Załącznik do uchwały Nr 467/2023
Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
z dnia 6 czerwca 2023 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 14 czerwca 2023 r.

Regulacja wewnętrzna spełnia wymagania określone
w ustawie z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym
(t.j. Dz. U. 2023 poz. 602 z późniejszymi zmianami)

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
Autor: PKP Polskie Linie Kolejowa S.A Centrala
Biuro Automatyki i Telekomunikacji
ul. Targowa 74, 03 – 734 Warszawa
tel. (22) 473-20-50
www.plk-sa.pl, iat@plk-sa.pl

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala
Biuro Standaryzacji i Utrzymania
ul. Targowa 74, 03 – 734 Warszawa
tel. (22) 473-26-14
www.plk-sa.pl, ist@plk-sa.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone.
Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja
w celach komercyjnych całości lub części instrukcji
bez uprzedniej zgody PKP Polskie Linie Kolejowe S.A są zabronione

SPIS TREŚCI

Rozdział 1. Postanowienia ogólne 7
§1. Słownik użytych pojęć i skrótów 7
§2. Cel dokumentu 11
§3. Informacje podstawowe 12

Rozdział 2. Sieć Teletransmisyjna PLK 14
§4. Struktura Sieci Teletransmisyjnej PLK 14

Rozdział 3. Wymagania dotyczące budowy i rozbudowy Sieci Dostępowej CSDIP oraz GS – Warstwa fizyczna 17
§5. Infrastruktura pasywna 17
§6. Topologia Sieci Dostępowej CSDIP 18
§6.1 Topologia pierścienia 18
§6.2 Topologia pojedynczego węzła 26
§7. Punkt Styku Sieci (PSS) Sieci Dostępowych CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK 30
§8 Warianty połączenia Sieci Dostępowych CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK 32
§9. Zapewnienie transmisji dla Systemów CSDIP, SMW i SPA w okresie braku gotowości Sieci Teletransmisyjnej PLK 36
§10. Punkt Styku Sieci (PSS) GS z Siecią Teletransmisyjną PLK 37

Rozdział 4. Wymagania dotyczące budowy i rozbudowy Sieci Dostępowej CSDIP oraz GS – Warstwa logiczna 40
§11 Warstwa logiczna Sieci Dostępowej CSDIP WAN 40
§12. Warstwa logiczna Sieci Dostępowej CSDIP LAN 42
§13. Warstwa logiczna obiektu GS 43
§14. Wymagania na warstwę usługową dla Systemów CSDIP 44
§15. Bezpieczeństwo Sieci Dostępowej CSDIP 48
§16. Wymagania na integrację Sieci Dostępowej CSDIP z System Zarządzania Sieci Teletransmisyjnej PLK 49

Rozdział 5. Urządzenia aktywne 50
§17. Wymagania ogólne dla urządzeń aktywnych 50
§18. Wymagania dla Urządzeń Brzegowych 52
§19. Wymagania dla Przełączników Demarkacyjnych 56
§20. Wymagania dla Przełączników Agregacyjnych 60

§21. Wymagania dla Przełączników Dostępowych 63
§22. Wymagania RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety) 65
§23. Sygnatury kabli i urządzeń 66

Rozdział 6. Pozostałe wytyczne 69
§24. Wymagania na personel 69
§25. Wymagania gwarancyjne 69
§26. Dokumentacja projektowa 71
§27. Dokumentacja powykonawcza 73

Rozdział 7. Testy urządzeń 74
§28. Testy Instalacyjne 74
§29. Testy Integracyjne 75
§30. Testy Funkcjonalne 75
§31. Testy Odbiorcze 76

Rozdział 8. Inne dokumenty 78
§32. Normy i dokumenty odniesienia 78
§33. Dokumenty powiązane 84

Załącznik 1 - WNIOSEK O OKREŚLENIE WARUNKÓW TECHNICZNYCH DLA PRZYŁĄCZENIA NOWYCH URZĄDZEŃ DO SIECI TELETRANSMISYJNEJ PLK 85

Załącznik 2 - ODPOWIEDŹ NA ZAPYTANIE O OKREŚLENIE WARUNKÓW TECHNICZNYCH w CELU PRZYŁĄCZENIA NOWYCH URZĄDZEŃ DO SIECI TELETRANSMISYJNEJ PLK 89

Wykaz Rysunków

Rysunek 1 Schemat logiczny warstw Sieci Teletransmisyjnej PLK 15
Rysunek 2 Topologia połączeń Obiektów Liniowych w pierścień 20
Rysunek 3 Topologia połączeń pierścieni i współdzielenie Urządzenia Brzegowego 21
Rysunek 4 Wariant użycia Urządzenia Brzegowego w funkcji Przełącznika Demarkacyjnego 21
Rysunek 5 Wariant Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Urządzenia Brzegowego 22
Rysunek 6 Typ Przełącznika Demarkacyjnego w zależności od uruchomionych usług w Obiekcie Liniowym 24
Rysunek 7 Użycie Przełącznika Demarkacyjne w funkcji Przełącznika Agregacyjnego 26
Rysunek 8 Topologia pojedynczego węzła nie będącego częścią pierścienia 27
Rysunek 9 Typ Przełącznika Demarkacyjnego dla pojedynczych węzłów 28
Rysunek 10 Typ Przełącznika Demarkacyjnego dla pojedynczych węzłów 30
Rysunek 11 Warianty podłączenia Pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP do Sieci Teletransmisyjnej PLK 33
Rysunek 12 Warianty podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK dla Obiektów Liniowych z usługą CSDIP 34
Rysunek 13 Warianty podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK dla Obiektów Liniowych z usługą CSDIP + SMW (pełne) 35
Rysunek 14 Warianty podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK dla obiektów GS 39
Rysunek 15 Poglądowa topologia logiczna Sieci Dostępowej CSDIP WAN 41
Rysunek 16 Poglądowa topologia logiczna pojedynczego węzła Sieci Dostępowej CSDIP WAN 41
Rysunek 17 Poglądowa topologia Sieci Dostępowej CSDIP LAN 42
Rysunek 18 Warstwa logiczna obiektu GS 44
Rysunek 19 Architektura usług budowanej sieci I PSS 46
Rysunek 20 Architektura usług budowanej sieci i dostęp do GS1 47

Wykaz Tabel

Tabela 1 Specyfikacja interfejsów Urządzeń Sieci Dostępowej, Agregacyjnej i Szkieletowej16

Tabela 2 Zastosowanie typu Przełącznika Demarkacyjnego w zależności od usług w Obiekcie Liniowym 23

Tabela 3 Zastosowanie Przełącznika Agregacyjnego w zależności od usług w Obiekcie Liniowym (topologia pierścienia) 24

Tabela 4 Zastosowanie typu Przełącznika Demarkacyjnego w zależności od usług w Obiekcie Liniowym 27

Tabela 5 Zastosowanie Przełącznika Agregacyjnego w zależności od usług w Obiekcie Liniowym (topologia pojedynczego węzła) 28

Tabela 6 Maksymalne pasmo w Sieci Teletransmisyjnej PLK.....32

Tabela 7 Parametry wejściowe dla usług MPLS w budowanej sieci.....45

Tabela 8 Parametry wejściowe dla usługi zarządzania siecią 45

Tabela 9 Parametry wejściowe dla QoS w budowanej sieci.....47

Tabela 10 Parametry jakościowe w pierścieniu Sieci Dostępowej CSDIP.....48

Tabela 11 Oznaczenie kabli i portów urządzeń 67

Tabela 12 Symbole używane do oznaczenia urządzeń aktywnych 68

Tabela 13 Metryka projektu 71

Rozdział 1. Postanowienia ogólne

§1. Słownik użytych pojęć i skrótów

Użyte w dokumencie 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 wygłaszaniem 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 Teletransmisyjna PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.;
8. **Ethernet** – technika, w której zawarte są 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 zarzadzanie infrastrukturą teletransmisyjną oraz urządzeniami systemu CSDIP (tj. routery, serwery, urządzenia końcowe) będącymi własnością PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – Biuro Automatyki i Telekomunikacji;
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 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 Biurem Merytorycznym.
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. Odstępstwo od powyższego 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 informacji mogą być przekazywane dalej (np. podwykonawcom) wyłącznie po podpisaniu stosownych umów NDA;
17. **Obiekt** – część Infrastruktury stanowiącą 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 którego została udzielona Licencja;
23. **Oprogramowanie Stron Trzecich** – Oprogramowanie dostarczone przez wykonawcę w ramach realizacji Przedmiotu Zamówienia, którego producentem nie jest wykonawca;
24. **PLK** (PLK SA) – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
25. **PoE, PoE+** - 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. **System** – jedno lub więcej Urządzeń połączonych ze sobą w celu realizacji określonych funkcji. Szczególne, wyróżnione Systemy opisano w niniejszym zbiorze definicji;
38. **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);
39. **System DWDM** – Urządzenie lub grupa połączonych Urządzeń działających wg standardu DWDM;
40. **System IP-MPLS** – Urządzenie lub grupa połączonych Urządzeń działających wg standardu IP-MPLS;
41. **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;
42. **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;

43. **System Przywoławczo-Alarmowy (SPA)** – zespół urządzeń umożliwiający komunikację podróżnych na peronie z obsługą CBIP w sytuacjach alarmowych i zagrożenia. System SPA jest podsystemem SMW;
44. **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;
45. **Urządzenie Brzegowe** – urządzenie sieci IP-MPLS realizujące Punkt Styku Sieci dostępowej CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK.;
46. **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;
47. **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;

§2. Cel dokumentu

Celem instrukcji jest stworzenie standardu budowy transmisyjnej sieci dostępowej WAN oraz sieci LAN budowanych na potrzeby Systemów CSDIP, SMW i SPA poprzez określenie wymagań na:

- urządzenia teletransmisyjne/sieciowe takie jak routery WAN, protokół IP-MPLS oraz sposób ich implementacji
- urządzenia teletransmisyjne/sieciowe takie jak przełączniki LAN oraz sposób ich implementacji
- topologię fizyczną i logiczną sieci dostępowej WAN i LAN
- sposób integracji w/w urządzeń z Siecią Teletransmisyjną PLK
- sposobu realizacji punktów styku z Siecią Teletransmisyjna PLK
- sposobu realizacji warstwy usługowej
- sposobu realizacji QoS
- kompetencje i doświadczenie personelu projektowego i wdrożeniowego
- dokumentację w tym szczególnie na projekt danej Sieci Dostępowej CSDIP.

W dalszej części dokumentu Sieć dostępowa WAN i LAN budowana na potrzeby Systemów CSDIP, SMW i SPA będzie nazywana **Siecią Dostępową CSDIP.**

Instrukcja w Rozdziale 2 opisuje istniejącą i dalej rozbudowaną Sieć Transmisyjną PLK, natomiast w pozostałych rozdziałach przedstawia pełne wymagania standaryzacyjne dla wdrażanych Sieci Dostępowych CSDIP, projektów Sieci oraz wymaganych kwalifikacji i doświadczenia architektów sieci oraz personelu wdrożeniowego.

§3. Informacje podstawowe

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.

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.

Szczegółowe parametry urządzeń końcowych CSDIP, SMW oraz SPA zostały opisane w powiązanych instrukcjach: Ipi-6, Ipi-4 oraz Ipi-10.

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.

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.

Sieć Dostępowa CSDIP jest podzielona na dwie części:

- 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
- części LAN (Sieć Dostępowa CSDIP LAN) budowana w oparciu o przełączniki sieciowe, stanowiącej infrastrukturę Ethernet na poszczególnych OL.

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 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

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.

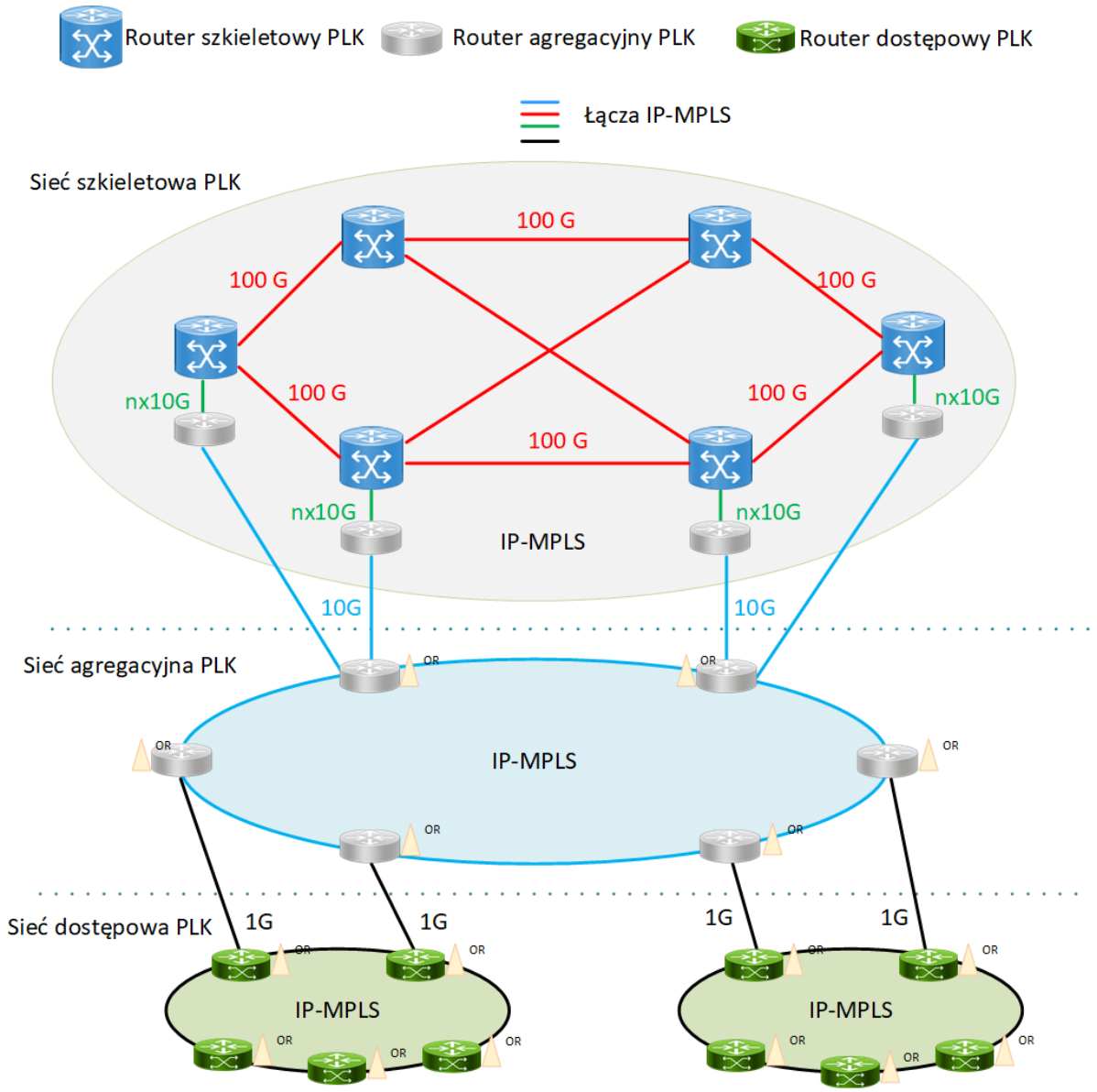
Sieć Teletransmisyjna PLK składa się z trzech hierarchicznych warstw, których nazwa określa jednocześnie funkcję realizowaną przez dane urządzenia, czyli:

- warstwa szkieletowa
- warstwa agregacyjna
- warstwa dostępowa.

