaże wystarczającą moc do poprawnej obsługi wszystkich modułów
- Po przywróceniu zasilania system w analogiczny sposób zaloguje powrót do stanu prawidłowego.

8.1.2 Test redundancji modułów zarządzających

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poprawności przełączenia Master/BACKUP kart zarządzających RE.

Procedura

Test ten będzie polegał na wyciągnięciu z chassis aktywnego modułu zarządzającego. Aktywność modułu można sprawdzić poprzez kontrolę diod na karcie zarządzającej lub komendą 'show chassis routing-engine' wydanej z trybu operacyjnego.

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe zadziałanie testowanego systemu oznacza spełnienie następujących warunków

- Zapasowy moduł zarządzający w określonym przez producenta czasie stanie się aktywny
- Wszystkie moduły będą prawidłowo rozpoznane
- Ruch będzie prawidłowo przechodził przez urządzenie.

8.1.3 Test zarządzania CLI

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie możliwości dostępu ze stacji administratora do urządzenia w celu zarządzania np. konfiguracją lub monitorowania stanu urządzenia.

Procedura

Test ten będzie polegał na podłączeniu się do urządzenia za pomocą trzech dostępnych metod bezpośredniego zarządzania urządzeniami:

- w trybie CLI za pomocą konsoli szeregowej RS-232C i aplikacji konsolowej w rodzaju HyperTerminal, PuTTY, Minicom,
- za pomocą protokołu SSH łącząc się z adresem interfejsu fxp0 za pomocą aplikacji PuTTY ze stacji administratora systemu,
- z przeglądarki WWW do interfejsu J-Web za pomocą przeglądarki Web w rodzaju MS Internet Explorer, Firefox, Chrome wpisując adres URL `http://<ip>/` ze stacji administratora systemu.

Warunki Akceptacji Testu

- Prawidłowy dostęp do zarządzania oraz prawidłowe reakcje systemu na wprowadzane polecenia i działania z konsoli

8.1.4 Test zbieżności routingu

Scenariusz

Test obejmuje weryfikację prawidłowego przełączenia się między alternatywnymi ścieżkami z wykorzystaniem protokołu routingu dynamicznego ISIS. W ramach testu zostanie najpierw zweryfikowana poprawność informacji routingowych. Następnie zostanie wyłączony jeden z interfejsów tranzytowych, po czym ponownie zostanie zweryfikowana poprawność informacji routingowych.

Procedura

- Weryfikacja aktualnego stanu sieci z wykorzystaniem komend
- show ISIS neighbor
- show route (wraz z potwierdzeniem, że routing wskazuje na ścieżkę alternatywną)
- traceroute A.B.C.D
- Wyłączenie jednego z połączeń pomiędzy routerami
- Ponowna weryfikacja stanu sieci z wykorzystaniem komend
- show ISIS neighbor
- show route
- traceroute A.B.C.D

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe zadziałanie testowanego systemu oznacza spełnienie następujących warunków:

- Z listy sąsiadów ISIS zniknie sąsiad podłączony przez rozłączony interfejs
- Routingi dostępne przez tego sąsiada będą nadal widoczne w tablicy routingu poprzez ścieżkę alternatywną

8.1.5 Test przenoszenia informacji QoS

Scenariusz

Test obejmuje oznakowanie pakietów wchodzących na router ingress określonym znacznikiem DSCP. Następnie na routerze egress pakiety zostaną przechwycone przez filtr firewall, który będzie

skonfigurowany do liczenia i logowania pakietów oznaczonych wcześniej ustalonym znacznikiem DSCP.

Procedura

- Na routerze ingress skonfigurowany zostanie filtr znakujący pakiety ICMP wysyłane z ustalonego adresu źródłowego do ustalonego adresu docelowego ustalonym znacznikiem DSCP.
- Na routerze egress skonfigurowany zostanie filtr firewall zliczający i logujący pakiety z ustawionym ustalonym znacznikiem DSCP.
- Zanotowany zostanie stan licznika filtra firewall.
- Wygenerowanych zostanie 10 pakietów ICMP wysyłanych z ustalonego adresu źródłowego do ustalonego adresu docelowego.
- Sprawdzony zostanie stan licznika filtra firewall oraz logi firewall.

