Załącznik do uchwały Nr 1172/2024 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 10 grudnia 2024 r.

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

# Wymagania na budowę i integrację z siecią teletransmisyjną PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. sieci transmisji danych systemów CSDIP, SMW, SPA

# Ie – 122

**Obowiązują od 12 grudnia 2024 r.**

**Właściciel:** PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

**Autor:** PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala
Biuro Telekomunikacji
ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa
tel. +48 22 473 20 53
www.plk-sa.pl, ict@plk-sa.pl

**Wydawca:** PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala
Biuro Standaryzacji
ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa
tel. +48 22 473 26 14
www.plk-sa.pl, ist@plk-sa.pl

**Spis treści**

**Wykaz rysunków:**

**Wykaz tabel:**

## Rozdział 1.
## Postanowienia ogólne

### § 1.
### Słownik użytych pojęć i skrótów

Użyte w „Wymaganiach na budowę i integrację z siecią teletransmisyjną PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. sieci transmisji danych systemów CSDIP, SMW, SPA Ie-122”, zwane dalej: „Wymaganiami”, określenia oznaczają:

1. **1000Base-X** – standard sieci Ethernet o przepustowości 1 Gb/s, wykorzystujący jako medium transmisyjne światłowód;
2. **1000Base-T** – standard sieci Ethernet o przepustowości 1 Gb/s, wykorzystujący jako medium skrętkę miedzianą UTP klasy 5e lub wyższej, zakończoną złączem RJ-45;
3. **10GBase-X** – standard sieci Ethernet o przepustowości 10 Gb/s, wykorzystujący jako medium światłowód jednomodowy, który do transmisji używa fali o długości 1550 nm i może być wykorzystywany do transmisji danych na odległości do ok. 80 km;
4. **Centrum Bezpieczeństwa Infrastruktury Pasażerskiej (CBIP**) – Obiekt przeznaczony do prowadzenia działań administracyjnych i zarządczych w odniesieniu do Systemów SMW i SPA;
5. **Centralna Aplikacja Systemu Dynamicznej Informacji Pasażerskiej (CASDIP)** – platforma programowa umożliwiająca generowanie treści audio-wizualnych na potrzeby informacji pasażerskiej, a także sterowanie elementami prezentacji informacji wizualnej i wygłaszanie komunikatów megafonowych przez systemy dynamicznej informacji pasażerskiej, administrowane przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. na terenie kraju;
6. **Centralny System Dynamicznej Informacji Pasażerskiej (CSDIP)** – scentralizowany zespół urządzeń połączonych z CASDIP i służących do przetwarzania danych o planie i wykonaniu ruchu pociągów oraz prezentacji podróżnym na obszarach infrastruktury pasażerskiej informacji wizualnych i dźwiękowych o realizacji rozkładu jazdy pociągów pasażerskich, a także dotyczących ostrzeżeń i zmian w kursowaniu pociągów oraz komunikatów awaryjnych. Szczegółowy opis elementów składowych CSDIP znajduje się w Wytycznych Ipi-6;
7. **Centrum Zarządzania Siecią (CZS)** – komórka organizacyjna PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. oraz miejsce, z którego prowadzony jest monitoring, zarządzanie i administrowanie Siecią Teletransmisyjną PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.;
8. **Ethernet** – standardy wykorzystywane w budowie sieci komputerowych, obejmujące specyfikację przewodów, sygnałów oraz formatu przesyłania danych oraz niektórych protokołów;

9. **Główna Serwerownia (GS)** – Obiekt przeznaczony do przetwarzania danych na potrzeby Systemów CSDIP, SMW, SPA;
10. **Infrastruktura** – zbiór Systemów i Oprogramowania;
11. **Jednostka Merytoryczna (JM)** – Jednostka organizacyjna wchodząca w skład struktur PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., odpowiedzialna za utrzymanie i zarządzanie infrastrukturą teletransmisyjną oraz urządzeniami systemu CSDIP (tj. routery, serwery, urządzenia końcowe), będącymi własnością PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.;
12. **Konfiguracja** – zestaw parametrów wraz z ustawieniami wartości tych parametrów dla Urządzenia (lub Systemu) i/lub układ elementów Urządzenia potrzebny do uzyskania odpowiedniej pracy tego Urządzenia;
13. **Licencje** – wszelkie prawa (w tym subskrypcje) do wykorzystania Sprzętu, Systemów lub Oprogramowania Licencjonowanego (w tym również Oprogramowania Stron Trzecich);
14. **LAN** (ang. *Local Area Network*) – rodzaj sieci komputerowej o zasięgu lokalnym, istniejącej w ramach pojedynczego budynku, zespołu budynków lub Obiektu. Włączenie urządzeń do sieci LAN, znajdujących się poza granicą Obiektu Liniowego, należy uzgodnić z Jednostką Merytoryczną;
15. **LTE** - łącze mobilne w standardzie co najmniej LTE pozwalające na przesyłanie danych, wykorzystując punkty dostępowe operatora komórkowego. Ze względu na przepustowość, łącze może być wykorzystane jedynie dla komunikacji z elementami systemu CSDIP. Proponowane rozwiązanie wymaga akceptacji Jednostki Merytorycznej;
16. **NDA** (ang. *non-disclosure agreement*) – porozumienie podpisywane pomiędzy stronami, w których zobowiązują się one do wzajemnej ochrony informacji i danych stanowiących tajemnicę przedsiębiorcy. Uzyskane w ten sposób informacje mogą być przekazywane dalej (np. podwykonawcom) wyłącznie po podpisaniu stosownych umów NDA;
17. **Obiekt** – część Infrastruktury stanowiącej zespół połączonych środków technicznych i budowlanych (Systemów i/lub Urządzeń) zapewniających poprawne działanie Infrastruktury. Są to w szczególności: Obiekt Radiokomunikacyjny, Obiekt Szkieletowy oraz Obiekt Liniowy;
18. **Obiekt Liniowy (OL)** – Obiekt zawierający wybrane elementy urządzeń Systemów CSDIP, SMW oraz SPA zabudowane w lokalnych miejscach instalacji (takie jak: dworce, stacje, przystanki osobowe, nastawnie) wzdłuż linii kolejowej. Obiekt Liniowy stanowi pojedynczy węzeł budowanego pierścienia;
19. **Obiekt Radiokomunikacyjny (OR)** – Obiekt zawierający wybrane elementy Urządzeń Systemu GSM-R oraz Urządzeń i Systemów Sieci Dostępowej PLK (wraz z tymi Urządzeniami), może także zawierać elementy Systemów Sieci Agregacyjnej PLK;

20. **Obiekt Szkieletowy (OSZ)** – Obiekt zawierający wybrane elementy Urządzeń Systemu GSM-R oraz Urządzeń i Systemów Sieci Szkieletowej Teletransmisyjnej (wraz z tymi Urządzeniami);
21. **Oprogramowanie** – (Software) całość informacji w postaci zestawu instrukcji, zaimplementowanych interfejsów programowych i zintegrowanych danych przeznaczonych dla Urządzenia do realizacji wyznaczonych celów. Celem oprogramowania jest przetwarzanie danych w określonym przez twórcę Urządzenia zakresie;
22. **Oprogramowanie Licencjonowane** – Oprogramowanie, na którego użytkowanie została udzielona Licencja lub Subskrypcja;
23. **Oprogramowanie Stron Trzecich** – Oprogramowanie dostarczone przez wykonawcę w ramach realizacji Przedmiotu Zamówienia, którego producentem nie jest wykonawca;
24. **PLK** (lub PLK SA) – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.;
25. **PoE, PoE+** (ang. *Power over Ethernet*) – technologia przesyłu energii elektrycznej za pomocą skrętki Ethernet do urządzeń peryferyjnych będących elementami sieci Ethernet. Zgodnie ze standardem 802.3at (Typ 1 i Typ 2) dla każdego aktywnego portu z włączoną funkcją PoE wartości te mają wynosić odpowiednio 15W (PoE) i 30W (PoE+);
26. **Przełącznik sieciowy** (Przełącznik) – urządzenie łączące elementy sieci informatycznej i sterujące przepływem danych między nimi, w szczególności są to przełączniki agregacyjne, dostępowe i demarkacyjne;
27. **Przełącznik Agregacyjny** – przełącznik agregujący ruch z przełączników dostępowych do routera demarkacyjnego oraz serwerów wizyjnych;
28. **Przełącznik Demarkacyjny** – przełącznik/router pośredniczący w przekazywaniu danych pomiędzy siecią LAN a siecią WAN (w przypadku tego urządzenia określenie przełącznik i router są równoważne);
29. **Przełącznik Dostępowy** – przełącznik, do którego w sieci LAN przyłączane są urządzenia wykonawcze (kamery, komputery, wyświetlacze wielofunkcyjne itp.);
30. **Punkt Styku Sieci (PSS)** – miejsce dołączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK rozumiany, jako patch-panel optyczny (ODF) lub kabel UTP łączący urządzenia w Obiekcie OR lub OSZ;
31. **Sieć Teletransmisyjna PLK** – Infrastruktura lub jej część zlokalizowana (lub planowana do wybudowania) na zdefiniowanym obszarze geograficznym. Sieć Teletransmisyjna PLK obejmuje także istniejące Systemy i Obiekty, które będą połączone z Infrastrukturą budowaną zgodnie z wymaganiami OPZ; Przez Sieć Teletransmisyjną PLK należy rozumieć zespół środków technicznych złożonych z odpowiednich Urządzeń czynnych i pasywnych mającą zapewnić, odpowiednią do potrzeb, usługę transmisji danych pomiędzy wskazanymi przez użytkownika punktami;

32. **Sieć Szkieletowa PLK** – Sieć składająca się z Urządzeń IP-MPLS, której zadaniem jest efektywne, w pełni redundantne przesyłanie dużych strumieni ruchu pomiędzy sobą oraz do/z podległych węzłów Sieci Agregacyjnej;
33. **Sieć Agregacyjna PLK** – Sieć telekomunikacyjna służąca do połączenia pomiędzy Sieciami Dostępowymi Teletransmisyjnymi a Siecią Szkieletową Teletransmisyjną; Sieć składa się z Urządzeń IP-MPLS;
34. **Sieć Dostępowa PLK** – Sieć telekomunikacyjna służąca do przyłączenia konkretnego Obiektu lub Urządzenia do Sieci Szkieletowej Teletransmisyjnej poprzez Sieć Agregacyjną Teletransmisyjną; Sieć składa się z Urządzeń IP-MPLS;
35. **Sieć Dostępowa CSDIP** – sieć dostępowa na potrzeby systemów CSDIP, SMW i SPA Sieć składa się z 2-ch części, WAN (urządzenia IP-MPLS) oraz LAN (urządzenia Ethernet);
36. **Sprzęt** - część fizyczna (materialna) Urządzenia (hardware) – pasywna lub aktywna (wymagająca zasilania), a także każdy element będący przedmiotem lub Urządzeniem budowlanym, budowlą, obiektem budowlanym, obiektem liniowym - w rozumieniu prawa budowlanego;
37. **Subskrypcja** - nabyte prawo do korzystania z funkcjonalności dostarczanych przez producenta oprogramowania, przez czas trwania subskrypcji. Po wygaśnięciu subskrypcji użytkownik traci prawo do updatów i upgradów oraz nowych funkcjonalności użytkowanego oprogramowania.
38. **System** – jedno lub więcej Urządzeń połączonych ze sobą w celu realizacji określonych funkcji. Szczególne, wyróżnione Systemy opisano w niniejszym zbiorze definicji;
39. **System GSM-R** – Urządzenie lub grupa połączonych Urządzeń działających wg standardu GSM-R. Obejmuje także między innymi: podsystem komutacji kanałów i danych (NSS), podsystem radiowych stacji nadawczo - odbiorczych (BSS);
40. **System DWDM** – Urządzenie lub grupa połączonych Urządzeń działających wg standardu DWDM;
41. **System IP-MPLS** – Urządzenie lub grupa połączonych Urządzeń działających wg standardu IP-MPLS;
42. **System Teletransmisyjny** – Urządzenie lub grupa połączonych Urządzeń teletransmisyjnych służących do przesyłania sygnałów elektrycznych i/lub optycznych mających określone cechy konstrukcyjne i realizujących określone funkcje. Szczególnym przypadkiem takiego systemu jest System DWDM lub System IP-MPLS. Systemy Teletransmisyjne tworzą Sieci Teletransmisyjne: Szkieletową, Agregacyjną oraz Dostępową;
43. **System Monitoringu Wizyjnego (SMW)** – System, na który składają się elementy wykonawcze, elementy sieciowe i oprogramowanie, stosowany do zdalnego nadzoru

obiektów i zarządzania materiałem wideo, obejmujący infrastrukturę kolejową przeznaczoną do obsługi ruchu pasażerskiego i obejmującą (w obrębie obiektu kolejowego) teren peronu na całej jego długości i szerokości, drogi dojścia do peronów, wszystkie ciągi komunikacyjne prowadzące do/z peronu, włączając w to przejścia przez tory, przejścia pod torami oraz kładki, podjazdy, windy i rampy do/z peronów oraz ciągów komunikacyjnych (wspomagające przemieszczanie się osób o ograniczonej możliwości poruszania), zewnętrzne elementy systemów alarmowych (o ile istnieją) oraz budynki kubaturowe dworców kolejowych wraz z terenami przyległymi. Szczegółowy opis znajduje się w Wytycznych Ipi-4;

44. **System Przywoławczo-Alarmowy (SPA)** – zespół urządzeń umożliwiający komunikację podróżnych na peronie z obsługą CBIP w sytuacjach alarmowych i zagrożenia. System SPA jest podsystemem SMW;
45. **System Zarządzania Siecią** – urządzenia lub grupa urządzeń umożliwiająca zdalny nadzór nad urządzeniami sieciowymi użytkowanymi przez PLK SA;
46. **Urządzenie** – połączenie: Sprzętu i Konfiguracji (lub także Oprogramowania) w zespół umożliwiający wykonanie określonego procesu. W szczególności są to Urządzenia: teletransmisyjne, przesyłowe, sieciowe, systemów nadzoru, zarządzania itp. Urządzenia teletransmisyjne to w szczególności: pasywne i aktywne elementy sieci: DWDM, IP, IP- MPLS, LAN, przeznaczone do przesyłania danych;
47. **Urządzenie Brzegowe** – urządzenie sieci IP-MPLS realizujące Punkt Styku Sieci dostępowej CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK;
48. **VPN** (ang. *Virtual Private Network*) – połączenie punkt-punkt (tunel) zestawione poprzez sieć prywatną lub publiczną w taki sposób, że węzły tej sieci są przezroczyste dla przesyłanych danych;
49. **WAN** (ang. *Wide Area Network*) – sieć komputerowa składająca się z grup sieci LAN połączonych łączami telekomunikacyjnymi, obejmująca zasięgiem duży obszar – np. miasto czy kraj. W przypadku PLK SA są to Obiekty zlokalizowane wzdłuż linii kolejowych;
50. **Zespół ds. cyberbezpieczeństwa** – komórka organizacyjna Centrali PLK SA ds. bezpieczeństwa teleinformatycznego.

**§ 2.**

**Cel dokumentu**

1. Celem Wymagań jest stworzenie standardu budowy transmisyjnej sieci dostępowej WAN oraz sieci LAN budowanych na potrzeby Systemów CSDIP, SMW i SPA poprzez określenie minimalnych wymagań na:
   1) urządzenia teletransmisyjne/sieciowe takie jak routery WAN, protokół IP-MPLS oraz sposób ich implementacji;
   2) urządzenia teletransmisyjne/sieciowe takie jak przełączniki LAN oraz sposób ich implementacji;
   3) topologię fizyczną i logiczną sieci dostępowej WAN i LAN;
   4) sposób integracji w/w urządzeń z Siecią Teletransmisyjną PLK;
   5) sposobu realizacji punktów styku z Siecią Teletransmisyjna PLK;
   6) sposobu realizacji warstwy usługowej;
   7) sposobu realizacji QoS;
   8) kompetencje i doświadczenie personelu projektowego i wdrożeniowego;
   9) dokumentację, w tym szczególnie na projekt danej Sieci Dostępowej CSDIP.
2. W dalszej części Wymagań Sieć dostępowa WAN i LAN budowana na potrzeby Systemów CSDIP, SMW i SPA będzie nazywana Siecią Dostępową CSDIP.
3. Wymagania w Rozdziale 2 opisują istniejącą i dalej rozbudowaną Sieć Transmisyjną PLK, natomiast w pozostałych rozdziałach przedstawione są pełne wymagania standaryzacyjne dla wdrażanych Sieci Dostępowych CSDIP, projektów Sieci oraz wymaganych kwalifikacji i doświadczenia architektów sieci oraz personelu wdrożeniowego.
4. Zamieszczone w Wymaganiach rysunki należy traktować jako poglądowe. Zastosowane rozwiązanie musi być zgodne ze wskazaniami Jednostki Merytorycznej.

**§ 3.**

**Informacje podstawowe**

1. **System CSDIP.** Podstawowym zadaniem elementów wykonawczych CSDIP jest przekazywanie podróżnym wizualnych i głosowych informacji o bieżącej realizacji planu rozkładu jazdy pociągów. Podstawą systemu jest centralny serwer CASDIP rozsyłający na wybrane urządzenia końcowe informacje dotyczące bieżącego rozkładu jazdy wyświetlane na tablicach informacyjnych oraz zapowiedzi głosowe.
2. **System SMW/SPA.** Zadaniem Systemów SMW i SPA jest zapewnienie bezpieczeństwa podróżnych, nadzór mienia, przeciwdziałanie przestępstwom oraz zapewnienie możliwości podejmowania niezwłocznych działań prewencyjnych w przypadku sytuacji

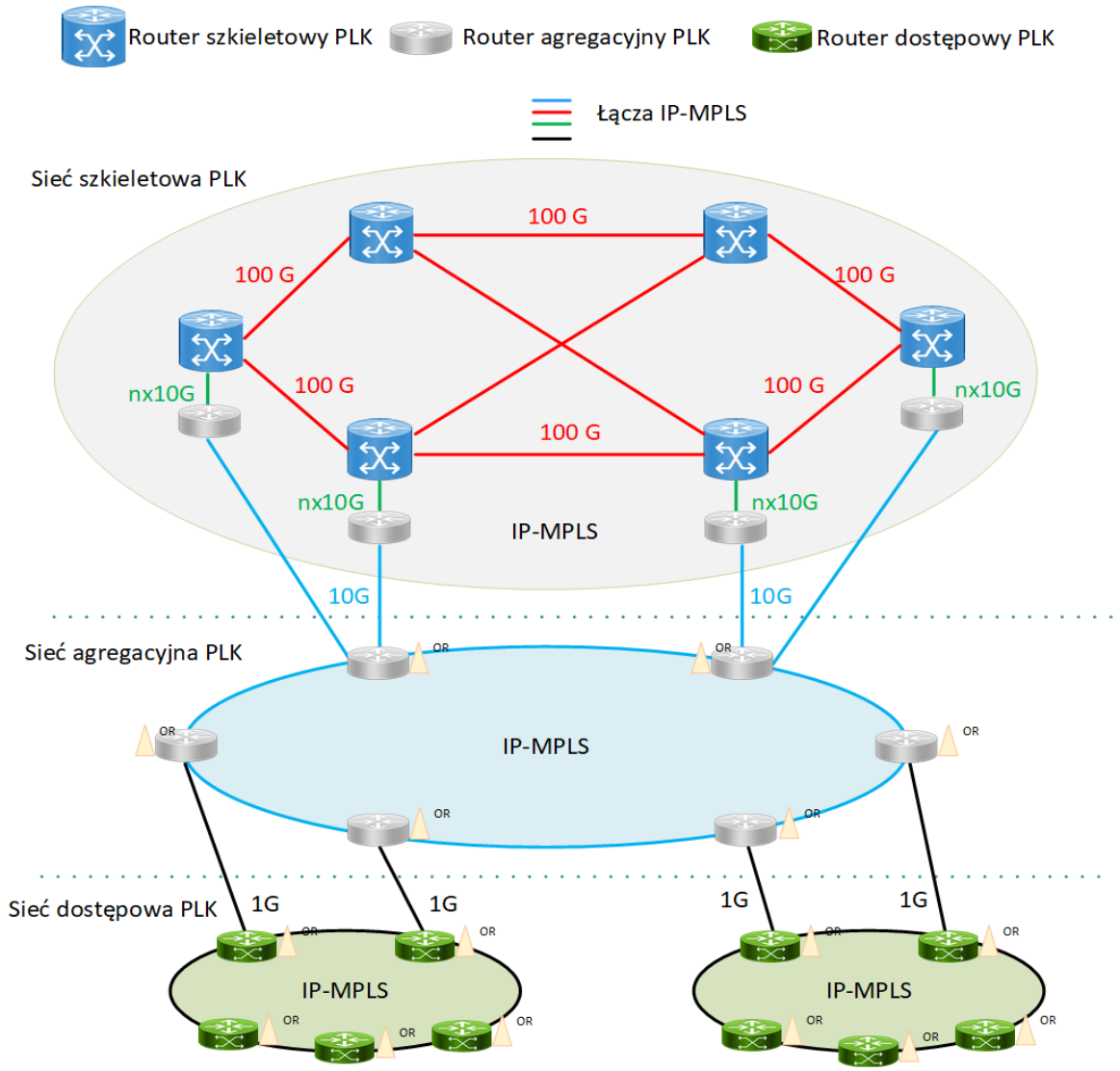
zagrożenia w obrębie monitorowanych stacji i przystanków osobowych. Obrazy rejestrowane przez kamery systemu SMW mogą być analizowane na lokalnych Stanowiskach Oglądowych lub przekazywane do Centrów Bezpieczeństwa poprzez Sieć Teletransmisyjną. Podsystem SPA umożliwia komunikację podróżnych na peronie z obsługą CBIP w sytuacjach alarmowych i zagrożenia.

3. Szczegółowe parametry urządzeń końcowych CSDIP, SMW oraz SPA zostały opisane w powiązanych instrukcjach, tj. w Wytycznych Ipi-6, Wytycznych Ipi-4 oraz Wytycznych Ipi-10.
4. Sieci Dostępowe CSDIP można postrzegać jako sieci klienckie Sieci Teletransmisyjnej PLK, która to przenosi ruch z tych sieci do lokalizacji serwerowych oraz zapewnia dostęp z/do systemów zarządzania elementów Sieci Dostępowej CSDIP.
5. Sieci Dostępowe CSDIP obsługują ruch z Systemów CSDIP, SMW i SPA dla danego zbioru OL (najczęściej dana linia kolejowa lub jej fragment). Wynika z tego, iż ruch Systemów CSDIP będzie przenoszony przez wiele Sieci Dostępowych CSDIP (będących w gestii danych IZ) oraz przez jedną Sieć Teletransmisyjną PLK.
6. Sieć Dostępowa CSDIP jest podzielona na dwie części:
   1) część WAN (Sieć Dostępowa CSDIP WAN) stanowiącą pierścień IP-MPLS lub węzeł IP-MPLS przenoszący ruch z grupy lub pojedynczego OL do punktu styku z Siecią Teletransmisyjną PLK;
   2) część LAN (Sieć Dostępowa CSDIP LAN) budowana w oparciu o przełączniki sieciowe, stanowiącej infrastrukturę Ethernet na poszczególnych OL.
7. W celu zapewnienia szybkiego i bezprzerwowego funkcjonowania Systemów CSDIP stosuje się następujące zasady planistyczne:
   1) budowa fizycznej i logicznej struktury pierścieniowej Sieci Dostępowej CSDIP WAN dla zapewnienia bezprzerwowej transmisji danych w przypadku awarii pojedynczego elementu sieci (np.: kabel OTK, urządzenie transmisyjne);
   2) redundancja punktów styku – dostęp jednego pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP WAN do min. dwóch urządzeń w Sieci Teletransmisyjnej PLK;
   3) redundancja zasilania dla urządzeń wchodzących w skład pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP WAN oraz urządzeń realizujących punkty styku sieci z Siecią Teletransmisyjną PLK.

## Rozdział 2.
## Sieć Teletransmisyjna PLK.

### § 4.
### Struktura Sieci Teletransmisyjnej PLK

1. Transport danych w Sieci Teletransmisyjnej PLK odbywa się przy użyciu protokołu IP- MPLS z wykorzystaniem routerów klasy operatorskiej. Medium fizycznym wykorzystywanym do transmisji danych są światłowodowe kable teletransmisyjne wybudowane (w trakcie budowy, lub planowane) w ramach różnych projektów inwestycyjnych realizowanych przez PLK SA.
2. Sieć Teletransmisyjna PLK składa się z trzech hierarchicznych warstw, których nazwa określa jednocześnie funkcję realizowaną przez dane urządzenia, czyli:
   1) warstwa szkieletowa;
   2) warstwa agregacyjna;
   3) warstwa dostępowa.
3. Wszystkie warstwy działają w oparciu o protokół IP-MPLS i tworzą logiczną całość, która umożliwia tworzenie usług MPLS typu L2VPN i L3VPN pomiędzy dowolnymi punktami Sieci Teletransmisyjnej PLK.
4. Poglądowy schemat Sieci Teletransmisyjnej PLK przedstawia rysunek 1.
5. **Sieć Szkieletowa PLK** – jej zadaniem jest efektywne przesyłanie dużych strumieni ruchu pomiędzy węzłami IP-MPLS warstwy szkieletowej zlokalizowanymi na Obiektach Szkieletowych (OSZ) oraz z/do podłączonych węzłów warstwy agregacyjnej, z zachowaniem wymaganej protekcji oraz kontrolą parametrów transmisji i stanu urządzeń IP-MPLS. Na potrzeby transmisyjne sieci szkieletowej zestawiono łącza 100G w podkładowej sieci DWDM.
6. **Sieć Agregacyjna PLK** – jej węzły IP-MPLS zajmują się agregacją ruchu z warstwy dostępowej i przesyłaniem go do/z warstwy szkieletowej. Węzły warstwy agregacyjnej pełnią także funkcję punktów styku pomiędzy poszczególnymi pierścieniami warstwy dostępowej. Na potrzeby transmisyjne warstwy agregacyjnej zestawiono pierścienie 10G w oparciu o ciemne włókna. Pierścienie warstwy agregacyjnej są podłączone do dwóch urządzeń warstwy szkieletowej zlokalizowanych w dwóch różnych Obiektach Szkieletowych (OSZ), aby zapewnić redundancję geograficzną.




Rysunek 1 Schemat logiczny warstw Sieci Teletransmisyjnej PLK

7. **Sieć Dostępowa PLK** – jej węzły IP-MPLS łączą obiekty OR z warstwą agregacyjną. Na potrzeby transmisyjne warstwy dostępowej zestawiono łącza 1G wykorzystując ciemne włókna.
   1) warstwa dostępowa ma fizyczną i logiczną strukturę pierścieniową. Dopuszczalne jest domykanie pierścieni dostępowych przez logiczną warstwę wyższego poziomu;
   2) pierścienie warstwy dostępowej są dołączone do dwóch urządzeń warstwy agregacyjnej zlokalizowanych w dwóch różnych Obiektach (redundancja geograficzna).
8. Elementy Sieci Teletransmisyjnej PLK zarządzane są z Systemu Zarządzania NSP (ang. *Network Service Platform*) znanego jako NFM-P (dawniej: 5620 SAM – ang. *Service Aware Manager*).
9. Istniejące wyposażenie urządzeń Sieci Teletransmisyjnej PLK w typy interfejsów w zależności od typu urządzenia i lokalizacji przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1 Specyfikacja interfejsów Urządzeń Sieci Dostępowej, Agregacyjnej i Szkieletowej

| **Kategoria Urządzenia** | **Typ portu (interfejs)** | | |
|---|---|---|---|
| | **1000Base-X (optyczny)** | **1000Base-T (elektryczny)** | **10GBase-X (optyczny)** |
| Urządzenia Sieci Dostępowej PLK | tak | tak | nie |
| Urządzenia Sieci Agregacyjnej PLK w OR | tak | tak | nie |
| Urządzenia Sieci Agregacyjnej PLK w OSZ | tak | tak | tak |
| Urządzenia Sieci Szkieletowej PLK | nie | nie | tak |

## Rozdział 3.
## Wymagania dotyczące budowy i rozbudowy Sieci Dostępowej CSDIP oraz GS – Warstwa fizyczna

### § 5.
### Infrastruktura pasywna

1. W ramach realizacji projektu budowy Sieci Teletransmisyjnej PLK będą wybudowane kable światłowodowe min. 36-cio włóknowe o konstrukcji 6-cio tubowej (w luźnej tubie).
2. W przypadku budowy, kable światłowodowe należy projektować oraz wybudować zgodnie z zasadami obowiązującymi w PLK SA – Wytyczne Ie-108.
3. Transmisja pomiędzy wszystkimi urządzeniami sieciowymi (pomiędzy PSS Sieci Teletransmisyjnej PLK oraz pierścieniami sieci dostępowej CSDIP, jak również pomiędzy urządzeniami CSDIP WAN oraz pomiędzy urządzeniami CSDIP LAN) – odbywa się z wykorzystaniem 2 szt. włókien światłowodowych, pracujących w trybie simplex (niezależne nadawanie i odbiór danych).
4. Na potrzeby Systemów CSDIP zakłada się łącznie wykorzystanie maksymalnie 4 szt. ciemnych włókien w szlakowych kablach światłowodowych. Wskazana ilość włókien pozwala na wykonanie zamkniętego pierścienia łączącego obiekty liniowe. W uzasadnionych przypadkach mogą być udostępnione dodatkowe włókna np. na potrzeby wykonywania połączeń pomiędzy pierścieniami (maksymalnie 2 szt.). O udostępnieniu włókien decyduje Jednostka Merytoryczna w porozumieniu z odpowiednim Zakładem Linii Kolejowych.
5. Do budowany jednego pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP WAN należy wykorzystać kable OTK ułożone w różnych trasach kablowych (redundancja geograficzna połaczeń).
6. Nie dopuszcza się cięcia kabla szlakowego OTK celem wykonania odgałęzienia do obiektów liniowych zlokalizowanych na jego trasie. Przyłączenie OL do istniejącego (lub budowanego) pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP możliwe jest poprzez wykorzystanie już istniejących na trasie muf.
7. W szczególnych przypadkach, możliwe jest również wybudowanie nowej mufy rozgałęźnej, za zgodą i pod warunkiem przecięcia tuby wskazanej przez Jednostkę Merytoryczną.
8. Odgałęzienie należy wykonać zgodnie z Wytycznymi Ie-108, kablem jednomodowym min. 12J w luźnej tubie w osłonie z rur HDPE.
9. Każdorazowo należy zwrócić się do Jednostki Merytorycznej o możliwości wykorzystania włókien w kablach OTK będących w dyspozycji Zamawiającego oraz o wydanie zaleceń do sposobu wykonania przyłączeń.