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.
Poglądowy schemat Sieci Teletransmisyjnej PLK, przedstawia Rysunek 1.

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

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

Sieć Dostępowa PLK – jej węzły IP-MPLS łączą obiekty OR z warstwą agregacyjną. Na potrzeby transmisyjne warstwy dostępowej zestawiono łącza 1G wykorzystując ciemne włókna.

- warstwa dostępowa ma fizyczną i logiczną strukturę pierścieniową. Dopuszczalne jest domykanie pierścieni dostępowych przez logiczną warstwę wyższego poziomu
- pierścienie warstwy dostępowej są dołączone do dwóch urządzeń warstwy agregacyjnej zlokalizowanych w dwóch różnych Obiektach (redundancja geograficzna).

Elementy Sieci Teletransmisyjnej PLK zarządzane są z Systemu Zarządzania NSP (Network Service Platform) znanego jako NFM-P (dawniej: 5620 SAM -Service Aware Manager). 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. Kable światłowodowe należy projektować oraz wybudować zgodnie z zasadami obowiązującymi w PLK SA. „Wytyczne dla projektowania i budowy linii optotelekomunikacyjnych Ie-108”.
3. 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 dodatkowych włókien decyduje Jednostka Merytoryczna.
4. 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.
5. W szczególnych przypadkach, możliwe jest również wybudowanie nowej mufy rozgałęźnej, za zgodą i pod warunkiem przecięcia tuby wskazanej przez Jednostkę Merytoryczną.
6. Odgałęzienie należy wykonać zgodnie z Ie-108 kablem jednomodowym min. 12J w luźnej tubie w osłonie z rur HDPE.
7. 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.
8. 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.
9. Przełącznice w obiektach należy zakończyć jako patchpanel, zainstalowany w szafie transmisyjnej 19”. Zakończenie kabla OTK wykonać w standardzie SC/APC.
10. Po wybudowaniu każdego odgałęzienia należy wykonać pomiary reflektometryczne i transmisyjne wybudowanych relacji.
11. Po zakończeniu pomiarów należy wykonać dokumentację pomiarową mierzonych relacji.

12. Zgodę na realizację powyższych jak również wszelkie odstępstwa od Ie-108 wymagają uzyskania zgody Jednostki Merytorycznej odpowiedzialnej za wykorzystanie kabli OTK.

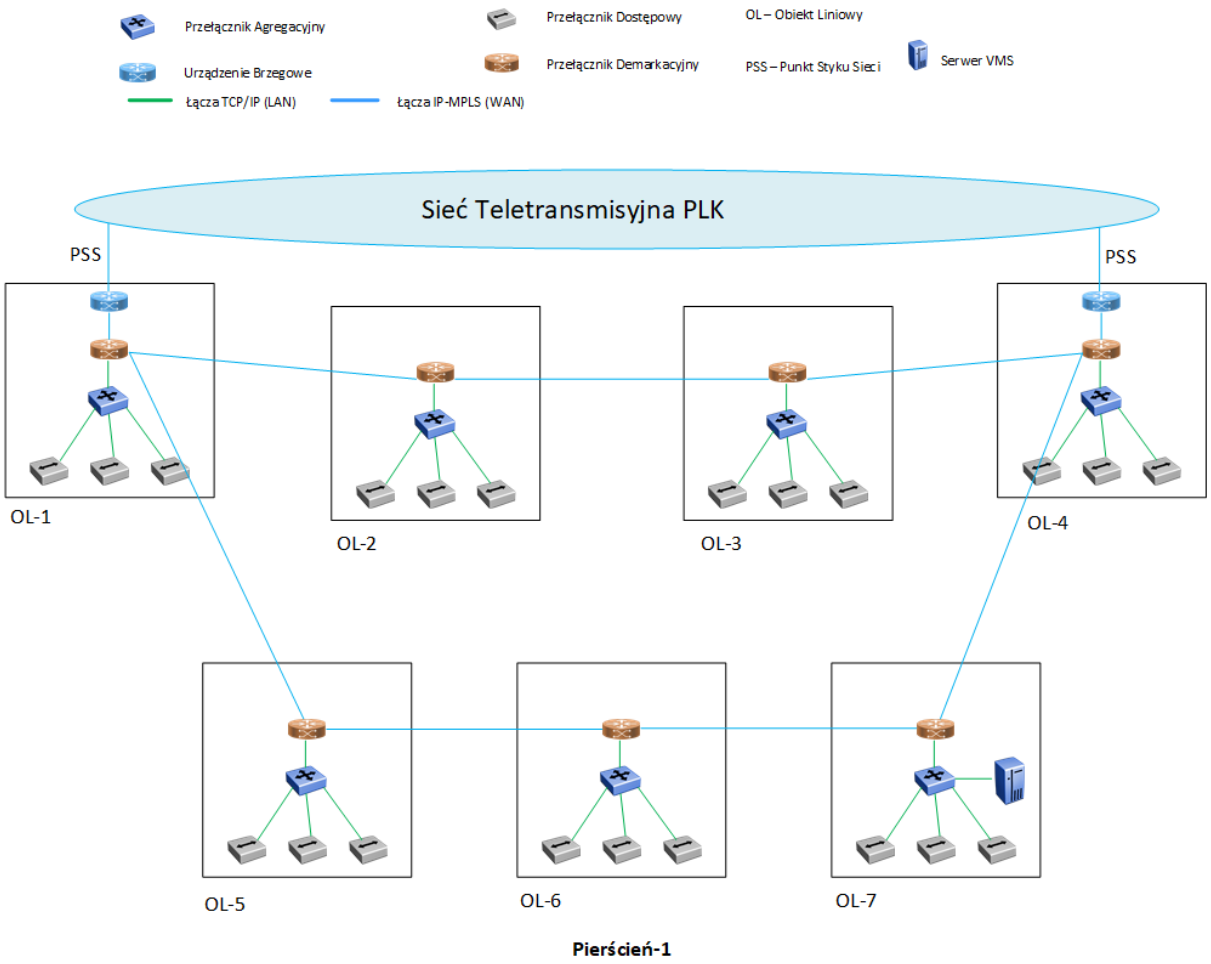
§6. Topologia Sieci Dostępowej CSDIP

1. Budowana Sieć Dostępowa na potrzeby usług CSDIP, SMW i SPA (Sieć Dostępowa CSDIP) składa się z dwóch części:
   - Część WAN – (Sieć Dostępowa CSDIP WAN), która będzie łączyć Obiekty Liniowe zabudowane na linii kolejowej objętej modernizacją Systemów CSDIP z siecią transmisyjna PLK
   - 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. 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.
6. Szczegóły dotyczące wymagań technicznych dla urządzeń aktywnych oraz ich podział na typy zostały opisane w Rozdziale 5.

§6.1 Topologia pierścienia

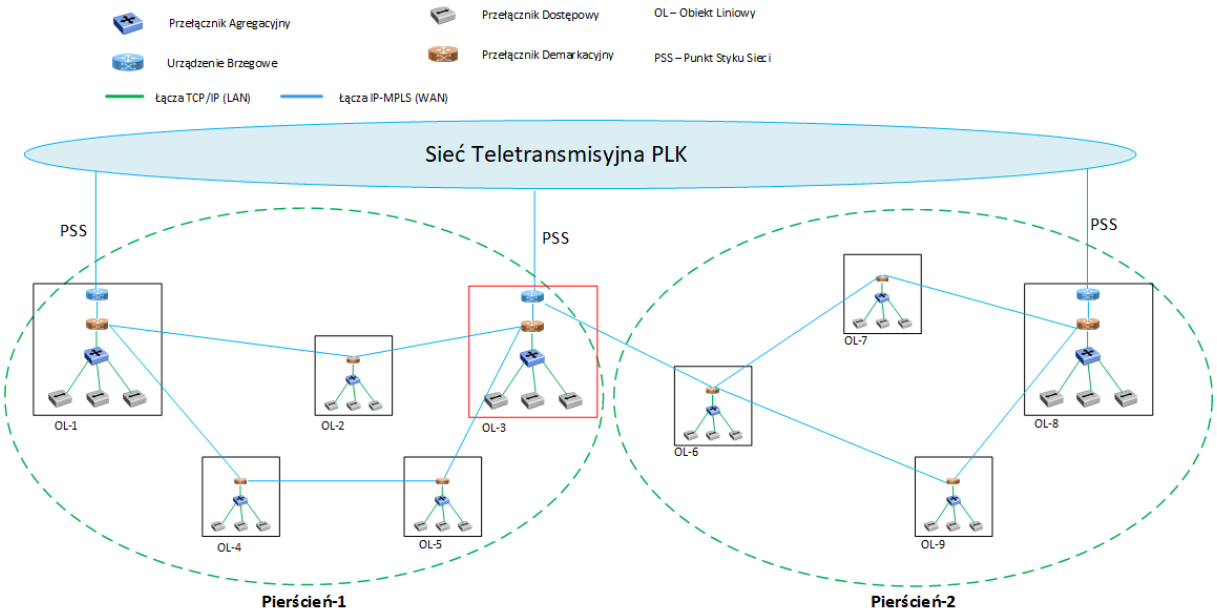
1. Pojedynczy pierścień Sieci Dostępowej CSDIP WAN musi być wyposażony w minimum dwa Urządzenia Brzegowe uruchomione w ramach tego pierścienia.
2. Szczegóły i dodatkowe wymagania dotyczące Punktu Styku pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK zostały opisane w §7.

3. Szczegóły i dodatkowe wymagania dotyczące połączenia pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP z Siecią Teletransmisyjną PLK zostały opisane w §8.
4. Pierścienie Sieci Dostępowej CSDIP WAN muszą być budowane w oparciu o interfejs o przepustowości 10 Gb/s, 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. Zabrania się domykania pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP WAN przez Sieć Teletransmisyjną PLK.
8. 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 współdzielenia Urządzenia Brzegowego.
   Topologię pojedynczego pierścienia Sieci Dostępowej CSDIP przedstawia Rysunek 2.



Rysunek 2 Topologia połączeń Obiektów Liniowych w pierścień

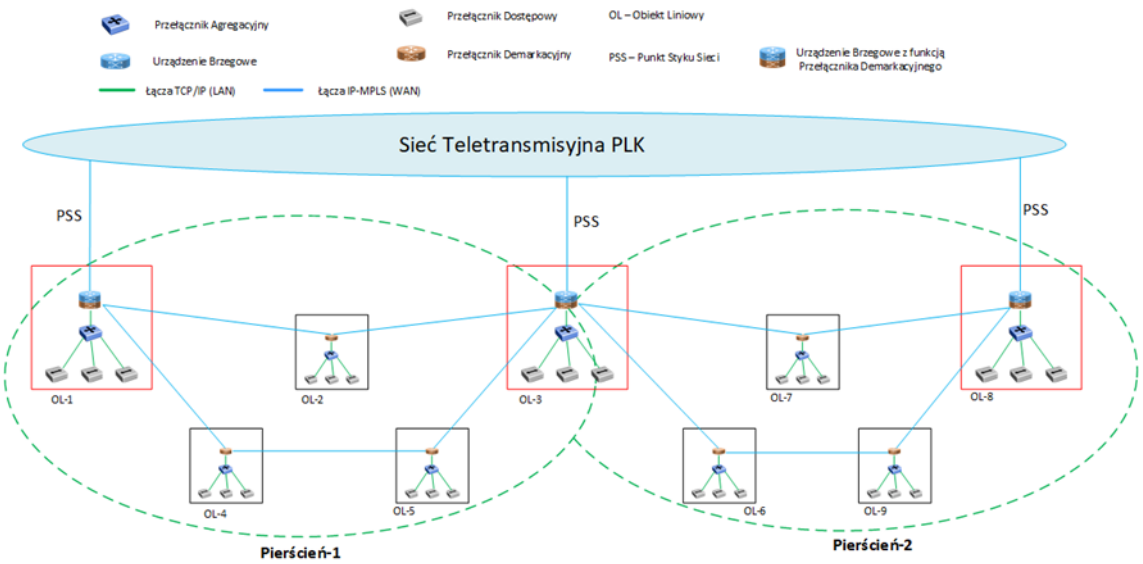
9. Urządzenie Brzegowe może być współdzielone do agregacji ruchu z innych budowanych pierścieni Sieci Dostępowej CSDIP WAN, po spełnieniu warunku dotyczącego ograniczenia pasma opisanego w §7 punkcie 10 i 11 i innych ewentualnych ograniczeń Urządzenia Brzegowego. Warianty współdzielenia Urządzenia Brzegowego pomiędzy pierścieniami przedstawia Rysunek 3.