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe zadziałanie testowanego systemu oznacza spełnienie następujących warunków:

- Stan licznika filtra firewall musi zwiększyć się o 10 pakietów.
- Logi muszą zawierać informacje o 10 pakietach.

8.1.6 Test zestawiania usługi MPLS L3VPN

Scenariusz

Test obejmuje przetestowanie prawidłowości działania usługi L3VPN. W ramach testu skonfigurowany zostanie testowy VRF na dwóch urządzeniach PE. W każdym działać będzie ustalona adresacja L3, różna na obu instancjach PE. Następnie zostanie wygenerowany ruch (ICMP) pomiędzy końcówkami (PC) podłączonymi do routerów PE.

Procedura

- Skonfigurowana zostanie usługa L3VPN na dwóch różnych routerach PE.
- Do routerów PE do portów klienckich podłączone zostaną dwa PC.
- Zweryfikowana zostanie prawidłowa dystrybucja informacji o routingu dostępnych poprzez dany L3VPN.
- Pomiędzy PC zostanie wygenerowany ruch testowy.

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe zadziałanie testowanego systemu oznacza spełnienie następujących warunków:

- Ruch pomiędzy PC przechodzi bez zakłóceń poprzez sieć MPLS.

8.1.7 Test zestawiania usługi MPLS L2VPN

Scenariusz

Test obejmuje przetestowanie prawidłowości działania usługi L2VPN skonfigurowanej na sieci MPLS. W ramach testu stworzony zostanie pseudowire pomiędzy dwoma interfejsami routerów PE, do których podłączone zostaną dwa PC, które będą korzystać z tej samej klasy adresowej o masce /30. Następnie pomiędzy oboma PC zostanie wygenerowany ruch testowy.

Procedura

- Skonfigurowana zostanie usługa L2VPN na dwóch różnych routerach PE.
- Do routerów PE do portów klienckich podłączone zostaną dwa PC.
- Zweryfikowana zostanie prawidłowa dystrybucja informacji o usłudze L2VPN pomiędzy routerami PE.
- Pomiędzy PC zostanie wygenerowany ruch testowy.

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe zadziałanie testowanego systemu oznacza spełnienie następujących warunków:

- Ruch pomiędzy PC przechodzi bez zakłóceń poprzez sieć MPLS.

8.1.8 Test MX-VPLS-07 Test poprawności zestawienia Usługi VPLS

Scenariusz

Test obejmuje przetestowanie prawidłowości działania usługi VPLS skonfigurowanej na sieci MPLS. W ramach testu stworzony zostanie wirtualny przełącznik pomiędzy trzema interfejsami trzech różnych routerów PE, do których podłączone zostaną trzy PC, które będą korzystać z tej samej klasy adresowej o masce /29. Następnie pomiędzy trzema PC zostanie wygenerowany ruch testowy.

Procedura

- Skonfigurowana zostanie usługa VPLS na trzech różnych routerach PE.
- Do routerów PE do portów klienckich podłączone zostaną trzy PC.

- Zweryfikowana zostanie prawidłowa dystrybucja informacji o usłudze VPLS pomiędzy routerami PE.
- Pomiędzy PC zostanie wygenerowany ruch testowy.

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe zadziałanie testowanego systemu oznacza spełnienie następujących warunków (łącznie)

- Ruch pomiędzy PC przechodzi bez zakłóceń poprzez sieć MPLS.