10. W przypadku braku kabli OTK w relacjach, gdzie projekt budowy systemów SMW/SPA/CSDIP przewiduje przyłączenie urządzeń dla potrzeb tych systemów, należy zwrócić się do Jednostki Merytorycznej, o wydanie zaleceń do sposobu wykonania przyłączeń.
11. Kable OTK tworzące połączenia pomiędzy wszystkimi przełącznikami instalowanymi na Obiekcie Liniowym (sieć LAN), muszą zawierać przynajmniej jedną rezerwową parę włókien na całej swojej długości, zakończone na patchpanelu, umożliwiające natychmiastowe (bez konieczności spawania) skorzystanie z nich, w przypadku awarii podstawowej pary włókien światłowodowych.
12. Przełącznice w obiektach należy zakończyć jako patchpanel, zainstalowany w szafie transmisyjnej 19”. Zakończenie kabla OTK wykonać w standardzie SC/APC.
13. Po wybudowaniu każdego odgałęzienia należy wykonać pomiary reflektometryczne i transmisyjne wybudowanych relacji.
14. Po zakończeniu pomiarów należy wykonać dokumentację pomiarową mierzonych relacji.
15. Zastosowanie innych rozwiązań, niż wskazane w niniejszym § 5, wymaga uzyskania zgody Jednostki Merytorycznej odpowiedzialnej za wykorzystanie kabli OTK, działającej w porozumieniu z odpowiednim Zakładem Linii Kolejowych.

**§ 6.**

**Topologia Sieci Dostępowej CSDIP**

1. Budowana Sieć Dostępowa na potrzeby usług CSDIP, SMW i SPA (Sieć Dostępowa CSDIP) składa się z dwóch części:
   1) część WAN (Sieć Dostępowa CSDIP WAN), która będzie łączyć Obiekty Liniowe zabudowane na linii kolejowej objętej modernizacją Systemów CSDIP z siecią transmisyjna PLK
   2) część LAN (Sieć Dostępowa CSDIP LAN), która musi być budowana w oparciu o topologię gwiazdy w każdym z Obiektów Liniowych.
2. Obiekt Liniowy to pojedynczy węzeł budowanego pierścienia.
3. Urządzenia wykorzystane do budowy Sieci Dostępowej CSDIP WAN to Przełączniki Demarkacyjne i Urządzenia Brzegowe. Wszystkie urządzenia muszą tworzyć spójną sieć transportową wykorzystując do tego protokół IP-MPLS. Zadaniem tej sieci jest świadczenie usług MPLS (L3VPN) i zapewnienie komunikacji na poziomie IPv4 pomiędzy Sieciami Dostępowymi CSDIP LAN w Obiektach Liniowych oraz dostęp do zasobów po stronie Sieci Teletransmisyjnej PLK poprzez dedykowane Punkty Styku Sieci (PSS). W celu realizacji funkcji brzegowej na rzecz Punktu Styku z Siecią (PSS) Teletransmisyjną PLK stosuje się Urządzenia Brzegowe.

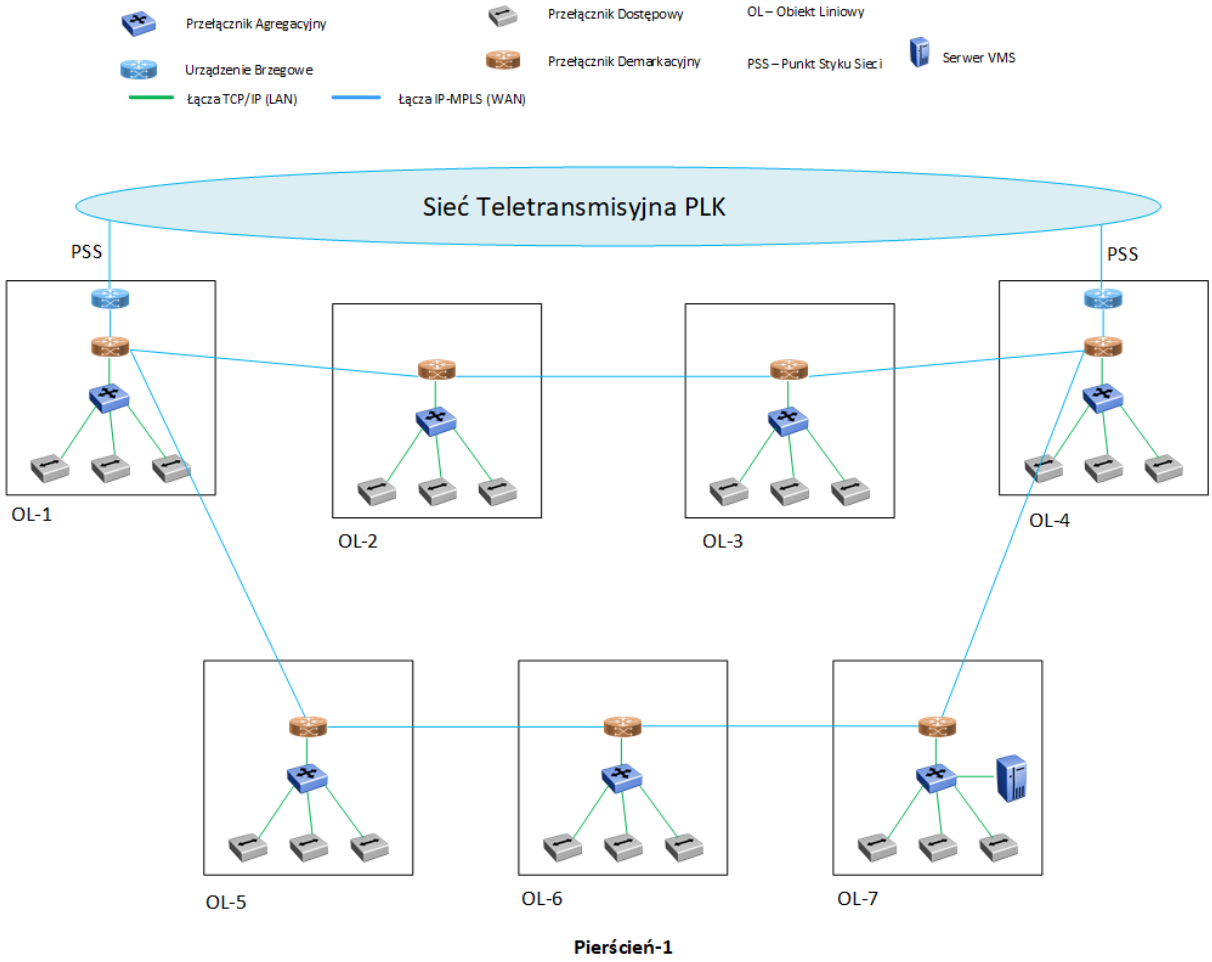
4. Cześć WAN może być zbudowana w formie:
   1) pojedynczego pierścienia lub wielu pierścieni – szczegółowy opis w § 6.1;
   2) pojedynczego węzła – szczegółowy opis w § 6.2.
5. Wszystkie urządzenia tworzące pierścień Sieci Dostępowej CSDIP WAN muszą być nadzorowane z jednego Systemu Zarządzania Siecią. W przypadku współdzielenia Urządzenia Brzegowego (w tym Przełącznika Demarkacyjnego pełniącego funkcję Urządzenia Brzegowego) przez kilka pierscieni, każdy z takich pierścieni musi być nadzorowany przez ten sam System Zarządzania Siecią co Urządzenie Brzegowe.
6. Urządzenia wykorzystane do budowy Sieci Dostępowej CSDIP LAN to Przełączniki Dostępowe i Agregacyjne. Zadaniem tej sieci jest wydajne przełączanie ruchu w ramach jednego Obiektu Liniowego. Sieci Dostępowe CSDIP LAN mogą się komunikować z innymi Sieciami Dostępowymi CSDIP LAN zlokalizowanymi w innych Obiektach Liniowych wyłącznie poprzez usługi MPLS świadczone przez Sieć Dostępową CSDIP WAN.
7. Urządzenia należące do Sieci Dostępowej CSDIP LAN na jednym Obiekcie Liniowym muszą być nadzorowane z jednego systemu zarządzania.
8. Szczegóły dotyczące wymagań technicznych dla urządzeń aktywnych oraz ich podział na typy zostały opisane w rozdziale 5.

**§ 6.1.**

**Topologia pierścienia**

1. Pojedynczy pierścień Sieci Dostępowej CSDIP WAN musi być wyposażony w minimum dwa Urządzenia Brzegowe uruchomione w ramach tego pierścienia.
2. Szczegóły i dodatkowe wymagania dotyczące Punktu Styku pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK zostały opisane w § 7.
3. Szczegóły i dodatkowe wymagania dotyczące połączenia pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK zostały opisane w § 8.
4. Przepustowość w ramach pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP WAN ma być dobrana w taki sposób, aby uwzględniała potrzeby wszystkich urządzeń końcowych. Pierścienie Sieci Dostępowej CSDIP WAN muszą być budowane w oparciu o interfejs o przepustowości 10 Gb/s, przy jednoczesnym zapewnieniu odpowiedniej przepustowości oraz innych parametrów ruchowych i jakościowych dla wszystkich urządzeń końcowych wykorzystujących dany pierścień.
5. Z zastrzeżeniem zasad z punktu powyżej, zalecana maksymalna ilość Obiektów Liniowych w pierścieniu nie powinna przekraczać 30, każdy przypadek przekraczajacy powyższą ilość wymaga uzasadnienia oraz podlega akceptacji przez Jednostkę Merytoryczną.

6. Ze względów wydajnościowych wymagane jest, aby rejestrowanie sygnału wideo dla systemu SMW odbywało się w ramach pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP WAN.
7. Do budowy pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP WAN należy wykorzystać kable OTK znajdujące się w różnych trasach kablowych (redundancja geograficzna połaczeń).
8. Zabrania się domykania pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP WAN przez Sieć Teletransmisyjną PLK.
9. Budowane pierścienie Sieci Dostępowej WAN muszą zostać połączone ze sobą i tworzyć ciągłą sieć IP-MPLS. W przypadku budowy wzdłuż linii kolejowych większej ilości pierścieni w ramach tego samego projektu dopuszcza się współdzielenie Urządzenia Brzegowego. W przypadku pierścieni budowanych w ramach różnych projektów lub projektów realizowanych przez różnych wykonawców należy zwrócić się do Jednostki Merytorycznej o wydanie zgody na współdzielenie Urządzenia Brzegowego.
   Topologię pojedynczego pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP przedstawia rysunek 2.

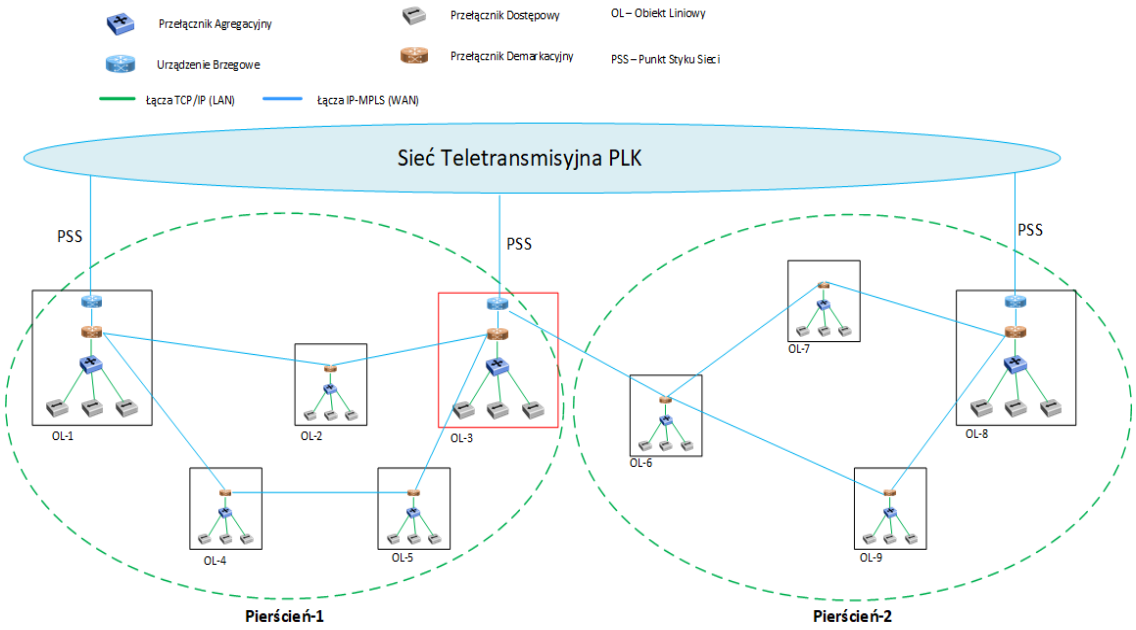



Rysunek 2 Topologia połączeń Obiektów Liniowych w pierścień

10. Urządzenie Brzegowe może być współdzielone do agregacji ruchu z innych budowanych pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP WAN, po spełnieniu warunku dotyczącego

ograniczenia pasma opisanego w § 7 ust. 10 i 11 i innych ewentualnych ograniczeń Urządzenia Brzegowego.

Warianty współdzielenia Urządzenia Brzegowego pomiędzy pierścieniami przedstawia rysunek 3.



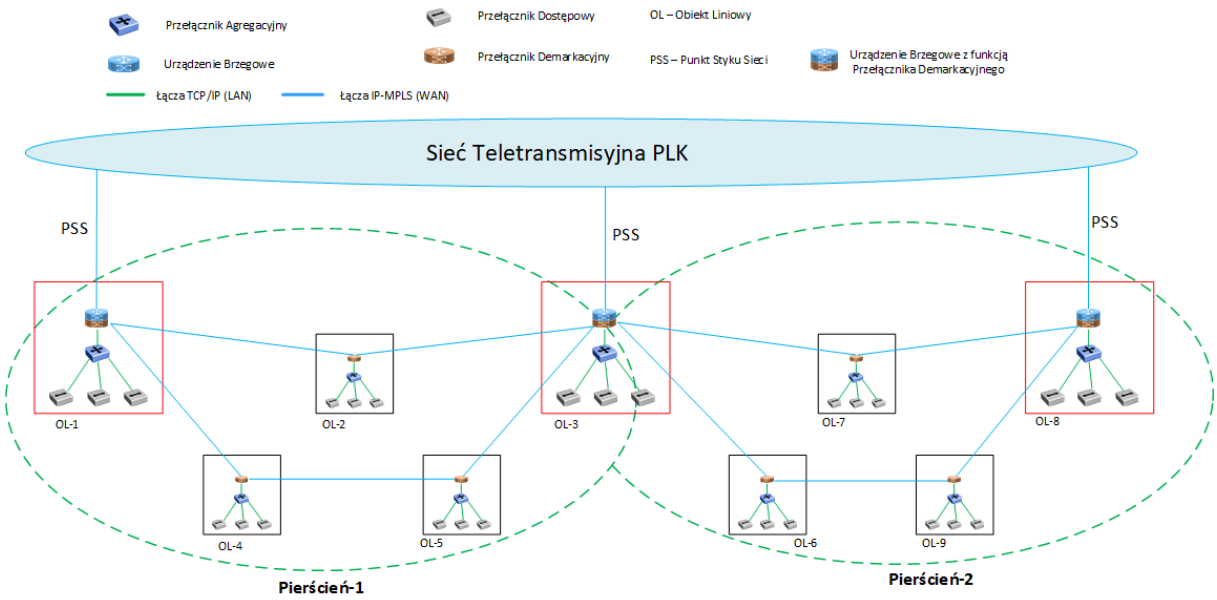

Rysunek 3 Topologia połączeń pierścieni i współdzielenie Urządzenia Brzegowego

11. Zezwala się na użycie Urządzenia Brzegowego w funkcji Przełącznika Demarkacyjnego wyłącznie:
    1) dla Obiektu Liniowego z którego realizowane jest połączenie do Punktu Styku Sieci (PSS);
    2) gdy Urządzenie Brzegowe pełni tylko funkcje brzegową i demarkacyjną.

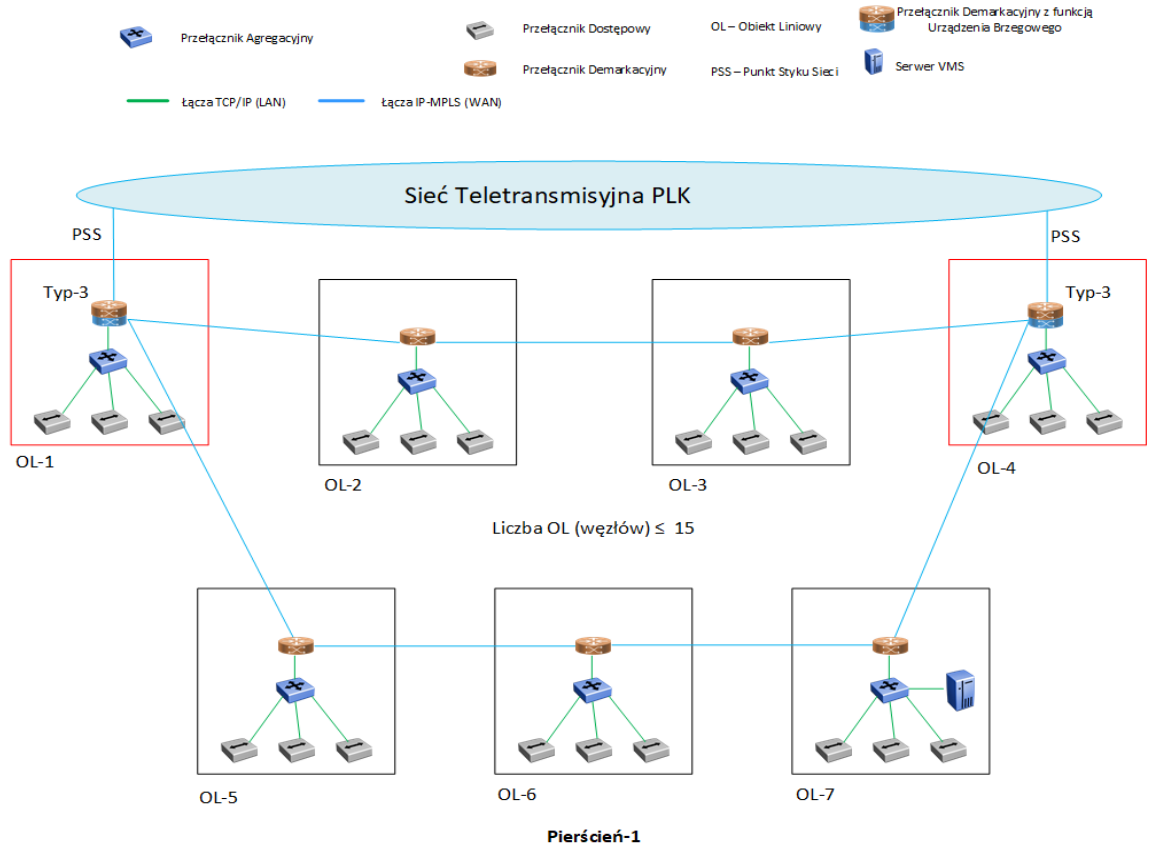
Wariant użycia Urządzenia Brzegowego w funkcji Przełącznika Demarkacyjnego przedstawia rysunek 4 dla OL-1, OL-3 , OL-8.

12. Zezwala się na użycie Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Urządzenia Brzegowego wyłącznie przy zachowaniu następujących warunków:
    1) zastosowany przełącznik jest Przełącznikiem Demarkacyjnym typu 3;
    2) liczba węzłów w budowanym pierścieniu jest mniejsza bądź równa 15. Jeśli liczba węzłów w pierścieniu przekracza 15 należy spełnić wszystkie wymagania dla Urządzenia Brzegowego;
    3) przełącznik Demarkacyjny w funkcji Urządzenia Brzegowego pełni tylko te dwie funkcje (demarkacyjną i brzegową).

Wariant użycia Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Urządzenia Brzegowego przedstawia rysunek 5 dla OL-1 i OL-4.




Rysunek 4 Wariant użycia Urządzenia Brzegowego w funkcji Przełącznika Demarkacyjnego



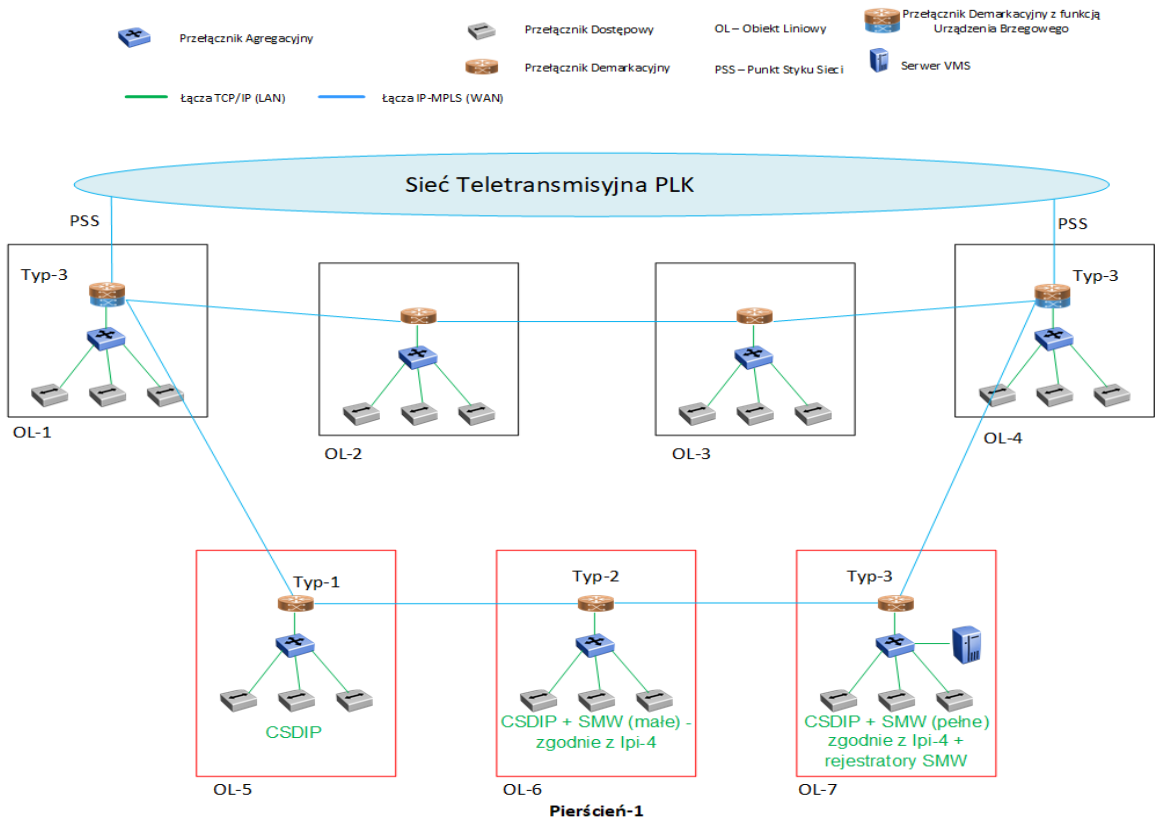

Rysunek 5 Wariant Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Urządzenia Brzegowego

13. W zależności od rodzaju usług uruchomionych w Obiektach Liniowych dopuszcza się stosowanie następujących typów Przełącznika Demarkacyjnego (tabela 2).

Tabela 2 Zastosowanie typu Przełącznika Demarkacyjnego w zależności od usług w Obiekcie Liniowym

| Typ Przełącznika Demarkacyjnego | Usługi w obiekcie |
|---|---|
| Przełącznik Demarkacyjny Typ1 | CSDIP |
| Przełącznik Demarkacyjny Typ2 | CSDIP + SMW (małe) -zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 |
| Przełącznik Demarkacyjny Typ3 | CSDIP + SMW (pełne) zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 + rejestratory SMW |

14. Tabela 2 zawiera minimalne wymagania dla Przełączników Demarkacyjnych które należy spełnić w danym Obiekcie Liniowym. Dopuszczalne jest używanie modeli wyższych, w Obiekcie Liniowym z mniejszą liczbą usług CSDIP i SMW.