Rysunek 3 Topologia połączeń pierścieni i współdzielenie Urządzenia Brzegowego

10. Zezwala się na użycie Urządzenia Brzegowego w funkcji Przełącznika Demarkacyjnego wyłącznie:
    a) Dla Obiektu Liniowego z którego realizowane jest połączenie do Punktu Styku Sieci (PSS);
    b) Gdy Urządzenie Brzegowe pełni tylko funkcje brzegową i demarkacyjną.

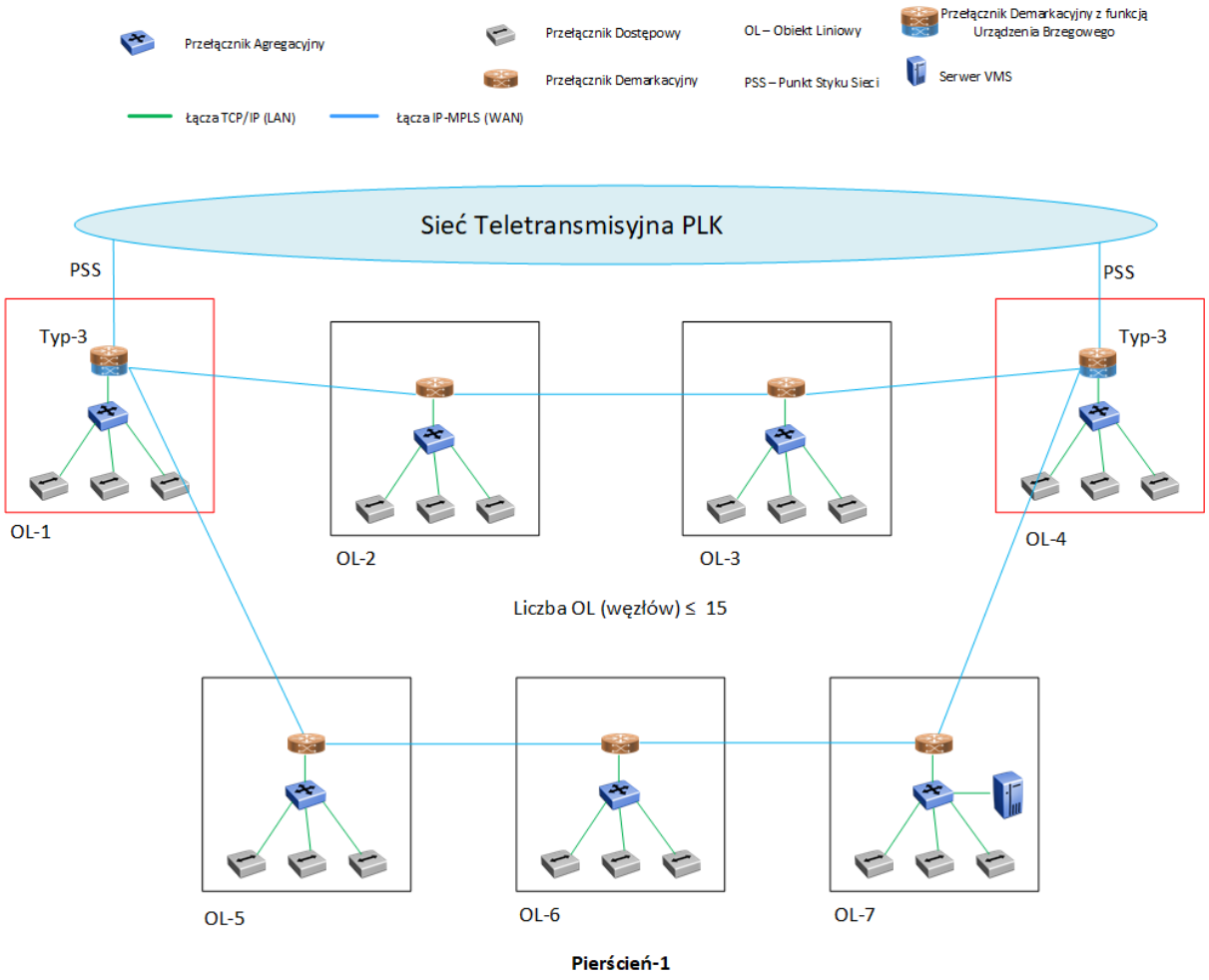
Wariant użycia Urządzenia Brzegowego w funkcji Przełącznika Demarkacyjnego przedstawia Rysunek 4 dla OL-1, OL-3 , OL-8.



Rysunek 4 Wariant użycia Urządzenia Brzegowego w funkcji Przełącznika Demarkacyjnego

11. Zezwala się na użycie Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Urządzenia Brzegowego wyłącznie przy zachowaniu następujących warunków:
    a) Zastosowany przełącznik jest Przełącznikiem Demarkacyjnym typu 3;
    b) Liczba węzłów w budowanym pierścieniu jest mniejsza bądź równa 15. Jeśli liczba węzłów w pierścieniu przekracza 15 należy spełnić wszystkie wymagania dla Urządzenia Brzegowego;
    c) 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.



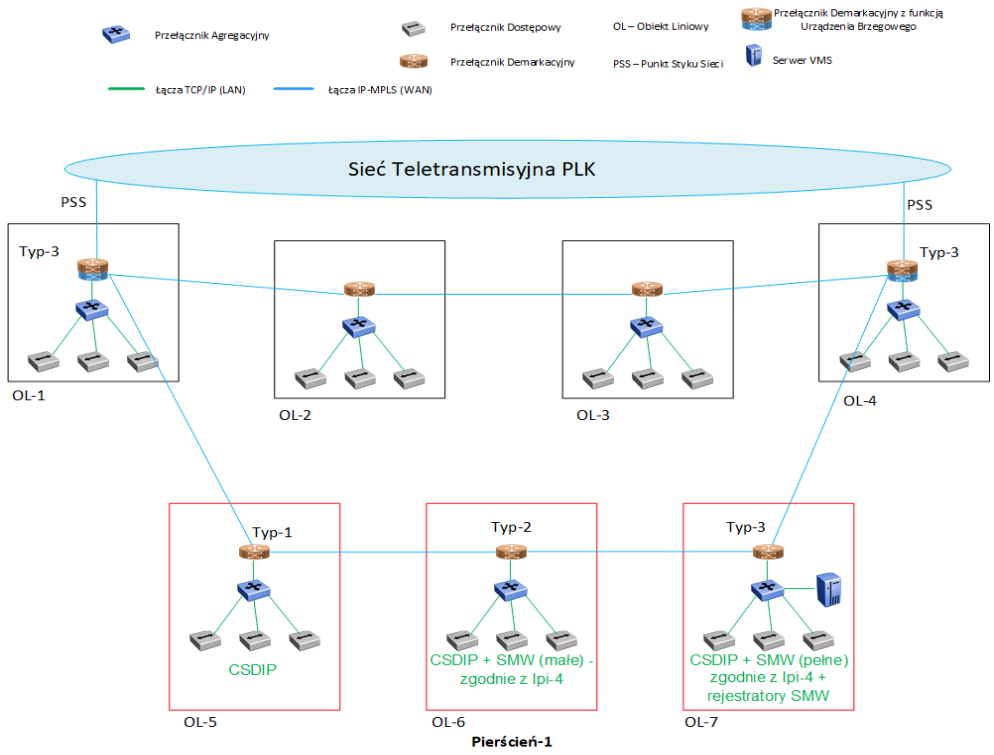
Rysunek 5 Wariant Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Urządzenia Brzegowego

12. W zależności od rodzaju usług uruchomionych w Obiektach Liniowych dopuszcza się stosowanie następujących typów Przełącznika Demarkacyjnego:

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 Ipi-4
Przełącznik Demarkacyjny Typ3	CSDIP + SMW (pełne) zgodnie z Ipi-4 + rejestratory SMW

13. Tabela nr 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.
14. Wymagania techniczne dotyczące poszczególnych typów Przełączników Demarkacyjnych zostały przedstawione w §19.
15. Typ użytego Przełącznika Demarkacyjnego w zależności od rodzaju usług uruchomionych w Obiekcie Liniowym przedstawia Rysunek 6.



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

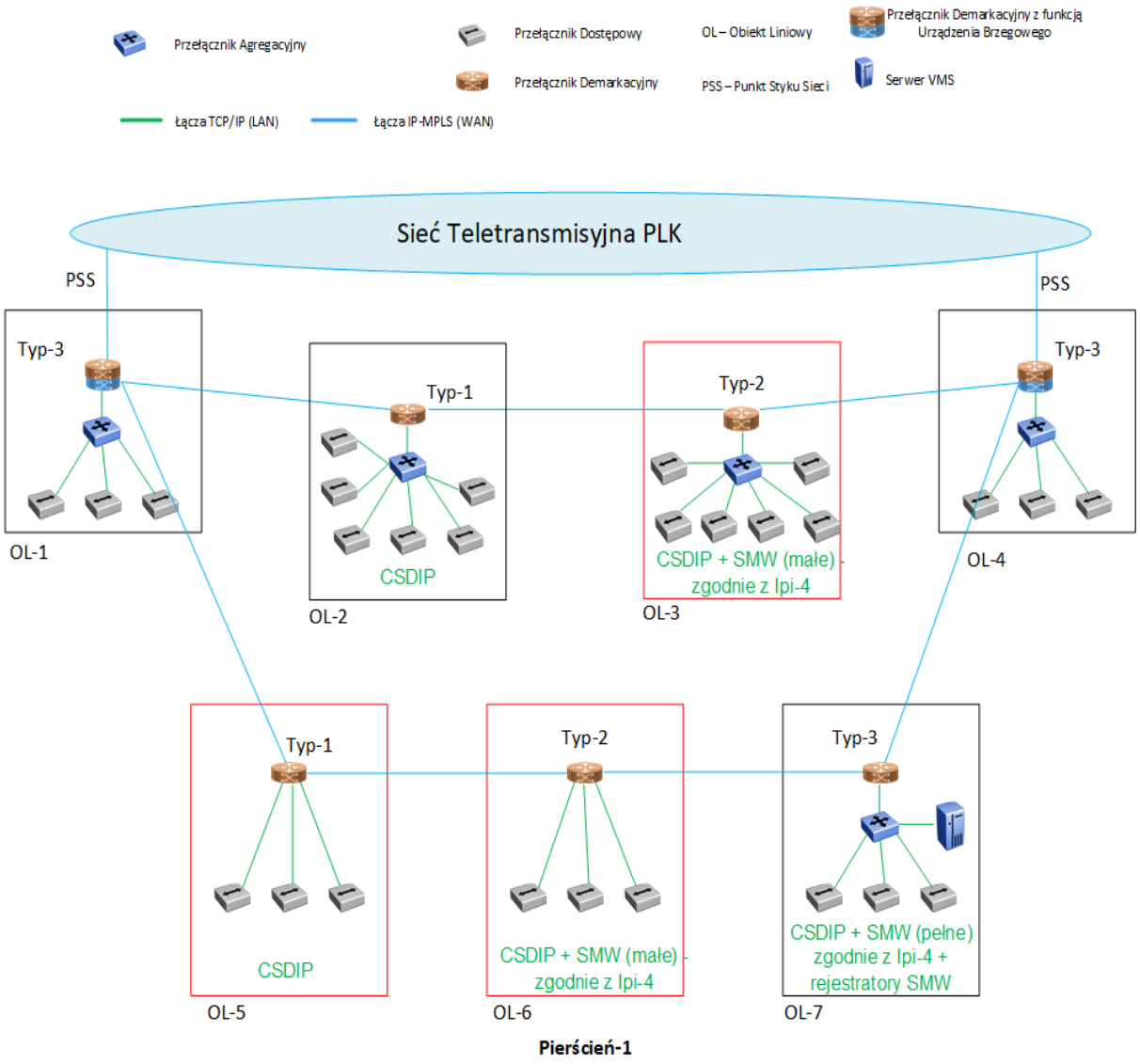
16. W zależności od rodzaju uruchomionych usług w Obiekcie Liniowym dopuszcza się używanie Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Przełącznika Agregacyjnego. Zależności zostały przedstawione w poniższej tabeli:

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 Ipi-4	Wymagany, Typ-1	Wymagany (ilość większa lub równa 6)
		nie jest wymagany.	Wymagany (ilość mniejsza niż 6)

Typ Przełącznika Demarkacyjnego	Usługi w obiekcie	Przełącznik Agregacyjny	Przełącznik Dostępowy (ilość przełączników)
Przełącznik Demarkacyjny Typ3	CSDIP + SMW (pełne) zgodnie z Ipi-4 + rejestratory SMW	Wymagany, Typ-2	Wymagany

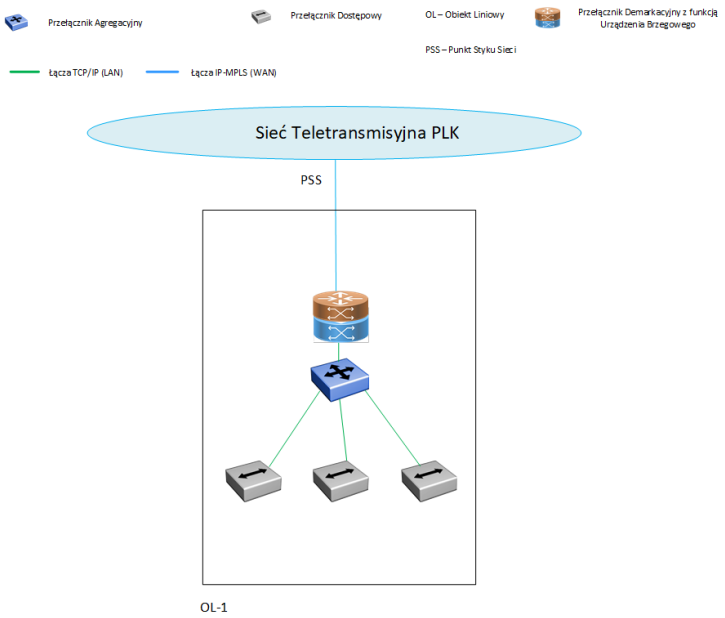
17. Przy stosowaniu Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Przełącznika Agregacyjnego należy zachować następujące warunki stosowania:
    a) ze względu na ograniczenie potencjalnych punktów awarii, dopuszcza się łączenie maksymalnie 2-ch funkcji przez jedno fizyczne urządzenie;
    b) Przełącznik Demarkacyjny może pełnić tylko dwie funkcje (demarkacyjną oraz Przełącznika Agregującego).
18. Warianty użycia typu Przełącznika Demarkacyjnego i dodatkowo pełnienia funkcji Przełącznika Agregacyjnego w zależności od usług uruchomionych w Obiekcie Liniowym przedstawia Rysunek 7. Na rysunku:
    - tylko OL-3, OL-5 i OL-6 spełniają warunki stosowania Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Przełącznika Agregacyjnego;
    - 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;
    - OL-2 ma podłączone dokładnie sześć Przełączników Dostępowych – w takim wypadku Przełącznik Agregacyjny jest wymagany;
    - OL-7 – ma wszystkie usługi CSDIP+SMW (pełne) zgodnie z 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.