8.2 Urządzenia ADVA

Sprawdzenie poprawności pracy elementów redundantnych

8.2.1 Sprawdzenie poprawności pracy redundantnych zasilaczy

Scenariusz

Test obejmuje przetestowanie prawidłowości pracy redundantnych zasilaczy. W ramach testu do półki ADVA obsadzonej modułami, zostanie podłączone zasilanie z dwóch źródeł. Po odłączeniu zasilania zostanie sprawdzone zachowanie modułów.

Procedura

- Obsadzenie półki modułami
- Podłączenie zasilania do obu zasilaczy
- Odłączenie jednego z zasilaczy
- Weryfikacja poprawnej pracy przy zasilaniu z jednego źródła

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe zadziałanie testowanego systemu oznacza spełnienie następujących warunków:

- Urządzenie nie przestaje działać.
- Nie zaistnieje widoczna przerwa w dostępności usług świadczonych przez Urządzenie.
- System zaalarmuje awarię zasilaczy
- W logach systemu pojawi się informacja o braku zasilania
- Wszystkie moduły pozostaną ONLINE

- System wykaże wystarczającą moc do poprawnej obsługi wszystkich modułów

Po przywróceniu zasilania system w analogiczny sposób zaloguje powrót do stanu prawidłowego.

Testy poprawności pracy interfejsów klienckich kart transponderów

8.2.2 Weryfikacja poziomów mocy interfejsów klienckich

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poziomów mocy na interfejsach klienckich kart transponderów. W ramach testu zostanie podłączony sygnał wygenerowany przez użytkownika i podłączony do portu klienckiego transpondera. Z poziomu zarządzania zostanie sprawdzony poziom mocy odbieranego sygnału oraz poziom mocy sygnału nadawanego w stronę urządzenia końcowego.

Procedura

- Podłączenie sygnału testowego z urządzenia końcowego do portu klienckiego transpondera
- Sprawdzenie z poziomu modułu zarządzającego poziomu mocy sygnału odbieranego przez transponder oraz weryfikacja czy znajduje się we właściwym przedziale mocy dla danej karty
- Pomiar mocy nadawanej przez urządzenie końcowe miernikiem mocy i porównanie z poziomem odczytanym w module zarządzającym
- Odczytanie w urządzeniu klienckim mocy sygnału nadawanego przez transponder i porównanie z mocą odczytaną w module zarządzającym

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe przeprowadzenie testu zweryfikuje, czy poziom mocy sygnałów nadawanych i odbieranych przez urządzenie klienckie będzie taki sam jak poziom mocy sygnałów odpowiednio odbieranych i nadawanych przez transponder (w granicach tolerancji spowodowanej tłumiennością patchcordu i tłumików). Dodatkowo poziom mocy sygnałów muszą znajdować się w granicach tolerancji pracy karty.

8.2.3 Weryfikacja funkcjonalności pętli

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poprawności działania funkcjonalności pętli na interfejsach klienckich kart transponderów. Po podłączeniu sygnału wygenerowanego przez urządzenie końcowe do portu klienckiego transpondera, z poziomu zarządzania zostanie założona pętla.

Procedura

- Podłączenie sygnału testowego z urządzenia końcowego do portu klienckiego transpondera
- Założenie z poziomu systemu zarządzania pętli na interfejsie klienckim transpondera
- Weryfikacja zachowania interfejsu w urządzeniu końcowym

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe przeprowadzenie testu spowoduje, że port kliencki urządzenia końcowego zmieni swój stan na aktywny, co potwierdzi prawidłowe założenie pętli w transponderze.

8.2.4 Weryfikacja poziomów mocy optycznych na interfejsach liniowych

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poziomów mocy na interfejsach liniowych kart transponderów. W ramach testu zostanie zestawiona droga optyczna między węzłami oraz sprawdzony poziom mocy optycznej na interfejsach liniowych transponderów oraz jego zmienność w przedziale 15 minut.