Rysunek 6 Typ Przełącznika Demarkacyjnego w zależności od uruchomionych usług w Obiekcie Liniowym

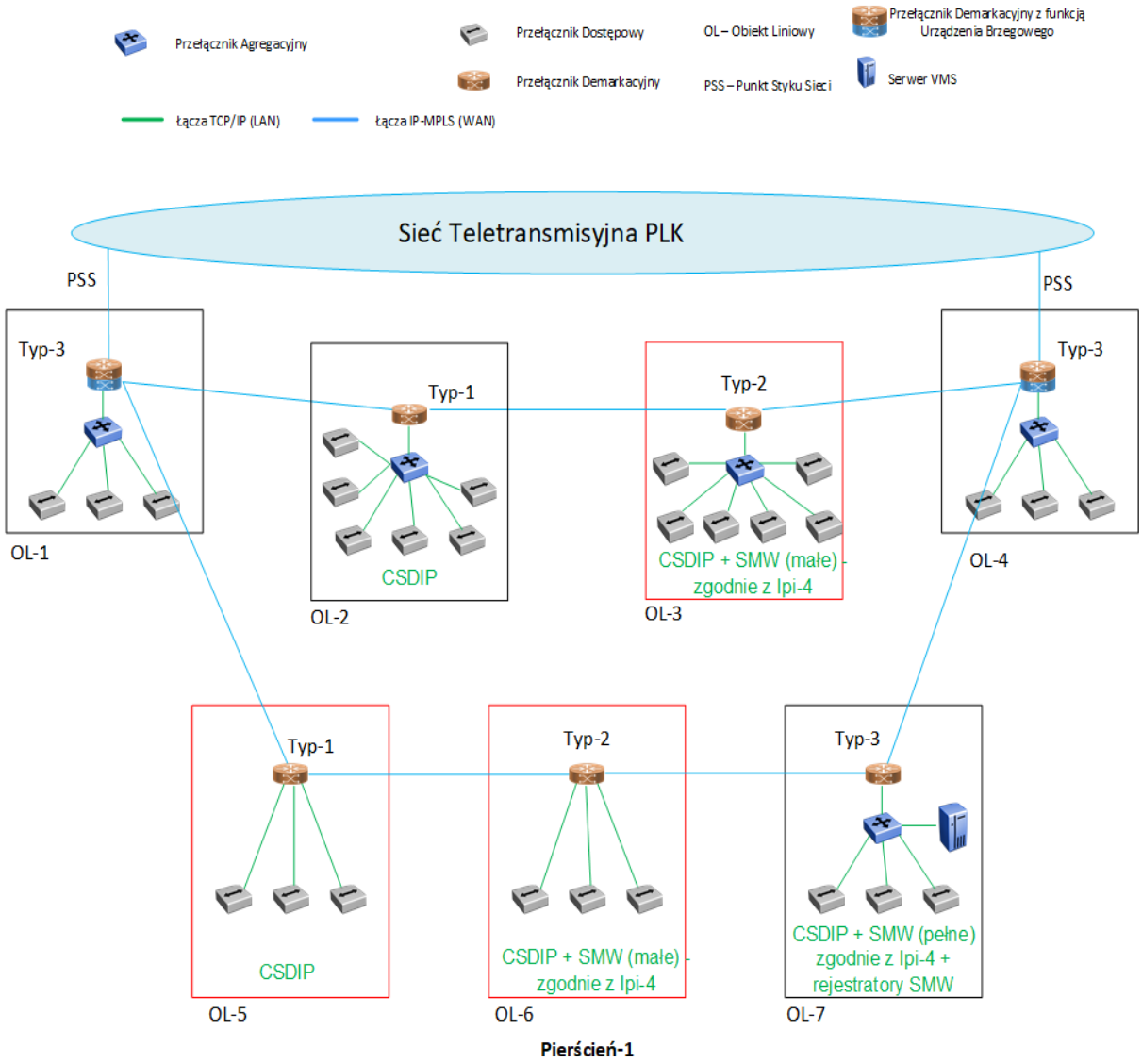
15. W zależności od rodzaju usług uruchomionych w Obiektach Liniowych dopuszcza się stosowanie następujących typów Przełącznika Demarkacyjnego.
16. Wymagania techniczne dotyczące poszczególnych typów Przełączników Demarkacyjnych zostały przedstawione w § 19.
17. Typ użytego Przełącznika Demarkacyjnego w zależności od rodzaju usług uruchomionych w Obiekcie Liniowym przedstawia rysunek 6.
18. W zależności od rodzaju uruchomionych usług w Obiekcie Liniowym dopuszcza się używanie Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Przełącznika Agregacyjnego. Zależności zostały przedstawione w tabeli 3:

Tabela 3 Zastosowanie Przełącznika Agregacyjnego w zależności od usług w Obiekcie Liniowym (topologia pierścienia)

| Typ Przełącznika Demarkacyjnego | Usługi w obiekcie | Przełącznik Agregacyjny | Przełącznik Dostępowy (ilość przełączników) |
|---|---|---|---|
| Przełącznik Demarkacyjny Typ1 | CSDIP | Wymagany, Typ-1 | Wymagany (ilość większa lub równa 6) |
| | | Nie jest wymagany. | Wymagany (ilość mniejsza niż 6) |
| Przełącznik Demarkacyjny Typ2 | CSDIP + SMW (małe) -zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 | Wymagany, Typ-1 | Wymagany (ilość większa lub równa 6) |
| | | Nie jest wymagany. | Wymagany (ilość mniejsza niż 6) |
| Przełącznik Demarkacyjny Typ3 | CSDIP + SMW (pełne) zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 + rejestratory SMW | Wymagany, Typ-2 | Wymagany |

19. Przy stosowaniu Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Przełącznika Agregacyjnego należy zachować następujące warunki stosowania:
    1) ze względu na ograniczenie potencjalnych punktów awarii, dopuszcza się łączenie maksymalnie dwóch funkcji przez jedno fizyczne urządzenie;
    2) Przełącznik Demarkacyjny może pełnić tylko dwie funkcje (demarkacyjną oraz Przełącznika Agregującego).
20. Warianty użycia typu Przełącznika Demarkacyjnego i dodatkowo pełnienia funkcji Przełącznika Agregacyjnego w zależności od usług uruchomionych w Obiekcie Liniowym przedstawia rysunek 7. Na rysunku:
    1) tylko OL-3, OL-5 i OL-6 spełniają warunki stosowania Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Przełącznika Agregacyjnego;
    2) OL-1 i OL-4, pomimo że mają tylko po trzy Przełączniki Dostępowe, Przełącznik Demarkacyjny nie może pełnić funkcji Przełącznika Agregacyjnego, gdyż pełni już funkcję demarkacyjną i brzegową;

3) OL-2 ma podłączone dokładnie sześć Przełączników Dostępowych – w takim wypadku Przełącznik Agregacyjny jest wymagany;
4) OL-7 – ma wszystkie usługi CSDIP+SMW (pełne) zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 + rejestratory SMW – w takim przypadku Przełącznik Agregacyjny jest zawsze wymagany.

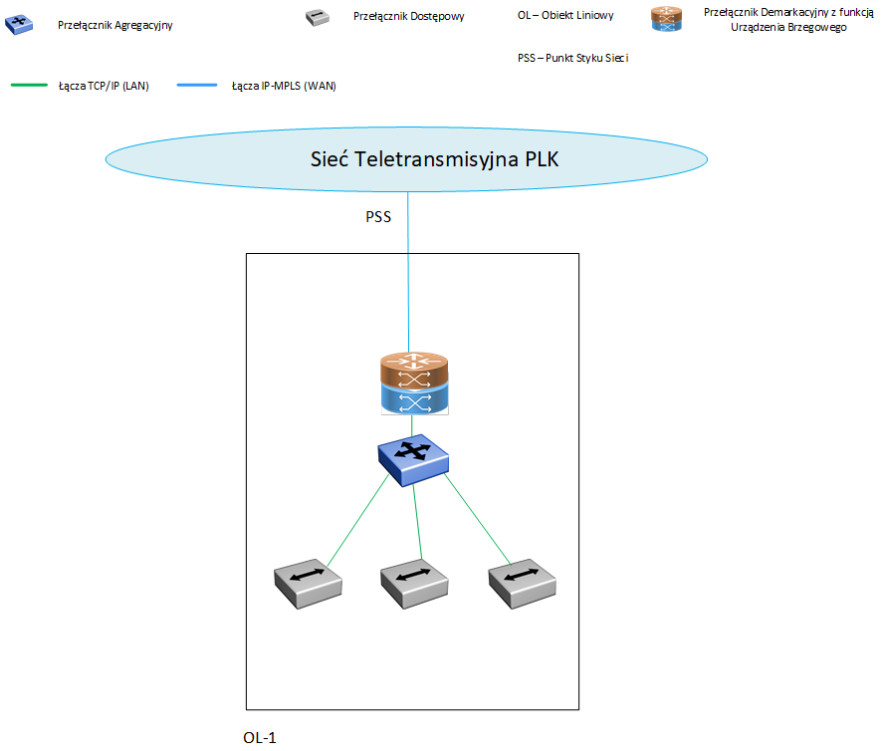



Rysunek 7 Użycie Przełącznika Demarkacyjne w funkcji Przełącznika Agregacyjnego

**§ 6.2.**

**Topologia pojedynczego węzła**

1. W przypadku budowy wyłącznie jednego węzła nie będącego częścią żadnego pierścienia nie ma konieczności instalowania dwóch Urządzeń Brzegowych.
2. W przypadku pojedynczego węzła, nie będącego częścią pierścienia, funkcję Urządzenie Brzegowego zawsze może pełnić Przełącznik Demarkacyjny.



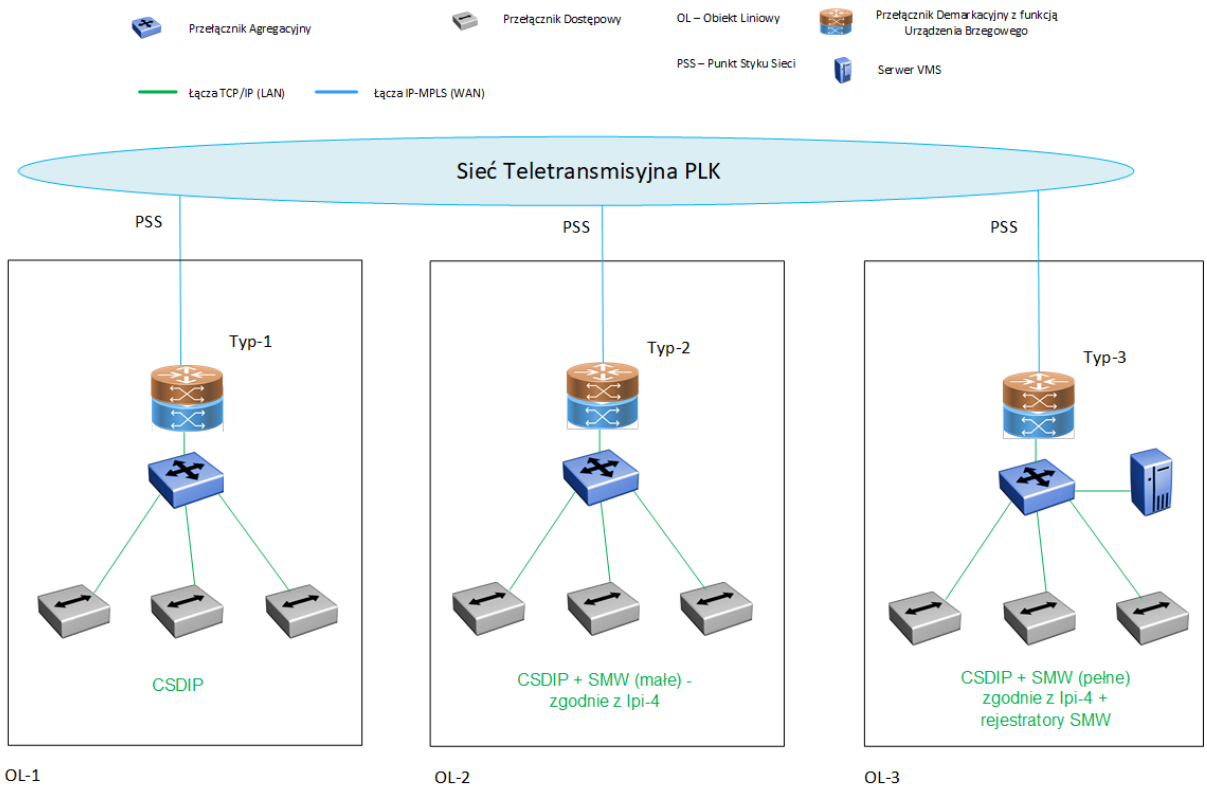

Rysunek 8 Topologia pojedynczego węzła nie będącego częścią pierścienia

3. W zależności od rodzaju usług uruchomionych w Obiektach Liniowych dopuszcza się stosowanie następujących typów Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Urządzenia Brzegowego:

Tabela 4 Zastosowanie typu Przełącznika Demarkacyjnego w zależności od usług w Obiekcie Liniowym

| Typ Przełącznika Demarkacyjnego | Usługi w obiekcie |
|---|---|
| Przełącznik Demarkacyjny Typ1 | CSDIP |
| Przełącznik Demarkacyjny Typ2 | CSDIP + SMW (małe) -zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 |
| Przełącznik Demarkacyjny Typ3 | CSDIP + SMW (pełne) zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 + rejestratory SMW |

4. Tabela 4 zawiera minimalne wymagania dla Przełączników Demarkacyjnych, które należy spełnić w danym obiekcie.
5. Dopuszczalne jest używanie modeli wyższych w obiekcie z mniejszą liczbą usług CSDIP i SMW.
6. Wymagania techniczne dotyczące poszczególnych typów Przełączników Demarkacyjnych zostały przedstawione w punkcie § 18.



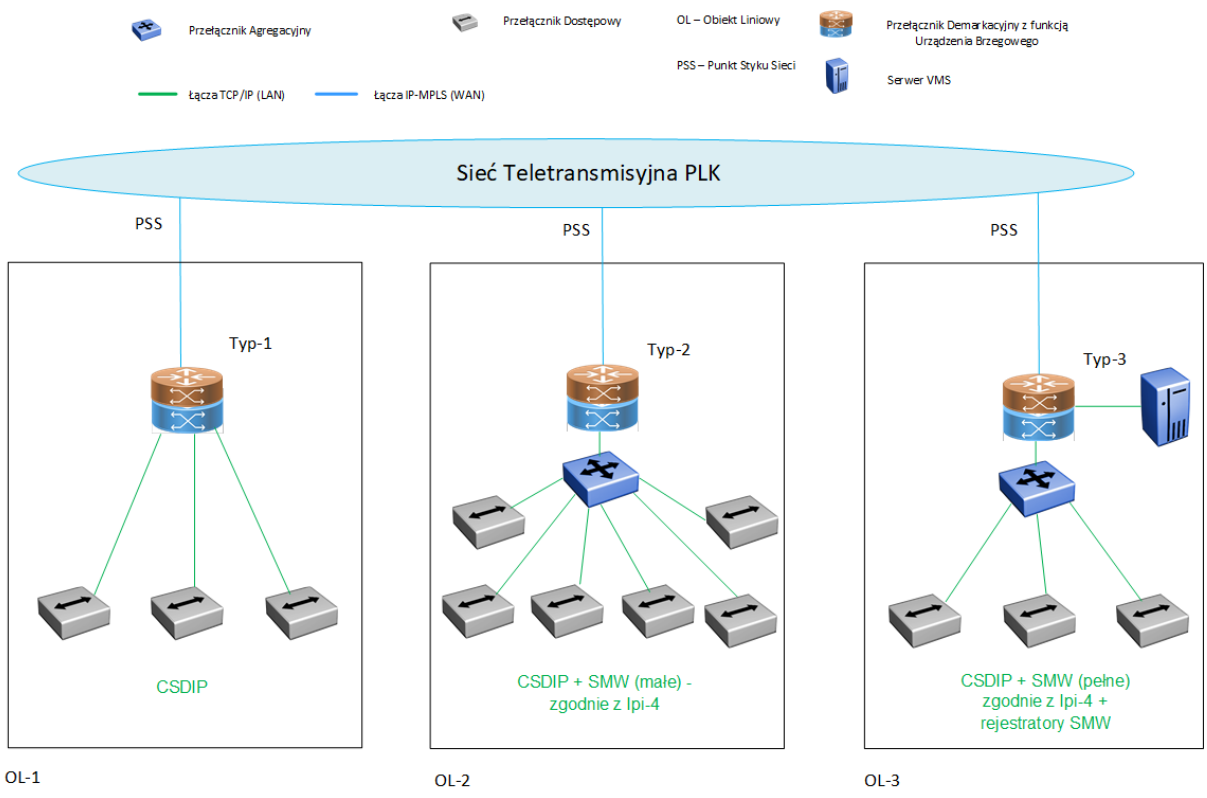

Rysunek 9 Typ Przełącznika Demarkacyjnego dla pojedynczych węzłów

7. W zależności od rodzaju uruchomionych usług w obiekcie będącym pojedynczym węzłem dopuszcza się używanie Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Przełącznika Agregacyjnego. Zależności zostały przedstawione w tabeli 5.
8. W określonych przez PLK, indywidualnych przypadkach, Przełącznik Demarkacyjny nie będzie wymagany. Jego funkcje będą częściowo realizowane przez routera LTE.

Tabela 5 Zastosowanie Przełącznika Agregacyjnego w zależności od usług w Obiekcie Liniowym (topologia pojedynczego węzła)

| Typ Przełącznika Demarkacyjnego | Usługi w obiekcie | Przełącznik Agregacyjny | Przełącznik Dostępowy (ilość przełączników) |
|---|---|---|---|
| Przełącznik Demarkacyjny Typ1 | CSDIP | Wymagany, Typ-1 | Wymagany (ilość większa lub równa 6) |
| | | nie jest wymagany. | Wymagany (ilość mniejsza niż 6) |
| Przełącznik Demarkacyjny Typ2 | CSDIP + SMW (małe) -zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 | Wymagany, Typ-1 | Wymagany (ilość większa lub równa 6) |
| | | nie jest wymagany. | Wymagany (ilość mniejsza niż 6) |
| Przełącznik Demarkacyjny Typ3 | CSDIP + SMW (pełne) zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 + rejestratory SMW | Wymagany, Typ-2 | Wymagany |

9. Przy stosowaniu Przełącznika Demarkacyjnego będącego pojedynczym węzłem w funkcji Przełącznika Agregacyjnego należy zachować następujące warunki stosowania:
   1) ze względu na ograniczenie potencjalnych punktów awarii, dopuszcza się łączenie maksymalnie trzech funkcji przez jedno fizyczne urządzenie;
   2) przełącznik Demarkacyjny może pełnić tylko trzy funkcje (brzegową, demarkacyjną oraz Przełącznika Agregującego).
10. Warianty użycia typu Przełącznika Demarkacyjnego i dodatkowo pełnienia funkcji Przełącznika Agregacyjnego w zależności od usług uruchomionych w pojedynczym węźle przedstawia rysunek 10.
11. Szczegóły i dodatkowe wymagania dotyczące Punktu Styku z Siecią Teleinformatyczną PLK zostały opisane w § 7.
12. Szczegóły i dodatkowe wymagania dotyczące połączenia pojedynczego węzła Sieci Dostępowej CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK zostały opisane w § 8.




Rysunek 10 Typ Przełącznika Demarkacyjnego dla pojedynczych węzłów

**§ 7.**

**Punkt Styku Sieci (PSS) Sieci Dostępowych CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK**

1. W celu zapewnienia połączenia Sieci Dostępowej CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK należy dostarczyć Urządzenia Brzegowe.
2. Szczegółowe warunki, które muszą spełniać Urządzenia Brzegowe, zostały opisane w § 18 oraz w § 32.
3. Punkty Styku Sieci (PSS) dla Urządzeń Brzegowych Sieci Dostępowych CSDIP zlokalizowane są w węzłach Sieci Agregacyjnej PLK i/lub węzłach Sieci Dostępowej PLK.
4. Ze względów niezawodnościowych należy zapewnić redundancję geograficzną poprzez połączenie (integrację) pojedynczego pierścienia/węzła Sieci Dostępowej CSDIP do co najmniej dwóch Punktów Styku Sieci Teletransmisyjnej PLK.
5. Warunki techniczne podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK każdorazowo wydaje Jednostka Merytoryczna.
6. Jako podstawowe łącze fizyczne w Punkcie Styku Sieci należy stosować interfejs optyczny (jednomodowy) o przepustowości 1 Gb/s. W przypadku podłączenia Urządzeń Brzegowych do PSS znajdujących się w Obiektach Radiokomunikacyjnych możliwe jest również wykorzystanie interfejsu elektrycznego o przepustowości 1 Gb/s w uzgodnieniu z Jednostką Merytoryczną.
7. W przypadku dołączenia do Urządzeń Sieci Agregacyjnej PLK zlokalizowanych w Obiektach Szkieletowych, dopuszczalne jest zastosowanie interfejsu 10GE, pod warunkiem dokonania doposażenia tego Urządzenia Sieci Agregacyjnej PLK zgodnie z warunkami wydanymi przez Jednostkę Merytoryczną.
8. Urządzenia Brzegowe muszą korzystać z interfejsów dostępnych w Urządzeniach Sieci Agregacyjnej PLK i Sieci Dostępowej PLK. W przypadku braku dostępnych interfejsów należy doposażyć Urządzenia Sieci Dostępowej PLK, Sieci Agregacyjnej PLK i Sieci Szkieletowej PLK w wymagane karty liniowe, wkładki SFP oraz Licencje.
9. W przypadku, gdy do realizacji połączenia w PSS konieczna jest rozbudowa sprzętowa Urządzeń Sieci Teletransmisyjnej PLK lub zakup dodatkowych Licencji, należy ją uwzględnić w projekcie. Zakres rozbudowy, doposażenia sprzętowego oraz Licencyjnego będzie określany każdorazowo w wydawanych warunkach technicznych.
10. Przepustowość pierścieni Sieci Agregacyjnej PLK to 10 Gb/s, z czego dla obsługi ruchu CSDIP, SPA i SMW udostępnionych może być nie więcej niż 5 Gb/s w każdym z pierścieni Sieci Agregacyjnej PLK.
11. Przepustowość pierścieni Sieci Dostępowej PLK to 1 Gb/s, z czego dla obsługi ruchu CSDIP, SPA i SMW udostępnionych może być nie więcej niż 300 Mb/s w każdym z pierścieni Sieci Dostępowej PLK.

12. Pierścienie Sieci Dostępowej CSDIP należy tak zaprojektować, aby sumaryczny wolumen ruchu z pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP w kierunku Sieci Agregacyjnej PLK nie przekraczał wartości 1 Gb/s. W przypadku wartości ruchu większej niż 1 Gb/s należy zabudować kolejny interfejs, przy czym należy pamiętać o ograniczeniu wielkości ruchu wprowadzanego do pierścieni Sieci Agregacyjnej PLK (całkowity wolumen ruchu nie większy niż 5 Gb/s – § 7 ust. 10).
13. Pierścienie Sieci Dostępowej CSDIP należy tak zaprojektować, aby sumaryczny wolumen ruchu z pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP w kierunku Sieci Dostępowej PLK nie przekraczał wartości 300 Mb/s., przy czym należy pamiętać o ograniczeniu wielkości ruchu wprowadzanego do pierścieni Sieci Dostępowej PLK (całkowity wolumen ruchu nie większy niż 300 Mb/s – § 7 ust. 11).
14. W przypadku, gdy Sieć Agregacyjna PLK nie będzie w stanie zapewnić przepustowości żądanej przez Systemy CSDIP, SMW i SPA należy wybudować alternatywny pierścień Sieci Agregacyjnej PLK i dołączy go do Sieci Szkieletowej PLK w punktach wskazanych przez Jednostkę Merytoryczną.

Tabela 6 Maksymalne pasmo w Sieci Teletransmisyjnej PLK

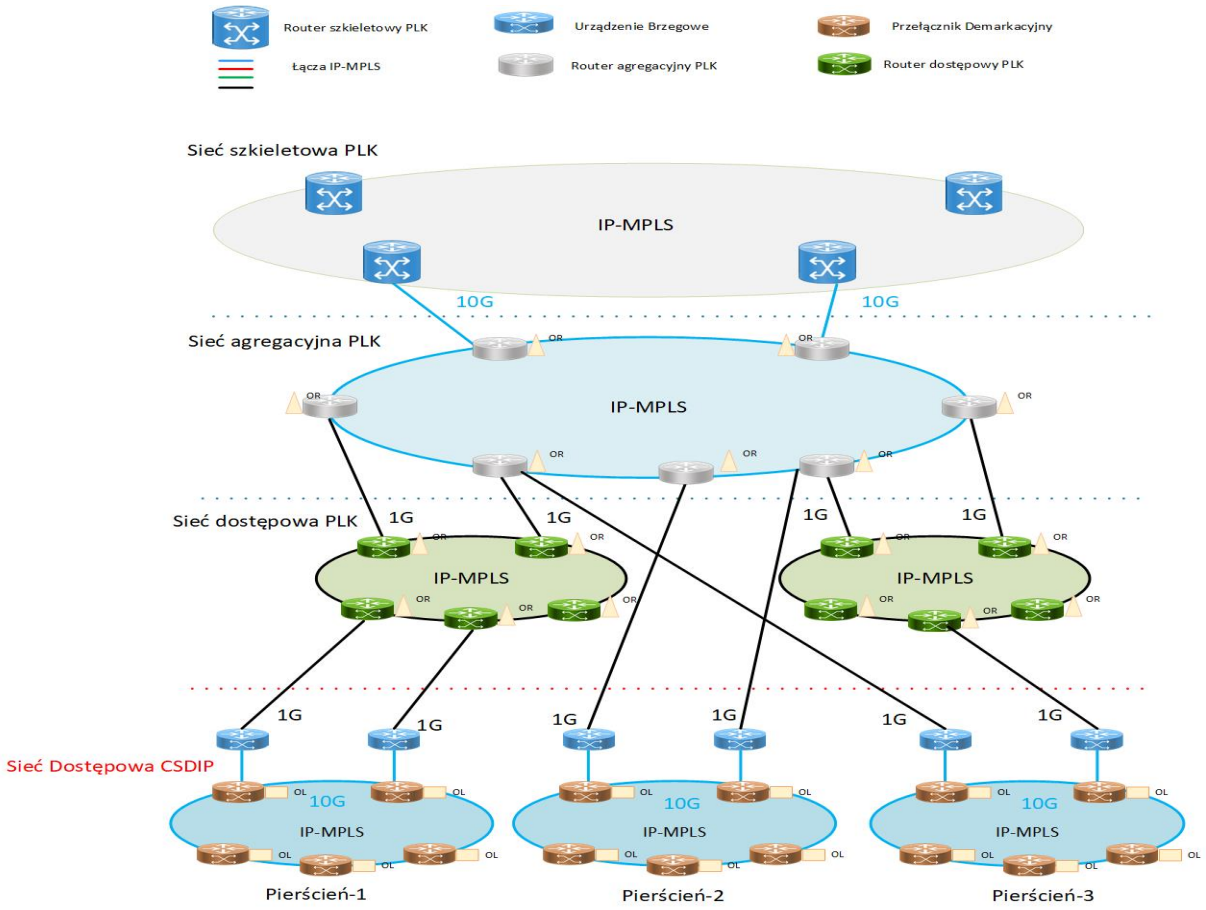
| | Pierścień Agregacyjny PLK | Pierścień Dostępowy PLK |
|---|---|---|
| Przepustowość w pierścieniu Sieci PLK | 10 Gb/s | 1 Gb/s |
| Maksymalne pasmo dla obsługi ruchu CSDIP, SPA i SMW | 5 Gb/s | 300 Mb/s |

**§ 8.**

**Warianty połączenia Sieci Dostępowych CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK**

1. Budowane pierścienie Sieci Dostępowej CSDIP mogą być podłączone do Sieci Agregacyjnej PLK i Sieci Dostępowej PLK, należy jednak mieć na uwadze ograniczenia pasma opisane w § 7 ust. 10 i 11. Dopuszczalne warianty podłączenia Urządzeń Brzegowych z pierścienia do Sieci Teletransmisyjnej PLK to:
   1) Podłączenie obu Urządzeń Brzegowych z pierścienia do Sieci Dostępowych PLK;
   2) Podłączenie obu Urządzeń Brzegowych z pierścienia do Sieci Agregacyjnej PLK;
   3) Podłączenie pierwszego Urządzenia Brzegowego z pierścienia do Sieci Dostępowych PLK, a drugiego do Sieci Agregacyjnej PLK.

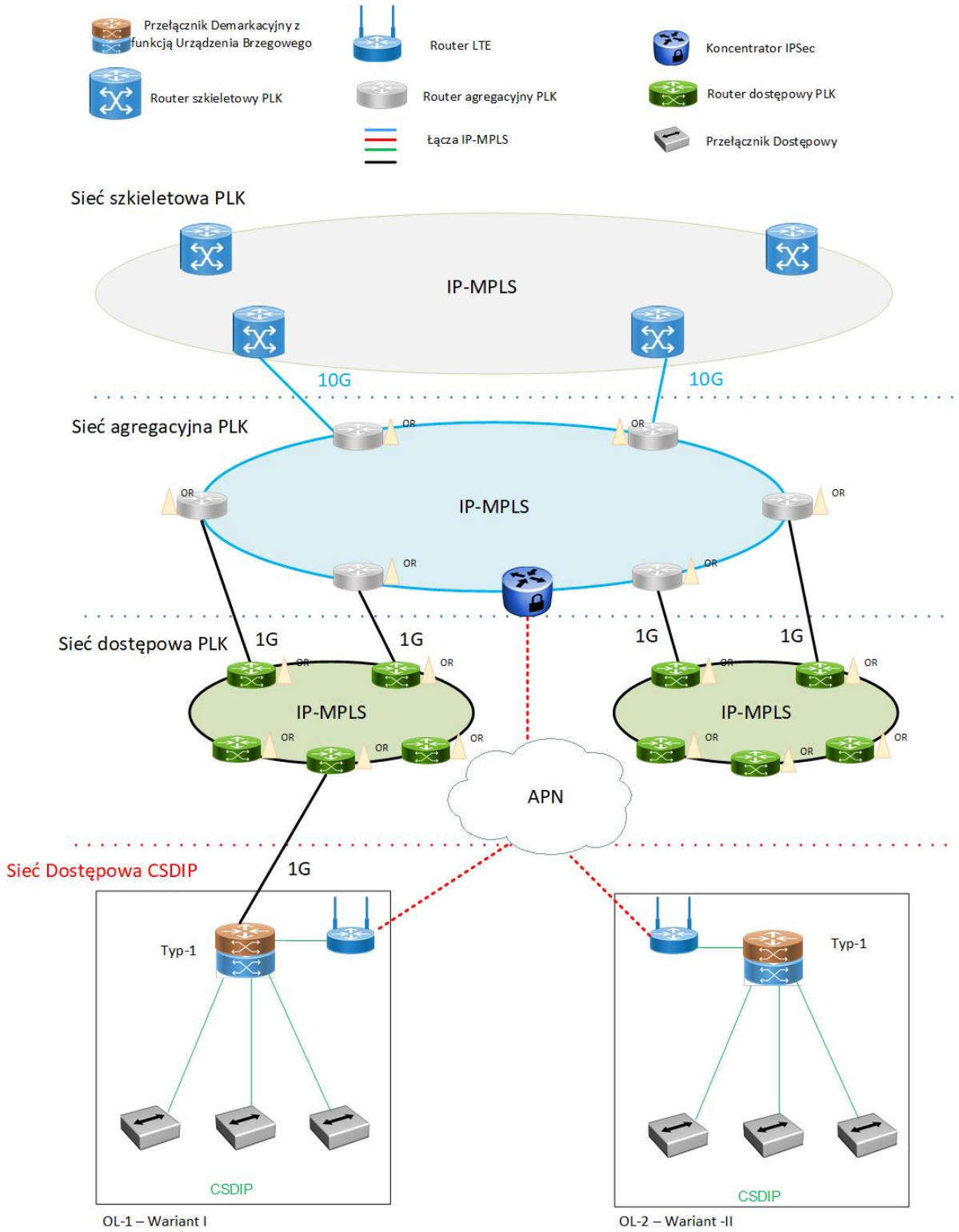
   Możliwe warianty zostały przedstawione na rysunku 4, na którym:
   1) Pierścień-1 - podłączony do Sieci Dostępowej PLK;
   2) Pierścień-2 - podłączony do Sieci Agregacyjnej PLK;
   3) Pierścień-3 - podłączony do Sieci Dostępowej PLK i Sieci Agregacyjnej PLK.