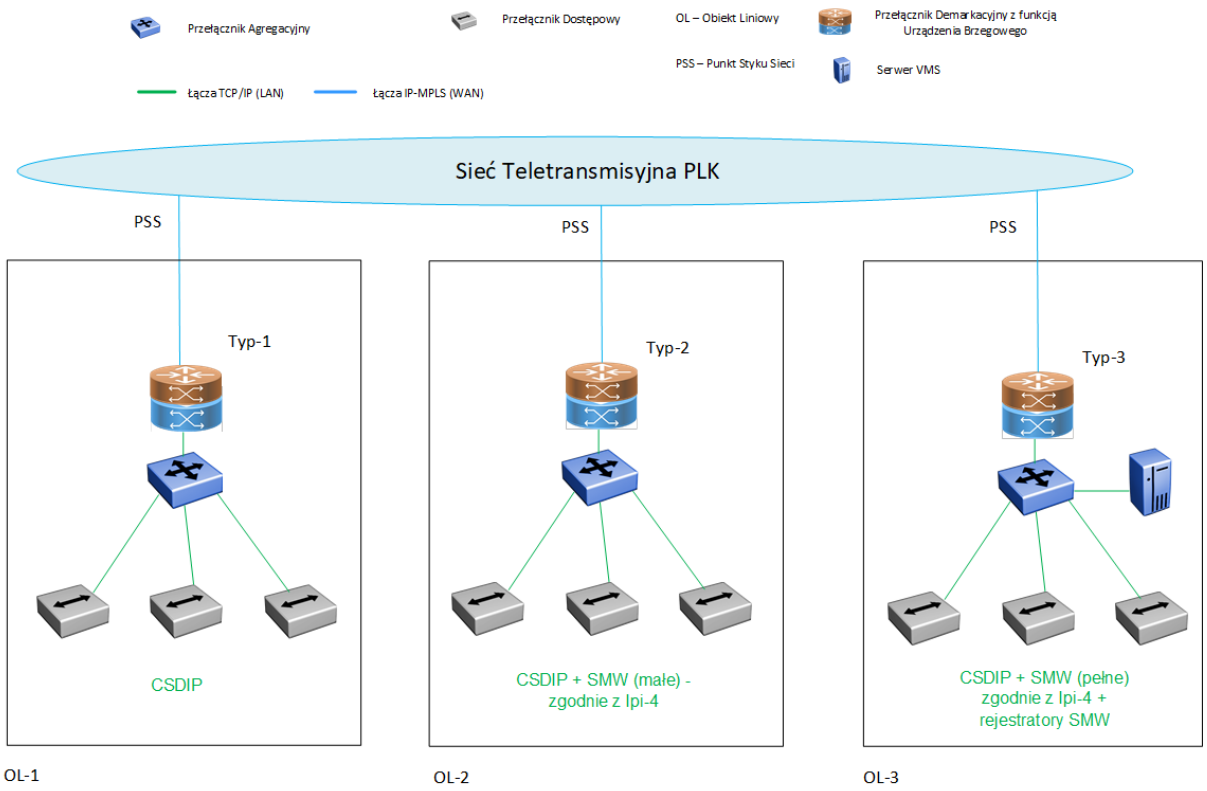
Rysunek 8 Topologia pojedynczego węzła nie będącego częścią pierścienia

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 Ipi-4
Przełącznik Demarkacyjny Typ3	CSDIP + SMW (pełne) zgodnie z Ipi-4 + rejestratory SMW

4. Tabela nr 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

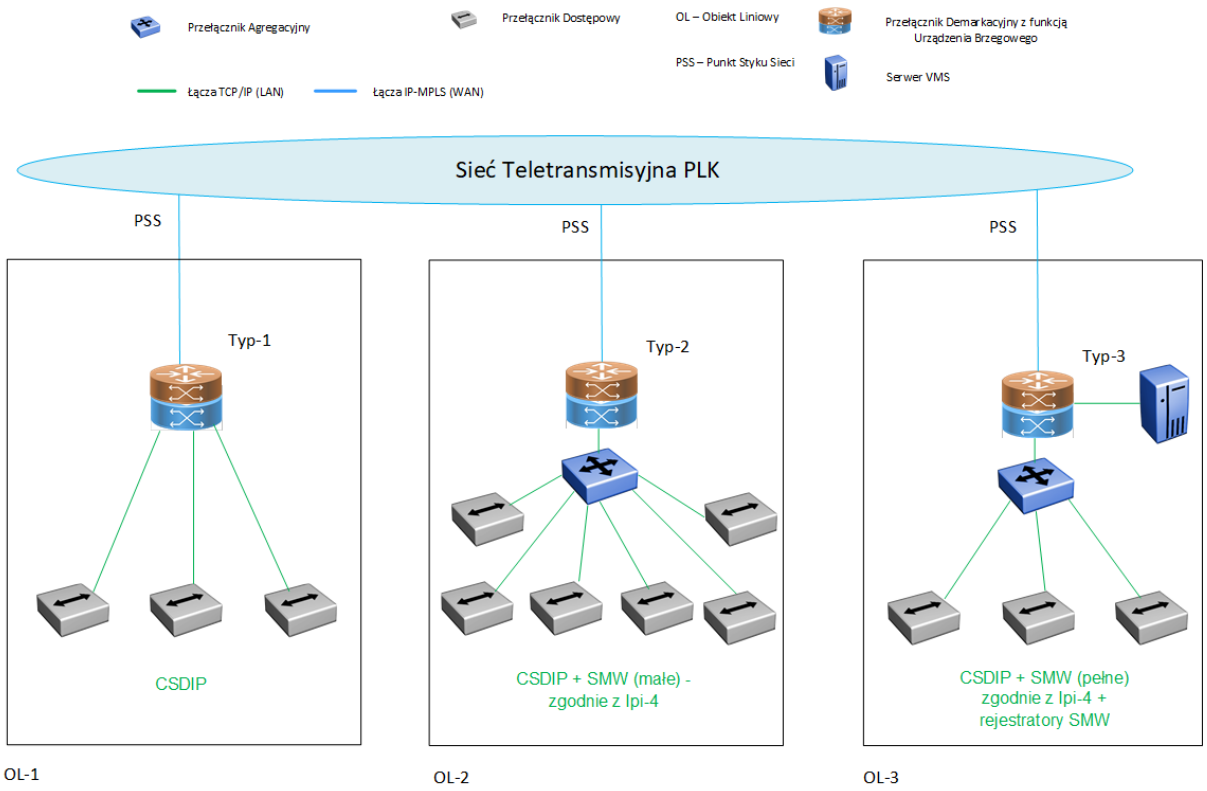
7. W zależności od rodzaju uruchomionych usług w obiekcie będącym pojedynczym węzłem dopuszcza się używanie Przełącznika Demarkacyjnego w funkcji Przełącznika Agregacyjnego. Zależności zostały przedstawione w poniższej tabeli:

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 Ipi-4	wymagany, Typ-1	Wymagany (ilość większa lub równa 6)
		nie jest wymagany.	Wymagany (ilość mniejsza niż 6)

Typ Przełącznika Demarkacyjnego	Usługi w obiekcie	Przełącznik Agregacyjny	Przełącznik Dostępowy (ilość przełączników)
Przełącznik Demarkacyjny Typ3	CSDIP + SMW (pełne) zgodnie z Ipi-4 + rejestratory SMW	wymagany, Typ-2	Wymagany

8. Przy stosowaniu Przełącznika Demarkacyjnego będącego pojedynczym węzłem w funkcji Przełącznika Agregacyjnego należy zachować następujące warunki stosowania:
   a) ze względu na ograniczenie potencjalnych punktów awarii, dopuszcza się łączenie maksymalnie 3-ch funkcji przez jedno fizyczne urządzenie;
   b) Przełącznik Demarkacyjny może pełnić tylko trzy funkcje (brzegową, demarkacyjną oraz Przełącznika Agregującego).
9. Warianty użycia typu Przełącznika Demarkacyjnego i dodatkowo pełnienia funkcji Przełącznika Agregacyjnego w zależności od usług uruchomionych w pojedynczym węźle przedstawia Rysunek 10.
10. Szczegóły i dodatkowe wymagania dotyczące Punktu Styku z Siecią Teleinformatyczną PLK zostały opisane w §7.
11. 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 Rozdziale 5 (Urządzenia Brzegowe) §18 oraz w §32 (Normy i dokumenty odniesienia).
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 punkt 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 punkt 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 Merytoryczna.

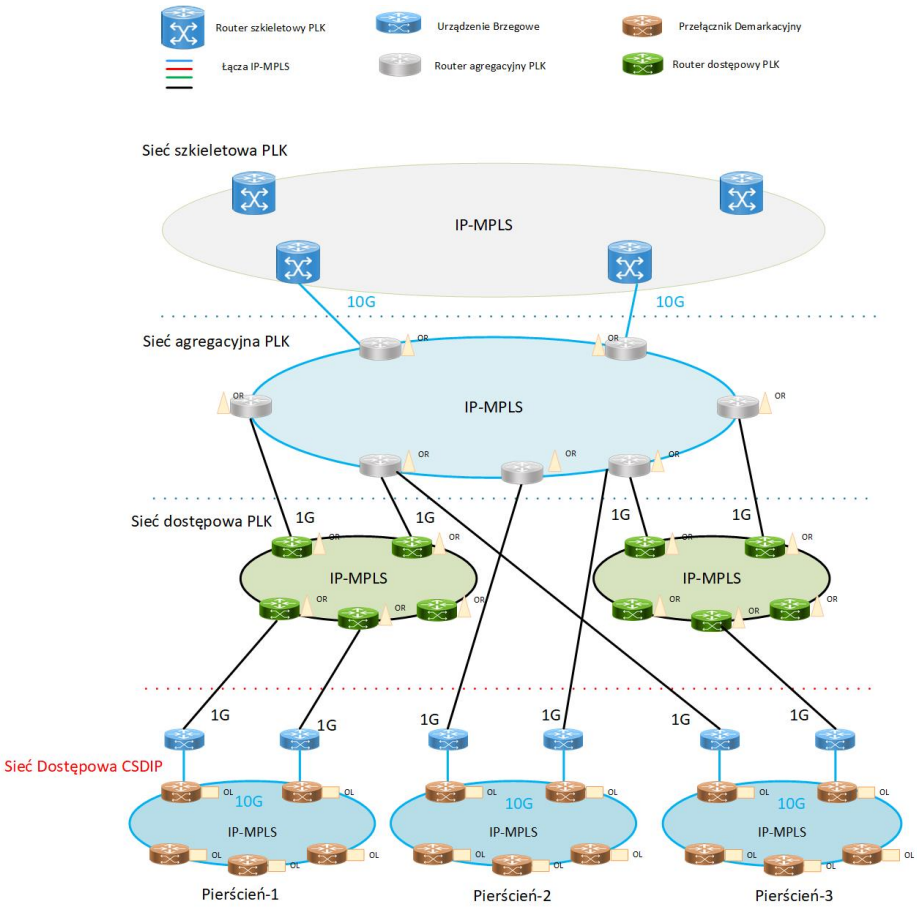
Tabela 6 Maksymalne pasmo w Sieci Teletransmisyjnej PLK

	Pierścień Agregacyjna PLK	Pierścień Dostępowa 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 i punkcie 10 i 11. Dopuszczalne warianty podłączenia Urządzeń Brzegowych z pierścienia do Sieci Teletransmisyjnej PLK to:
    - Podłączenie obu Urządzeń Brzegowych z pierścienia do Sieci Dostępowych PLK;
    - Podłączenie obu Urządzeń Brzegowych z pierścienia do Sieci Agregacyjnej PLK;
    - Podłączenie pierwszego Urządzenia Brzegowego z pierścienia do Sieci Dostępowych PLK, a drugiego do Sieci Agregacyjnej PLK.