Procedura

- Zestawienie kanału optycznego pomiędzy dwoma węzłami
- Uruchomienie transmisji
- Weryfikacja poziomu mocy odbieranych sygnałów po obu stronach tunelu na interfejsach liniowych transponderów

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe przeprowadzenie testu spowoduje, że poziomy mocy optycznych na interfejsach liniowych transponderów będą zawierały się w granicach tolerancji karty. Dodatkowo w przedziale czasu 15 minut nie będą miały miejsce znaczące zmiany poziomu sygnałów.

8.2.5 Pomiar stopy błędów na interfejsach liniowych dla poszczególnych zestawionych kanałów optycznych

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poprawności transmisji sygnałów dla poszczególnych zestawionych kanałów optycznych. Należy uruchomić transmisję pomiędzy węzłami oraz z poziomu modułu zarządzania sprawdzić stopy błędów na interfejsach liniowych dla przedziału czasu 15 minut.

Procedura

- Zestawienie kanału optycznego pomiędzy dwoma węzłami
- Uruchomienie transmisji
- Weryfikacja stopy błędów odbieranych sygnałów po obu stronach tunelu na interfejsach liniowych transponderów

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe przeprowadzenie testu spowoduje, że na transponderach na końcach kanału optycznego pojawi się sygnał na portach sieciowych. Z poziomu systemu zarządzania odczytana stopa błędów sygnału na interfejsach liniowych nie może być wyższa niż 10-12 dla przedziału czasowego 15 minut.

8.3 Test Systemu Zarządzania

Scenariusz

Test polega na sprawdzeniu możliwości monitorowania urządzeń typu ADVA FSP i Juniper MX z poziomu głównej konsoli ADVA FSP NM.

Procedura:

Należy uruchomić narzędzie ADVA FSP NM. Po prawidłowej instalacji i wdrożeniu na mapie powinny być dostępne urządzenia DWDM i IP/MPLS.

Wykonywane są trzy czynności:

- Należy podczas pracy z urządzeniem MX480 wyciągnąć jeden z nadmiarowych zasilaczy.
- Należy podczas pracy z urządzeniem DWDM FSP wyciągnąć jeden z nadmiarowych zasilaczy.
- W prawym oknie z listy urządzeń należy wybrać Juniper MX480 i prawym klawiszem wybrać opcję „Raw Interface Data”

Rezultat testu:

Prawidłowe zadziałanie testowanego elementu oznacza spełnienie następujących warunków:

- W systemie ADVA FSP NM dostępny jest Alarm z urządzenia Juniper MX i jest możliwość dokonania jego CLEAR.
- W systemie ADVA FSP NM dostępny jest Alarm z urządzenia ADVA FSP i jest możliwość dokonania jego CLEAR.
- W systemie ADVA FSP NM dostępne są statystyki interfejsów Ethernet

8.3.1 Test Systemu Zarządzania – urządzenia Juniper

Scenariusz

Test polega na wykonaniu zmiany w konfiguracji urządzenia przy pomocy Systemu Zarządzania – narzędzia Junos Space. Proponowana zmiana to konfiguracja adresu serwera NTP

Procedura:

Należy uruchomić narzędzie Junospace z poziomu Systemu Zarządzania FSP NM lub bezpośrednio. W Narzędziu Junos Space wybrać -> Platform -> Devices -> Manage Devices -> Device Configuration -> Edit Device Config

Należy w konfiguracji odnaleźć wymagany parametr, ustawienie adresu serwera NTP znajduje się w System -> NTP

Prezentację zmian w formacie komend CLI można sprawdzić wybierając Preview

Sprawdzenie formalnej poprawności zmian można wykonać wybierając Validate

Wybieramy Finish aby zakończyć edycję. Pojawia się okno pozwalające zarządzać sposobem realizacji aktualizacji, aby natychmiast zaktualizować konfigurację urządzenia wybieramy opcję Deploy Now.