Rysunek 11 Warianty podłączenia Pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP do Sieci Teletransmisyjnej PLK

2. W przypadku pojedynczych obiektów liniowych, w których występuje tylko usługa CSDIP (bez SMW) i które nie są częścią budowanego pierścienia, dopuszcza się dwa warianty dostępu do Sieci Teletransmisyjnej PLK, przy czym „Wariant I” zapewnia wyższy poziom niezawodności.
   1) Wariant I – główne połączenie do Routera Dostępowego PLK i jako zapasowe podłączenie przez łącze mobilne LTE. Wariant ten zakłada, że ruch będzie się automatycznie przełączał w chwili awarii łącza głównego na zapasowe;
   2) Wariant II – główne połączenie tylko przez łącze mobilne LTE. Ten wariant nie wymaga uruchomienia protokołu BGP na styku z Siecią Teletransmisyjną PLK.

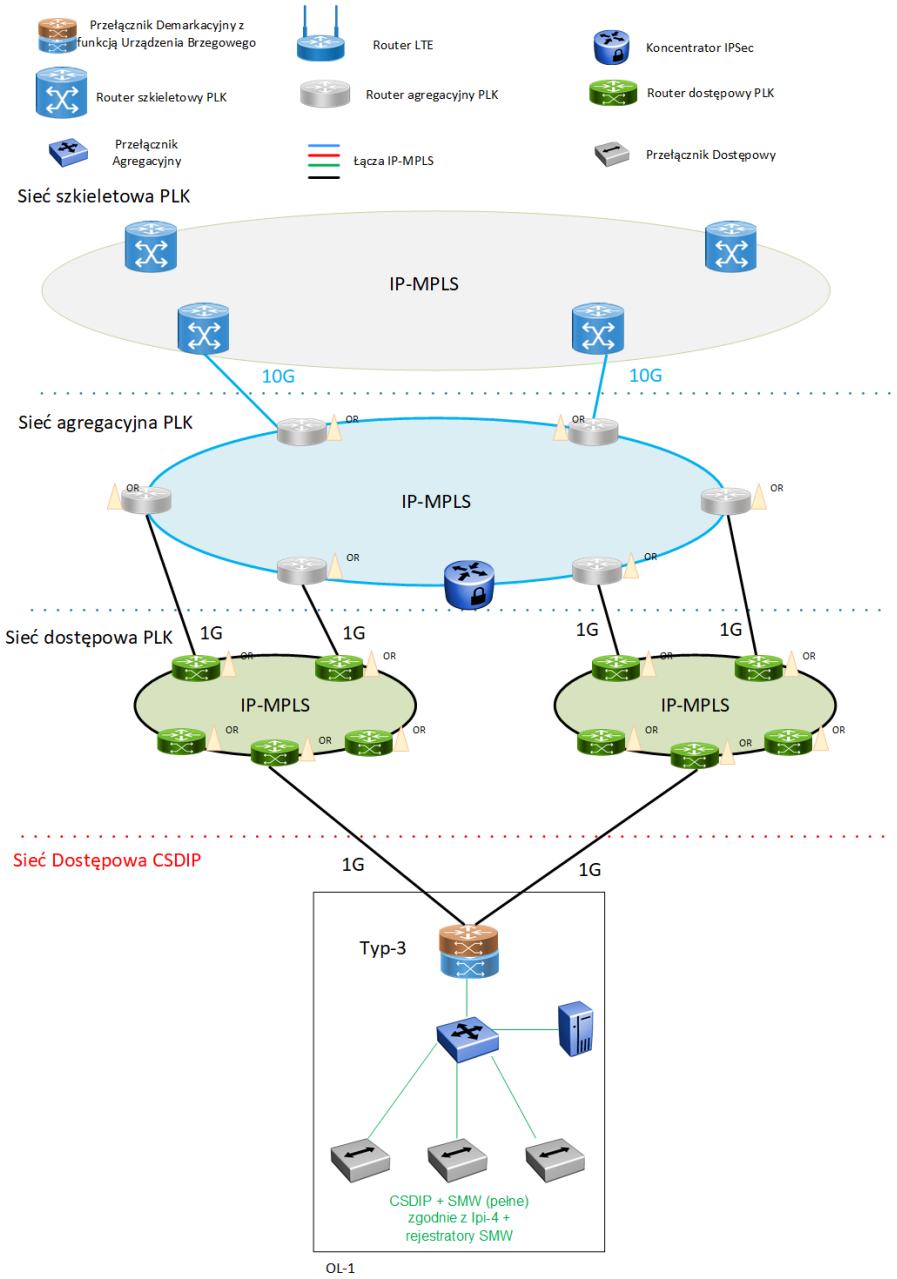
W obu wariantach nie stosuje się dedykowanego Urządzenia Brzegowego. W wariancie I jego rolę pełni Przełącznik Demarkacyjny Typ-1. W Wariancie II rolę Urządzenia Brzegowego pełni przemysłowy Router LTE. Wymagania na temat technologii LTE zostały opisane w § 9.




Rysunek 12 Warianty podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK dla Obiektów Liniowych z usługą CSDIP

3. W przypadku pojedynczych obiektów liniowych, w których występują wszystkie usługi (CSDIP + SMW (pełne) zgodnie z Wytycznymi Ipi-4 + rejestratory SMW) i które nie są częścią budowanego pierścienia, dopuszcza się tylko jeden wariant dostępu do Sieci

Teletransmisyjnej PLK. Dla tego wariantu nie stosuje się dedykowanego Urządzenia Brzegowego. Jego rolę pełni Przełącznik Demarkacyjny Typ-3 podłączony do dwóch geograficznie odległych Punktów Styku Sieci Teletransmisyjnej PLK.




Rysunek 13 Warianty podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK dla Obiektów Liniowych z usługą CSDIP + SMW (pełne)

**§ 9.**

**Zapewnienie transmisji dla Systemów CSDIP, SMW i SPA w okresie braku gotowości Sieci Teletransmisyjnej PLK**

1. W przypadku, gdy na modernizowanym odcinku linii kolejowej występuje brak gotowości obiektów Sieci Teletransmisyjnej PLK (Punktów Styku Sieci) wówczas należy zapewnić

tymczasowe łącza transmisyjne na potrzeby dołączenia Systemów CSDIP do serwerów aplikacji CASDIP.

2. Połączenie urządzeń Sieci Dostępowej CSDIP z serwerami aplikacji CASDIP zlokalizowanymi w Warszawie i Sosnowcu może być zrealizowane z wykorzystaniem:
   1) dzierżawionych łączy od operatorów zewnętrznych;
   2) łączy mobilnych w standardzie LTE (dedykowany APN).

   Dla lokalizacji wyspowych jedno z takich rozwiązań może być traktowane jako docelowe. Każdy przypadek wymaga zgody Jednostki Merytorycznej.
3. Konfiguracje logiczne w Sieci Teletransmisyjnej PLK będą wykonane przez PLK SA.
4. W przypadku realizacji połączenia do CASDIP z wykorzystaniem łączy dzierżawionych należy zapewnić transmisję danych w technologii punkt-punkt (P2P) lub IP VPN MPLS, o parametrach technicznych wymaganych dla poprawnego działania Systemów CSDIP, zakończonych w następujących lokalizacjach:
   1) serwerownia PLK SA Sosnowiec, ul. 3 Maja 16a;
   2) serwerownia PLK SA Warszawa, ul. Targowa 74;
   3) wskazanych lokalizacjach węzłów Sieci Agregacyjnej.

   Parametry łączy takie jak przepustowość, typ łącza itp. należy uzgodnić z Jednostką Merytoryczną.
5. Zestawione łącza punkt-punkt (P2P) lub IP VPN MPLS pomiędzy wskazanymi lokalizacjami końcowymi muszą się charakteryzować stałymi parametrami transmisyjnymi. Zależnie od uwarunkowań lokalizacyjnych i zapotrzebowania, tor transmisyjny jest realizowany bezpośrednio na wydzielonym łączu kablowym lub radiowym w paśmie koncesjonowanym, lub też transmisja jest realizowana poprzez zestaw łączy dostępowych do sieci szkieletowej, w której wydzielane są kanały cyfrowe. Łącza mogą służyć zarówno do transmisji danych, jak i głosu czy obrazu.
6. Niezależnie od metody realizacji, relacja danego łącza – punkty zakończeń sieci pozostają stałe i należy dla nich zapewnić:
   1) ciągłość połączenia;
   2) stałość parametrów;
   3) symetryczne pasmo w obie strony;
   4) nielimitowany transfer danych;
   5) wydzielenie zasobów transmisyjnych dla danej usługi w całym torze transmisyjnym.
7. Łącza P2P muszą obsługiwać transmisję Ethernet/IP.
8. Po dokonaniu odbiorów końcowych i przekazaniu do eksploatacji zabudowanych Systemów CSDIP, SMW i SPA należy dokonać cesji umów dzierżawy łączy na rzecz PLK SA.

9. W przypadku łącza mobilnego LTE poprzez dedykowany APN, należy zapewnić router GSM LTE o parametrach nie gorszych niż wskazane poniżej:
   1) obsługa standardu LTE kat 6;
   2) pełna zgodność z technologią Cisco DMVPN, wykorzystywaną w działających urządzeniach CSDIP (w przypadku routerów Cisco konieczne jest zapewnienie odpowiedniej licencji Security dla protokołu DMVPN, oraz wersji oprogramowania pokładowego niewymagającego licencji Smart);
   3) poziom sygnału (należy uwzględnić zastosowanie odpowiednich anten w celu uzyskania poniższych wartości):
      a) RSRP większe niż -105 dBm,
      b) RSSI większe niż -95 dBm,
      c) RSRQ większe niż -20 dBm;
   4) minimum 2 porty Ethernet LAN.
10. W przypadku stosowania routera LTE tworzenie odrębnych VRF-ów jest wykluczone, połączenie będzie traktowane jak tunel VPN.
11. Ze względu na ograniczoną przepustowość łącze LTE będzie wykorzystane wyłącznie dla dostępu do systemu CASDIP, nie może być wykorzystywane do transmisji sygnałów wideo SMW (online, zarejestrowane, analityka) a jedynie do nadzoru systemu VMS.
12. Łącza tymczasowe muszą funkcjonować do momentu uruchomienia Sieci Teletransmisyjnej.

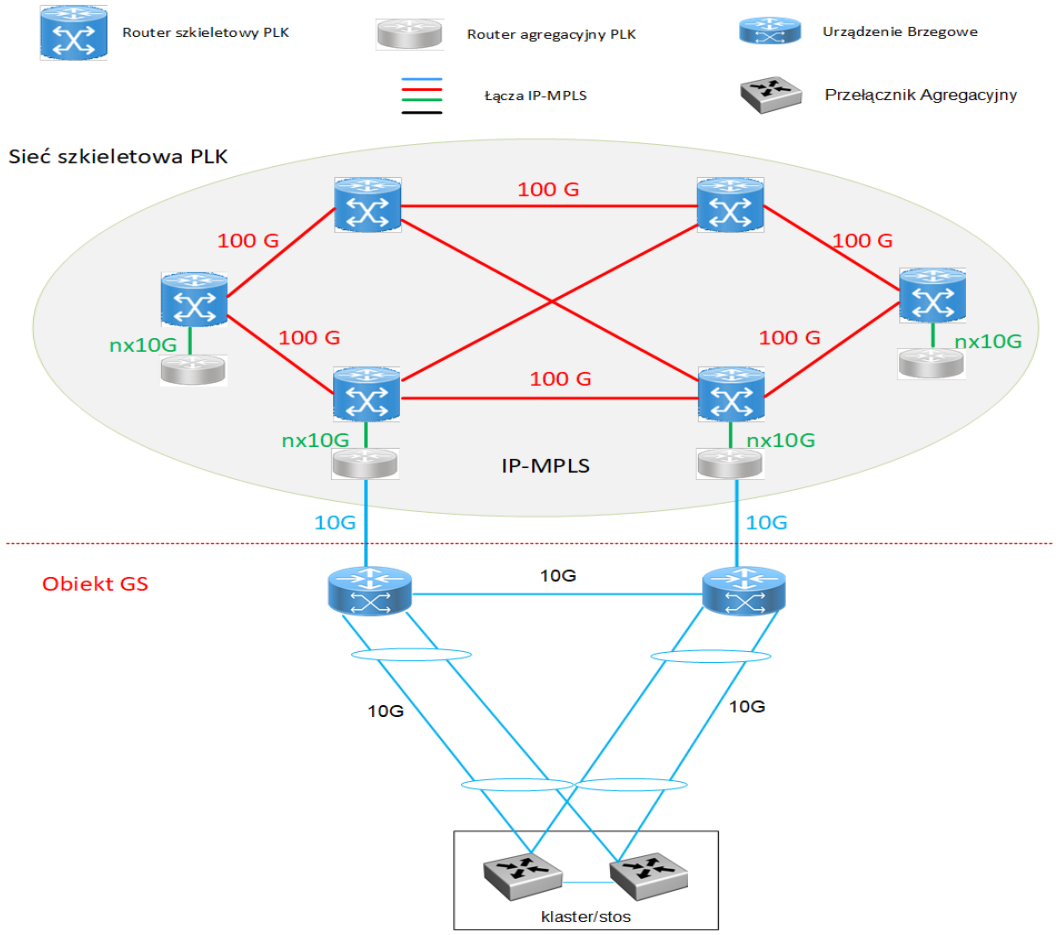
**§ 10.**

**Punkt Styku Sieci (PSS) GS z Siecią Teletransmisyjną PLK**

1. Podłączenie GS do Urządzeń Sieci Agregacyjnej PLK powinno być wykonane za pomocą dwóch dedykowanych Urządzeń Brzegowych, które nie mogą być częścią budowanych pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP.
2. Szczegółowe warunki, które muszą spełniać Urządzenia Brzegowe, zostały opisane w § 18 oraz w § 32.
3. Punkt Styku Sieci dla Urządzeń Brzegowych dedykowanych do obsługi GS ma być zrealizowany w węzłach Sieci Szkieletowej PLK (OSZ).
4. Punkt Styku Sieci musi być zrealizowany do dwóch geograficznie oddalonych węzłów w Sieci Teletransmisyjnej PLK.
5. Jeżeli odległość od któregokolwiek z węzłów Sieci Szkieletowej PLK będzie przekraczała maksymalną długość przęsła optycznego właściwego dla danego typu podłączenia – należy zapewnić dodatkowe urządzenia regenerujące i/lub wzmacniające sygnał

optyczny. Urządzenia te mogą być instalowane w Obiektach Radiokomunikacyjnych Systemu GSM-R na zasadach opisanych w odrębnym opracowaniu.

6. Punkt Styku Sieci należy zrealizować w oparciu o interfejsy optyczne o przepustowości 10 Gb/s.
7. Urządzenia Brzegowe muszą korzystać z interfejsów dostępnych w Urządzeniach Sieci Szkieletowej PLK. W przypadku braku dostępnych interfejsów należy doposażyć Urządzenia Sieci Szkieletowej PLK w wymagane karty liniowe oraz wkładki SFP oraz Licencje.
8. W przypadku, gdy do realizacji połączenia w PSS konieczna jest rozbudowa sprzętowa Urządzeń Sieci Teletransmisyjnej PLK lub zakup dodatkowych Licencji, należy ją uwzględnić w projekcie. Zakres rozbudowy, doposażenia sprzętowego oraz Licencyjnego będzie określany każdorazowo w wydawanych warunkach technicznych.
9. Warunki techniczne podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK wydaje Jednostka Merytoryczna.




Rysunek 14 Warianty podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK dla obiektów GS

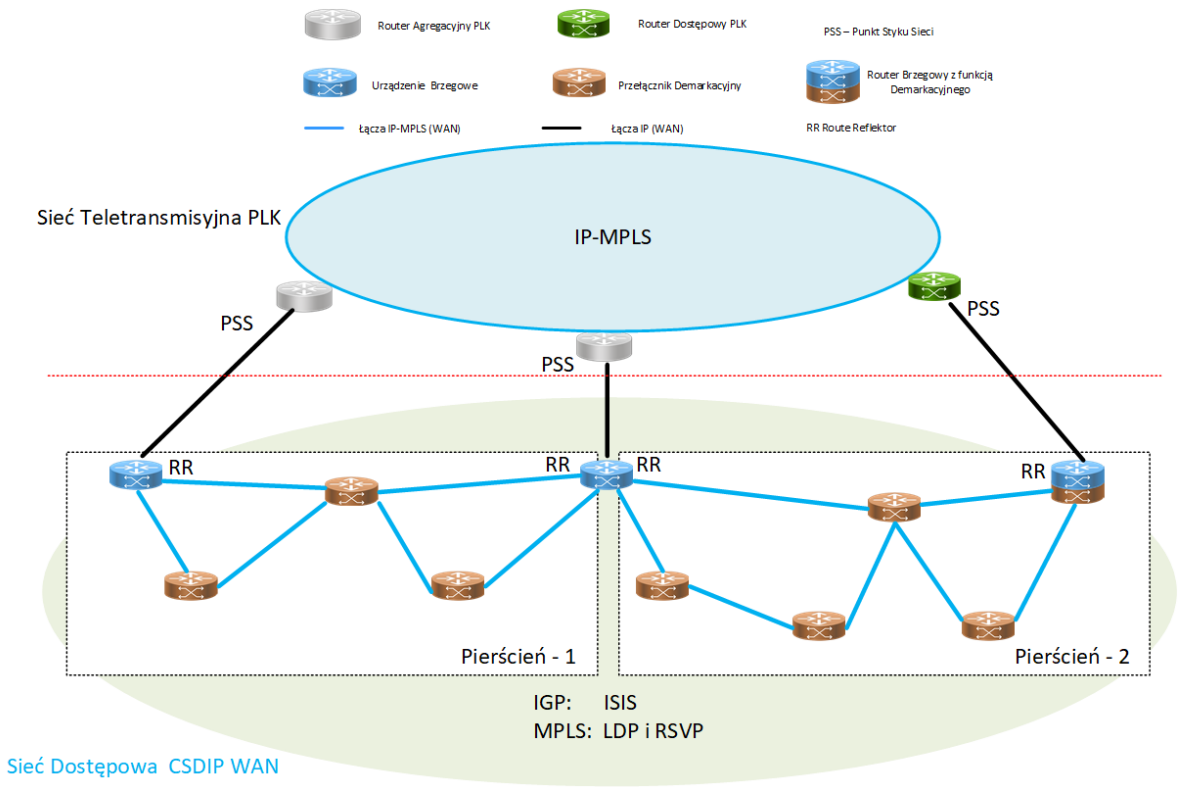
## Rozdział 4.

## Wymagania dotyczące budowy i rozbudowy Sieci Dostępowej CSDIP oraz GS – Warstwa logiczna

### § 11.

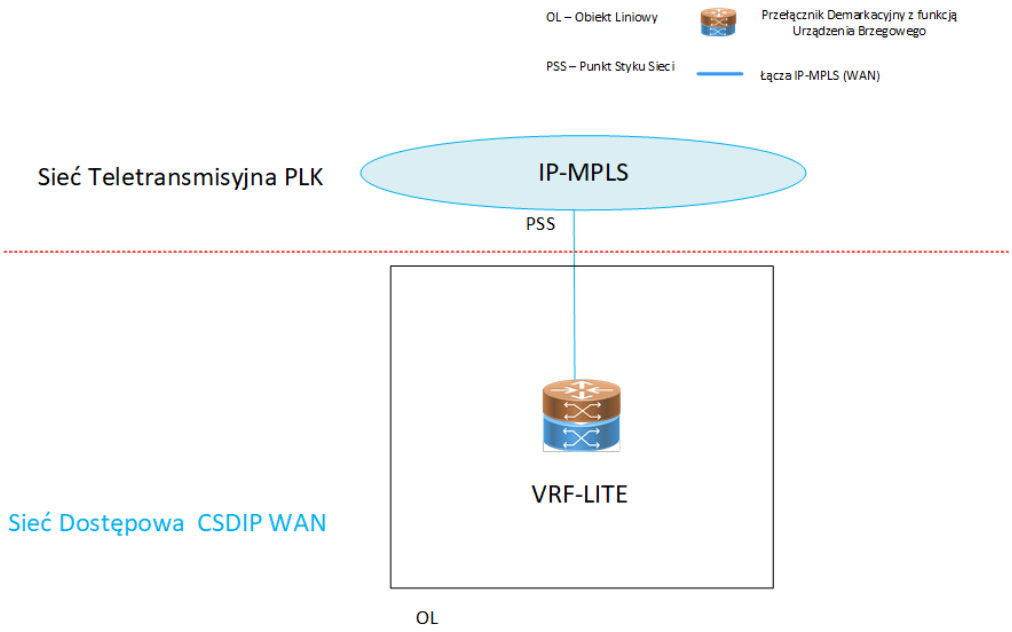
### Warstwa logiczna Sieci Dostępowej CSDIP WAN

1. Sieć Dostępowa CSDIP WAN w przypadku zarówno jednego pierścienia, jak i połączonych ze sobą pierścieni w ramach projektu musi tworzyć jedną ciągłą domenę IP-MPLS. Jako protokół IGP w sieci IP-MPLS należy wykorzystać protokół IS-IS. Jako protokół transportowy w sieci IP-MPLS należy użyć protokołu LDP i RSVP. Poglądowy schemat prezentujący przykładowe dwa połączone pierścienie przedstawia rysunek 9.
2. W celu realizacji usług sieci IP-MPLS: L2VPN i L3VPN należy uruchomić protokół MP-BGP. Funkcję Route Reflektorów (RR) dla protokołu MP-BGP powinny pełnić Urządzenia Brzegowe. Klientami Route Reflektorów powinny być Przełączniki Demarkacyjne. Każdy Przełącznik Demarkacyjny musi mieć dwie sesje iBGP do najbliższych Route Reflektorów w danym pierścieniu. Poglądowy schemat przedstawia rysunek 15.




Rysunek 15 Poglądowa topologia logiczna Sieci Dostępowej CSDIP WAN

3. Punkt Styku Sieci (PSS) z Siecią Teletransmisyjną PLK musi zostać zaplanowany na poziomie IPv4 wykorzystując do tego celu standard Inter-AS opcja A, zdefiniowany przez RFC 4364. Szczegóły dotyczące Punktu Styku Sieci (PSS) zostały opisane w § 7.
4. Należy wystąpić do Jednostki Merytorycznej w celu nadania adresacji IPv4, numeru obszaru dla protokołu IS-IS oraz numeru ASN dla protokołu BGP.
5. Dla przypadków pojedynczego węzła, który nie jest częścią pierścienia należy zastosować podział Przełącznika Demarkacyjnego na wirtualne instancje i uruchomić funkcję VRF-lite.
6. Dla topologii pojedynczego węzła, który nie jest częścią pierścienia nie ma konieczności uruchamiania protokołu IGP i MP-BGP.




Rysunek 16 Poglądowa topologia logiczna pojedynczego węzła Sieci Dostępowej CSDIP WAN

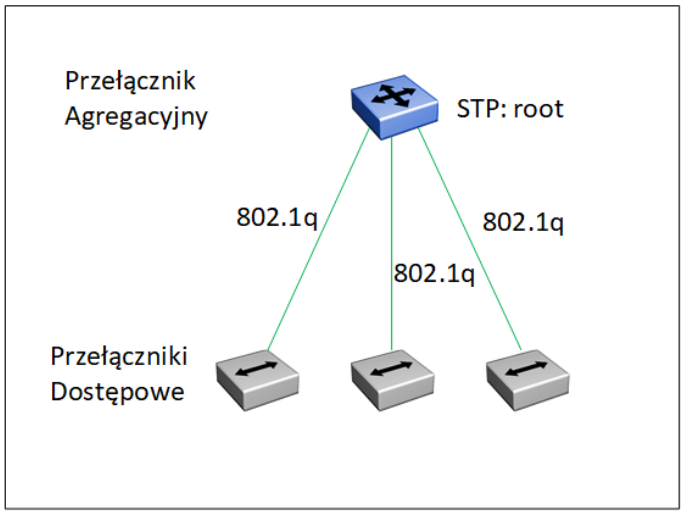
**§ 12.**

**Warstwa logiczna Sieci Dostępowej CSDIP LAN**

1. Sieć Dostępowa CSDIP LAN powinna mieć fizyczną topologię gwiazdy. Punktem agregującym ruch z Przełączników Dostępowych jest Przełącznik Agregacyjny. Każde połączenie pomiędzy Przełącznikiem Agregacyjnym a Przełącznikiem Dostępowym musi zostać skonfigurowane jako tagowane z enkapsulacją 802.1q. Przełącznik Agregacyjny musi umożliwiać separację tablic routingu i wspierać wirtualizację.
2. Dla zapewnienia dodatkowej niezawodności należy na każdym z połączeń pomiędzy przełącznikami uruchomić protokół STP, gdzie urządzeniem głównym (STP root) będzie Przełącznik Agregacyjny.

3. Cała Sieć Dostępowa CSDIP LAN musi zostać podzielona na VLANy, odpowiadające poszczególnym Systemom CSDIP. Szczegóły na temat przypisania poszczególnych usług do VLANów znajdują się w opisie usług § 14.
4. W zależności od wielkości budowanego obiektu i ilości elementów końcowych należy również uwzględnić kwestie zwiększonej dostępności i niezawodności. Aby zwiększyć poziom dostępności i niezawodności należy użyć stosu Przełączników Agregacyjnych i zdublować połączenia pomiędzy Przełącznikami Dostępowymi a Przełącznikami Agregującymi. Do tego celu połączenia należy utworzyć logiczny interfejs LAG – standard 802.3ad.

Poglądowy schemat topologii Sieci Dostępowej CSDIP LAN przedstawia rysunek 17.




Rysunek 17 Poglądowa topologia Sieci Dostępowej CSDIP LAN

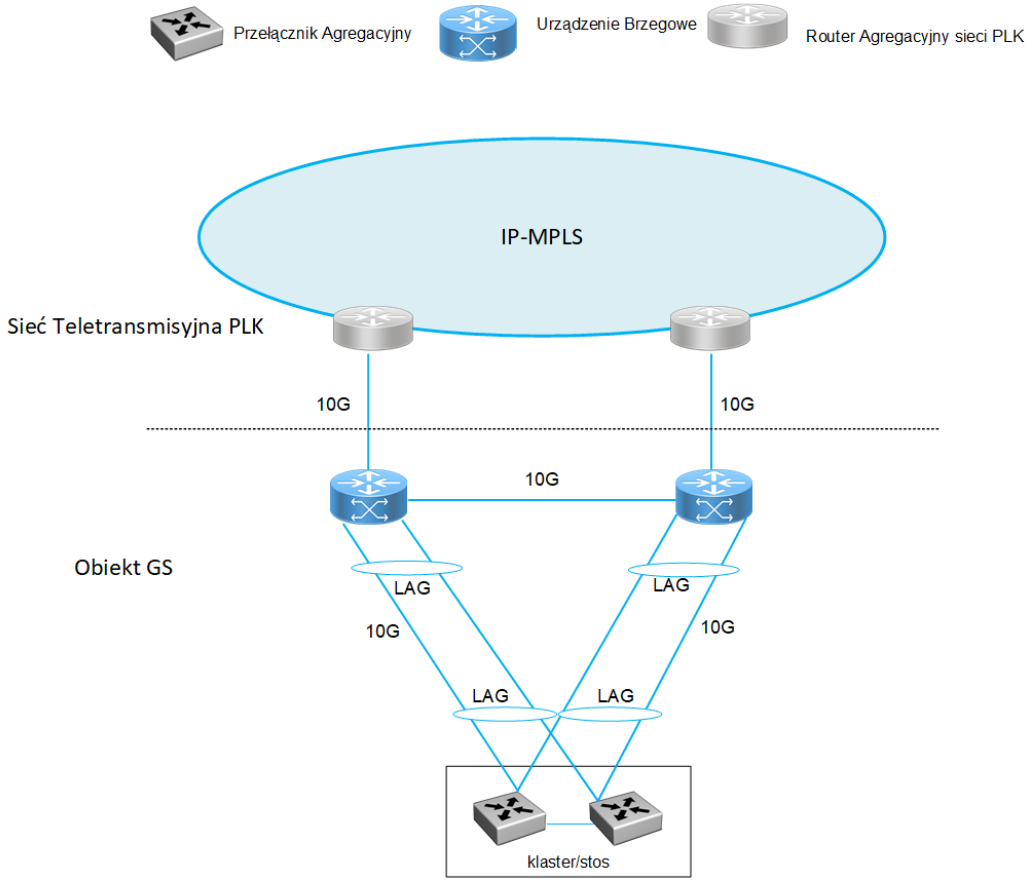
**§ 13.**

**Warstwa logiczna obiektu GS**

1. Obiekt GS (jeśli jest wymagany w projekcie) musi być podłączony bezpośrednio do Sieci Teletransmisyjnej PLK, a nie budowanej Sieci Dostępowej CSDIP. Z punktu widzenia architektury MPLS Sieci Teletransmisyjnej PLK Urządzenia Brzegowe wykorzystane do budowy GS będą pełniły funkcję routerów CE. Muszą spełniać wymagania dla Urządzeń Brzegowych opisanych w Wymaganiach.
2. W nowo wybudowanym obiekcie GS należy użyć dwa dedykowane Urządzenia Brzegowe i utworzyć dwa styki do dwóch różnych urządzeń Sieci Agregacyjnej PLK o przepustowości minimum 10 Gb/s każdy. Warunki podłączenia z Siecią Teleinformatyczną PLK znajdują się w § 10 ust. 4-8.
3. Obiekt GS musi być wyposażony w minimum dwa Przełączniki Agregujące pracujące w klastrze lub stosie. Przełączniki muszą umożliwiać separację tablic routingu i wspierać

wirtualizację. Przełączniki te zostaną wykorzystane do podłączenia serwerów i będą terminować lokalne podsieci. Do tego celu musi na nich zostać uruchomiona funkcjonalność L3.