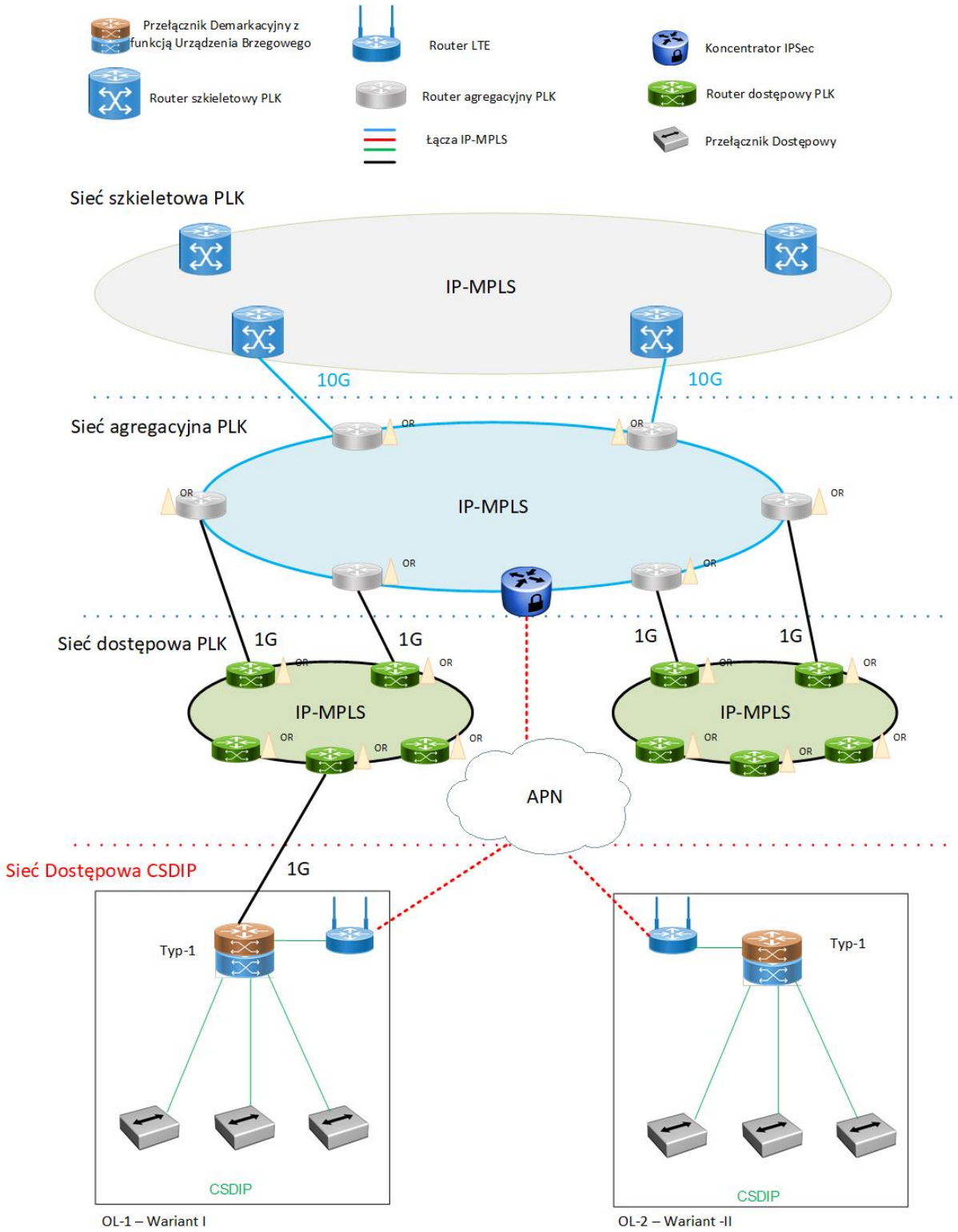
    Możliwe warianty zostały przedstawione na Rysunku 4, na którym:
    - Pierścień-1 - podłączony do Sieci Dostępowej PLK;
    - Pierścień-2 - podłączony do Sieci Agregacyjnej PLK;
    - Pierścień-3 - podłączony do Sieci Dostępowej PLK i Sieci Agregacyjnej PLK.



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

2. W przypadku pojedynczych obiektów liniowych, w których występuje tylko usługa SDIP i które nie są częścią budowanego pierścienia, dopuszcza się dwa warianty dostępu do Sieci Teletransmisyjnej PLK, przy czym „Wariant I" zapewnia wyższy poziom niezawodności.
   - 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;
   - Wariant II – główne połączenie tylko przez łącze mobilne LTE. Ten wariant nie wymaga uruchomienia protokołu BGP na styku z Siecią Teletransmisyjną PLK.

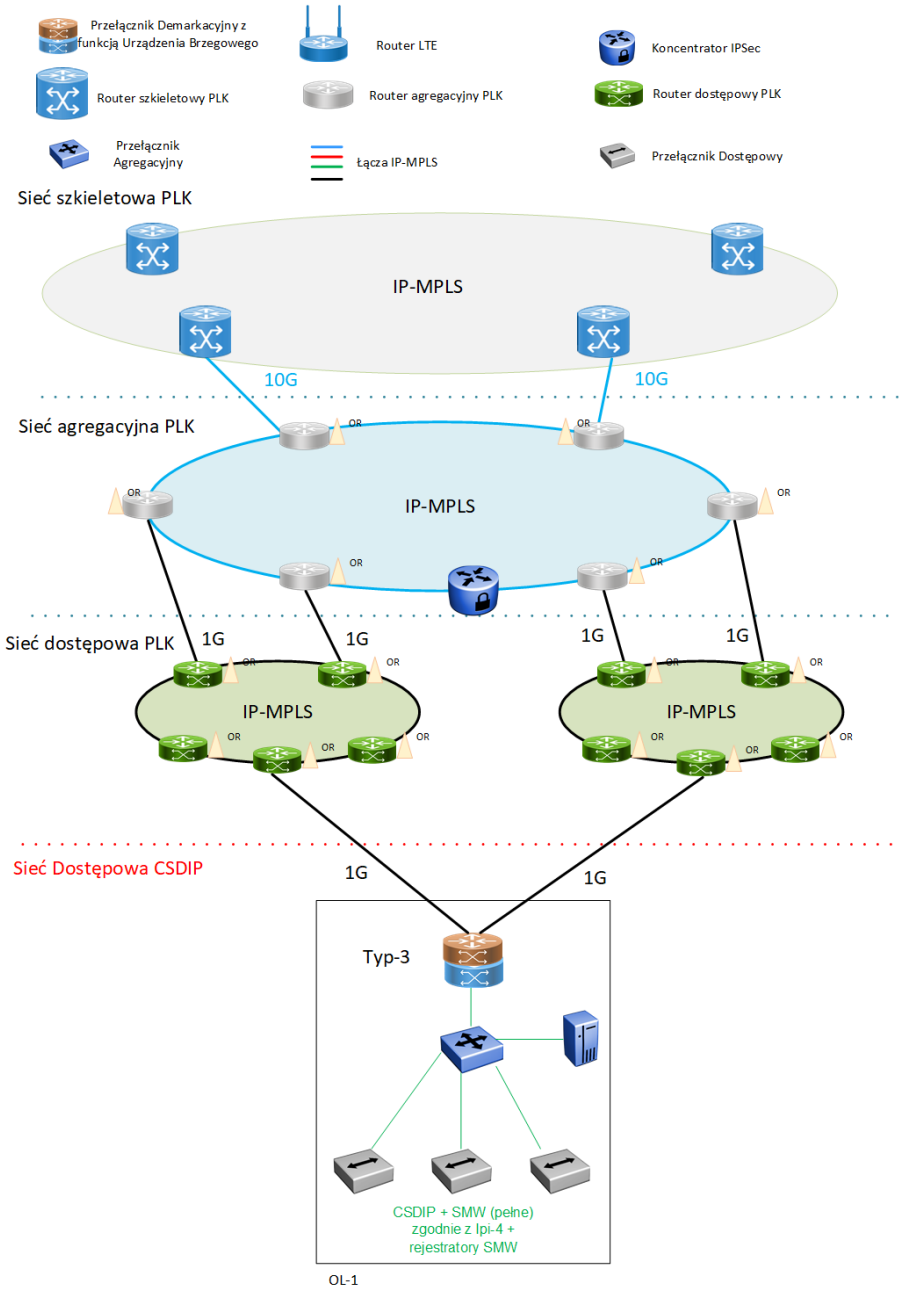
W obu wariantach nie stosuje się dedykowanego Urządzenia Brzegowego. Jego rolę pełni Przełącznik Demarkacyjny Typ-1. Wymagania na temat technologii LTE zostały opisane w §9.



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 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 PKL.



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 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 -105dBm;
        b) RSSI większe niż -95dBm;
        c) RSRQ większe niż -20dB;
    4) 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 do nadzoru i wymiany danych z serwerem CASDIP, nadzoru systemu SMW, nie może być wykorzystywane do transmisji sygnałów wideo SMW (online, zarejestrowane, analityka).
12. Łącza tymczasowe muszą funkcjonować do momentu uruchomienia Sieci Teletransmisyjnej.

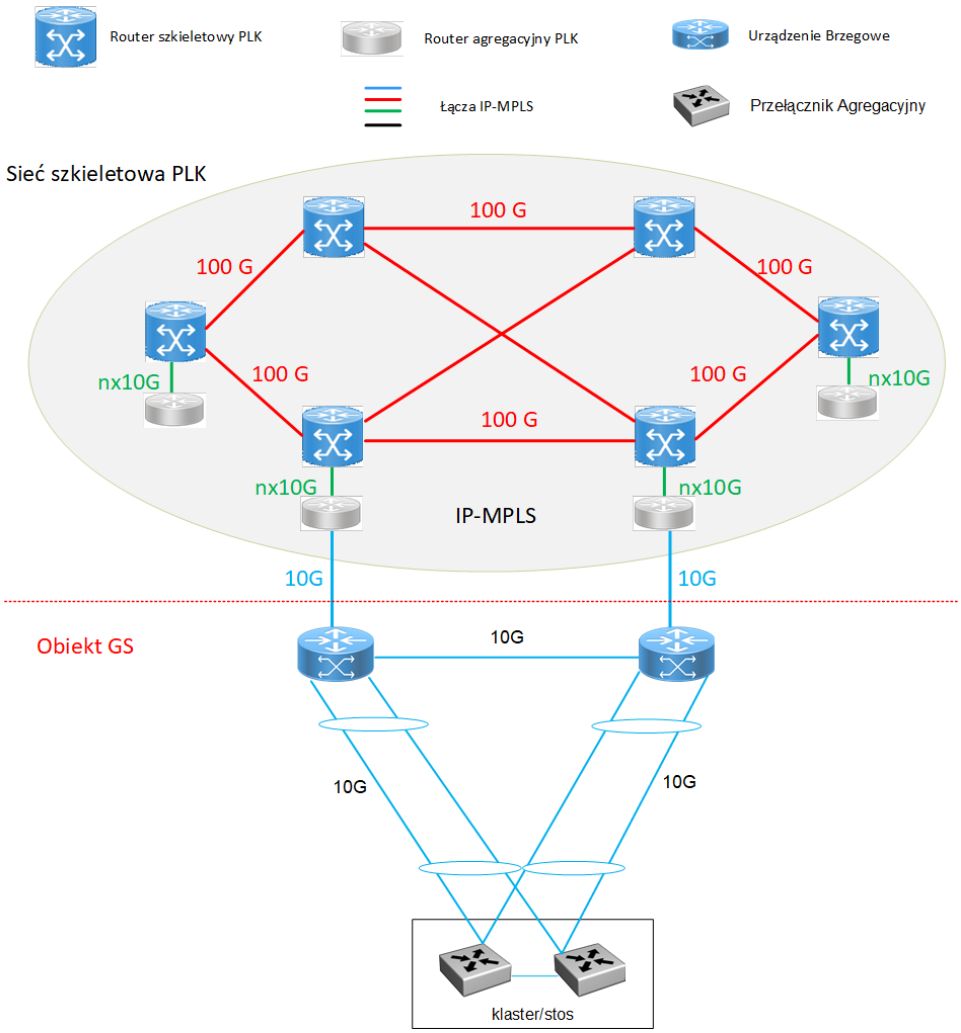
§10. Punkt Styku Sieci (PSS) GS z Siecią Teletransmisyjną PLK

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 Rozdziale 5 (Urządzenia Brzegowe) §18 oraz w §32 (Normy i dokumenty odniesienia).
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.

Warunki techniczne podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK wydaje Jednostka Merytoryczna.