Uruchomione zostanie zadanie aktualizacji o unikalnym identyfikatorze (Job ID), w którym można śledzić postępy wykonania zadania. Ostateczną weryfikację zmian w konfiguracji należy wykonać bezpośrednio przez CLI urządzenia sprawdzając konfigurację NTP poleceniem

```
> show system ntp
```

Rezultat testu:

Prawidłowe zadziałanie testowanego elementu oznacza spełnienie następujących warunków:

- Poprawnie zakończona edycja parametru z poziomu Junos Space
- Weryfikacja ustawienia parametru adresu NTP z poziomu CLI urządzenia

Analogiczny test można powtórzyć dla zmiany pojedynczej reguły bezpieczeństwa.

8.3.2 Test Systemu Zarządzania – urządzenia ADVA

8.3.2.1 Weryfikacja komunikacji aplikacji zarządzającej NMS FSP NM z monitorowanymi urządzeniami

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poprawności komunikacji aplikacji zarządzającej ADVA FSP NM z monitorowanymi urządzeniami. W ramach testu, po zalogowaniu do aplikacji ADVA FSP NM, konieczne będzie sprawdzenie połączenia z urządzeniami monitorowanymi poprzez zalogowanie się na nie.

Procedura

- Uruchomienie aplikacji ADVA FSP NM
- Sprawdzenie zestawienia ilości i typów modułów i porównanie ze stanem rzeczywistym
- Zalogowanie do węzła z poziomu aplikacji ADVA FSP NM

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe przeprowadzenie testu zweryfikuje, że możliwy będzie podgląd węzła oraz logowanie do węzła.

8.3.2.2 Weryfikacja poprawności sygnalizacji alarmów

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poprawności sygnalizacji alarmów przy pomocy aplikacji zarządzającej ADVA FSP NM. W ramach testu, należy wygenerować alarm i po zalogowaniu do aplikacji ADVA FSP NM, wymagane będzie uzyskanie sygnalizacji alarmu.

Procedura

- Uruchomienie aplikacji ADVA FSP NM
- Wygenerowanie alarmu w wybranym węźle
- Oczekiwanie na sygnalizację alarmu w aplikacji ADVA FSP NM

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe przeprowadzenie testu zweryfikuje, że wygenerowany alarm pojawi się w aplikacji zarządzającej ADVA FSP NM w zakładce alarmy.

8.3.2.3 Weryfikacja poprawności wskazań aplikacji zarządzającej ze wskazaniami na urządzeniach

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poprawności wskazań aplikacji zarządzającej ADVA FSP NM ze wskazaniami na urządzeniach. W ramach testu należy sprawdzić wybrane parametry (dodane moduły, moce sygnałów na kartach liniowych, ustawienia adresu IP) w aplikacji zarządzającej i porównać je z tymi samymi parametrami uzyskanymi po zalogowaniu do urządzenia bezpośrednio poprzez konsolę.

Procedura

- Uruchomienie aplikacji ADVA FSP NM
- Sprawdzenie wybranych parametrów (dodane moduły, moce sygnałów na kartach liniowych, ustawienia adresu IP) w aplikacji ADVA FSP NM dla wybranego węzła
- Sprawdzenie tych samych parametrów wybranego węzła poprzez bezpośrednie logowanie na urządzenie przy pomocy konsoli
- Porównanie parametrów

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowe przeprowadzenie testu zweryfikuje, że wszystkie porównywane parametry dla danego węzła będą identyczne.

8.3.2.4 Zarządzanie urządzeniami przy użyciu aplikacji zarządzającej

Scenariusz

Test obejmuje sprawdzenie poprawności działania funkcji zarządzania urządzeniami przy użyciu aplikacji zarządzającej. W ramach testu należy przy użyciu aplikacji Element Manager, GUI lub klienta SSH zmienić ustawienia wybranego modułu, a następnie zweryfikować czy wprowadzone zmiany zostały wykonane i tym samym zaraportowane do systemu zarządzania.