4. Z założenia Przełącznik Agregujący będzie domyślną bramą dla wszystkich skonfigurowanych podsieci w ramach VLANu dostępowego. Każdy z przełączników w klastrze lub stosie musi być podłączony do Urządzenia Brzegowego minimum jednym interfejsem 10G.
5. Oba połączenia do Urządzenia Brzegowego muszą prezentować się jako jedno połączenie typu LAG z uruchomionym protokołem LACP. Z punku widzenia Urządzenia Brzegowego dwa przełączniki muszą prezentować się jako jedno logiczne urządzenie.




Rysunek 18 Warstwa logiczna obiektu GS

**§ 14.**

**Wymagania na warstwę usługową dla Systemów CSDIP**

1. Zestaw niezbędnych parametrów koniecznych do wykreowania i odpowiedniego skonfigurowania usług dla Systemów CSDIP w Sieci Teletransmisyjnej PLK należy przekazać do Centrum Zarządzania Siecią PLK SA.
2. Wszystkie usługi w Sieci Dostępowej CSDIP WAN powinny zostać skonfigurowane jako L3VPN według standardu RFC 4364. Izolację poszczególnych usług należy zacząć

już na poziomie Sieci Dostępowej CSDIP LAN, gdzie poszczególne VLANy będą zakończone w odpowiadającej instancji VRF (ang.VPN Routing and Forwarding). Punkt styku z Siecią Teletransmisyjną PLK oparty o standard Inter-AS opcja A zapewni dostęp dla poszczególnych instancji VRF do koniecznych centralnych zasobów znajdujących się po stronie Sieci Teletransmisyjnej PLK. Numer ASN w Sieci Teletransmisyjnej PLK. Konieczne informacje dla utworzenia poszczególnych instancji VRF oraz parametry RD i RT przedstawia tabela 7.

Tabela 7 Parametry wejściowe dla usług MPLS w budowanej sieci

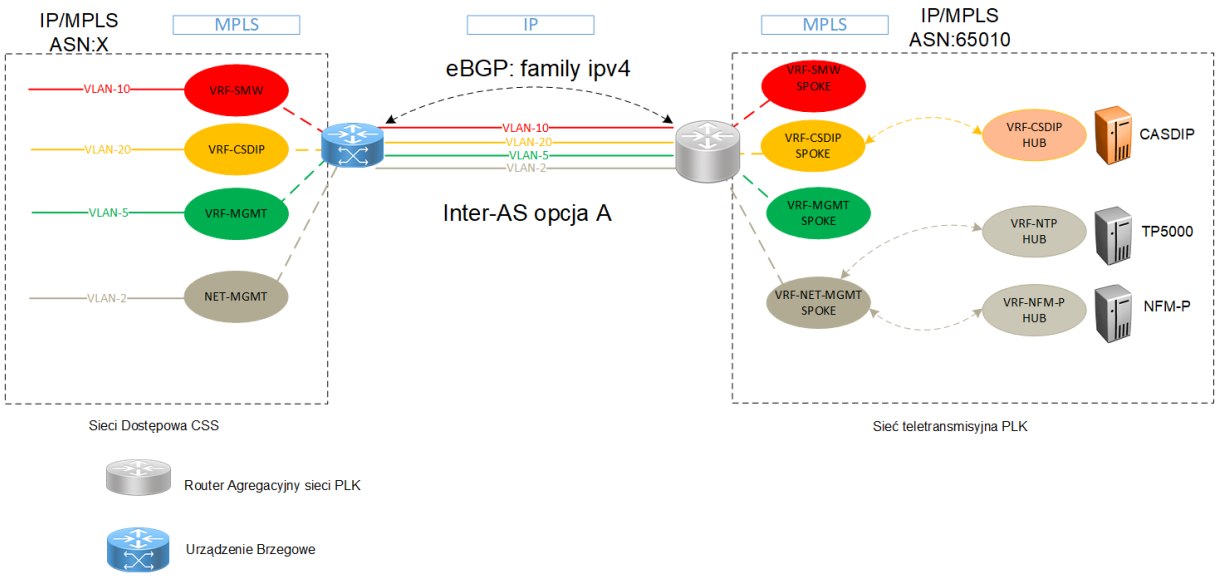
| L.p. | Nazwa VRF | Przeznaczenie | Numery VLANu | RD (Route Distinguisher ) | RT (Route Target) import/export | Topologia VRF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | VRF-MGMT | VRF dla zarządzania elementami SMW i SDIP, UPS itp. | 5 | <loopback_ip>:5 | ASN:5/ASN:5 | full-mesh |
| 2 | VRF-SMW | VRF dla systemu wizyjnego SMW i SPA | 10 | <loopback_ip>:10 | ASN:10/ASN:10 | full-mesh |
| 3 | VRF-CSDIP | VRF dla systemu SDIP | 20 | <loopback_ip>:20 | ASN:20/ASN:20 | full-mesh |

3. Po stronie PLK SA Sieć Teletransmisyjna PLK umożliwi dostęp do wymaganych zasobów dla systemów CASDIP i SMW.
4. Dla celów zarządzania przez System Zarządzania Siecią i dostępu do serwera czasu NTP (serwer TP 5000) elementami budowanej Sieci Dostępowej CSDIP WAN i Sieci Dostępowej CSDIP LAN należy na PSS ogłosić wszystkie konieczne podsieci. Po stronie Sieci Dostępowej CSDIP WAN podsieci będą ogłaszane z globalnej tablicy routingu.

Tabela 8 Parametry wejściowe dla usługi zarządzania siecią

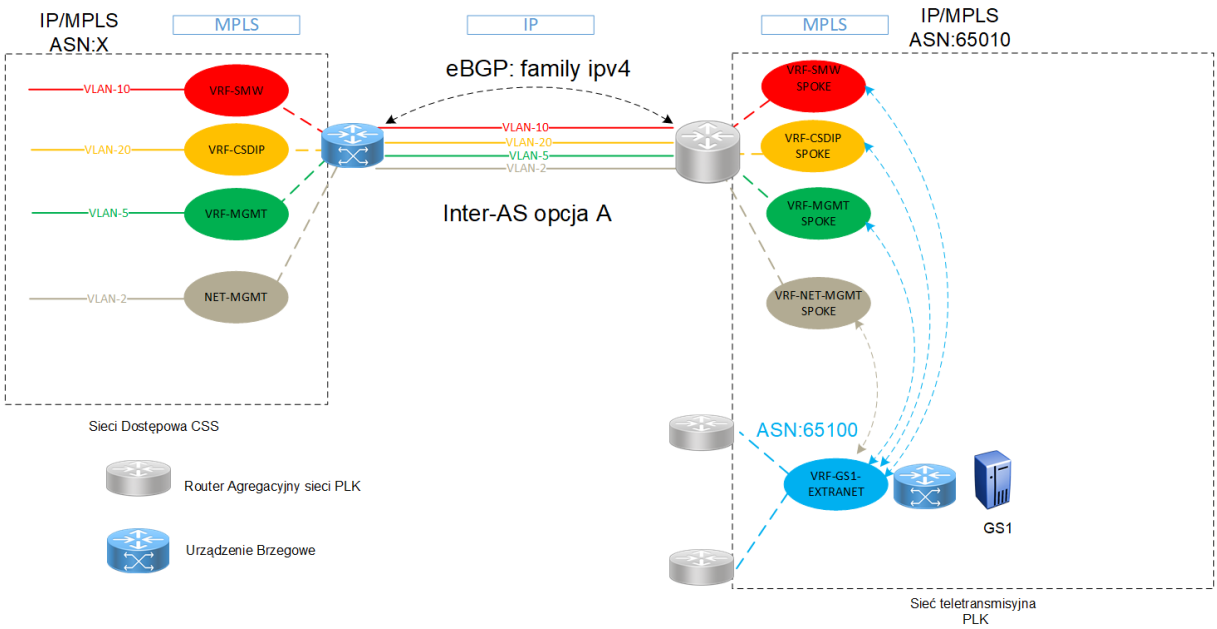
| L.p. | Nazwa usługi | Przeznaczenie | Numer VLANu |
|---|---|---|---|
| 1 | NET-MGMT | Zarządzanie elementami sieciowymi. | 2 |

Informację zbiorczą na temat kreowania usług w Sieci Dostępowej CSDIP i Punktem Styku z Siecią Teletransmisyjną PLK przedstawia rysunek 19.




Rysunek 19 Architektura usług budowanej sieci i PSS

5. W Sieci Telekomunikacyjnej PLK został uruchomiony zasób GS1, aby umożliwić dostęp do systemów i aplikacji tam działających. Zasób ten jest widoczny jako dedykowany VRF typu extranet w Sieci Telekomunikacyjnej PLK. W miarę potrzeb istnieje możliwość doposażenia zasobu GS1 o dodatkowe serwery i aplikacje. W przypadku potrzeby uruchomienia dodatkowego centrum GS, szczegóły i wymagania na zasoby sieciowe wymagane w GS zostały opisane w § 10 ust. 4-8, warstwa logiczna w § 13.




Rysunek 20 Architektura usług budowanej sieci i dostęp do GS1

6. W budowanej Sieci Dostępowej CSDIP mechanizm zarządzania jakością usług (QoS) powinien opierać się na modelu Diff-Serv. Parametry CIR/PIR dla poszczególnych klas ruchu powinny wynikać z wyliczeń i analizy matrycy ruchu w pierścieniach.

7. Tabela 9 zawiera kryteria znakowania i przydziału ruchu do poszczególnych klas oraz maksymalne opóźnienie.
8. Klasyfikacja danego urządzenia do zdefiniowanej klasy ruchu powinna odbywać się już na przełącznikach dostępowych LAN. Kolejkowanie i zarządzenie natłokiem powinno zostać skonfigurowane na Przełącznikach Demarkacyjnych i Urządzeniach Brzegowych.

Tabela 9 Parametry wejściowe dla QoS w budowanej sieci

| Kolejka | Przeznaczenie | MPLS EXP | DSCP | Max. opóźnienie | CIR/PIR |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Protokoły routingu/ruch kontrolny | 7 | NC2 | 10 ms | Należy wyliczyć |
| 7 | Zarządzenie - NET-MGMT, NTP. | 6 | NC1 | 10 ms | Należy wyliczyć |
| 6 | Voip (transmisja głosu) SPA | 5 | EF | 5 ms | Należy wyliczyć |
| 5 | Video (transmisja z kamer) SMW | 4 | AF41 | 50 ms | Należy wyliczyć |
| 4 | Elementy systemu CSDIP | 3 | AF31 | 50 ms | Należy wyliczyć |
| 3 | Zarządzanie elementami CSDIP, SMW, SPA - MGMT | 2 | AF21 | 50 ms | Należy wyliczyć |
| 2 | Rezerwa | 1 | AF11 | - | - |
| 1 | Best Effort | 0 | BE | 100 ms | 0 / 100% |

9. Z uwagi na wymagania systemu SMW, każdy z pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP musi zapewniać poniższe parametry jakościowe dla przekazywanych pakietów. Pomiaru należy dokonać na całej drodze, tj. od kamer do urządzenia rejestrującego (od portu do portu przełączników, do których te urządzenia są wpięte).

Tabela 10 Parametry jakościowe w pierścieniu Sieci Dostępowej CSDIP

| Parametry (One-Way Delay) | Wartość maksymalna | Wartość średnia |
|---|---|---|
| opóźnienie przesyłania pakietów (Delay) | 15 ms | 10 ms |
| nierównomierność przesyłania pakietów (Jitter) | 5 ms | |
| utrata pakietów (Packet Lost) | 0,2 % | |

**§ 15.**

**Bezpieczeństwo Sieci Dostępowej CSDIP**

1. W budowanej sieci Dostępowej CSDIP należy wdrożyć wysoki poziom bezpieczeństwa dla wykorzystanych protokołów i dostępu do urządzeń sieciowych.
2. Wymaga się dla Sieci Dostępowej CSDIP WAN:
   1) Wyłączenie nieużywanych usług na urządzeniach sieciowych;
   2) Dostęp do urządzeń sieciowych wyłącznie poprzez protokół SSHv2;
   3) Ustawienie dostępu SSH i SNMP tylko z określonej puli IP (sieć zarządzania);
   4) Blokowanie konta na kilka minut przy nieudanej próbie uwierzytelniania;
   5) Ustawienie silnego lokalnego hasła składającego się z minimum 14 znaków zawierającego: duże i małe litery oraz cyfry i znaki specjalne;
   6) Wyłączenie administracyjne nieużywanych portów dostępowych;
   7) Uwierzytelniania komunikacji dla protokołu IS-IS;
   8) Uwierzytelnianie komunikacji dla protokołu LDP/RSVP;
   9) Uwierzytelnianie komunikacji dla protokołu BGP;
   10) Uruchomienie ochrony głównego CPU karty zarządzającej za pomocą filtrów i limitów na liczbę pakietów.
3. Wymaga się dla Sieci Dostępowej CSDIP LAN:
   1) Wyłączenie nieużywanych usług na urządzeniach sieciowych;
   2) Dostęp do urządzeń sieciowych wyłącznie poprzez protokół SSHv2;
   3) Ustawienie dostępu SSH i SNMP tylko z określonej puli IP (sieć zarządzania);
   4) Blokowanie konta na kilka minut przy nieudanej próbie uwierzytelniania;
   5) Ustawienie silnego lokalnego hasła składającego się z minimum 14 znaków zawierającego: duże i małe litery oraz cyfry i znaki specjalne;
   6) Wyłączenie administracyjne nieużywanych portów dostępowych.
4. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa teleinformatycznego:
   1) Należy wykonać analizę zagrożeń związanych z cyberbezpieczeństwem oraz wprowadzić odpowiednie środki zaradcze na stwierdzone ryzyka w stosunku do wszystkich systemów dostarczanych w ramach Zamówienia.
   2) Analiza ryzyka powinna obejmować identyfikację wektorów ataków cybernetycznych na poszczególne komponenty dostarczanego systemu, w tym wektory związane ze znanymi podatnościami wdrażanych komponentów, identyfikację zastosowanych mechanizmów cyberbezpieczeństwa oraz potencjalne konsekwencje ataku cybernetycznego.

3) Wykonawca zobowiązany jest określić poziom ryzyka związanego z atakami cybernetycznymi dla poszczególnych komponentów dostarczanego systemu, korzystając z matrycy ryzyka dostarczonej przez Zamawiającego.
4) Analiza powinna również zawierać rekomendacje działań mających na celu obniżenie prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka lub zmniejszenie skutków jego materializacji.
5) Wykonawca powinien uzgodnić z Zespołem ds. cyberbezpieczeństwa analizę ryzyka związanego z cyberbezpieczeństwem dostarczanych systemów.
6) Wykonawca powinien opracować raport z analizy ryzyka związanego z cyberbezpieczeństwem.
7) Wykonawca powinien zweryfikować, czy w analizie uwzględniono wszystkie komponenty składające się na system.
8) Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć schematy sieciowe systemów, a także systemów wspierających i wspomagających, uwzględniające sieć Ethernet oraz urządzenia podłączone za pomocą protokołów szeregowych (np. Modbus RTU, CAN itp.), zgodnie z zakresem projektu. Schematy powykonawcze muszą zawierać wszystkie zmiany wprowadzone podczas wdrożenia, które nie zostały uwzględnione w schematach projektu wykonawczego. Ponadto, wykonawca powinien dostarczyć listę parametrów transmisji magistral komunikacji szeregowej (takich jak prędkość transmisji, liczba bitów stopu, sprawdzanie parzystości itp.). Wszystkie schematy muszą zostać dostarczone w wersji edytowalnej, w formacie uzgodnionym z Zespołem ds. cyberbezpieczeństwa. Adresacja sieciowa na schematach powinna być umieszczona na osobnej warstwie.
9) Dostarczane systemy nie powinny mieć umiesczonych umyślnie luk bezpieczeństwa tzw. „backdorów”. O wszelkich zidentyfikowanych lukach bezpieczeństwa wykonawca jest zobowiazany niezwłocznie powiadomić Zespół ds. cyberbezpieczeństwa.
10) Wykonawca powinien zapewnić bezpieczeństwo cybernetyczne urządzeń obiektowych, w tym między innymi poprzez kontrolę dostępu i uwierzytelnianie, zastosowanie szyfrowanych połączeń, rejestrowanie zdarzeń na urządzeniach oraz zdarzeń w komunikacji z nimi, monitorowanie i alarmowanie w celu ochrony urządzeń przed nieautoryzowaną modyfikacją lub użyciem.
11) Wykonawca powinien udokumentować zaimplementowane fizyczne i cybernetyczne funkcje bezpieczeństwa oraz dostarczyć instrukcję utrzymania tych funkcji, w tym opis metod zmiany konfiguracji.
12) Wykonawca powinien zweryfikować, czy implementacja funkcji bezpieczeństwa nie wpływa niekorzystnie na jakość komunikacji, taką jak opóźnienia, przepustowość czy czas odpowiedzi.

13) Wykonawca powinien usunąć lub wyłączyć wszystkie funkcje, usługi i procesy, które nie są wymagane do działania lub konserwacji urządzenia, oraz udokumentować wszystkie wyłączone lub usunięte funkcje.
14) Wykonawca powinien zapewnić odpowiednie aktualizacje dla urządzeń obiektowych przez okres określony w umowie, jednak nie krótszy niż 2 lata.
15) Wykonawca powinien udokumentować i przekazać do Zespołu ds. cyberbezpieczeństwa wszystkie ścieżki potencjalnego dostępu zdalnego i zapewnić Zamawiającemu możliwość włączenia i wyłączenia w razie potrzeby. Należy domyślnie wyłączyć dostępy zdalne (inne niż opisane w dokumencie). Dostępy zdalne mogą być realizowane wyłącznie z wykorzystaniem infastruktury Zamawiającego. Zakazane jest instalowanie jakichkolwiek modemów GSM i innych umożliwiających zdalny dostęp z pominięciem infastruktury Zamawiającego. Zaimplementowane rozwiazania dostępu zdalnego muszą wykorzystywać co najmniej dwuskładnikowe uwierzytelnianie.
16) Warunki dostępu zdalnego muszą spełniać wymagania systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji Zamawiającego.
17) Wykonawca nie może bez zgody Zamawiającego tworzyć innych ścieżek dostępu zdalnego.
18) Dostęp do urządzeń powinien być obsługiwany wyłącznie przez SSHv2.
19) Urządzenia powiny zapewniać możliwość obsługi protokołu SNMPv3. Nie dopuszcza się używania protokołów SNMP w wersji niższej niż SNMPv3.
20) Urządzenia powinny być skonfigurowane w ten sposób, że dostęp SSH i SNMP jest możliwy wyłącznie z określonej puli IP przekazanej przez Zamawiajacego.
21) Wykonawca powinien przestrzegać wymagań norm ISA/IEC 62443 lub według wyboru wykonawcy normy CLC/TS 50701:2023 dotyczących projektowania i konfiguracji segmentów sieci dostarczanego systemu.
22) W sieciach należy stosować zarządzalne przełączniki i skonfigurowane w ten sposób, aby jeden z portów miał skonfigurowaną kopię ruchu (SPAN port/Port Mirroring), umożliwiającą Zamawiającemu analizę całego ruchu sieciowego bez ingerencji w ruch sieciowy systemu.
23) Wykonawca przedstawi wytyczne dla Zamawiającego intergacji systemów z systemem gromadzenia logów i systemem SIEM Zamawiającego (port, protokół, struktura pliku, dokumentacja opisowa).
24) Wykonawca dostarczy Zamawiającemu szczegółowe zestawienie logów generowanych przez dostarczany system i urządzenia wchodzące w jego skład, wraz ze szczegółowym wyjaśnieniem znaczenia poszczególnych zdarzeń. Wykonawca zapewni możiwość wysyłania logów do innych systemów Zamawiającego.

Wykonawca opracuje szczegółową dokumentację umożliwiającą integrację w oparciu o otwartą architekturę.

25) Wykonawca powinien podzielić sieci dostarczanych systemów na segmenty i wprowadzić techniczne zabezpieczenia (np. zapory ogniowe, jednokierunkowe urządzenia komunikacyjne lub koncentratory VPN) między segmentami sieci.
26) Urządzenia krytyczne z punktu widzenia sterowania ruchem kolejowym powinny być fizycznie odseprartowane od segmentów innych sieci systemów wspierających czy pomocniczych (np. kontroli dostępu, monitoringu wizyjnego, CSDIP itp.).
27) Wykonawca powinien udokumentować wszystkie ścieżki komunikacji między poszczególnymi segmentami systemów.

5. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa teleinformatycznego dla routerów LTE:
   1) Należy stosować urządzenia przeznaczone do przemysłowego zastosowania ze wsparciem producenta zapewniające w szczególności aktualizację oprogramowania w cyklu życia produktu.
   2) Należy przekazać zamawiającemu dane o EOL i EoS.
   3) Urządzenie musi posiadać możliwość zmiany domyślnych haseł administratora i użytkownika. Domyślne hasła powinny być zmienione i przekazane Zamawiającemu. Niedopuszcza się stosowania jednego hasła do wielu urządzeń.
   4) W przypadku, gdy zdalny dostęp do modemu jest niezbędny, należy pozostawić tylko szyfrowane metody dostępu.
   5) Urządzenie powinno być dostarczone z najnowszą wersję firmware dostarczanego przez producenta.
   6) Urządzenie powinno mieć wbudowane narzędzie do przekazywania logów syslog do wskazanego przez Zamawiającego serwera logów.
   7) Urządzenie powinno być wyposażone w firewall i prawidłowo skonfigurowane w sposób umożliwjaacy realizację tylko porządanych połączeń.
   8) Urządzenie powinno mieć wbudowany i prawidłowo skonfigurowany IDS i IPS, dopuszcza się stosowanie oddzielnych rozwiązań IPS/IDS.

**§ 16.**

**Wymagania na integrację Sieci Dostępowej CSDIP z System Zarządzania Sieci Teletransmisyjnej PLK**

1. Urządzenia dostarczane do budowy Sieci Dostępowej CSDIP muszą być zarządzane z użyciem jednego z poniższych centralnych Systemów Zarządzania Siecią znajdujących się w posiadaniu PLK SA:
   1) NSP (ang. *Network Service Platform*) znanego jako NFM-P (dawniej: 5620 SAM – ang. *Service Aware Manager*) – do obsługi Sieci Teletransmisyjnej PLK oraz urządzeń Sieci Dostępowej CSDIP w zakresie WAN i LAN, opartych o urządzenia Nokia;
   2) Cisco EPNM (ang. *Evolved Programmable Network Manager*) – do obsługi urządzeń Cisco wchodzących w skład pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP WAN (urządzenia demarkacyjne/brzegowe);
   3) Cisco Catalyst Center – do obsługi urządzeń Cisco wchodzących w skład Sieci Dostępowej CSDIP LAN (przełączniki agregacyjne/dostępowe).

   Wybór systemu, do którego należy przyłączyć urządzenia wymaga zgody Jednostki Merytorycznej.
2. Zarządzanie ma być realizowane w sposób natywny ze wskazanego Systemu Zarządzania Siecią. Nie dopuszcza się integracji jako „general object”. Nie dopuszcza się stosowania oprogramowania pośredniczącego i wykorzystania skryptów tłumaczących.
3. Ze względu na unifikację procesów utrzymaniowych wymaga się, aby wszystkie urządzenia pracujące w Sieci Dostępowej CSDIP były zarządzane do poziomu karty, portu oraz usługi z jednego z posiadanych przez PLK Systemów Zarządzania Siecią, pozwalające na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez dany pierścień Sieci Dostępowej WAN pomiędzy dowolnymi portami tej sieć, na całej drodze („end-to-end”).
4. Na potrzeby zabudowy nowych elementów Sieci Dostępowej CSDIP wymagane jest odpowiednie rozbudowanie sprzętowe Systemu Zarządzania oraz implementacji licencji lub subskrypcji koniecznych do poprawnego zarządzania nowo zabudowanymi urządzeniami Sieci Dostępowej CSDIP.
5. Wymagana jest integracja dodawanych urządzeń z systemem zarządzania, przez co należy rozumieć zaprojektowanie i wykonanie wszelkich konfiguracji w urządzeniach oraz w Systemie Zarządzania, w sposób zapewniający ich poprawną współpracę.
6. Nazwy systemów wskazanych w ust. 1 mogą ulec zmianie, w przypadku wprowadzenia przez producentów ich następców.

## Rozdział 5.
## Urządzenia aktywne

### § 17.
### Wymagania ogólne dla urządzeń aktywnych

1. W zależności od realizowanej funkcji oraz miejsca instalacji urządzenia sieci transmisyjnej dzielimy na:
   1) Urządzenia Brzegowe – zapewniają separację Sieci Teletransmisyjnej PLK od pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP. Podstawową ich funkcją jest agregowanie ruchu z pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP WAN oraz ograniczenie wolumenu ruchu przekazywanego w kierunku Sieci Teletransmisyjnej PLK. Urządzenie Brzegowe są kluczową częścią pierścienia Sieci Dostępowej WAN i działają w oparciu o protokół IP-MPLS;
   2) Przełączniki Demarkacyjne – pośredniczą w wymianie danych pomiędzy urządzeniami tworzącymi pierścień Sieci Dostępowej CSDIP WAN oraz urządzeniami końcowymi tworzącymi Sieć Dostępową LAN Obiektu Liniowego (protokół TCP/IP). Przełączniki Demarkacyjne są kluczową częścią pierścienia Sieci Dostępowej WAN i działają w oparciu o protokół IP-MPLS;
   3) Przełączniki Agregacyjne – zapewniają agregację transmisji z przełączników dostępowych (protokół TCP/IP) zlokalizowanych w jednym Obiekcie Liniowym; tworzą Sieć Dostępową CSDIP LAN;
   4) Przełączniki Dostępowe – zapewniają połączenie urządzeń końcowych (kamery, tablice, wzmacniacze itp.), tworzą Sieć Dostępową CSDIP LAN.

   Ogólną topologię połączenia Sieci LAN oraz Obiektów Liniowych przedstawia rysunek 2.
2. Wymagania ogólne dotyczą wszystkich urządzeń aktywnych, niezależnie od funkcji przez nie wykonywanej (Przełącznik Demarkacyjny, Agregacyjny, Dostępowy, Urządzenia Brzegowe). Wymagania specyficzne znajdują się w odpowiednich paragrafach, wymagania wspólne opisano poniżej:
   1) ogólne:
      a) produkowane zgodnie z normami PN-ISO-9001 oraz PN-ISO-14001,
      b) posiadające deklarację CE,
      c) zgodne ze standardem RoHS,
      d) fabrycznie nowe oraz pochodzące z polskiego kanału sprzedaży, lub z autoryzowanego kanału sprzedaży w Unii Europejskiej, o ile dostawca zagwarantuje te same warunki obsługi gwarancyjnej i pogwarancyjnej, jak dla kanału polskiego. Urządzenia nie pochodzące z polskiego kanału sprzedaży

muszą posiadać oświadczenie producenta o wykupie usług serwisowych w okresie gwarancji oraz subskrypcji (jeśli wymagana);

2) obudowy muszą być:
   a) przeznaczone do montażu w szafie w standardzie 19”, preferowana wysokość 1U,
   b) wyposażone w komplet odpowiednich mocowań w postaci uchwytów, szyn, prowadnic, etc;
3) zapewniające poprawną pracę w zakresie temperatur:
   a) zakres normalny: 0°C do 50°C – dla urządzeń instalowanych w obiektach obsługowych (m.in. serwerownie, posterunki techniczne i inne obiekty o gwarantowanych warunkach mikroklimatycznych – szafy rackowe),
   b) zakres rozszerzony (ETR): -40°C do 65°C – dla urządzeń instalowanych w obiektach bezobsługowych (m.in. kontenery, szafy rackowe typu outdoor i inne obiekty o niegwarantowanych warunkach mikroklimatycznych);
4) sposób chłodzenia:
   a) zalecany pasywny dla urządzeń pracujących w normalnym zakresie temperatur,
   b) dopuszczalny wymuszony, pod warunkiem zapewnienia redundancji modułów wentylacyjnych;
5) wymagania na zasilanie opisane są w szczegółowych wymaganiach dla poszczególnych typów urządzeń. Preferowane stosowanie urządzeń wyposażonych w zasilacze typu hot-swap tj. umożliwiające wymianę bez przerywania pracy urządzenia;
6) wymagania środowiskowe:
   a) urządzenia aktywne muszą być instalowane w szafach teletechnicznych Rack 19” zgodnych z Wytycznymi Ipi-10,
   b) wydajność pracy zasilacza nie mniejsza niż 80%,
   c) wilgotność dla trybu pracy od 5% do 85% (niekondensująca),
   d) stopień zabezpieczenia co najmniej IP50; przy czym warunek ten będzie spełniony, jeśli szafę, w której zainstalowane będą urządzenia aktywne, będzie cechować stopień zabezpieczenia min. IP50. Warunek dotyczy urządzeń zainstalowanych w szafach S1 i S2 zgodnie z Wytycznymi Ipi-10;
7) zalecana zgodność z następującymi normami:
   a) w odniesieniu do urządzeń telekomunikacyjnych na sieci kolejowej EN 50121 – 4,
   b) PN-EN 60950-1,
   c) PN-EN 61000-4-2,
   d) PN-EN 61000-4-3,

e) PN-EN 61000-4-4,
f) PN-EN 61000-4-5,
g) PN-EN 61000-4-6,
h) PN-EN 61000-4-11.