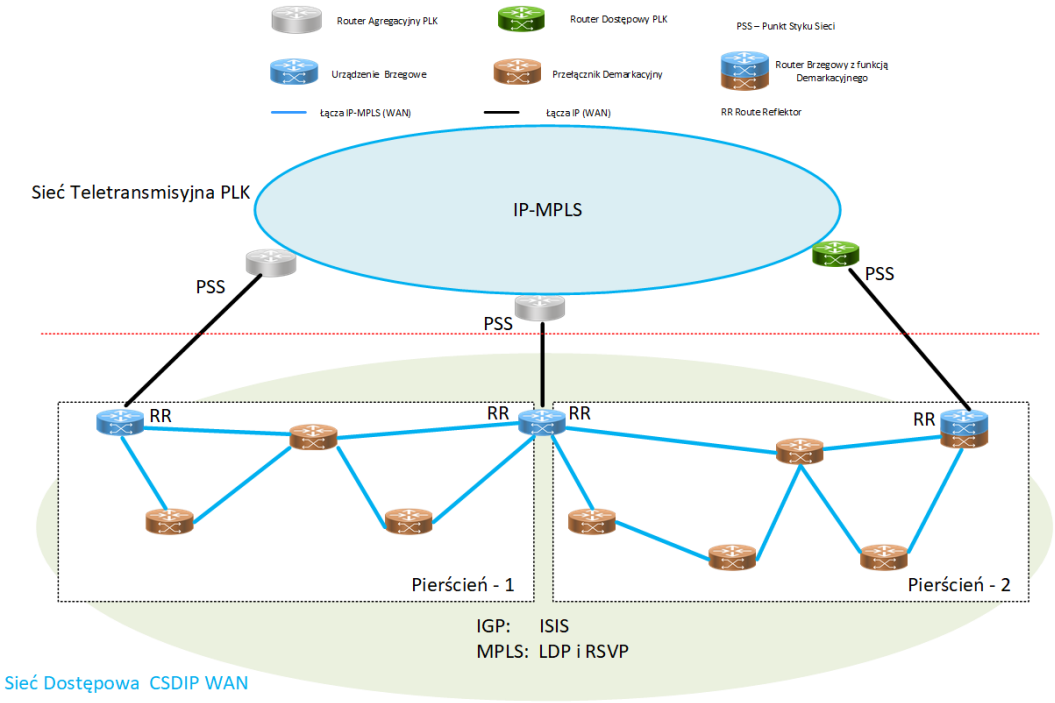


Rysunek 14 Warianty podłączenia do Sieci Teletransmisyjnej PLK dla obiektów GS

Rozdział 4. Wymagania dotyczące budowy i rozbudowy Sieci Dostępowej CSDIP oraz GS – Warstwa logiczna

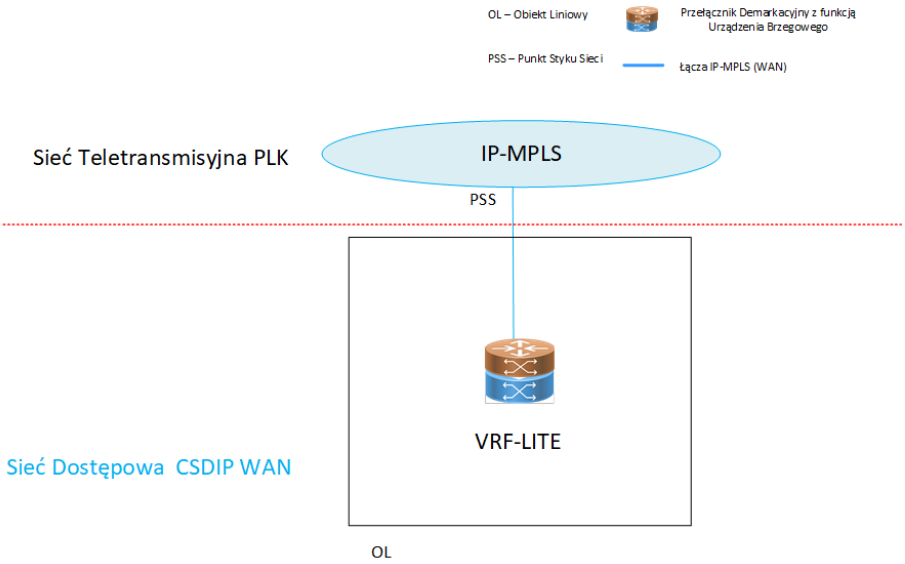
§11 Warstwa logiczna Sieci Dostępowej CSDIP WAN

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 ISIS. 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.
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 ISIS oraz numeru ASN dla protokołu BGP.



Rysunek 15 Poglądowa topologia logiczna Sieci Dostępowej CSDIP WAN

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 pierścienie nie ma konieczności uruchamiania protokołu IGP i MP-BGP.

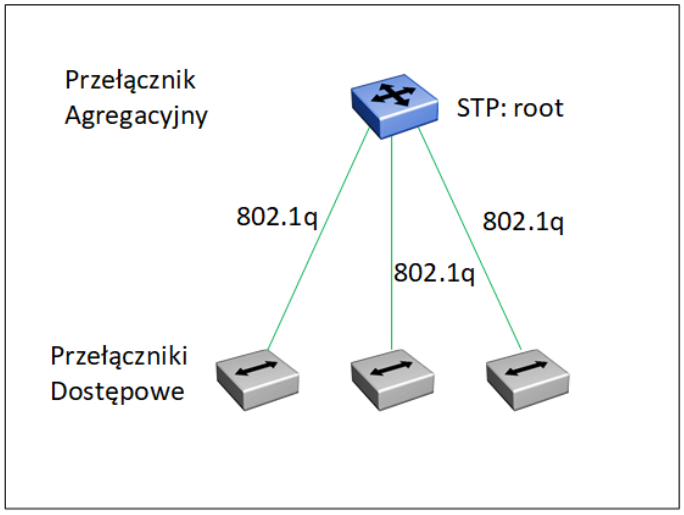


Rysunek 16 Poglądowa topologia logiczna pojedynczego węzła Sieci Dostępowej CSDIP WAN

§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 przypisanie 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.

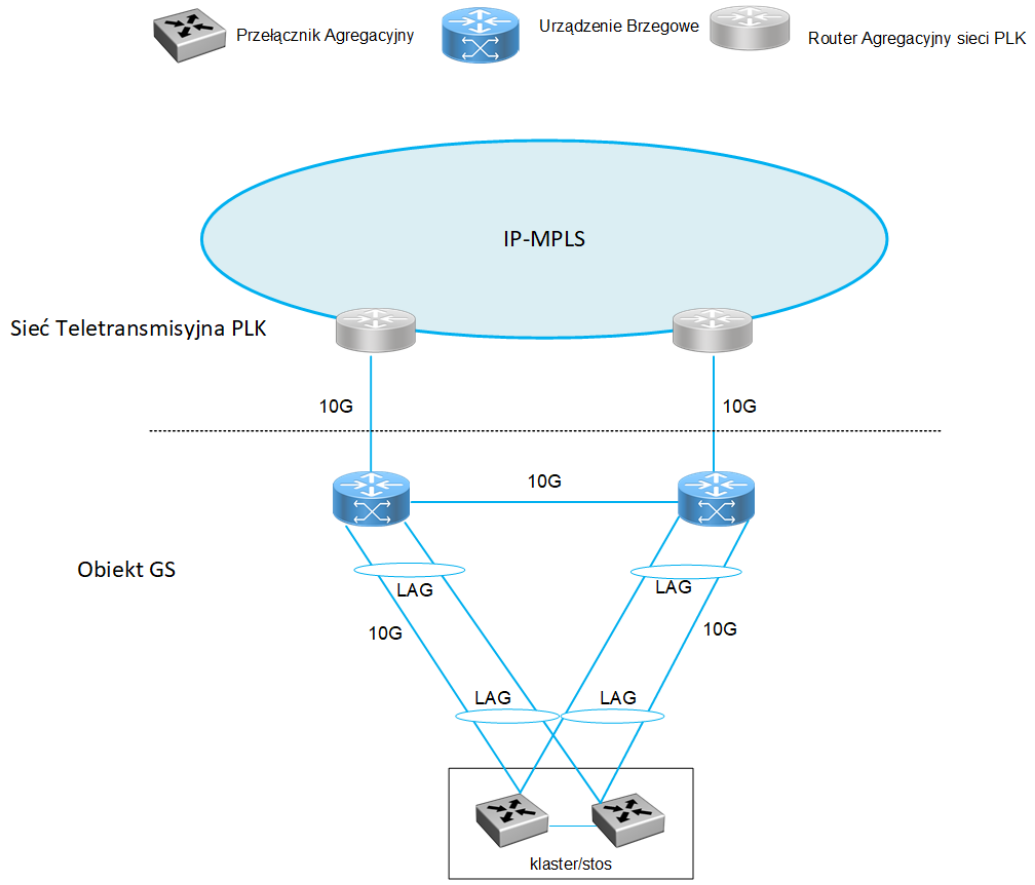
Poglądowy schemat topologii Sieci Dostępowej CSDIP LAN przedstawia Rysunek 17.



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 instrukcji Ie-122.
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 w punktach 4-8.
3. Obiekt GS musi być wyposażony w minimum dwa Przełączniki Agregujące pracujące w klastrze lub stosie. Przełączniku 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 Zarzadzania 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 poszczególny 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 – 65010. Poniższa Tabela nr 7 prezentuje konieczne informację dla utworzenia poszczególnych instancji VRF oraz parametry RD i RT.

Tabela 7 Parametry wejściowe dla usług MPLS w budowanej sieci

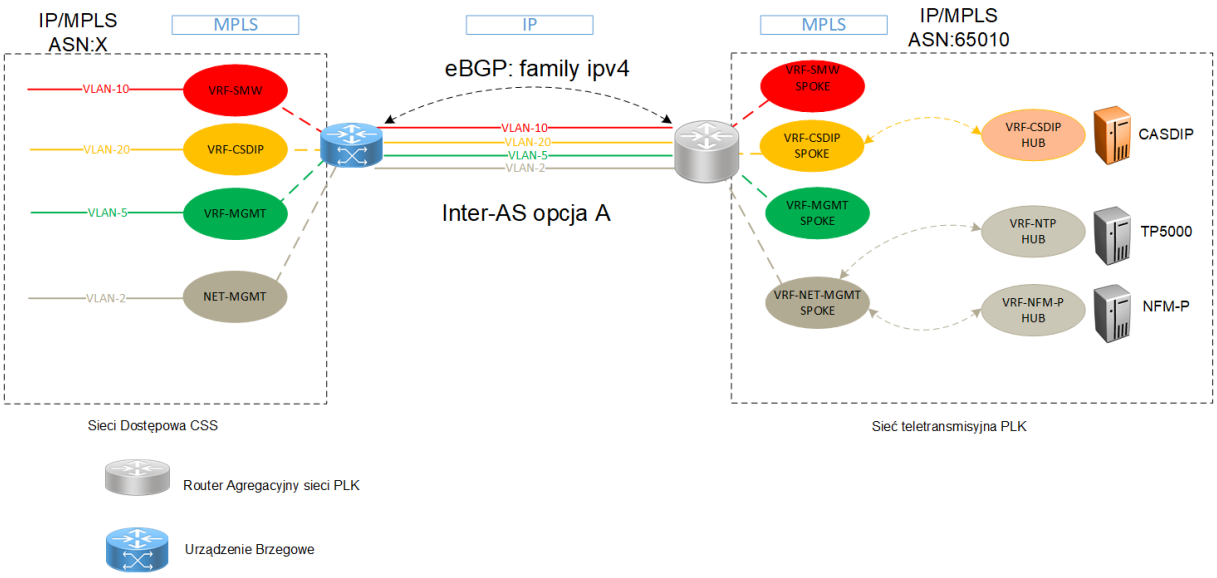
L.p.	Nazwa VRF	Przeznaczenie	Numery VLANu	RD (Route Distinguisher)	RT (Route Target) import/export	Topologia VRF
1	VRF-MGMT	VRF dla zarządzania elementami SMW i SDIP, UPS itp.	5	<loopback_ip>:5	ASN:5/ASN:5	full-mesh
2	VRF-SMW	VRF dla systemu wizyjnego SMW i SPA	10	<loopback_ip>:10	ASN:10/ASN:10	full-mesh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

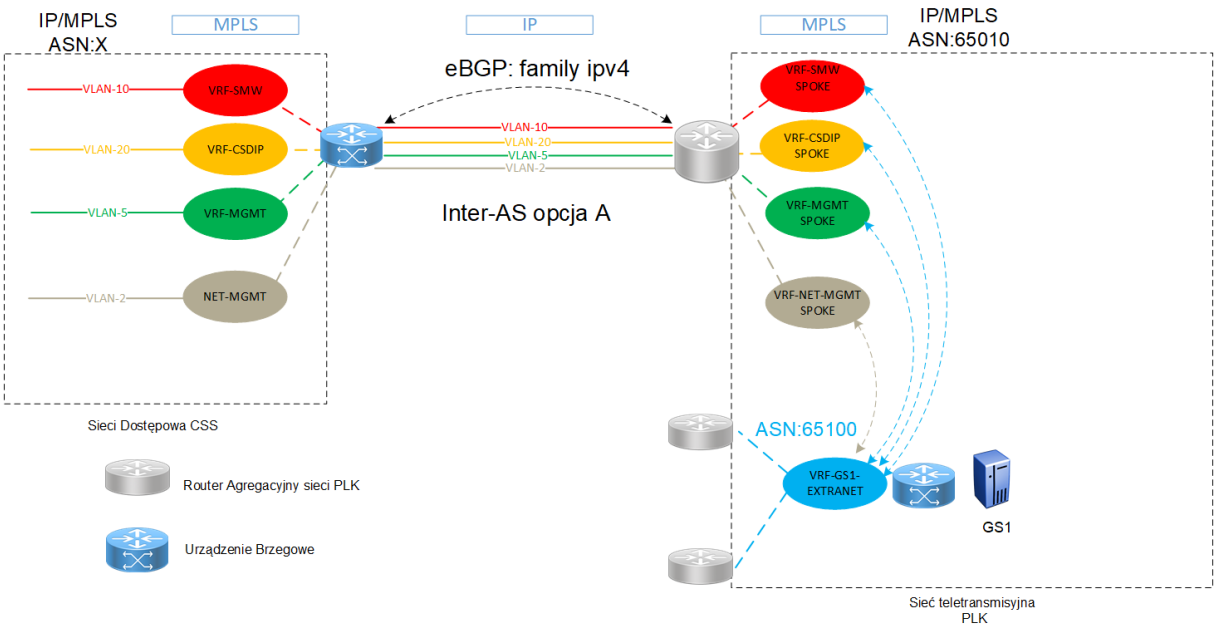
L.p.	Nazwa usługi	Przeznaczenie	Numer VLANu
1	NET-MGMT	Zarządzanie elementami sieciowymi.	2

Poniższy Rysunek 19. prezentuje informację zbiorczą na temat kreowania usług w Sieci Dostępowej CSDIP i Punktem Styku z Siecią Teletransmisyjną PLK.