Procedura

- Uruchomienie aplikacji ADVA FSP NM
- Wywołanie okna konfiguracyjnego pierwszego urządzenia (Element Manager, GUI lub SSH)
- Wywołanie dowolnego interfejsu na pierwszym urządzeniu
- Wywołanie okna konfiguracyjnego drugiego urządzenia (Element Manager, GUI lub SSH)

- Wywołanie dowolnego interfejsu na drugim urządzeniu
- Zestawienie usługi pomiędzy wybranymi interfejsami
- Sprawdzenie poprawności działania usługi oraz widoczności w systemie zarządzania

Warunki Akceptacji Testu

Prawidłowym wynikiem testu będzie zestawiona usługa pomiędzy dwoma portami dwóch urządzeń oraz informacje w logach aplikacji zarządzającej FSP NMS o przeprowadzonych działaniach.

9. Zakres rzeczowy zadania polegającego na utworzeniu sieci szkieletowej

9.1 Zakres rzeczowy – IRU

Zestawienie długości dróg optycznych pomiędzy lokalizacjami węzłów szkieletowych (WSx-WSy)

Relacja nr	Nazwa relacji	Długość optyczna /km/
WS0*-WS1	Sieradz* – Wieruszów	69,0
WS1-WS2	Wieruszów – Wieluń	44,0
WS2-WS3	Wieluń – Pajęczno	50,0
WS3-WS4	Pajęczno – Radomsko	48,0
WS4-WS5	Radomsko – Opoczno	107,0
WS5-WS6*	Opoczno – Piotrków Trybunalski*	79,0
	Łącznie	397,0

* WS0 i WS6 lokalizacje węzłów szkieletowych odpowiednio Sieradz i Piotrków Trybunalski utworzone w ramach I etapu budowy Łódzkiej Regionalnej Sieci Teleinformatycznej

Zestawienie długości dróg optycznych pomiędzy lokalizacjami węzłów szkieletowych i węzłów dystrybucyjnych (WSx-WDy)

Relacja nr	Nazwa relacji	Długość optyczna /km/
WS1-WD1	Wieruszów-Lututów	38,5
WS2-WD2	Wieluń-Osjaków	20,0
WS3-WD3	Pajęczno-Rzęśnia	11,5
WS3-WD4	Pajęczno-Dworszowice Kościelne	14,5
WS4-WD5	Radomsko-Silnica	57,0
WS4-WD6	Radomsko-Dmenin	15,5
WS5-WD7	Opoczno-Żarnów	30,0
WS5-WD8	Opoczno-Poświętne	37,0
	Łącznie	224,0

Dla udostępnienia włókien Wykonawca wykorzysta istniejącą infrastrukturę, która zostanie rozbudowana o niezbędne elementy. Poniżej zestawiono wymagane zakresy do rozbudowy dla poszczególnych odcinków ringu optycznego.

Odcinek WS0 - WS1 **Sieradz** ul. Armii Krajowej 7 – **Wieruszów** ul. Warszawska 104

- a) Rozbudowa kanalizacji o 1-otw – rura fi 110 – 1 325 m
- b) Wymiana studni SK-1/SK2 na SKR-1 – 30 szt.
- c) Budowa rurociągu doziemnego – HDPE 40 – 50 m
- d) Budowa mikrokanalizacji w kanalizacji pierwotnej - MI/12/10/HDPE – 3 782 m
- e) Budowa mikrokanalizacji w rurociągu doziemnym - MI/12/10/HDPE – 25 600 m
- f) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 4 500 m
- g) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 24J – 31 000 m
- h) Budowa kabla światłowodowego MI/MK/MDCT/24/3,9 – 2 000 m
- i) Budowa kabla światłowodowego MI/MK/MDCT/12/3,9 – 2 200 m
- j) Przełącznica światłowodowa PS-4/320/E2A - 1 szt.
- k) Przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- l) łączniki centrujące – E2000/APC – 108 szt.