3. Ze względów wydajnościowych dopuszczalne jest przyłączenie poniższych urządzeń, z pominięciem przełączników Dostępowych, bezpośrednio do przełączników Agregacyjnych lub Demarkacyjnych pełniących funkcję Agregacyjnego:
   1) rejestratory strumieni wizyjnych;
   2) stanowiska oglądowe SMW;
   3) stanowiska spełniające funkcje konsoli systemu CASDIP;
   4) wzmacniacze oraz dekodery DAD;
   5) UPS.

   Powyższe zmiany wymagają zgody Jednostki Merytorycznej.

**§ 18.**

**Wymagania dla Urządzeń Brzegowych**

1. Urządzenia Brzegowe muszą spełniać następujące wymagania:
   1) architektura urządzenia musi być modularna tzn. funkcje kierowania pakietów (routing), przełączania pakietów oraz obsługi ruchu liniowego nie mogą być realizowane w ramach jednego modułu;
   2) moduły odpowiedzialne za kierowanie i przełączanie pakietów (matryce) muszą być zdublowane;
   3) matryce muszą obsługiwać cały ruch liniowy i kliencki, ze wszystkich kart liniowych i stacyjnych (klienckich) z pełną prędkością i bez żadnych strat pakietów dla każdego portu i dla wszystkich protokołów;
   4) każde Urządzenie ma posiadać porty stacyjne (klienckie) zainstalowane na dwóch oddzielnych kartach fizycznych (równomiernie rozłożone na kartach), wymaga się pozostawienia co najmniej 2 szt. wolnych portów optycznych wyposażonych we wkładki SFP 1Gb/s do późniejszego wykorzystania;
   5) umożliwiać bezpieczne zarządzanie urządzeniem (out-band) za pośrednictwem dedykowanego portu Ethernet;
   6) wymaga się pozostawienia w każdym Urządzeniu wolnych slotów stacyjnych (nie mniej niż 2 sloty, do późniejszego zastosowania przez PLK SA).

2. Urządzenia Brzegowe muszą spełniać następujące wymagania odnośnie zasilania:
   1) jeśli w obiekcie, w którym instalowane są Urządzenia Brzegowe istnieje możliwość zasilania Urządzeń prądem stałym (DC) w zakresie: 40 V do 72 V, należy w pierwszej kolejności zastosować ten sposób zasilania;
   2) w pozostałych obiektach urządzenie należy zasilić prądem przemiennym (AC) w zakresie: 100 V do 240 V, 50 Hz;
   3) muszą być wyposażone w co najmniej dwa redundantne zasilacze. W przypadku instalowania w Pierścieniu Sieci Dostępowej WAN tylko jednego Urządzenia Brzegowego (lub Przełącznika Demarkacyjnego pełniającego funkcję Urządzenia Brzegowego), wymagane są zasilacze typu hot swap (umożliwiające wymianę modułu zasilania bez przerywania pracy urządzenia);
   4) każdy z zainstalowanych zasilaczy musi umożliwiać pracę z pełnym obciążeniem na jednym zasilaczu;
   5) w przypadku zaniku zasilania należy zapewnić poprawną pracę urządzenia przez co najmniej 2h (120 min).
3. Do podłączenia Pierścienia Sieci Dostępowej WAN do Sieci Teletransmisyjnej PLK (do co najmniej 2-ch PSS), jako Urządzenie Brzegowe, w miejsce jednego urządzenia modularnego, dopuszcza się zastosowanie dwóch urządzeń niemodularnych, o parametrach:
   1) co najmniej 4 porty SFP/SFP+;
   2) redundantne zasilanie;
   3) redundantne wentylatory.

   Każdy przypadek użycia podlega akceptacji przez Jednostkę Merytoryczną
4. Wszystkie Urządzenia Brzegowe muszą spełniać następujące wymagania:
   1) być dostosowane do montażu w szafach telekomunikacyjnych w standardzie 19”;
   2) być wyposażone w komplet odpowiednich mocowań w postaci uchwytów, szyn, prowadnic itp.;
   3) pracować w zakresie w temperaturze od 0 do 50 stopni Celsjusza;
   4) pracować w warunkach wilgotność wynoszącej od 5% do 85% (niekondensująca).
5. Urządzenia Brzegowe należy instalować w Obiektach Liniowych. Przed instalacją należy każdorazowo uzyskać warunki techniczne i zgodę Jednostki Merytorycznej. Za instalację tych urządzeń odpowiada wykonawca.
6. Urządzenia Brzegowe muszą spełniać następujące wymagania:
   1) posiadać możliwość zaadresowania wszystkich interfejsów natywnymi adresami IPv4, IPv6 (także równocześnie, z wyłączeniem interfejsu mgmt);
   2) umożliwiać zestawianie tuneli LSP (ang. *Label Switched Path*) w sposób statyczny i dynamiczny;

3) wykorzystywać protokoły, które pozwalają na automatyczne nadawanie etykiet MPLS:
   a) LDP (Label Distribution Protocol), podstawowy mechanizmem rezerwacji etykiet MPLS na drodze zestawiania ścieżek LSP w ramach sieci IP-MPLS,
   b) RSVP-TE (ang. *Resource Reservation Protocol Traffic Engineering*) – umożliwia rezerwacje etykiet MPLS oraz rezerwacji zasobów w ramach sieci IP-MPLS;
4) umożliwiać wymianę routingu w oparciu o następujące protokoły:
   a) OSPFv2 – Open Shortest Path First version 2,
   b) IS-IS – Intermediate System to Intermediate System,
   c) BGP – Border Gateway Protocol;
5) zezwalać na rozsyłanie informacji o stanie zajętości Sieci Teletransmisyjnej w celu zestawienia ścieżek oraz rezerwowania zasobów transmisyjnych na potrzeby tych ścieżek;
6) posiadać możliwości redystrybucji informacji o adresach IP, z możliwością ich zaawansowanego filtrowania, jak i zmiany parametrów nadawanych przez protokoły dla poszczególnych prefiksów;
7) wspierać możliwość kreowania wirtualnych routerów lub wirtualnych instancji routingowych z separacją na poziomie routingu i interfejsów.

7. Urządzenia Brzegowe powinny posiadać mechanizmy protekcji zapewniające przełączenie na ścieżkę protekcyjną w czasie poniżej 50ms.
8. Parametry jakościowe QoS muszą być realizowane przez następujące mechanizmy:
   1) kształtowania ruchu (Shaping);
   2) ograniczania przepustowości (Policing);
   3) określania procentowego lub wagowego pasma dla kolejki;
   4) znakowanie pakietów (Marking) oraz klasyfikacja pakietów (Clasification);
   5) kolejkowanie (Queuing) oraz mechanizmy opróżniania kolejek (Scheduling);
   6) zarządzanie wielkością bufora dla kolejek;
   7) unikanie przeciążeń w sieci przez mechanizmy Connection Admission Control (CAC).

   Urządzenia Brzegowe muszą posiadać mechanizmy jakościowe (QoS), pozwalające na realizację usług dla Systemów CSDIP, SMW oraz SPA z wymaganą jakością na całej ścieżce transmisyjnej.
9. Klasyfikacja ruchu na potrzeby QoS w Urządzeniach Brzegowych ma być realizowana na podstawie:
   1) list dostępowych ACLs (access control lists) lub filtrów lub równoważnych rozwiązań;

2) IEEE 802.1p;
3) Ethernet CoS (Class of Service);
4) IP ToS (Type of Service) (IP Precedence, wartości parametrów DSCP);
5) MPLS EXP;
6) adresów IP;
7) dla kierunków inbound i outbound.

10. Urządzenia Brzegowe muszą chronić Sieć Teletransmisyjną PLK przed natłokiem poprzez ograniczenie ruchu na wejściu (Policing) i wyjściu (Shaping).
11. Na każdym z interfejsów pakietowych na interfejsach logicznych i fizycznych mechanizmy kolejkowania (Queueing) muszą być realizowane z wykorzystaniem algorytmów SP (strict priority) i WFQ (lub class-based WFQ).
12. Do sterowania kolejkami i ochroną przed natłokiem należy zaimplementować:
    1) dla kolejek SP- TailDrop;
    2) dla kolejek WFQ-WRED/RED.
13. Dla wszystkich kolejek musi być możliwość sterowania ich wielkością, a dla kolejek WFQ (lub class-based WFQ) musi być możliwość sterowania wagami dla poszczególnych z nich.
14. W Urządzeniach Brzegowych należy zaimplementować minimum 8 kolejek QoS.
15. Interfejsy Ethernet muszą pracować w trybie VLAN Tag IEEE 802.1Q. Nie może być ograniczeń w zakresie użycia numerów VLAN-ów. Użycie VLAN-ów ma być niezależne na każdym z interfejsów. Musi być możliwość wykreowania serwisów na VLAN-ach niezależnie od siebie np. na tym samym porcie fizycznym musi koegzystować interfejs IP- MPLS oraz interfejs dostępowy do VPN-a, punkt przyłączenia danego serwisu rozróżnia VLAN.
16. Urządzenia Brzegowe muszą dystrybuować do podległych elementów sieci transmisyjnej i Systemów CSDIP, SMW i SPA sygnał czasu rzeczywistego dostarczany przez serwery NTP PKP PLK zgodny ze specyfikacją IEEE1588v2.
17. Adresacja IP Urządzeń Brzegowych ma być realizowana z puli adresów używanych przez PLK SA. Szczegółowe dane zostaną uzgodnione na etapie opracowywania projektu wstępnego.
18. Oprogramowanie urządzeń musi obsługiwać następujące protokoły/standardy dotyczące zarządzania siecią i bezpieczeństwa:
    1) ACL (standardowe oraz rozszerzone):
        a) standardowe oraz rozszerzone ACL dla warstwy 2 w oparciu o: adresy MAC typ protokołu,
        b) standardowe oraz rozszerzone ACL dla warstw 3 oraz 4 w oparciu o: IPv4 i v6,
        c) Ilość reguł ACL per system nie mniejsza niż 2000,

d) logowanie i statystyka dla ACL;

2) SSHv2;
3) Authentication, authorization, and accounting (AAA);
4) RADIUS;
5) RADIUS Accounting;
6) RADIUS Extensions;
7) 802.1X Network Access Control;
8) RIP v2;
9) Border Gateway Protocol Version 4 (BGPv4);
10) Open Shortest Path First (OSPF);
11) IGMP v1/v2/v3 Snooping & Querier dla obsługi transmisji typu multicast;
12) SNMP v1, v2c, v3;
13) NTP;
14) TACACS+;
15) Syslog;
16) routery muszą obsługiwać port grupy LACP w ramach jednego urządzenia, również w sytuacji kiedy porty znajdują się na różnych urządzeniach w danym stosie.

19. Ze względu na unifikację procesów utrzymaniowych wymaga się, aby Urządzenia Brzegowe pracujące w Sieci Dostępowej CSDIP WAN były zarządzane do poziomu karty, portu oraz usługi z dedykowanego dla danego urządzenia Systemu Zarządzania Siecią określonego w § 16, pozwalającego na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez dany pierścień Sieci Dostępowej WAN pomiędzy dowolnymi portami tej sieć, na całej drodze („end-to-end”). Zarządzanie ma być realizowane w sposób natywny. Nie dopuszcza się stosowania oprogramowania pośredniczącego i wykorzystywania skryptów tłumaczących.

**§ 19.**

**Wymagania dla Przełączników Demarkacyjnych**

1. Doboru Przełączników Demarkacyjnych należy dokonać w zależności od przewidywanego obciążenia i wolumenu ruchu.
2. W zależności od funkcjonalności i parametrów technicznych Przełączniki Demarkacyjne dzielimy na:
   1) Przełącznik Demarkacyjny typu 1 – w konfiguracji co najmniej 2 porty 10GE SFP, 8 portów GE SFP;
   2) Przełącznik Demarkacyjny typu 2 – w konfiguracji co najmniej 2 porty 10 GE SFP+, 16 portów GE SFP;

3) Przełącznik Demarkacyjny typu 3 – w konfiguracji co najmniej 4 porty 10 GE SFP+, 16 portów GE SFP, wymagana modularność kart przełączania, kontrolerów, modułów zasilania itp. funkcję Przełącznika typu 3 mogą realizować 2 w pełni niezależne Przełączniki Demarkacyje typu 1, jedynie w przypadku spełnienia pozostałych wymagań.

3. Przełączniki Demarkacyjne powinny spełniać następujące wymagania:
   1) sposób chłodzenia:
      a) zalecany pasywny dla urządzeń pracujących w normalnym zakresie temperatur – w odniesieniu do Przełączników typu 1;
      b) wymagany pasywny dla urządzeń pracujących w rozszerzonym zakresie temperatur – w odniesieniu do Przełączników typu 1;
      c) dopuszczalny wymuszony, pod warunkiem możliwości wymiany modułów wentylacyjnych. Zalecane bez przerywania pracy urządzenia w Przełącznikach typu 2;
      d) dopuszczalny wymuszony, pod warunkiem możliwości wymiany modułów wentylacyjnych bez przerywania funkcji pełnionej przez urządzenie – w odniesieniu do Przełączników typu 3;
   2) zasilanie:
      a) muszą być wyposażone w co najmniej dwa redundantne zasilacze,
      b) każdy z zainstalowanych zasilaczy musi umożliwiać pracę z pełnym obciążeniem na jednym zasilaczu,
      c) w odniesieniu do Przełączników typu 3 bezwzględnie wymagane zasilacze typu hot swap (umożliwiające wymianę modułu zasilania bez przerywania funkcji realizowanej przez urządzenie),
      d) jeśli w obiekcie, w którym instalowane są Przełączniki Demarkacyjne istnieje możliwość zasilania Urządzeń prądem stałym (DC) w zakresie: 40 V do 72 V, należy w pierwszej kolejności zastosować ten sposób zasilania,
      e) w pozostałych obiektach urządzenie należy zasilić prądem przemiennym (AC) w zakresie: 100 V do 240 V, 50 Hz,
      f) w przypadku zaniku zasilania należy zapewnić poprawną pracę urządzenia przez co najmniej 2h (120 min);
   3) modularność (dotyczy Przełączników typu 3):
      a) wymagana jest modularność umożliwiająca dobór i wymianę kart przełączania, kart kontrolerów, modułów zasilania itp. dająca PLK SA możliwość rozbudowy urządzeń o kolejne porty, typy interfejsów oraz zmiany konfiguracji w przypadku zmian profilu usług lub funkcji pełnionej przez urządzenie.

Zastosowanie wielu urządzeń połączonych w stos (tzw. stack) nie spełnia wymogu modularności,

b) konstrukcja – kaseta lub półka z dostępem od frontu,

c) dopuszcza się zastosowanie 2-ch niezależnych urządzeń niemodularnych (pod warunkiem spełnienia zapisów wskazanych w ust. 2) o parametrach:

- co najmniej 4 porty SFP/SFP+,
- Redundantne zasilanie,
- Redundantne wentylatory,
- Wydajność minimum 120 Mpps.

Każdy przypadek użycia podlega akceptacji przez Jednostkę Merytoryczną.

4. Niezależnie od typu, przełączniki Demarkacyjne muszą spełniać poniższe wymagania:
   1) wsparcie dla usług i zgodność z normami/dyrektywami:
      a) usługi Layer-2 Virtual Private Network (VPN) – Virtual Leased Line (VLL), Virtual Private LAN Service (VPLS),
      b) Virtual Private LAN Service (VPLS),
      c) IP VPN (IPv4 and IPv6),
      d) Routed VPLS,
      e) Virtual Private Routed Network (VPRN) – minimum 100 instancji i minimum 2000 prefiksów vpn-ip4 w tablicy FIB, lub rozwiązanie równoważne (e.g.L3VPN);
      f) IPv4 multicast,
      g) IPv4 VPN multicast (next-generation multicast VPN);
   2) wsparcie dla protokołów sieciowych:
      a) IEEE 802.1Q (VLAN) oraz QinQ,
      b) MPLS Label Edge Router (LER) oraz Label Switch Router (LSR) – (P2MP LSP lub P2MP TE),
      c) Border Gateway Protocol (BGP),
      d) BGP-AD (VPLS auto-discovery lub VPWS auto-discovery),
      e) BGP RFC 3107 (przenoszenie danych etykiet w protokole BGP-4),
      f) IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System) (IPv4 and IPv6), w tym wsparcie TE (traffic engineering),
      g) Open Shortest Path First (OSPF wersja 2 and OSPF wersja 3),
      h) Protocol Independent Multicast (PIM),
      i) Resource Reservation Protocol — TE (RSVP-TE),
      j) Label Distribution Protocol (LDP), Targeted LDP (T-LDP);
   3) Synchronizacja i dystrybucja kryteriów czasu:
      a) ITU-T Sync-E (Ethernet Synchronization Messaging Channel - ESMC),

b) IEEE 1588v2,
c) Boundary Clock (BC), Ordinary Clock (OC) – slave,
d) UDP/IP i enkapsulacja Ethernet,
e) profile ITU-T: G.8265.1, G.8275.1,
f) interfejsy BITS, 1PPS i 10 MHz;

4) wsparcie dla QoS:
a) klasyfikacja usług na wejściu,
b) hierarchizacja per usługa, polityki dla ruchy wchodzącego i wychodzącego; kolejkowanie, kształtowanie ruchu,
c) deep buffering,
d) zarządzanie natłokiem/buforem (RED slope lub WRED);

5) wsparcie zarządzania OAM:
a) ITU-T Y.1731, IEEE 802.1ag (Ethernet OAM – fault and performance management),
b) IEEE 802.3ah (funkcjonalność „Dying Gasp”),
c) MPLS OAM - zarządzania jakością usług (delay, jitter, packet loss) i obsługą stanów awaryjnych (fault management),
d) Link Layer Discovery Protocol (LLDP),
e) Mirroring usług (lokalny/zdalny),
f) Two-Way Active Measurement Protocol (TWAMP), TWAMP light,
g) ITU-T Y.1564 test head,
h) NETCONF/YANG,
i) SNMPv1, v2c, v3,
j) Monitoring jakości,
k) testy „loopback per-port/ per-service”,
l) zdalny upgrade systemu operacyjnego przełącznika/routera,
m) auto-konfiguracja urządzeń (plug-and-play);

6) niezawodność:
a) ring protection ITU-T G.8032v2 jedynie w odniesieniu konfiguracji sprzętowych Multi-chassis,
b) link aggregation IEEE 802.3.ad,
c) IEEE Spanning Tree Protocol (STP)/Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)/Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP),
d) Active-standby pseudowires (VPLS Active/Standby Pseudowires),
e) RSVP and LDP Fast ReRoute (FRR) z politykami loop-free alternate (LFA),
f) BGP PIC,
g) Bidirectional fault detection (BFD) – zalecany timer 10ms,

h) odtworzenie Shared Risk Link Group (SRLG),
i) Primary/Secondary LSPs,
j) Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP),
k) IPv4 equal-cost multi-path (ECMP) i LDP LSR ECMP,
l) MPLS Segment Routing,
m) Non Stop Services (NSS) lub równoważny (np. NSF) dla urządzeń z dwoma kartami kontrolnymi,
n) In-service software upgrade (ISSU) dla urządzeń z dwoma kartami kontrolnymi;

7) wsparcie w zakresie bezpieczeństwa:
a) IEEE 802.1x (porty klienckie),
b) Control Plane Security,
c) Secure Shell (SSH) v4 and v6,
d) klient Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS),
e) Terminal Access Concentrator Access Control Server Plus (TACACS+),
f) VPLS security,
g) Listy kontroli dostępu (ACL),
h) NetFlow, lub równoważny; w przypadku rozwiązań równoważnych, które używają samplowania, wymagane jest dostarczenie kopii ruchu,
i) możliwość lokalnej obserwacji ruchu na określonym porcie (np. polegająca na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego).

5. Ze względu na unifikację procesów utrzymaniowych wymaga się, aby Urządzenia Brzegowe pracujące w Sieci Dostępowej CSDIP WAN były zarządzane do poziomu karty, portu oraz usługi z dedykowanego dla danego urządzenia Systemu Zarządzania Siecią określonego w § 16, pozwalającego na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez dany pierścień Sieci Dostępowej WAN pomiędzy dowolnymi portami tej sieć, na całej drodze („end-to-end”). Zarządzanie ma być realizowane w sposób natywny. Nie dopuszcza się stosowania oprogramowania pośredniczącego i wykorzystywania skryptów tłumaczących.

**§ 20.**

**Wymagania dla Przełączników Agregacyjnych**

1. Przełączniki Agregacyjne dzielą się na:

1) Przełączniki Agregacyjne typu 1 – przeznaczone do montażu w Obiektach Liniowych wyposażonych w nie więcej niż 65 kamery (wolumen ruchu), agregujące ruch z przełączników dostępowych zainstalowanych w obiekcie;
2) Przełączniki Agregacyjne typu 2 – przeznaczone do montażu w Obiektach Liniowych wyposażonych w więcej niż 65 kamery (wolumen ruchu), agregujące ruch z przełączników dostępowych zainstalowanych w obiekcie.

2. Przełączniki Agregacyjne mogą być łączone w stos lub zbierać ruch z innych przełączników Agregacyjnych. Ilość przełączników oraz sposób połączenia pomiędzy nimi należy dobrać w zależności od wielkości obiektu oraz ilości przyłączonych urządzeń.
3. Niezależnie od typu, Przełączniki Agregacyjne muszą spełniać poniższe wymagania:
   1) muszą pochodzić od jednego producenta i w pełni współpracować z Przełącznikami Dostępowymi;
   2) obudowy przełączników muszą być wyposażone w co najmniej dwa redundantne zasilacze AC typu hot-plug umożliwiające prace w trybie nadmiarowości przy pełnym obciążeniu na jednym zasilaczu;
   3) preferowanym źródłem zasilania jest prąd stały (DC) w zakresie: 40 V do 72 V. W przypadku braku powyższego w modernizowanym obiekcie, zasilanie będzie realizowane prądem przemiennym (AC) w zakresie: 100 V do 240 V, 50 Hz;
   4) w przypadku zaniku zasilania należy zapewnić poprawną pracę przełączników co najmniej przez czas wymagany dla poprawnego funkcjonowania podłączonych urządzeń, opisanych w odrębnych instrukcjach;
   5) przełączniki muszą być wyposażone w następujące porty:
      a) porty w standardzie SFP (i/lub UTP) 1 Gb Ethernet (minimum) w liczbie adekwatnej do ilości obsługiwanych urządzeń (przełączniki Dostępowe, serwery aplikacji, etc.), przy czym należy zagwarantować co najmniej 4 wolne porty na potrzeby przyszłej rozbudowy systemu. Połączenia UTP mogą być wykorzystywane jedynie w przypadku łączenia urządzeń znajdujących się w tej samej szafie Rack (ew. zespole szaf),
      b) co najmniej jeden port RJ45 lub USB do portu konsoli wraz z odpowiednim kablem;
   6) przełączniki muszą charakteryzować się parametrami nie gorszymi niż:
      a) obsługa minimum 64 wirtualnych sieci,
      b) pojemność tablicy MAC nie mniejsza niż 16000 adresów,
      c) szybkość przełączania nie mniejsza niż 16 Gb/s;
   7) przełączniki muszą być wyposażone w min. 2 wkładki światłowodowe SFP. Zainstalowane wkładki w przełączniku muszą być dedykowane przez producenta sprzętu;

8) oprogramowanie przełączników musi być zgodne z następującymi standardami/protokołami:
   a) prędkość przełączania Wirespeed dla każdego portu 1 Gb oraz 10 Gb,
   b) IEEE 802.1D STP,
   c) IEEE 802.1p CoS,
   d) IEEE 802.1Q VLANs,
   e) IEEE 802.1s MSTP,
   f) IEEE 802.1w RSTP,
   g) IEEE 802.3x Flow Control,
   h) IEEE 802.3ab 1000Base-T,
   i) IEEE 802.3ad;
9) oprogramowanie przełączników musi obsługiwać ramki jumbo frame 9000 bajtów;
10) oprogramowanie przełączników musi obsługiwać następujące protokoły/standardy dotyczące zarządzania siecią i bezpieczeństwa:
   a) zarządzanie urządzeniem poprzez protokół IPv4 oraz IPv6,
   b) SSH v2,
   c) SNMP v2c, v3,
   d) FTP, SCP,
   e) DHCP,
   f) NTP,
   g) Syslog,
   h) obsługa TACACS+ w celu uwierzytelnienia i autoryzacji połączeń administracyjnych do urządzeń,
   i) RADIUS,
   ~~j)~~ Access Control List (Layer 2-4),
   k) MAC Authentication,
   l) MAC-based authentication for non-IEEE 802.1X hosts,
   m) STP Root Guard,
   n) BPDU Filtering,
   o) 802.1X Network Access Control,
   p) Static route IPv4/IPv6,
   q) Open Shortest Path First (OSPF),
   r) VRRP v2/v3,
   s) IGMP v1/v2/v3 Snooping,
   t) Przełączniki muszą obsługiwać port grupy LACP w ramach jednego urządzenia, również w sytuacji kiedy porty znajdują się na różnych urządzeniach w danym stosie;

11) o ile producenci dostarczanych przełączników oferują aplikację do zdalnego aktualizowania ich oprogramowania, aplikacja ta musi zostać dołączona do urządzeń;
12) przełączniki muszą umożliwiać separację tablic routingu i wspierać wirtualizację.

4. Dodatkowo, Przełączniki Agregacyjne typu 2 muszą spełniać poniższe wymagania:
   1) szybkość przełączania nie mniejsza niż 32 Gb/s;
   2) być wyposażone w porty 10GB Ethernet SFP+:
      a) w liczbie adekwatnej do ilości obsługiwanych urządzeń (przełączników dostępowych, rejestratorów itp.), i ich wymagań na interfejsy wynikające z odrębnych instrukcji, z możliwością dedykowania,
      b) minimum dwa porty 10GB Ethernet SFP+ w celu połączenie przełączników w stos,
      c) minimum jeden port 10 GB Ethernet SFP+ dla podłączenia z Przełącznikiem Demarkacyjnym;

      Zainstalowane wkładki w przełączniku muszą być dedykowane przez producenta sprzętu.
   3) możliwość połączenia w stos co najmniej 2 urządzeń tego samego typu (nie dotyczy przełączników instalowanych w obiektach o najniższej liczbie urządzeń, na których będzie montowany tylko jeden przełącznik agregacyjny).
5. Ze względu na unifikację procesów utrzymaniowych wymaga się, aby Przełączniki Agregacyjne pracujące w Sieci Dostępowej CSDIP LAN były zarządzane do poziomu karty, portu oraz usługi z dedykowanego dla danego urządzenia Systemu Zarządzania Siecią określonego w § 16, pozwalającego na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez dany pierścień Sieci Dostępowej WAN, na całej drodze („end-to-end”). Zarządzanie ma być realizowane w sposób natywny. Nie dopuszcza się stosowania oprogramowania pośredniczącego i wykorzystywania skryptów tłumaczących.