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. Gdyby zaistniała potrzeba uruchomienia dodatkowego centrum GS, szczegóły i wymagania na zasoby sieciowe wymagane w GS zostały opisane w §10 punkty 4-8, warstwa logiczna §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. Poniższa tabela nr 9 zawiera kryteria znakowania i przydziału ruchu do poszczególnych klas oraz maksymalne opóźnienie. Parametry CIR/PIR dla poszczególnych klas ruchu powinny wynikać z wyliczeń i analizy matrycy ruchu w pierścieniach.
7. 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	10 ms	Należy wyliczyć
5	Video (transmisja z kamer) SMW	4	AF41	25 ms	Należy wyliczyć
4	Elementy systemu CSDIP	3	AF31	50 ms	Należy wyliczyć

Kolejka	Przeznaczenie	MPLS EXP	DSCP	Max. opóźnienie	CIR/PIR
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%

8. 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:
   - Wyłączenie nieużywanych usług na urządzeniach sieciowych
   - Dostęp do urządzeń sieciowych wyłącznie poprzez protokół SSHv2
   - Ustawienie dostępu SSH i SNMP tylko z określonej puli IP (sieć zarządzania)
   - Blokowanie konta na kilka minut przy nieudanej próbie uwierzytelniania
   - Ustawienie silnego lokalnego hasła składającego się z minimum 14 znaków zawierającego: duże i małe litery oraz cyfry i znaki specjalne
   - Wyłączenie administracyjne nieużywanych portów dostępowych
   - Uwierzytelniania komunikacji dla protokołu ISIS
   - Uwierzytelnianie komunikacji dla protokołu LDP/RSVP

- Uwierzytelnianie komunikacji dla protokołu BGP
- Uruchomienie ochrony głównego CPU karty zarządzającej za pomocą filtrów i limitów na liczbę pakietów.

3. Wymaga się dla Sieci Dostępowej CSDIP LAN:
   - Wyłączenie nieużywanych usług na urządzeniach sieciowych
   - Dostęp do urządzeń sieciowych wyłącznie poprzez protokół SSHv2
   - Ustawienie dostępu SSH i SNMP tylko z określonej puli IP (sieć zarządzania)
   - Blokowanie konta na kilka minut przy nieudanej próbie uwierzytelniania
   - Ustawienie silnego lokalnego hasła składającego się z minimum 14 znaków zawierającego: duże i małe litery oraz cyfry i znaki specjalne
   - Wyłączenie administracyjne nieużywanych portów dostępowych

§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 Systemu Zarządzania NSP (Network Service Platform) znanego jako NFM-P (dawniej: 5620 SAM -Service Aware Manager) dostarczonego w ramach realizacji projektu budowy Sieci Teletransmisyjnej PLK.
2. Zarzadzanie ma być realizowane w sposób natywny z obecnego systemu zarzadzania NFM-P. 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 wspólnego systemu zarządzania pozwalającego na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez 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 w systemie NFM-P licencji niezbędnych do zarządzania nowo zabudowanymi urządzeniami Sieci Dostępowej CSDIP.
5. Wymagana jest również 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.

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) być produkowane zgodnie z normami PN-ISO-9001 oraz PN-ISO-14001;
      b) posiadać deklarację CE;
      c) być zgodne ze standardem RoHS;
      d) być fabrycznie nowe oraz pochodzić z polskiego kanału sprzedaży;
   2) obudowy muszą:
      a) być przeznaczone do montażu w szafie w standardzie 19”, preferowana wysokość 1U;
      b) być wyposażone w komplet odpowiednich mocowań w postaci uchwytów, szyn, prowadnic, etc;
   3) zapewniać 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 możliwości wymiany modułów wentylacyjnych i filtrów przeciwkurzowych bez przerywania pracy urządzenia.
5) wymagania na zasilanie opisane jest w szczegółowych wymaganiach dla poszczególnych typów urządzeń.
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) cechować się stopniem zabezpieczenia co najmniej IP50; przy czym warunek ten będzie spełniony, jeśli szafę, w której zainstalowane będą urządzenia aktywne będzie cechować stopień zabezpieczenia min. IP 50. Warunek dotyczy urządzeń zainstalowanych w szafach S1 i S2 zgodnie z IPI-10.
7) zalecana zgodność z następującymi normami:
   a) odniesieniu do urządzeń telekomunikacyjnych na sieci kolejowej EN 50121 - 4;
   b) PN-EN 55024;
   c) PN-EN 60068-2-6;
   d) PN-EN 60068-2-27;
   e) PN-EN 60068-2-31;
   f) PN-EN 60950-1;
   g) PN-EN 61000-4-2;
   h) PN-EN 61000-4-3;
   i) PN-EN 61000-4-4;
   j) PN-EN 61000-4-5;
   k) PN-EN 61000-4-6;
   l) PN-EN 61000-4-8;
   m) 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 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.

3. 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).
4. Urządzenia Brzegowe należy instalować w Obiektach Liniowych. Przed instalacją należy każdorazowo uzyskać warunki techniczne i zgodę Jednostki Merytorycznej. Za instalację tych urządzeń odpowiada wykonawca.
5. Urządzenia Brzegowe muszą spełniać następujące wymagania:
   1) posiadać możliwość zaadresowania wszystkich interfejsów natywnymi adresami IPv4, IPv6 (także równocześnie);
   2) umożliwiać zestawianie tuneli LSP (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 (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) ISIS - 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 jaki 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.

6. Urządzenia Brzegowe powinny posiadać mechanizmy protekcji zapewniające przełączenie na ścieżkę protekcyjną w czasie poniżej 50ms.
7. 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.
8. 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.
9. Urządzenia Brzegowe muszą chronić Sieć Teletransmisyjną PLK przed natłokiem poprzez ograniczenie ruchu na wejściu (Policing) i wyjściu (Shaping).
10. Na każdym z interfejsów pakietowych na interfejsach logicznych i fizycznych mechanizmy kolejkowania (Queueing) muszą być realizowane z wykorzystaniem algorytmów SP i WFQ.
11. Do sterowania kolejkami i ochroną przed natłokiem należy zaimplementować:
   1) dla kolejek SP- TailDrop;
   2) dla kolejek WFQ-WRED/RED.
12. Dla wszystkich kolejek musi być możliwość sterowania ich wielkością, a dla kolejek WFQ musi być możliwość sterowania wagami dla poszczególnych z nich.
13. W Urządzeniach Brzegowych należy zaimplementować minimum 8 kolejek QoS.
14. Interfejsy Ethernet muszą pracować w trybie VLAN Tag IEEE 802.1Q. Nie może być ograniczeń co do 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.

15. 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.
16. Adresacja IP Urządzeń Brzegowych ma być realizowana z puli adresów używanych przez PLK SA. Szczegółowe dane zostaną uzgodnione na etapie opracowywania projektu wstępnego.
17. 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) ACL oparte o parametr czasu;
        e) ACL oparte o porty (PACL);
        f) logowanie i statystyka dla ACL;
    2) SSHv2;
    3) SSHv2 Protocol;
    4) SSHv2 Authentication;
    5) SSHv2 Transport;
    6) SSHv2 Connection Protocol;
    7) SSHv2 Transport Layer Protocol;
    8) Authentication, authorization, and accounting (AAA);
    9) RADIUS;
    10) RADIUS Accounting;
    11) RADIUS Attributes for Tunnel Prot.;
    12) RADIUS Extensions;
    13) 802.1X Network Access Control, Auto VLAN;
    14) RIP v2;
    15) Border Gateway Protocol Version 4 (BGPv4);
    16) Open Shortest Path First (OSPF);
    17) IGMP v1/v2/v3 Snooping & Querier dla obsługi transmisji typu multicast;
    18) SNMP v1, v2c, v3;

19) NTP;
20) TACACS+;
21) Syslog;
22) routery muszą obsługiwać port grupy LACP również w sytuacji, kiedy porty znajdują się na różnych urządzeniach w danym stosie.

6. Ze względu na unifikację procesów utrzymaniowych wymaga się, aby Urządzenia Brzegowe pracujące w Sieci Dostępowej CSDIP WAN było zarządzane do poziomu karty, portu oraz usługi z Systemu Zarządzania NSP znanego jako NFM-P, pozwalającego na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez sieć, na całej drodze („end-to-end") i będącego w posiadaniu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.. Nie dopuszcza się stosowania oprogramowania pośredniczącego i wykorzystania skryptów tłumaczących. Zarzadzanie ma być realizowane w sposób natywny z obecnego systemu zarzadzania NFM-P.

§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 w tym co najmniej 4 Combo GE/SFP lub SFP;
   2) Przełącznik Demarkacyjny typu 2 – w konfiguracji co najmniej 2 porty 10 GE SFP+, 16 portów GE w tym co najmniej 10 Combo GE/SFP lub SFP;
   3) Przełącznik Demarkacyjny typu 3 – w konfiguracji co najmniej 4 porty 10 GE SFP+, 16 portów GE w tym co najmniej 10 Combo GE/SFP, wymagana modularność kart przełączania, kontrolerów, modułów zasilania itp.
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) dopuszczalny wymuszony, pod warunkiem możliwości wymiany modułów wentylacyjnych i filtrów przeciwkurzowych bez przerywania pracy urządzenia – w odniesieniu do Przełączników typu 2 i 3;
      c) wymagany pasywny dla urządzeń pracujących w rozszerzonym zakresie temperatur – w odniesieniu do Przełączników typu 1 ;
   2) zasilanie:

a) muszą być wyposażone w co najmniej dwa redundantne zasilacze typu hot swap (umożliwiające wymianę modułu zasilania bez przerywania pracy urządzenia); wymóg bezwzględny w odniesieniu do Przełączników typu 2 i 3;
b) każdy z zainstalowanych zasilaczy musi umożliwiać pracę z pełnym obciążeniem na jednym zasilaczu;
c) 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;
d) W pozostałych obiektach urządzenie należy zasilić prądem przemiennym (AC) w zakresie: 100 V do 240 V, 50 Hz;
e) w przypadku zaniku zasilania należy zapewnić poprawną pracę urządzenia przez co najmniej 2h.

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;

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) IP VPN (IPv4 and IPv6);
c) Routed VPLS (IES and VPRN IPv4);
d) Virtual Private Routed Network (VPRN) – minimum 100 instancji i minimum 2000 prefiksów vpn-ip4 w tablicy FIB;
e) IPv4 multicast;
f) IPv4 VPN multicast (next-generation multicast VPN);

2) wsparcie dla protokołów sieciowych:
a) IEEE 802.1Q (VLAN) oraz 802.1ad (QinQ);
b) MPLS Label Edge Router (LER) oraz Label Switch Router (LSR) - P2MP LSP;
c) Border Gateway Protocol (BGP):
d) BGP-AD (VPLS auto-discovery);
e) BGP MSPW (Pseudowire Routing for Multi-segment Pseudowires);
f) BGP RFC 3107 (przenoszenie danych etykiet w protokole BGP-4);

g) IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System) (IPv4 and IPv6), w tym wsparcie TE (traffic engineering) oraz unnumbered IPv4;
h) Open Shortest Path First (OSPF wersja 2 and OSPF wersja 3);
i) Protocol Independent Multicast (PIM);
j) Resource Reservation Protocol — TE (RSVP-TE);
k) Label Distribution Protocol (LDP), LDP over RSVP, Targeted LDP (T-LDP);
l) Provider Backbone Bridging (PBB), Backbone Edge Bridge (BEB), Backbone Core Bridge (BCB) (zgodnie z IEEE 802.1ah);
m) MPLS-TP (IETF);

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;
g) interfejsy BITS, 1PPS i 10 MHz;

4) wsparcie dla QoS:
a) klasyfikacja usług na wejściu bazująca na kryteriach: MAC, IP (IPv4 i IPv6);
b) hierarchizacja per usługa, polityki dla ruchy wchodzącego i wychodzącego; kolejkowanie, kształtowanie ruchu;
c) deep buffering;
d) zarządzanie natłokiem/buforem: RED slope;

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 (localny/zdalny);
f) Two-Way Active Measurement Protocol (TWAMP), TWAMP light;
g) ITU-T Y.1564 test head;
h) MPLS-TP OAM;
i) NETCONF/YANG;
j) SNMPv1, v2c, v3;
k) IPv6 dla zarządzania;

l) Monitoring jakości;
m) testy „loopback per-port/ per-service” z zamianą MAC adresu;
n) zdalny upgrade systemu operacyjnego przełącznika/routera;
o) auto-konfiguracja urządzeń (plug-and-play);

6) niezawodność:
a) ring protection ITU-T G.8032v2 (w odniesieniu konfiguracji sprzętowych Multi-chassis);
b) link aggregation IEEE 802.3.ad (w odniesieniu konfiguracji sprzętowych Multi-chassis);
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) Entropy label (pseudowire hash);
m) Non Stop Routing (NSR);
n) Non Stop Services (NSS);
o) In-service software upgrade (ISSU);

7) wsparcie w zakresie bezpieczeństwa:
a) IEEE 802.1x (porty klienckie);
b) Control Plane Security;
c) profile dostępu administracyjnego (Management Access Filters);
d) Secure Shell (SSH) v4 and v6;
e) klient Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS);
f) Terminal Access Concentrator Access Control Server Plus (TACACS+);
g) profile administracyjne (User profile management);
h) VPLS security;
i) Listy kontroli dostępu (ACL).

7. Ze względu na unifikację procesów utrzymaniowych wymaga się, aby Przełączniki Demarkacyjne pracujące w Sieci Dostępowej CSDIP WAN były zarządzane do poziomu karty, portu oraz usługi z Systemu Zarządzania NSP znanego jako NFM-P, pozwalającego na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez sieć, na całej drodze („end-

to-end”) i będącego w posiadaniu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Nie dopuszcza się stosowania oprogramowania pośredniczącego i wykorzystania skryptów tłumaczących. Zarzadzanie ma być realizowane w sposób natywny z obecnego systemu zarzadzania NFM-P.