Odcinek WS1-WD1: **Wieruszów** ul. Warszawska 104 – **Huta** 46 gm. **Lututów**, nr działki 42

- a) Budowa rurociągu doziemnego - rury 2xHDPE 40 – 1 540 m
- b) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 5 400 m
- c) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 24J – 18 500 m
- d) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 3 150 m
- d) Przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- e) łączniki centrujące – E2000/APC – 96 szt.

Odcinek WS1 – WS2: **Wieruszów** ul. Warszawska 104 – **Wieluń** ul. Szpitalna 16

- a) Budowa rurociągu doziemnego - rury 2xHDPE 40 – 1 540 m
- b) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 5 400 m

- c) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 24J – 18 500 m
- d) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 3 150 m
- d) Przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- e) łączniki centrujące – E2000/APC – 96 szt.

Odcinek WS2 – WD2: **Wieluń** ul. Szpitalna 16 – **Osjaków** ul. Wieluńska 11

- a) Budowa rurociągu doziemnego - rury 2xHDPE 40 – 1 540 m
- b) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 5 400 m
- c) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 24J – 18 500 m
- d) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 3 150 m
- d) Przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- e) łączniki centrujące – E2000/APC – 96 szt.

Odcinek WS2 – WS3 **Wieluń** ul. Szpitalna 16 – **Pajęczno** ul. 1 Maja 13/15

- a) Budowa kanalizacji 1-otw – rura fi 110 – 1 100 m
- b) Budowa rurociągu doziemnego – HDPE 40 – 10 185 m
- c) Budowa mikrokanalizacji w kanalizacji pierwotnej - MI/12/10/HDPE – 4 600 m
- d) Budowa mikrokanalizacji w rurociągu doziemnym - MI/12/10/HDPE – 2 000 m
- e) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 8 170 m
- f) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 24J – 13 300 m
- g) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 3 570 m
- h) Budowa kabla światłowodowego MI/MK/MDCT/24/3,9 – 6 800 m
- i) Przełącznica światłowodowa PS-4/288/E2A – 1 szt.
- j) Przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- k) łączniki centrujące – E2000/APC – 84 szt.
- l) rozbudowa systemu TT dla uwolnienia włókien

Odcinek WS3 – WD3 **Pajęczno** ul. 1 Maja 13/15 – **Rząśnia** ul. Waryńskiego 6

- a) Budowa rurociągu doziemnego - rury 2xHDPE 40 – 1 540 m

- b) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 5 400 m
- c) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 24J – 18 500 m
- d) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 3 150 m
- d) Przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- e) łączniki centrujące – E2000/APC – 96 szt.

Odcinek WS3 – WD4 **Pajęczno** ul. 1 Maja 13/15 – **Dworszowice Kościelne** Kolonia 74

- a) Budowa rurociągu doziemnego - rury 2xHDPE 40 – 1 540 m
- b) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 5 400 m
- c) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 24J – 18 500 m
- d) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 3 150 m
- d) Przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- e) łączniki centrujące – E2000/APC – 96 szt.

Odcinek WS3 – WS4 **Pajęczno** ul. 1 Maja 13/15 – **Radomsko** ul. Jagiellońska 36

- a) Rozbudowa kanalizacji o 1-otw – rura fi 110 – 30 m
- b) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 2 500 m
- c) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 2 700 m
- d) Przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- e) łączniki centrujące – E2000/APC – 48 szt.
- f) rozbudowa systemu TT dla uwolnienia włókien

Odcinek WS4 – WD5 **Radomsko** ul. Jagiellońska 36 – **Silnica** 77 gm. Żytno

- a) Rozbudowa kanalizacji o 1-otw – rura fi 110 – 30 m
- b) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 2 500 m
- c) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 2 700 m
- d) Przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- e) łączniki centrujące – E2000/APC – 48 szt.