**§ 21.**

**Wymagania dla Przełączników Dostępowych**

1. Przełączniki Dostępowe muszą spełniać poniższe wymagania:
   1) muszą pochodzić od jednego producenta i w pełni współpracować z Przełącznikami Agregacyjnymi;
   2) muszą być wyposażone w min. 2 wkładki światłowodowe SFP. Zainstalowane wkładki w przełączniku muszą być dedykowane przez producenta sprzętu;
   3) muszą być wyposażone w porty PoE i/lub PoE+ w liczbie adekwatnej do ilości przyłączanych urządzeń wymagających danego standardu zasilania;

4) zainstalowany zasilacz musi zapewniać moc dla wszystkich wykorzystywanych oraz rezerwowych portów PoE oraz PoE+. Do wyliczania należy przyjąć moc dla każdego z urządzeń końcowych indywidualnie zaokrągloną w górę, do pełnych W, zgodnie z kartą katalogową przyłączanych urządzeń końcowych;
5) preferowanym źródłem zasilania jest prąd stały (DC) w zakresie: 40 V do 72 V. W przypadku braku powyższego w modernizowanym obiekcie, zasilanie będzie realizowane prądem przemiennym (AC) w zakresie: 100 V do 240 V, 50 Hz;
6) w przypadku zaniku zasilania należy zapewnić poprawną pracę przełączników co najmniej przez czas wymagany dla poprawnego funkcjonowania podłączonych urządzeń, opisanych w odrębnych instrukcjach.

2. Przełączniki muszą dysponować portami (wymagania minimalne):
   1) 100/1000 Base-T(X) Auto MDI/MDIX z PoE+ w liczbie adekwatnej do ilości obsługiwanych w obiekcie urządzeń zasilanych poprzez PoE+ (kamery SMW i SPA), przy czym należy zagwarantować co najmniej 1 wolny port (z rezerwą 30 W) na potrzeby przyszłej rozbudowy systemu;
   2) 100/1000 Base-T(X) Auto MDI/DIX w liczbie adekwatnej do ilości obsługiwanych w obiekcie urządzeń niezasilanych poprzez PoE/PoE+ (np. wyświetlacze), przy czym należy zagwarantować co najmniej 1 wolny port na potrzeby przyszłej rozbudowy systemu;
   3) nie mniej niż 2 porty SFP 1 Gb Auto MDI/MDIX (lub nie mniej niż 2 Porty Combo RJ-45/SFP 1 Gb Auto MDI/MDIX);
   4) port konsoli szeregowej RS-232 w złączu RJ-45 lub w złączu USB.
3. Oprogramowanie przełączników dostępowych sieci LAN musi być zgodne z następującymi standardami/protokołami:
   1) IEEE 802.1D STP;
   2) IEEE 802.1p CoS;
   3) IEEE 802.1Q VLANs;
   4) IEEE 802.1s MSTP;
   5) IEEE 802.1w RSTP;
   6) IEEE 802.3x Flow Control;
   7) IEEE 802.3ab 1000Base-T;
   8) IEEE 802.3ad;
   9) IEEE 802.3af Power over Ethernet;
   10) IEEE 802.3at PoE Plus.
4. Oprogramowanie przełączników dostępowych Sieci Dostępowej LAN musi być zgodne z następującymi dokumentami RFC dla zarządzania siecią i bezpieczeństwa oraz mechanizmów uwierzytelniania:

1) zarządzanie urządzeniem poprzez protokół IPv4 oraz IPv6;
2) SSH v2;
3) SNMP v2c, v3;
4) FTP, SCP;
5) DHCP;
6) NTP;
7) Syslog;
8) obsługa TACACS+ w celu uwierzytelnienia i autoryzacji połączeń administracyjnych do urządzeń;
9) RADIUS;
10) Access Control List (Layer 2-4);
11) MAC-based authentication for non-IEEE 802.1X hosts;
12) MAC Authentication;
13) STP Root Guard;
14) BPDU Filtering;
15) 802.1X Network Access Control.

5. Przełączniki muszą umożliwiać następujące funkcjonalności:
   1) wsparcie dla IPv6;
   2) wsparcie dla ramek typu Jumbo 9,000 bajtów;
   3) broadcast storm control;
   4) wsparcie w ramach QoS dla Egress traffic shaping;
   5) dostępne profile konfiguracji portów;
   6) wsparcie dla port mirroring;
   7) funkcjonalność pozwalająca na izolację portów (np. Private VLAN);
   8) wsparcie dla Guest VLAN zgodnie z IEEE 802.1x;
   9) obsługa mechanizmów Port-Security, BPDU Guard;
   10) możliwość otwierania i zamykania portów.
6. Przełączniki Dostępowe (w wykonaniu przemysłowym) muszą spełniać poniższe wymagania:
   1) obudowy przełączników muszą być:
      a) przeznaczone do montażu w szafie Rack 19”, bezpośrednio lub na szynie DIN w zależności od typu zastosowanych w Obiekcie Liniowym szaf,
      b) obudowy przełączników typu Rack o wysokości nie większej niż 1U,
      c) wyposażone w komplet odpowiednich mocowań w postaci uchwytów, szyn, etc.;
   2) przełączniki muszą charakteryzować się parametrami nie gorszymi niż:
      a) obsługa minimum 64 wirtualnych sieci,

b) pojemność tablicy MAC nie mniejsza niż na 8000 adresów,
c) szybkość przełączania nie mniejsza niż 5 Gb/s;

3) opcjonalnie przełączniki powinny obsługiwać funkcję DDM (DDI) dla następujących parametrów SFP z wykorzystaniem wskaźników LED:
a) napięcie,
b) natężenie prądu,
c) temperatura;

4) opcjonalnie przełączniki powinny być wyposażone w następujące wskaźniki:
a) zasilania PoE LED,
b) wskaźnik błędu,
c) wskaźnik portu RJ-45 10/100TX dla link / aktywność,
d) wskaźnik dla dupleks/kolizja,
e) wskaźnik portu 1000X / optycznego dla link / aktywność.

7. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie power-injector'ów dla przyłączenia urządzeń końcowych, z wyłączeniem kamer. Każdy przypadek użycia podlega akceptacji przez Jednostkę Merytoryczną.
8. Ze względu na unifikację procesów utrzymaniowych wymaga się, aby Przełączniki Dostępowe pracujące w Sieci Dostępowej CSDIP LAN były zarządzane do poziomu karty, portu oraz usługi z dedykowanego dla danego urządzenia Systemu Zarządzania Siecią określonego w § 16, pozwalającego na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez dany pierścień Sieci Dostępowej WAN, na całej drodze („end-to-end"). Zarządzanie ma być realizowane w sposób natywny. Nie dopuszcza się stosowania oprogramowania pośredniczącego i wykorzystywania skryptów tłumaczących.

**§ 22.**

**Wymagania RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety)**

1. Przy projektowaniu i wdrażaniu Urządzeń należy uwzględniać wymagania RAMS zawarte w normie EN 50126.
2. Należy zapewnić dostępność dla Urządzeń, w zależności od typu Obiektu:
1) Obiekty Liniowe – dostępność na poziomie nie mniejszym niż 99,91% w skali roku;
2) Główna Serwerownia – dostępność na poziomie nie mniejszym niż 99,95% w skali roku;
3) serwerownia CASDIP – dostępność na poziomie nie mniejszym niż 99,95% w skali roku.
3. Przez dostępność należy rozumieć zdolność do dostarczania przez Urządzenie usług zgodnie z realizowaną funkcją, wyrażoną w procentach oznaczającą procent czasu, gdy

Urządzenie jest gotowe do realizacji funkcji w stosunku do jednostek czasu w okresie pomiaru.

4. Do celów obliczania dostępności, o której mowa powyżej, PLK SA ustala okres pomiarowy wynoszący 1 rok.

**§ 23.**

**Sygnatury kabli i urządzeń**

1. Budowę kabli światłowodowych wraz z pomiarami i dokumentacją wykonać zgodnie z Wytycznymi Ie-108.
2. Wszystkie kable i przewody zarówno miedziane, jak i optyczne, sygnałowe i zasilające mają być opisane i oznakowane. Oznakowanie ma na celu umożliwienie łatwej identyfikacji kabla lub przewodu i wykonanie całej instalacji w sposób przejrzysty i łatwy do sprawdzenia. Znaczniki muszą być trwałe, czytelne, łatwe w montażu i odporne na działanie czynników atmosferycznych w miejscu instalacji.
3. Oznakowanie kabli, przewodów i patchcordów (dalej kabli) musi być zgodne z oznaczeniami użytymi na schematach w Dokumentacji i umożliwiać jednoznaczną identyfikację i przeznaczenie kabla.
4. Wszystkie kable należy oznaczać na obu końcach, a przy odcinkach długich (powyżej 3 m) także maksymalnie co 3 metry.
5. W przypadku kabli łączących różne Urządzenia, etykieta kabla ma zawierać oznaczenie obu Urządzeń zgodne z Instrukcją Ie-50z1.3 oraz oznaczenie interfejsów tych Urządzeń umożliwiające jednoznaczną identyfikację miejsca dołączenia kabla. Przykładowe oznaczenia przedstawione są w tabeli 11.

Tabela 11 Oznaczenie kabli i portów urządzeń

| **Oznaczenie Urządzenia (Instrukcja Ie-50z1.3)** | **Oznaczenie interfejsu/portu** | **Opis** |
|---|---|---|
| ROU001-444666-XXX-01 | 3\1\1_GbETH_opt_Rx | Pachcord routera |
| ODF001-444666-XXX-01 | 4\5 | Opis jednego z portów przełącznicy |
| OTK021_XXXXXX-XXX-01 | | Kabel światłowodowy linii podstawowej ułożony wzdłuż linii kolejowej 21 |
| OTK002_XXXXXX-040-01 | | Kabel światłowodowy będący odgałęzieniem numer 40 od kabla podstawowego linii kolejowej numer 2 |

6. Każde urządzenie włączone do Sieci Dostępowej WAN oraz Sieci Dostępowej LAN musi posiadać unikalne oznaczenie umożliwiające jego identyfikację w dokumentacji oraz w Systemie Zarządzania Siecią. W dokumentacji projektowej, urządzenia połączone w stos (tzw. stack) należy oznaczać stosując opcjonalną część sygnatury.

7. Każde urządzenie włączone do Sieci Dostępowej WAN (Urządzenie Brzegowe oraz Demarkacyjne) musi posiadać oznaczenie umożliwiające jego identyfikację w Systemie Zarządzania Siecią. Dopuszcza się stosowanie nazw w wersji pełnej lub skróconej, spójnych z oznaczeniami przedstawionymi w Instrukcji Ie-50z1.3:
   1) nazwy pełne powinny być tworzone zgodnie z poniższym wzorem:

OOOLLL-KKK-NNNNNNNNNNNN-UUUU-XX

gdzie:

OOO – typ obiektu (3 znaki) – np.: ODF – przełącznica światłowodowa, ORx – obiekt radiokomunikacyjny, MUX – krotnica SDH, OSZ – obiekt szkieletowy, SDP – router dla CSDIP i SMW;

LLL – numer linii kolejowej (3 cyfry);

KKK – km linii kolejowej (zaokrąglony do pełnych km w górę – 3 cyfry);

NNNNNNNN – nazwa geograficzna (12 znaków);

UUUU – typ urządzenia (3-5 znaków) tj: EDROU – Urządzenie Brzegowe, DROU – Przełącznik Demarkacyjny;

XX – numer urządzenia danego typu w obiekcie (2 cyfry).

   2) nazwy skrócone należy tworzyć zgodnie ze wzorem opisanym w Instrukcji Ie-50z1.3:

OOOLLL-KKKKKK-XXX-NN

gdzie:

OOO – skrócona nazwa elementu sieciowego/urządzenia (3-5 znaków) np.: ODF – przełącznica światłowodowa, ROU – router dla CSDIP, MUX – krotnica SDH;

LLL – numer linii kolejowej (3 cyfry);

KKK – km (3 cyfry) i metry (3 cyfry) linii kolejowej (6 cyfr, bez separacji);

XXX – pozycja nieokreślona, (3 duże litery X);

NN – numer urządzenia danego typu w danej lokalizacji (2 cyfry).

8. Urządzenia aktywne Sieci Dostępowej LAN (przełączniki dostępowe, agregacyjne, modemy) muszą posiadać oznaczenia jednoznacznie wskazujące na ich charakter

i lokalizację oraz być spójne z oznaczeniami elementów wykonawczych systemu CSDIP, opisanymi w Wytycznych Ipi-4 oraz Wytycznych Ipi-6.

9. Sygnatura elementów aktywnych Sieci Dostępowej LAN składa się z 5 sekcji informacyjnych oddzielonych ukośnikiem. Ze względu na ograniczenia systemów informatycznych, dopuszcza się zastosowanie znaku myślnika w miejsce znaku specjalnego (ukośnik). Sygnatura musi być zgodna z poniższym wzorem:

OOOOOO / UUU-WWW / L / NNNN / NNN.xxx

gdzie:

1) OOOOOO - unikalny, sześciocyfrowy numer obiektu kolejowego wg klasyfikacji POS obowiązującego w PLK SA (6 cyfr, obowiązkowe zera wiodące);
2) UUU-WWW - symbol urządzenia oraz właściciela - rozdzielone myślnikiem;
   a) UUU – trzyliterowy symbol urządzenia (tabela 12);
   b) WWW – trzyliterowy symbol właściela urządzenia („PLK”);
3) L - podstawowy symbol lokalizacji (1 znak, zgodnie z Wytycznymi Ipi-4, Wytycznymi Ipi-6);
   (np.: P – peron, N – nastawnia, T – tunel, X – przejście, K – kładka, S – serwerownia)
4) NNNN - pomocniczy symbol lokalizacji (maks. 4 znaki);
5) NNN - numer porządkowy (3 cyfry);
6) .xxx - (opcjonalnie, po kropce dziesiętnej) informacje dodatkowe np. numer urządzenia w stosie, numer pomieszczenia w budynku

Tabela 12 Symbole używane do oznaczenia urządzeń aktywnych

| **Rodzaj urządzenia sieci LAN** | |
|---|---|
| ESW | Przełączniki LAN: Dostępowy |
| DSW | Przełączniki LAN: Agregacyjny |
| MOD | Modem LTE |

Przykłady oznaczeń dla wszystkich powyższych:

1) OSZ003-161-Barlogi-EDROU-01 – Urządzenie Brzegowe w węźle szkieletowym Barłogi;
2) SDP018-092-AleksandrowK-DROU-01 – Przełącznik Demarkacyjny „st. Aleksandrów Kujawski”;
3) EDROU003-204495-XXX-01 – Urządzenie Brzegowe (linia kolejowa nr 3, km: 204,495);

4) DROU018-091702-XXX-01 – Przełącznik Demarkacyjny dla „st. Aleksandrów Kujawski” (lk.18, km: 91,702);
5) 033217/DSW-PLK/P/0001/01 – Przełącznik Agregacyjny na „st. Barłogi” (POS: 033217);
6) 007534/ESW-PLK/P/0002/01 – Przełącznik Dostępowy, st. „Gdańsk Wrzeszcz” (POS: 007534), zainstalowany na peronie nr 2;
7) 028969/ESW-PLK/P/0002/01 – Przełącznik Dostępowy, „st. Wronki” (POS: 028969) , zainstalowany na peronie nr 2.

**Rozdział 6.**

**Pozostałe wytyczne**

**§ 24.**

**Wymagania na personel**

1. Osoby wykonujące prace projektowe i konfiguracyjne muszą posiadać stosowną wiedzę potwierdzoną stosownymi certyfikatami w następujących obszarach:
   1) znajomość zagadnień sieciowych takich jak: LAN switching, WAN, tunelowanie, adresacja IPv4/IPv6, protokoły: OSPF, IS-IS, BGP; usługi ACL, NAT, QoS; IPsec VPN i posiadają ważne certyfikaty CCIE R&S lub odpowiednik dla Juniper/Nokia;
   2) znajomość zagadnień Multiprotocol Label Switching (MPLS), L3VPN, L2VPN, MP-BGP, MPLS Traffic Engineering i posiadają ważne certyfikaty CCIE SP lub odpowiednik dla Juniper/Nokia.

   Wyżej wymienione certyfikaty muszą być dołączone do projektu.
2. Osoby wykonujące prace projektowe i konfiguracyjne muszą posiadać stosowne doświadczenie w projektowaniu i wdrażaniu sieci IP/MPLS potwierdzone poprzez wykonanie projektu oraz wdrożenia co najmniej dwóch sieci w technologii IP/MPLS w ciągu ostatnich 5 lat, z których każda składała się z co najmniej 25 węzłów IP/MPLS.
3. Osoby wykonujące prace konfiguracyjne związane z Systemem Zarządzania muszą posiadać stosowną wiedzę, potwierdzoną certyfikatami / zaświadczeniami ukończenia szkoleń obsługi i konfiguracji urządzeń dla zastosowanego Systemu Zarządzania Siecią. Za ważne uznawane będą certyfikaty i zaświadczenia nie starsze niż 10 lat.

**§ 25.**

**Wymagania gwarancyjne**

1. Wymaga się, aby Urządzenia Brzegowe, Przełączniki oraz pozostałe Urządzenia były objęte gwarancją przez okres co najmniej 60 miesięcy.

2. Przez cały okres gwarancji wymagane jest zapewnienie wsparcia, co oznacza naprawy sprzętu, rozwiązywanie problemów w oprogramowaniu, wsparcie techniczne oraz udostępnianie wszystkich nowych wersji oprogramowania, które będą publikowane przez producenta urządzeń (tzw. Software Release Subscription lub Software Support Plan), co pozwoli na instalację w okresie obowiązywania nowych wersji oprogramowania oraz „odnawianie” licencji i subskrypcji w przypadku wykonania upgrade systemu zarządzania.
3. Do celów utrzymaniowych wymagane są następujące informacje:
   1) wypełniona karta gwarancyjna;
   2) dane inwentaryzacyjne dotyczące Infrastruktury należy dostarczyć w formie edytowalnego pliku .XLS na etapie odbioru instalacji. Informacje muszą zawierać:
      a) położenie elementów Infrastruktury (przełączniki, urządzenia wykonawcze),
      b) wersję oprogramowania i licencje oraz numery seryjne wszystkich dostarczonych Urządzeń,
      c) numery fabryczne itp.

      Wzór pliku zostanie udostępniony przez Jednostkę Merytoryczną;
   3) harmonogram czasokresów planowanych prac, przeglądów gwarancyjnych dla wszystkich elementów Infrastruktury. Szczegółowy harmonogram prac uwzględniający konkretne daty będzie uzgadniany z Centrum Zarządzania Siecią z wyprzedzeniem co najmniej 1 miesiąca.
4. Dostarczone składniki Infrastruktury, muszą być nowe, nieużywane, w najnowszych dostępnych modelach i wersjach Oprogramowania, uwzględniające najnowsze udoskonalenia w zakresie konstrukcji i materiałów.
5. Każda usługa świadczona w okresie gwarancji, której ukończenie nastąpiłoby po umownym terminie gwarancji zostanie wykonana i zakończona na warunkach gwarancji.
6. Serwis Urządzeń Brzegowych i Przełączników musi być realizowany przez producenta lub autoryzowanego partnera producenta. W przypadku realizacji gwarancji przez autoryzowanego partnera wymagane jest stosowne oświadczenie producenta.
7. Serwis na urządzenia objęte gwarancją musi być świadczony w miejscu instalacji Urządzeń Brzegowych i Przełączników.
8. Gwarancją muszą być objęte wszystkie składniki Urządzeń Brzegowych i Przełączniki (włącznie z wkładkami optycznymi).
9. Dla urządzeń transmisyjnych wskazanych w projekcie, wykonawca musi przekazać informację o kluczowych datach dostarczanych produktów IT:
   1) EOL – (End Of Life) – planowany koniec okresu sprzedaży i odnawiania linii produktowej;

2) EOS – (End Of Support) – planowany koniec świadczeń usługi pomocy technicznej dla produktu, w tym dostępność aktualnych wersji oprogramowania nie rzadziej niż jeden raz w roku (lub zgodnie z dostępnością oprogramowania udostępnionego przez producenta), oraz poprawek softwaru związanych z bezpieczeństwem IT. Poprawki powinny usuwać przynajmniej znane podatności.

10. Urządzenia wymieniane w ramach gwarancji, muszę posiadać wsparcie producenta (EOS) przez okres nie krótszy niż 10 lat, od chwili instalacji na obiekcie.
11. Dostarczane urządzenia muszą być dostępne (EOL) przez okres nie krótszy niż 5 lat.
12. Wykonawca, w czasie trwania gwarancji, wykonuje wszelkie prace, konserwacje, przeglądy okresowe i działania niezbędne z punktu widzenia wymagań prawnych, wymagań producenta, zachowania pełnej sprawności funkcjonalnej oraz prewencyjnego zabezpieczenia przed uszkodzeniami Infrastruktury w czasookresach określonych w instrukcjach, instrukcjach producentów i dokumentacji techniczno-ruchowej dla Infrastruktury. Koszt tych prac ponosi wykonawca.
13. Prace, o których mowa w ust. 12, będą prowadzone zgodnie z harmonogramami przewidzianymi w dokumentacji DTR dla Systemów i Urządzeń.
14. Zabiegi konserwacyjne wykonywane na dowolnych elementach systemu, wymagane Dokumentacją Techniczno – Ruchową powinny być realizowane nie częściej niż jeden raz na rok.
15. W przypadku, gdy w okresie gwarancji wystąpi konieczność przyłączenie urządzeń Obiektu Liniowego (sieci LAN lub WAN) do Sieci Teletransmisyjnej PLK, czynności te musi zrealizować wykonawca na własny koszt.
16. Do dostarczenia poprawek i aktualizacji oprogramowania Urządzeń Brzegowych i Przełączników powstałych w okresie trwania gwarancji jest zobowiązany wykonawca.
17. Wykonawca ponosi wszelkie koszty związane z realizacją gwarancji, a w szczególności koszty dojazdu, transportu lub dostępu do Infrastruktury.
18. Wykonawca w okresie gwarancji na swój koszt wymienia i uzupełnia wszelkie materiały eksploatacyjne dla Infrastruktury przewidziane przez producenta.
19. Wykonawca w czasie trwania gwarancji przeprowadza i uzyskuje na własny koszt wszelkie wymagane prawem badania, poświadczenia i certyfikaty wydawane przez podmioty zewnętrzne. Wykonawca będzie przeprowadzał te prace za pomocą personelu posiadającego odpowiednie kwalifikacje, certyfikaty i uprawnienia.
20. W przypadku wystąpienia nieprawidłowości w działaniu elementów Infrastruktury, wykonawca zobowiązany jest do ich usunięcia w terminie określonym umową na własny koszt.
21. PLK SA ma prawo do dokonywania napraw i zmian w Konfiguracji przez przeszkolony personel, w zakresie niezbędnym do funkcjonowania Systemu.

**§ 26.**

**Dokumentacja projektowa**

1. Na wstępnym etapie projektu wymagane jest przedstawienie koncepcji budowy sieci dostępowej CSDIP zawierającej co najmniej:
   1) opisu planowanej infrastruktury teletechnicznej;
   2) typy dobranych urządzeń;
   3) wykaz (ilość) niezbędnych adresów IP dla każdego z Obiektów objętych projektem, wraz z ich podziałem na VLAN-ów i VRF przedstawionych w § 14;
   4) opisu architektury logicznej planowanego systemu wraz ze schematem blokowym systemu;
   5) opis architektury optycznej, w tym architektury pierścieni Sieci Dostępowej WAN;
   6) organizacja i plan połączeń transmisyjnych wszystkich elementów Systemów CSDIP, SMW i SPA;
   7) certyfikaty projektantów sieci zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w § 24.
2. Na kolejnym etapie wymaga się dostarczenia do oceny Projektu Wykonawczego sieci dostępowej CSDIP, który musi opisywać następujące obszary:
   1) metryka projektu, jak poniżej uzupełniona o dane:

   Tabela 13 Metryka projektu

| | |
|---|---|
| #Projekt | |
| Data | |
| Architekt sieci | |
| Typ i numer wymaganego certyfikatu | |
| Inżynier konfiguracji | |
| Typ i numer wymaganego certyfikatu | |

   2) schemat połączeń fizycznych;
   3) przebieg kabli światłowodowych OTK;
   4) zakładane przepływności sieci transmisyjnej w budowanym pierścieniu;
   5) matryca ruchu;
   6) parametry konfiguracyjne portów;
   7) plan adresacji IP dla urządzeń oraz przypisanie do VLAN-ów i VRF;
   8) opis architektury Sieci Dostępowej CSDIP WAN;
   9) opis i konfiguracja protokołu IGP w Sieci Dostępowej CSDIP WAN;
   10) opis i konfiguracja protokołu MPLS w Sieci Dostępowej CSDIP WAN;
   11) opis i konfiguracja protokołu MP-BGP w Sieci Dostępowej CSDIP WAN;
   12) opis i konfiguracja usług MPLS w Sieci Dostępowej CSDIP WAN;

13) opis i konfiguracja PSS z Siecią Teletransmisyjną PLK;
14) wymagane parametry QoS w Sieci Dostępowej CSDIP WAN;
15) opis i konfiguracja PSS oraz inżynieria ruchu pomiędzy sieciami;
16) opis architektury Sieci Dostępowej CSDIP LAN;
17) wymagane parametry QoS w Sieci Dostępowej CSDIP LAN;
18) opis i konfiguracja Sieci Dostępowej CSDIP LAN;
19) opis i konfiguracja bezpieczeństwa sieciowego w Sieci Dostępowej CSDIP WAN i LAN;
20) organizacja i plan połączeń transmisyjnych wszystkich elementów Systemów CSDIP, SMW i SPA;
21) certyfikaty projektantów sieci zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w § 24.

3. Przed przystąpieniem do zabudowy urządzeń należy przedstawić do oceny Projekt Wykonawczy instalacji Sieci Dostępowej LAN:
   1) schemat rozmieszczenia Urządzeń w szafach;
   2) schemat połączeń transmisyjnych;
   3) konfigurację Urządzeń wraz z rozmieszczeniem kart, portów zajętych i wolnych i przypisaniem ich do konkretnej usługi;
   4) podłączenie i przebieg zasilania elektrycznego.
4. Sieć Dostępowa CSDIP (WAN oraz LAN) powinna być opisana w jednym tomie. W przypadku podziału dokumentacji na indywidualne obiekty, do każdego z projektów Sieci Dostępowej CSDIP LAN należy dołaczyć projekt Sieci Dostępowowej CSDIP WAN.
5. Na podstawie zatwierdzonej w projekcie (Projekt Wykonawczy) ilości urządzeń końcowych oraz sieciowych dla każdego z obiektów objętych projektem, Jednostka Merytoryczna przekaże wykonawcy niezbędną pulę adresów IP.
6. Wykonawca dokonuje przypisania przydzielonych adresów do dostarczanych urządzeń. Informacje o numerach urządzeń oraz przypisanymi do nich adresami bezwzględnie umieścić w dokumentacji powykonawczej.
7. Przygotowanie niezbędnych polityk routingu w routerach projektu oraz urządzeniach końcowych pozostaje w gestii wykonawcy. W uzasadnionych przypadkach PLK może wnioskować o zmianę, lub samodzielnie dokonywać zmian, w już zaimplementowanych politykach ruchu sieciowego.
8. Każdy projekt podlega ocenie i akceptacji Jednostki Merytorycznej. Niezależnie od etapu opracowania dokumentacji, każdy projekt jest sprawdzany między innymi pod kątem zgodności z regulacjami wewnętrznymi PLK.
9. Jednostka Merytoryczna może zgłaszać poprawki do przedstawionego projektu, które mogą skutkować zmianą ilości wykorzystywanych włókien i/lub ilością niezbędnych urządzeń.

**§ 27.**

**Dokumentacja powykonawcza**

1. Dokumentacja powykonawcza powinna zawierać:
   1) schemat trasowy budowanej infrastruktury (rozmieszczenie urządzeń wzdłuż trasy, numery włókien wykorzystanych do przyłączenia urządzeń, poziomy sygnałów na wejściu i wyjściu urządzeń oraz linii);
   2) wykaz zainstalowanych urządzeń wraz z numerami katalogowymi i seryjnymi wszystkich modułów z rozbiciem na poszczególne węzły;
   3) schemat rozmieszczenia Urządzeń w szafach;
   4) konfigurację Urządzeń wraz z rozmieszczeniem kart, portów zajętych i wolnych itp.;
   5) schemat połączeń transmisyjnych;
   6) dokumentację fotograficzną miejsca instalacji;
   7) dokumentację inwentaryzacyjną;
   8) dokumentację pomiarową kabli OTK wykonaną zgodnie z Wytycznymi Ie-108;
   9) dokumentację pomiarową kabli miedzianych służących do transmisji danych (Ethernet, od portu do portu urządzenia);
   10) Należy dostarczyć wszelkie certyfikaty, aprobaty techniczne, instrukcje obsługi zabudowanych urządzeń i materiałów;
   11) Schemat ideowy z uwzględnieniem szczegółowego rozpływu włókien;
   12) Protokoły z wykonanych testów (instalacyjnych, integracyjnych oraz funkcjonalnych).
2. Dokumentacja musi być przekazana w formie papierowej i elektronicznej:
   1) w formie plików w formacie AutoCad dla schematów przebiegu, projektów budowlanych *.dwg oraz w formacie *.pdf itp.;
   2) w formie plików *.docx, *.csv, *.xlsx dla danych inwentaryzacyjnych;
   3) w formie plików *.sor dla pomiarów kabli światłowodowych.