§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 przez czas wymagany dla 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 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 USB do konfiguracji przełącznika;
      c) 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 1600 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 802.1ab (LLDP);
   f) IEEE 802.1ad Provider Bridges Q-in-Q/ VLAN stacking;
   g) IEEE 802.1s MSTP;
   h) IEEE 802.3i 10BASE-T;
   i) IEEE 802.3u 100BASE-T;
   j) IEEE 802.1w RSTP;
   k) IEEE 802.3x Flow Control;
   l) IEEE 802.3ab 1000Base-T;
   m) IEEE 802.3ad/802.1AX Link Aggregation;
   n) IEEE 802.3af Power over Ethernet;
   o) IEEE 802.3at PoE Plus;
   p) IEEE 1588v2 Precision Time Protocol;
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) TACACS+;
   i) RADIUS;

j) Access Control List (Layer 2-4);
k) MAC-based authentication for non-IEEE 802.1X hosts;
l) STP Root Guard;
m) BPDU Filtering;
n) 802.1X Network Access Control;
o) Static route IPv4/IPv6;
p) Border Gateway Protocol Version 4 (BGPv4);
q) Open Shortest Path First (OSPF);
r) VRRP v2/v3;
s) IGMP v1/v2/v3 Snooping;
t) Przełączniki muszą obsługiwać port grupy LACP 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) Przełączniku 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 rejestratorów i ich wymagań na interfejsy wynikające z instrukcji Ipi-4, 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 4 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 Systemu Zarządzania NSP znanego jako NFM-P, pozwalającego na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez sieć, na całej drodze („end-to-end”) i będącego w posiadaniu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Nie dopuszcza się stosowania oprogramowania pośredniczącego i wykorzystania skryptów tłumaczących.

Zarzadzanie ma być realizowane w sposób natywny z obecnego systemu zarzadzania NFM-P.

§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/PoE+ w liczbie adekwatnej do ilości obsługiwanych urządzeń;
   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).
   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 przez czas wymagany dla podłączonych urządzeń, opisanych w odrębnych instrukcjach.
2. Przełączniki muszą dysponować portami (wymagania minimalne):
   1) 10/100 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) 10/100 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:
   a) IEEE 802.1D STP;
   b) IEEE 802.1p CoS;
   c) IEEE 802.1Q VLANs;
   d) IEEE 802.1ab (LLDP);

e) IEEE 802.1ad Provider Bridges Q-in-Q/ VLAN stacking;
f) IEEE 802.1s MSTP;
g) IEEE 802.3i 10BASE-T;
h) IEEE 802.1w RSTP;
i) IEEE 802.3x Flow Control;
j) IEEE 802.3ab 1000Base-T;
k) IEEE 802.3ad/802.1AX Link Aggregation;
l) IEEE 802.3af Power over Ethernet;
m) IEEE 802.3at PoE Plus;
n) IEEE 1588v2 Precision Time Protocol.

4. Oprogramowanie przełączników dostępowych Sieci Dostępowej LAN musi muszą być zgodne z następującymi dokumentami RFC dla 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) TACACS+;
   i) RADIUS;
   j) Access Control List (Layer 2-4);
   k) MAC-based authentication for non-IEEE 802.1X hosts;
   l) STP Root Guard;
   m) BPDU Filtering;
   n) 802.1X Network Access Control.
5. Przełączniki muszą umożliwiać następujące funkcjonalności:
   a) wsparcie dla IPv6;
   b) wsparcie dla ramek typu Jumbo 9,000 bajtów;
   c) broadcast storm control;
   d) wsparcie w ramach QoS dla Egress traffic shaping;
   e) dostępne profile konfiguracji portów;
   f) wsparcie dla port mirroring;
   g) funkcjonalność pozwalająca na izolację portów (np. Private VLAN);
   h) wsparcie dla Guest VLAN zgodnie z IEEE 802.1x;
   i) obsługa mechanizmów Port-Security, BPDU Guard;
   j) 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 16000 adresów;
        c) szybkość przełączania nie mniejsza niż 5 Gb/s;
    3) przełączniki muszą obsługiwać funkcję DDM (DDI) dla następujących parametrów SFP z wykorzystaniem wskaźników LED:
        a) napięcie;
        b) natężenie prądu;
        c) temperatura;
    4) przełączniki muszą 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 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 Systemu Zarządzania NSP znanego jako NFM-P, pozwalającego na zestawienie i nadzorowanie usług poprzez sieć, na całej drodze („end-to-end”) i będącego w posiadaniu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Nie dopuszcza się stosowania oprogramowania pośredniczącego i wykorzystania skryptów tłumaczących. Zarzadzanie ma być realizowane w sposób natywny z obecnego systemu zarzadzania NFM-P.

§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 oznaczających 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 dla projektowania i budowy linii optotelekomunikacyjnych 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 Ie-50z1.3 oraz oznaczenie interfejsów tych Urządzeń umożliwiające jednoznaczną identyfikację miejsca dołączenia kabla. Przykładowe oznaczenia:

Tabela 11 Oznaczenie kabli i portów urządzeń

Oznaczenie Urządzenia (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 (Urządzenie Brzegowe oraz Demarkacyjne) musi posiadać oznaczenie umożliwiające jego identyfikację w systemie zarządzania siecią. Dopuszcza się stosowanie nazw w wersji pełnej lub skróconej
    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 – Urządzenie demarkacyjne;

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

2) Nazwy skrócone należy tworzyć zgodnie ze wzorem opisanym w instrukcji „Standard oznaczeń sieci transmisyjnej oraz sieci GSM – R Ie-50z1.3”:

OOOLLL-KKKKKK-XXX-NN

Gdzie:

OOO – skrócona nazwa elementu sieciowego/urządzenia (3 znaki) 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).

7. 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 instrukcjach IPI-4 oraz IPI-6.
8. 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

   Poszczególne sekcje oznaczają:
   1) OOOOOO - unikalny, sześciocyfrowy numer obiektu kolejowego wg klasyfikacji POS obowiązującego w PLK SA; (6 cyfr, obowiązkowe zera wiodące);
   2) UUU-WWW - trzyliterowy symbol urządzenia i trzyliterowy symbol właściciela; (rozdzielone myślnikiem);
   3) L - podstawowy symbol lokalizacji (1 znak, zgodnie z Ipi-4, Ipi-6);
   4) NNNN - pomocniczy symbol lokalizacji (maks. 4 znaki);
   5) NNN - numer porządkowy (3 cyfry);
      .xxx - (opcjonalnie, po kropce dziesiętnej) informacje dodatkowe np. 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:

OSZ003-161-Barlogi-BROU-01 - router Brzegowy w węźle szkieletowym Barłogi.

SDP018-092-AleksandrowK-DROU-01 - router Demarkacyjny „st. Aleksandrów Kujawski";

EDROU003-204495-XXX-01 - router Brzegowy (lk. 3, km: 204,495);

DROU018-091702-XXX-01 - router Demarkacyjny dla „st. Aleksandrów Kujawski" (lk.18, km: 91,702);

033217***/***ESW-PLK***/***P/0001/01 - przełącznik Agregacyjny na „st. Barłogi" (POS: 033217);

007534***/***SWI-PLK***/***P/0002/01 - przeł. Dostępowy, st. „Gdańsk Wrzeszcz" (POS: 007534);

028969***/***SWI-PLK***/***P/0002/01 - przełącznik Dostępowy, „st. Wronki" (POS: 028969).

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:
   - znajomość takich zagadnień sieciowych 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;
   - 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 5lat, 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 oraz systemu NFM-P).

§25. Wymagania gwarancyjne

1. Wymaga się, aby Urządzenia Brzegowe, Przełączniki oraz pozostałe Urządzenia były objęte gwarancją przez okres co najmniej 60 miesięcy.
2. 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:
      - położenie elementów Infrastruktury (przełączniki, urządzenia wykonawcze);
      - wersję oprogramowania i licencje oraz numerach fabrycznych wszystkich dostarczonych Urządzeń;
      - numery fabryczne itp.

      Wzór pliku zostanie udostępniony przez Jednostkę Merytoryczną PLK SA.
   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.
3. Dostarczone składniki Infrastruktury, muszą być nowe, nieużywane, w najnowszych dostępnych modelach i wersjach Oprogramowania, uwzględniające najnowsze udoskonalenia w zakresie konstrukcji i materiałów.
4. Każda usługa świadczona w okresie gwarancji, której ukończenie nastąpiłoby po umownym terminie gwarancji zostanie wykonana i zakończona na warunkach gwarancji.
5. Serwis Urządzeń Brzegowych i Przełączników musi być realizowany przez producenta lub autoryzowanego partnera serwisowego producenta. w przypadku realizacji gwarancji przez autoryzowanego partnera wymagane jest stosowne oświadczenie producenta.
6. Gwarancja musi być świadczona w miejscu instalacji Urządzeń Brzegowych i Przełączników.
7. Gwarancją muszą być objęte wszystkie składniki Urządzeń Brzegowych i Przełączników (włącznie z wkładkami optycznymi).
8. 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.
9. Prace o których mowa w ust. powyżej będą prowadzone zgodnie z harmonogramami przewidzianymi w dokumentacji DTR dla Systemów i Urządzeń.

10. W przypadku gdy w okresie gwarancji wystąpi konieczność przyłączenie urządzeń Obiektu Liniowego do Sieci Teletransmisyjnej PLK, czynności te musi zrealizować Wykonawca na własny koszt.
11. Do dostarczenia poprawek i aktualizacji oprogramowania powstałych w okresie trwania gwarancji jest zobowiązany wykonawca.
12. Wykonawca ponosi wszelkie koszty związane z realizacją gwarancji, a w szczególności koszty dojazdu, transportu lub dostępu do Infrastruktury.
13. Wykonawca w okresie gwarancji na swój koszt wymienia i uzupełnia wszelkie materiały eksploatacyjne dla Infrastruktury przewidziane przez producenta.
14. 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.
15. W przypadku wystąpienia nieprawidłowości w działaniu elementów Infrastruktury, wykonawca zobowiązany jest do ich usunięcia w terminie określonym umową na własny koszt.
16. 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) planu adresacji IP;
   4) opisu architektury logicznej planowanego systemu wraz ze schematem blokowym systemu;
   5) organizacja i plan połączeń transmisyjnych wszystkich elementów Systemów CSDIP, SMW i SPA;
   6) 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

#Projektu	
Data	

#Projektu	
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. Każdy projekt podlega ocenia i akceptacji Jednostki Merytorycznej. Niezależnie od etapu opracowania dokumentacji, każdy projekt będzie sprawdzany między innymi pod kątem zgodności z bieżącą instrukcją.

§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 Ie-108;
   9) dokumentację pomiarową kabli miedzianych służących do transmisji danych (Ethernet, od portu do portu urządzenia).
2. Dokumentacja ma 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 Merytoryczna. 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.

§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 NFM-P;
   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 należy przeprowadzić symulując możliwie maksymalny ruch usługowy przez uruchomione w danym segmencie sieci wszystkie systemy SMW i CASDIP.
2. 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.

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 NFM-P w celu udowodnienia spełnienia wymagań określonych w §16 ust. 2 i 4.
5. Testy Funkcjonalne zobowiązany jest wykonać Wykonawca i sporządzić z nich protokół zawierający m.in. printouty z urządzeń, który należy dołączyć do dokumentacji powykonawczej.

§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) zdalnie pracownik CZS 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. Normy i dokumenty odniesienia

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.
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 muszą 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.

§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.

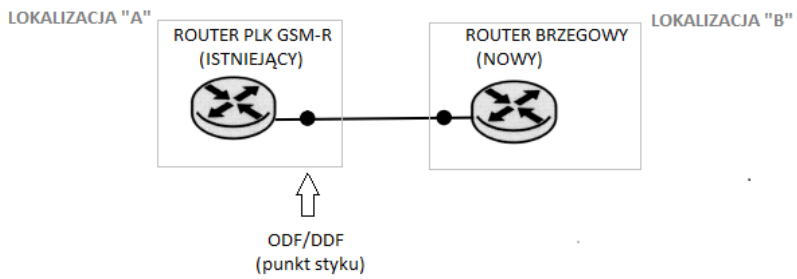
Załącznik 1 - WNIOSEK O OKREŚLENIE WARUNKÓW TECHNICZNYCH DLA PRZYŁĄCZENIA NOWYCH URZĄDZEŃ DO SIECI TELETRANSMISYJNEJ PLK

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			

4. LOKALIZACJE NOWO-INSTALOWANYCH URZĄDZEŃ BRZEGOWYCH

	OBIEKT BRZEGOWY (LOKALIZACJA „B”)	LINIA KOLEJOWA	KILOMETR
1			
2			

5. INFORMACJE O POŁĄCZENIACH POMIEDZY ROUTERAMI GSMR I BRZEGOWYMI

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

6. INFORMACJE O NOWO-INSTALOWANYCH URZĄDZENIACH IP-MPLS

Lp	MIEJSCE INSTALACJI			MODEL URZĄDZENIA	PARAMETRY ZASILANIA		Integracja z NFM-P	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 W NFM-P (szacowanie licencji do zakupu)

	TYP	**ILOŚĆ**
1		

	TYP	**ILOŚĆ**
14		

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

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

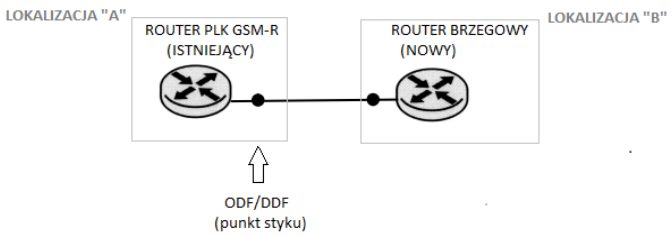
Załącznik 2 - ODPOWIEDŹ NA ZAPYTANIE O OKREŚLENIE WARUNKÓW TECHNICZNYCH w CELU PRZYŁĄCZENIA NOWYCH URZĄDZEŃ DO SIECI TELETRANSMISYJNEJ PLK

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 (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**	
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			