f) rozbudowa systemu TT dla uwolnienia włókien

Odcinek WS4 – WD6 **Radomsko** ul. Jagiellońska 36 – **Dmenin** 124 gm. Kodrąb

- a) Budowa kanalizacji 1-otw – rura fi 110 – 1 100 m
- b) Budowa rurociągu doziemnego – HDPE 40 – 10 185 m
- c) Budowa mikrokanalizacji w kanalizacji pierwotnej - MI/12/10/HDPE – 4 600 m
- d) Budowa mikrokanalizacji w rurociągu doziemnym - MI/12/10/HDPE – 2 000 m
- e) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 8 170 m
- f) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 24J – 13 300 m
- g) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 3 570 m
- h) Budowa kabla światłowodowego MI/MK/MDCT/24/3,9 – 6 800 m
- i) Przetłaczalnia światłowodowa PS-4/288/E2A – 1 szt.
- j) Przetłaczalnia światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- k) łączniki centrujące – E2000/APC – 84 szt.
- l) rozbudowa systemu TT dla uwolnienia włókien

Odcinek WS4 – WS5 **Radomsko** ul. Jagiellońska 36 – **Opoczno** ul. Partyzantów 30

- a) Budowa rurociągu doziemnego - rury 2xHDPE 40 – 1 740 m
- b) Budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 7 400 m
- c) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 24J – 18 500 m
- d) Budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 3 150 m
- d) Przetłaczalnia światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.
- e) łączniki centrujące – E2000/APC – 96 szt.

Odcinek WS5 – WD4 **Opoczno** ul. Partyzantów 30 – **Żarnów** ul. Strażacka

- a) budowa rurociągu doziemnego – HDPE 100 – 2 m
- b) budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 1 000 m
- c) budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 1 100 m

d) przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.

e) łączniki centrujące – E2000/APC – 24 szt.

Odcinek WS5 – WD4 **Opoczno** ul. Partyzantów 30 – **Poświętne** ul. Szkolna 2a

a) budowa rurociągu doziemnego – HDPE 100 – 2 m

b) budowa kanalizacji wtórnej – HDPE 32 – 1 000 m

c) budowa kabla światłowodowego Z-XOTKt(ts)d 12J – 1 100 m

d) przełącznica światłowodowa PS-19/24/E2A - 1 szt.

e) łączniki centrujące – E2000/APC – 24 szt.

Odcinek WS5 – WS6 **Opoczno** ul. Partyzantów 30 – **Piotrków Trybunalski** ul. Rakowska 15

a) Budowa rurociągu doziemnego – 2xHDPE 40 – 40 m

b) Budowa mikrokanalizacji w kanalizacji pierwotnej - MI/12/8/HDPE – 550 m

c) Budowa kabla światłowodowego MI/MK/MDCT/12/3,9 – 750 m

d) łączniki centrujące – E2000/APC – 12 szt.

9.2 Zakres rzeczowy – adaptacja pomieszczeń

Wykonawca dokona adaptacji poszczególnych pomieszczeń sieci zgodnie ze SIWZ, w szczególności Załącznikiem nr 2 – programem funkcjonalno-użytkowym. Zakres adaptacji dla każdego z pomieszczeń będzie różny i każdorazowo wraz wymaganymi dokumentami i projektami przekazywany do akceptacji Zamawiającego.

9.3 Zakres rzeczowy – urządzenia aktywne

Zakres rzeczowy dla zakresu urządzeń aktywnych – konfiguracja – stanowi Załącznik nr 3.

10. Harmonogram realizacji przedmiotu zamówienia

Harmonogram realizacji przedmiotu zamówienia z rozbiciem na harmonogram realizacji prac projektowych oraz harmonogram realizacji prac wykonawczych z podziałem na poszczególne odcinki realizacyjne (relacje, miejscowości) stanowi Załącznik nr 1.

11. Załączniki

Załącznik nr 1 – harmonogram rzeczowo-finansowy

Załącznik nr 2 – prezentacja multimedialna

Załącznik nr 3 – konfiguracja urządzeń aktywnych