## Rozdział 7.
## Testy urządzeń

Wykonawca zaproponuje szczegółowy program testów i przedłoży do akceptacji przez Jednostkę Merytoryczną. Zakres testów musi obejmować wszystkie funkcjonalności wykorzystywane przez PLK SA.

### § 28.
### Testy Instalacyjne

1. Testy Instalacyjne mają na celu weryfikację prawidłowej instalacji, podłączenia wszystkich Urządzeń.
2. Testy Instalacyjne będą przeprowadzone po dostawie i instalacji Urządzenia w miejscu przeznaczenia, uruchomieniu, wgraniu Oprogramowania.
3. W trakcie testów instalacyjnych sprawdzeniu podlegają co najmniej następujące elementy:
   1) poprawność wykonania instalacji mechanicznej według procedur i wytycznych producenta;
   2) poprawność odczytywania danych inwentaryzacyjnych;
   3) prawidłowość działania instalacji uziemiającej i zasilającej według procedur i wytycznych producenta;
   4) prawidłowość działania wewnętrznej redundancji elementów Urządzenia (np. zasilania, matryc);
   5) diagnostyka Urządzenia;
   6) prawidłowość działania po przywróceniu zasilania;
   7) zarządzanie Urządzeniem z poziomu terminala lokalnego, jeśli producent przewidział taką możliwość.
4. Testy Instalacyjne zobowiązany jest wykonać wykonawca i sporządzić z nich protokół, który należy dołączyć do dokumentacji powykonawczej wraz z testami FAT.
5. Do dokumentacji powykonawczej należy dołączyć wykaz podzespołów – listę inwentaryzacyjną składników Urządzenia. Lista inwentaryzacyjna powinna być sporządzona z dokładnością do pojedynczego składnika.
6. Pozytywny wynik Testów Instalacyjnych pozwala na przeprowadzenie Testów Integracyjnych.

**§ 29.**

**Testy Integracyjne**

1. Testy Integracyjne przeprowadzane są, aby zweryfikować poprawność połączeń logicznych i współdziałanie (interakcję) pomiędzy urządzeniami budowanej Sieci Dostępowej CSDIP oraz pomiędzy Urządzeniami Sieci Agregacyjnej PLK lub Urządzeniami Sieci Dostępowej PLK, w celu uzyskania założonej funkcjonalności.
2. Testy Integracyjne przeprowadza wykonawca pod nadzorem Centrum Zarządzania Siecią.
3. Do zakresu testów integracyjnych wchodzi:
   1) weryfikacja poprawności konfiguracji Urządzenia Brzegowego;
   2) weryfikacja poprawności konfiguracji Przełączników Demarkacyjnych;
   3) weryfikacja poprawności konfiguracji Przełączników LAN;
   4) weryfikacja wszystkich funkcji zarządzających dostępnych z Systemu Zarządzania Siecią;
   5) weryfikacja poprawności działania logowania zdarzeń, alarmów;
   6) weryfikacja pełnej możliwości dokonywania zmian w konfiguracji;
   7) weryfikacja wykonywania i poprawności działania zapisywanych kopii konfiguracji.
4. Weryfikacja poprawności konfiguracji urządzeń musi uwzględniać:
   1) weryfikację stanu interfejsów;
   2) weryfikację stanu protokołów routingu;
   3) weryfikację stanu protokołów dystrybucji etykiet;
   4) weryfikację punktu styku z Siecią Dostępową PLK lub Siecią Agregacyjną PLK;
   5) weryfikację wszystkich elementów zarządzania: SNMP, DNS, NTP, SSHv2.
5. Testy muszą potwierdzić pełnię możliwości w zakresie przekazywania informacji o błędach i alarmach w urządzeniach.
6. Pozytywny wynik Testów Integracyjnych powinien pozwolić na rozpoczęcie konfiguracji usług, mechanizmów QoS i protekcji dla danego Systemu oraz przeprowadzenia Testów Funkcjonalnych i Odbiorczych.
7. Testy Integracyjne zobowiązany jest wykonać wykonawca i sporządzić z nich protokół, który należy dołączyć do dokumentacji powykonawczej.

**§ 30.**

**Testy Funkcjonalne**

1. Testy Funkcjonalne przeprowadzane są, aby zweryfikować poprawność działania skonfigurowanych usług i mechanizmów QoS w Sieci Dostępowej CSDIP w celu uzyskania założonej funkcjonalności dla systemów CASDIP i SMW oraz sprawdzenie

działania sieci na przesyłany ruch usługowy i wpływu awarii sieci na przesyłany ruch usługowy.

2. Testy Funkcjonalne należy przeprowadzić symulując możliwie maksymalny ruch usługowy przez uruchomione w danym segmencie sieci wszystkie systemy SMW i CASDIP.
3. Do zakresu testów funkcjonalnych wchodzi:
   1) weryfikacja poprawności konfiguracji portów dostępowych na Przełącznikach LAN dla urządzeń końcowych: CSDIP i SMW;
   2) weryfikacja poprawności klasyfikacji ruchu na portach dostępowych Przełączników LAN do odpowiednich klas QoS;
   3) weryfikacja usług L2VPN jeśli są skonfigurowane – na poziomie Control-plane i Data–plane;
   4) weryfikacja usług L3VPN – na poziomie Control-plane i Data-plane;
   5) weryfikacja przełączania ruchu usługowego w momencie wystąpienia awarii w danym pierścieniu (symulacja awarii jednego z węzłów na ścieżce głównej i przełączenie na zapasową). Pomiar czasów przełączenia dla ruchu usługowego i wpływ tego przełączenia na przesyłany ruch;
   6) symulacja awarii jednego z urządzeń brzegowych i weryfikacja wpływu awarii na ruch usługowy i szybkość przełączenia na ścieżkę zapasową i drugie Urządzenie Brzegowe. Pomiar czasów przełączenia dla ruchu usługowego i wpływ tego przełączenia na przesyłany ruch;
   7) sprawdzenie poprawności konfiguracji QoS na każdym z węzłów i weryfikacja poprawności klasyfikacji i kolejkowania ruchu usługowego zgodnie z zaplanowanym modelem QoS.
4. Należy przeprowadzić również testy funkcjonalne zarządzania Urządzeń z poziomu Systemu Zarządzania Siecią, w celu udowodnienia spełnienia wymagań określonych w § 16 ust. 2 i 4.
5. Testy Funkcjonalne Sieci Dostępowej CSDIP WAN należy wykonywać równocześnie dla wszystkich węzłów budowanego pierścienia. Testy Sieci Dostępowej CSDIP LAN mogą być realizowane indywidualnie dla poszczególnych Obiektów Liniowych.
6. Testy Funkcjonalne zobowiązany jest wykonać wykonawca i sporządzić z nich protokół zawierający m.in. printouty z urządzeń, który należy dołączyć do dokumentacji powykonawczej.
7. Pozytywny wynik Testów Funkcjonalnych pozwala na przystąpienie do Testów Odbiorczych.

**§ 31.**

**Testy Odbiorcze**

1. Testy Odbiorcze weryfikują poprawność wykonanych testów instalacyjnych, integracyjnych oraz funkcjonalnych.
2. Podczas Testów Odbiorczych sprawdzana jest poprawność wykonanych testów i utworzonych protokołów. Stanowią zbiór danych pozwalający na stwierdzenie poprawności współpracy Systemów CSDIP, SMW, SPA z istniejącą Siecią Teletransmisyjną PLK.
3. Testy Odbiorcze zobowiązany jest wykonać wykonawca z udziałem przedstawiciela PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Protokół, sporządzony podczas testów musi być dołączony do dokumentacji powykonawczej.
4. Testy Odbiorcze prowadzi PLK SA powołując komisję weryfikacyjną w składzie:
   1) odpowiedzialny terenowo Naczelnik Sekcji;
   2) jednostka PLK SA koordynująca realizację projektu;
   3) pracownik CZS (zdalnie) w celu weryfikacji poprawności pracy włączonych do Sieci Teletransmisyjnej Urządzeń Brzegowych i Demarkacyjnych.
5. Po zakończeniu Testów Odbiorczych należy sporządzić protokół. Zakończenie testów z wynikiem pozytywnym jest równoznaczne z wpisaniem urządzeń do książki środków trwałych i rozpoczęciem okresu gwarancyjnego.

## Rozdział 8.
## Inne dokumenty

### § 32.
### Przepisy związane

1. Dostarczane systemy muszą spełniać wymagania na bezpieczeństwo dla systemów łączności oraz łączności w systemach transmisyjnych dla zastosowań kolejowych wskazanych w normie PN-EN 50159:2010.
2. Urządzenia Brzegowe i Przełączniki Demarkacyjne, odpowiadające za integrację Systemów CSDIP SMW oraz SPA z Siecią Teletransmisyjną PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., muszą spełniać niżej wymienione normy i akty prawne, lub równoważne, stosowane przez wybranego producenta.
3. Normy dla routerów Systemu IP-MPLS w zakresie MPLS:
   1) RFC2702 Requirements for traffic engineering over MPLS;
   2) RFC3036 LDP Specification;
   3) RFC3209 RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP tunnels;
   4) RFC3270 Multiprotocol label switching (MPLS) support of differentiated services;
   5) RFC3564 Requirements for support of differentiated services-aware MPLS traffic engineering;
   6) RFC4090 Fast Reroute Extensions to RSVP-TE for LSP Tunnels;
   7) RFC4125 Maximum allocation bandwidth constraints model for DiffServ-aware MPLS traffic engineering;
   8) RFC4127 Russian dolls bandwidth constraints model for DiffServ-aware MPLS traffic engineering;
   9) RFC5462 Multiprotocol Label Switching (MPLS) Label Stack Entry: "EXP" Field Renamed to "Traffic Class" Field;
   10) [Y.1711] ITU-T Recommendation Y.1711, Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks;
   11) [Y.1720] ITU-T Recommendation Y.1720, Protection switching for MPLS networks.
4. Urządzenia sieci IP-MPLS powinny wspierać standard MPLS-TP. Standardy dla routerów IP MPLS w zakresie MPLS-TP:
   1) RFC7213 MPLS-TP Next-Hop Ethernet Addressing;
   2) RFC5654 Requirements of an MPLS Transport Profile;
   3) RFC5860 Requirements for Operations, Administration, and Maintenance (OAM) in MPLS Transport NetworksRFC5921, A Framework for MPLS in Transport Networks;

4) RFC5960 MPLS Transport Profile Data Plane Architecture;
5) RFC6370 MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Identifiers;
6) RFC6371 Operations, Administration, and Maintenance Framework for MPLS Based Transport Networks;
7) RFC6378 MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Linear Protection;
8) RFC6428 Proactive Connectivity Verification, Continuity Check, and Remote Defect Indication for the MPLS Transport Profile.

5. Normy dla routerów Systemu IP-MPLS w zakresie synchronizacji:
   1) ITU-T Recommendation G.703, Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces;
   2) ITU-T Recommendation G.781, Synchronization layer functions;
   3) ITU-T Recommendation G.813, Timing characteristics of SDH equipment slave clocks (SEC);
   4) ITU-T Recommendation G.823, The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbps hierarchy;
   5) ITU-T Recommendation G.8261, Timing and Synchronization Aspects in Packet Networks;
   6) ITU-T Recommendation G.8262, Timing Characteristics of Synchronous Ethernet Equipment Slave Clock (EEC);
   7) ITU-T Recommendation G.8264, Distribution of timing through packet networks;
   8) ITU-T Recommendation G.8265.1, IEEE1588™ profile for Telecom (frequency delivery without support from network nodes);
   9) ITU-T Recommendation G8271, Time and phase synchronization aspects of packet networks;
   10) ITU-T Recommendation G.8272, Timing characteristics of primary reference time clocks;
   11) IEEE Std 1588v2, 2008 edition – Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems;
   12) RFC4197 Requirements for Edge-to-Edge Emulation of Time Division Multiplexed (TDM) Circuits over Packet Switching Networks.
6. Normy dla protokołów routing IP-MPLS:
   1) RFC4124 Protocol extensions for support of Differentiated-Service-aware MPLS Traffic Engineering;
   2) RFC1812 Requirements for IP Version 4 Routers;
   3) RFC2328 OSPF version 2 (OSPFv2);
   4) RFC3623 Graceful OSPF restart;
   5) RFC3630 Traffic Engineering (TE) extensions to OSPF version 2;

6) ISO10589 Intermediate system to intermediate system intra-domain routing information exchange protocol;
7) RFC1195 Use of OSI IS-IS for routing in TCP/IP and dual environments;
8) RFC2763 Dynamic host name exchange mechanism for IS-IS;
9) RFC2966 Domain-wide Prefix Distribution with Two-Level IS-IS;
10) RFC3564 Requirements for support of differentiated services-aware MPLS traffic engineering;
11) RFC3784 Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) – Extensions for Traffic Engineering (TE);
12) RFC7196 Making Route Flap Damping Usable;
13) RFC1771 A border gateway protocol 4 (BGP-4);
14) RFC1772 Application of the border gateway protocol in the Internet;
15) RFC1966 BGP route reflection - an alternative to full mesh iBGP;
16) RFC1997 BGP communities attribute;
17) RFC2283 Multiprotocol extensions for BGP-4;
18) RFC2439 BGP route flap damping;
19) RFC2796 BGP route reflection - an alternative to full mesh iBGP;
20) RFC2842 Capabilities advertisement with BGP-4;
21) RFC2858 Multiprotocol extensions for BGP-4;
22) RFC2918 Route refresh capability for BGP-4;
23) RFC3065 Autonomous system confederations for BGP;
24) RFC4271 A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4);
25) RFC3107 Carrying Label Information in BGP-4;
26) RFC4360 BGP Extended Communities Attribute;
27) RFC4724 Graceful Restart Mechanism for BGP;
28) RFC4364 BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs).

7. Normy dla routerów Systemu IP-MPLS w zakresie QoS:
   1) IEEE Std 802.3 Local and metropolitan area networks – Specific Requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications;
   2) RFC2475 An architecture for differentiated service;
   3) RFC2698 A two-rate three-color marker;
   4) RFC5462 Multiprotocol Label Switching (MPLS) Label Stack Entry: "EXP" Field Renamed to "Traffic Class" Field.
8. Normy dla routerów Systemu IP-MPLS w zakresie usług PWE3:
   1) RFC 5885 Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for the Pseudowire Virtual Circuit Connectivity Verification (VCCV);

2) IEEE Std 802.1ad, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Virtual Bridged Local Area Networks. Amendment 4: Provider Bridges. Amendment to IEEE Std 802.1Q;
3) RFC3985 Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Architecture;
4) RFC4379 Detecting Multi-Protocol Label Switched (MPLS) Data Plane Failures;
5) RFC4385 Pseudowire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Control Word for Use over an MPLS PSN;
6) RFC4447 Pseudowire Setup and Maintenance Using the Label Distribution Protocol (LDP);
7) RFC4448.txt Encapsulation Methods for Transport of Ethernet over MPLS networks;
8) RFC5085 Pseudowire Virtual Circuit Connectivity Verification (VCCV): A Control Channel for Pseudowires;
9) RFC6073 Segmented Pseudowire;
10) RFC4197 Requirements for Edge-to-Edge Emulation of Time Division Multiplexed (TDM) Circuits over Packet Switching Networks;
11) RFC4553 Structure-Agnostic Time Division Multiplexing (TDM) over Packet (SAToP);
12) RFC5086 Structure-Aware TDM Circuit Emulation Service over PSN (CESoPSN);
13) RFC4364, BGP/MPLSIP Virtual Private Networks(VPNs);
14) RFC4762 Virtual private LAN Service (VPLS) Using Label Distribution Protocol (PDP) Signaling.

9. Normy dla routerów Systemu IP-MPLS w zakresie zarządzania:
   1) RFC1213 Management information base for network management in TCP/IP based Internets: MIB-II;
   2) RFC1657 Definitions of managed objects for the fourth version of the border gateway protocol (BGP-4)using SMIv2;
   3) RFC1850, OSPF version 2 management information base;
   4) RFC1907 Management information base for version 2 of the simple network management protocol(SNMPv2);
   5) RFC2011, SNMPv2 management information base for the Internet protocol using SMIv2;
   6) RFC2012, SNMPv2 management information base for the transmission control protocol using SMIv2;
   7) RFC2013, SNMPv2 management information base for the user datagram protocol using SMIv2;
   8) RFC 3410 Introduction and Applicability Statements for Internet Standard;
   9) RFC 3411 An Architecture for Describing SNMP Management Frameworks;

10) RFC 3412 Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP);
11) RFC 3413 Simple Network Management Protocol (SNMP) Applications;
12) RFC 3414 User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3);
13) RFC 3415 View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP);
14) RFC2096 IP forwarding table MIB;
15) RFC2863 The interfaces group MIB (IF-MIB);
16) RFC2865 Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS);
17) RFC2866 RADIUS Accounting;
18) ITU-T Recommendation X.36 (2000-03), Interface between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE) for public data networks providing frame relay data transmission service by dedicated circuit;
19) RFC5880 Bidirectional Forwarding Detection (BFD);
20) RFC5881 Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for IPv4 and IPv6 (Single Hop);
21) RFC3768 Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP).

10. Normy dla routerów Systemu IP-MPLS w zakresie interfejsów:
    1) IEEE Std 802.3, 2002 Edition – Local and metropolitan area networks – Specific Requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications;
    2) IEEE Std 802.1ad-2005 – IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Virtual Bridged Local Area Networks Amendment 4: Provider Bridges. Amendment to IEEE Std 802.1Q-2005;
    3) IEEE Std 802.1ag-2007 – IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Virtual Bridged Local Area Networks;
    4) IEEE Std 802.1AX-2008 – IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Link Aggregation;
    5) RFC4448 (2006–04), Encapsulation Methods for Transport of Ethernet Over MPLS Networks;
    6) ITU Recommendation Y.1731 (2008-02) OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks;
    7) ITU-T Recommendation Y.1710 (2002-11) Requirements for Operation & Maintenance functionality for MPLS networks;
    8) ITU-T Recommendation Y.1711 (2004-02) Operation &Maintenance mechanism for MPLS networks;
    9) ITU-T Recommendation Y.1720 (2006-12) Protection switching for MPLS networks;

10) ITU-T Recommendation G.703 (1998-10) Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces;
11) ITU-T Recommendation G.704 (1998-10) Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels;
12) ITU-T Recommendation G.707/Y.1322 (2003-12) Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH);
13) ITU-T Recommendation G.775 (1988-10) Loss of signal (LOS), alarm indication signal (AIS) and remote defect indication (RDI) defect detection and clearance criteria for PDH signals;
14) ITU-T Recommendation G.781 (1999-06) Synchronization layer functions;
15) ITU-T Recommendation G.783 (2003-06) Characteristics of synchronous digital hierarchy (SDH) equipment functional blocks ITU-T Recommendation G.813 (1996‑08), Timing characteristics of SDH equipment slave clocks (SEC);
16) ITU-T Recommendation G.811 (1997-09) Timing characteristics of primary reference clocks;
17) ITU-T Recommendation G.812, (2004-06) Timing requirements of slave clocks suitable for use as node clocks in synchronization networks;
18) ITU-T Recommendation G.825 (2000-03) The control of jitter and wander within digital networks which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH);
19) ITU-T Recommendation G.826 (2002-12) End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections;
20) ITU-T Recommendation G.957 (1999-07) Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy;
21) ITU-T Recommendation G.798 (2006-03) Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks;
22) RFC1619 (1994-05), PPP over SONET/SDH [RFC1662] RFC1662 (1994-07), PPP in HDLC-like framing;
23) RFC1990 (1996-08) The PPP Multilink Protocol (MP);
24) RFC2615 (1999-06) PPP over SONET/SDH;
25) RFC3153 (2001-08) PPP Multiplexing;
26) ITU-T Recommendation G.8261/Y1361 (2013-08) Timing and synchronization aspects in packet networks;
27) ITU-T Recommendation G.8262 (2007-08) Timing Characteristics of Synchronous Ethernet Equipment Slave Clock (EEC);
28) ITU-T Recommendation G.8264 (2008-10) Distribution of Timing Through Packet Networks;

29) ITU-T Recommendation G.8272/Y.1367 (2015-01) Timing characteristics of primary reference time clocks.

11. Regulacje wewnętrzne PLK SA:
    1) Wytyczne Ipi-4 - „Wytyczne dotyczące projektowania i budowy Systemów Monitoringu Wizyjnego (SMW) na obiektach obsługi pasażerskiej Ipi-4”;
    2) Wytyczne Ipi-6 - „Wytyczne w sprawie elementów wykonawczych Centralnego Systemu Dynamicznej Informacji Pasażerskiej i infrastruktury towarzyszącej Ipi-6”;
    3) Wytyczne Ipi-10 - „Wytyczne dla szaf teletechnicznych dla potrzeb SMW i SDIP Ipi-10”;
    4) Instrukcja Ie-50z1.3 - „Standard oznaczeń elementów sieci transmisyjnej oraz sieci GSM-R Ie-50z1.3”;
    5) Wytyczne Ie-108 - „Wytyczne dla projektowania i budowy linii optotelekomunikacyjnych Ie-108”.
12. Wyszczególnione przepisy nie stanowią zbioru zamkniętego i obowiązują od dnia ich wejścia w życie lub od dnia ich zmiany. Nowelizacja któregokolwiek przepisu przywołanego w Wymaganiach (z wyłączeniem norm) nie stanowi zasadniczo podstawy do zmiany/nowelizacji Wymagań, chyba że taka zmiana jest konieczna z uwagi na przedmiot nowelizacji przepisu.

**§ 33.**

**Dokumenty powiązane**

1. Dostęp do dokumentów powiązanych możliwy jest po uzyskaniu zgody Jednostki Merytorycznej. Może się to wiązać z koniecznością posiadania aktywnej umowy poufności (NDA).
2. Wzór wniosku o określenie warunków technicznych dla przyłączenia nowych urządzeń do sieci PLK SA – załącznik nr 1.
3. Wzór odpowiedzi na zapytanie o określenie warunków technicznych w celu przyłączenia nowych urządzeń do Sieci Teletransmisyjnej PLK – załącznik nr 2.
4. Wykaz lokalizacji, w których możliwe będzie utworzenie PSS, przekazany będzie przez Jednostkę Merytoryczną na wniosek wykonawcy na etapie realizacji.
5. Wykaz lokalizacji muf niezbędnych do uwzględnienia przy projektowaniu trasy kabla światłowodowego przekazany będzie przez Jednostkę Merytoryczną na wniosek wykonawcy na etapie realizacji.

**Załącznik 1**

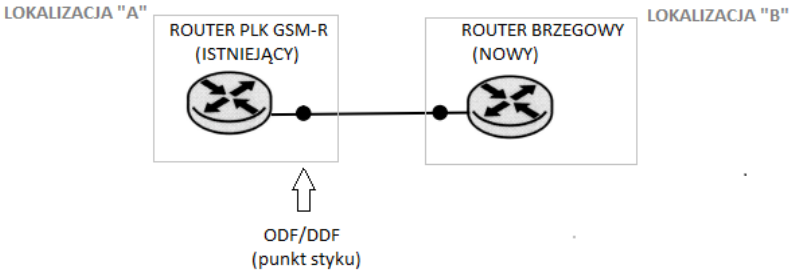
**Wniosek o określenie warunków technicznych dla przyłączenia nowych urządzeń do sieci teletransmisyjnej PLK**

## 1. DANE WNIOSKODAWCY

| | |
|---|---|
| **NAZWA FIRMY** | |
| **NIP** | |
| **REGON** | |
| **Miejscowość** | |
| **Ulica, nr domu** | |
| **Kod pocztowy, poczta** | |
| **Osoba kontaktowa** | |
| **Telefon** | |
| **Adres e-mail** | |

## 2. DANE PROJEKTOWE

| | |
|---|---|
| **NAZWA PROJEKTU** | |
| **ETAP** (nazwa budowanego pierścienia ) | |
| **Jednostka PLK SA prowadząca projekt** | |
| **DATA WAŻNOŚCI REZERWACJI ZASOBÓW PRZEZ PLK SA** | |




## 3. NAZWY OBIEKTOW PLK SA GSM-R, KTÓRYCH DOTYCZY WNIOSEK O UDOSTĘPNIENIE PSS

| | OBIEKT PLK SA-GSM-R (LOKALIZACJA „A”) | LINIA KOLEJOWA | KILOMETR |
|---|---|---|---|
| **1** | | | |
| **2** | | | |
| **3** | | | |

## 4. LOKALIZACJE NOWO INSTALOWANYCH URZĄDZEŃ BRZEGOWYCH

| | **OBIEKT BRZEGOWY (LOKALIZACJA „B")** | **LINIA KOLEJOWA** | **KILOMETR** |
|---|---|---|---|
| **1** | | | |
| **2** | | | |
| **3** | | | |

## 5. INFORMACJE O POŁĄCZENIACH POMIĘDZY ROUTERAMI GSMR I BRZEGOWYMI

| NR PSS | **RELACJA** | | **Typ połączenia** (ELEKTRYCZNE CZY OPTYCZNE) | SZACOWANA ZAJĘTOŚĆ PASMA (Mbit/s) |
|---|---|---|---|---|
| | ROUTER A | ROUTER B | | |
| **1** | | | | |
| **2** | | | | |
| **3** | | | | |

## 6. INFORMACJE O NOWO-INSTALOWANYCH URZĄDZENIACH IP-MPLS

| Lp | MIEJSCE INSTALACJI | | | MODEL URZĄDZENIA | PARAMETRY ZASILANIA | | Integracja z Systemem Zarządzania Siecią | UPLINK ( LTE / dzierżawa / FO ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | OBIEKT | LINIA KOLEJOWA (lub adres) | KILOMETR (lub cd adresu) | | **Typ zasilania** np. 230 V AC / 48 DC | MOC [W] | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |

## 7. ILOŚĆ, TYP URZĄDZEŃ ORAZ TYP WYPOSAŻENIA INSTALOWANEGO, PRZEZNACZONYCH DO INTEGRACJI Z SYSTEMEM ZARZĄDZANIA SIECIĄ (szacowanie licencji do zakupu)

| | TYP | ILOŚĆ |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |

| | TYP | ILOŚĆ |
|---|---|---|
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| 23 | | |
| 24 | | |
| 25 | | |
| 26 | | |

**Załącznik 2**

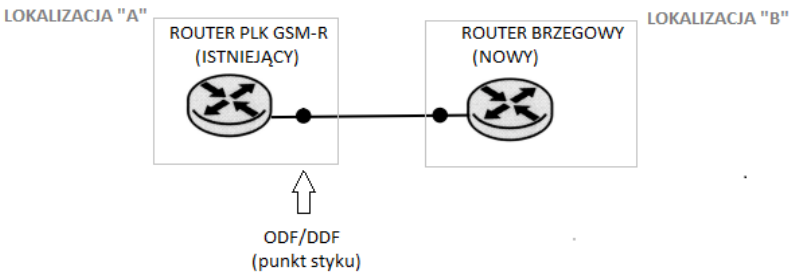
**Odpowiedź na zapytanie o określenie warunków technicznych w celu przyłączenia nowych urządzeń do sieci teletransmisyjnej PLK**

## 1. DANE WNIOSKODAWCY

| | |
|---|---|
| **NAZWA FIRMY** | |
| **NIP** | |
| **REGON** | |
| **Miejscowość** | |
| **Ulica, nr domu** | |
| **Kod pocztowy, poczta** | |
| **Osoba kontaktowa** | |
| **Telefon** | |
| **Adres e-mail** | |

## 2. DANE PROJEKTU

| | |
|---|---|
| **NAZWA PROJEKTU** | |
| **ETAP**<br>(nazwa budowanego pierścienia) | |
| **Jednostka PLK SA prowadząca projekt** | |
| **GRANICZNY TERMIN WAŻNOŚCI REZERWACJI ZASOBÓW SIECIOWYCH** | |
| **GRANICZNY TERMIN DLA INSTALACJI URZĄDZEŃ** | |



### 3. DANE PRZYŁĄCZA (ZAREZERWOWANE ZASOBY)

| | PSS 1 | PSS 2 | Uwagi |
|---|---|---|---|
| **Nazwa Urządzenia po stronie PLK SA** | | | |
| **Port na urządzeniu PLK SA** | | | |
| **Warstwa sieci po stronie PLK SA** (dostępowa czy agregacyjna) | | | |
| **Typ urządzenia po stronie PLK SA** | | | |
| **Wymagane doposażenie karty** (jeśli tak – podać typy i ilość) | | | |
| **Wymagane doposażenie SFP** (jeśli tak – podać ilość i typ) | | | |
| **Ilość i długość patchcordów pomiędzy urządzeniem a ODF** | | | |
| **WYMAGANA ROZBUDOWA SIŁOWNI** | | | |
| **Łączna ilość licencji NFM-P potrzebna do integracji urządzeń** | | | |

**Tabela zmian**

| Lp. zmiany | Nr uchwały Zarządu/decyzji członka Zarządu wprowadzającej zmianę | Jednostki redakcyjne, w obrębie których wprowadzono zmiany | Data wejścia w życie | Biuletyn PKP Polskich Linii Kolejowych S.A., w którym zmiana została opublikowana (Nr/poz./rok) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |